สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

ENERGY AUDIT IN FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

โดย

นาย ณัฐวุฒิ เจริญกุล

นาย ปัญญา ประสาร

นาย พงศกร พันธุ์สวัสดิ์

นาย พงษ์ศิล ทรัพย์อนันต์

วิทย.
QA763.P17
ส๓๖๙

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72731
วัน,เดือน,ปี 22 มิ.ย. 2559

b 11222037
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2549

การวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

ENERGY AUDIT IN FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

โดย

นาย ณัฐวุฒิ เจริญกุล

นาย ปัญญา ประสาร

นาย พงศกร พันธุ์สวัสดิ์

นาย พงษ์ศิล ทรัพย์อนันต์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ชายชาญ โพธิสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

ผู้จัดทำ

นาย ณัฐวุฒิ เจริญกุล
นาย ปัญญา ประสาร
นาย พงศกร พันธุ์สวัสดิ์
นาย พงษ์ศิล ทรัพย์อนันต์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ชายชาญ โพธิสาร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

นาย ณัฐวุฒิ เจริญกุล
นาย ปัญญา ประสาร
นาย พงศกร พันธุ์สวัสดิ์
นาย พงษ์ศิล ทรัพย์อนันต์
อ. ชายชาญ โพธิสาร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นโครงการที่วิเคราะห์ถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และหามาตรการเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยที่มาตรการในการประหยัดพลังงานจะทำให้ใช้พลังงานได้คุ้มค่า ผู้ใช้ไฟในอาคารสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพเท่าเดิม แต่เสียค่าไฟฟ้าลดลง ซึ่งนอกจากจะเป็นการประหยัดงบประมาณขององค์กรได้แล้ว ยังเป็นการช่วยให้ประเทศชาติมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลดลงอีกด้วย กลุ่มผู้ร่วมโครงการได้อ้างอิงหลักเกณฑ์ การตรวจวัด และการวิเคราะห์การใช้พลังงานด่างๆ ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และหลักเกณฑ์วิธีการและระยะเวลาที่กำหนดในกฎกระทรวง 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENERGY AUDIT IN FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

Nutthawut Chalearnkul
Panya Prasarn
Pongsakorn Punsawat
Pongsil Sup-a-nand
Chaichan Pothisarn Advisor
2006

ABSTRACT

Energy Audit in Faculty of Information Technology is project to audit in electrical power operating and to seek the measures or methods to safe energy , safe cost about electrical energy in the building for studying .All users ,students or personnel officers,and every operating can work normally but this project can help organization to safe energy cost (Electrical Energy Cost) .

Principle and method to measure all energy factors (Air Conditioning System , Lighting , Crisp of building) reference by law about energy of Thailand, The Energy Development and Promotion Act B.E. 2535(1992) , Royal Degree on Regulated Energy B.E. 2538(1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำโครงงานรู้สึกซาบซึ้งต่อความกรุณาที่ อ.ชายชาญ โพธิสาร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนอาจารย์ในภาควิชา ที่ประสิทธิประสาทความรู้ให้กับผู้จัดทำในครั้งนี้ ถ้าปราศจากท่านโครงงานนี้ก็คงไม่สำเสร็จลุล่วงไปได้

นอกจากนั้นผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ คุณบุญมี คุณนครศักดิ์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้เบิกใช้เครื่องมือ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลอาคารเรียนรวมและปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และพี่ๆ ที่ทำโครงการ " พลังงานหารสอง " ที่ให้คำแนะนำในทุกๆ ด้าน ทำให้โครงการนี้ดำเนินไปได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ ผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยส่งเสียเงินทอง ให้ผู้จัดทำเรียนหนังสือจนจบในครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... I

ABSTRACT..... II

สารบัญรูป..... III

สารบัญตาราง..... V

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน.....3

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....5

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 6

2.1 การประหยัดไฟฟ้าในระบบหม้อแปลง.....6

2.1.1 หลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า.....6

2.1.2 การสูญเสียกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพของหม้อแปลง.....6

2.1.3 แนวทางการประหยัดไฟฟ้าในหม้อแปลง.....8

2.1.4 การคำนวณการประหยัดไฟฟ้าในหม้อแปลงโดยวิธีการย้าย โหลดน้อยมารวมกัน.....9

2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบแสงสว่าง.....10

2.2.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์.....10

2.2.2 หลอดฮาโลเจน..... 10

2.2.3 หลอดเมตัลฮาไลด์.....11

2.2.4 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์.....11

2.2.5 หลอดเผาไส้.....12

2.2.6 ประเภทของโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ.....12

2.2.7 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์(Electronic Ballast).....16

2.2.8 โคมไฟฟ้าประเภทต่างๆจะมีการติดตั้งในชั้นต่างๆดังนี้.....16

2.3 ระบบปรับอากาศ.....17

2.3.1 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศ.....17

2.3.2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.....18

2.3.3 เครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ.....19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4. การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร.....20
2.4.1 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคาร.....20
2.4.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร.....23
บทที่ 3 วิธีการตรวจวัดพลังงานในระบบต่างๆ.....25
3.1 การตรวจวัดพลังงานของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง.....25
3.2 การตรวจวัดความเข้มแสง.....26
3.2.1 วิธีการวัดความเข้มแสง.....26
3.2.2 ตัวอย่างวิธีการหาความเข้มแสงเฉลี่ยจากค่าที่ได้จากการวัด.....29
3.3 การตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเครื่องวัดและอุปกรณ์ที่ใช้.....30
3.3.1 การเตรียมการวัด.....30
3.3.2 ขั้นตอนการตรวจวัด.....30
3.3.3 ขั้นตอนการคำนวณเพื่อวิเคราะห์สมรรถนะ.....32
3.3.4 การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการทำงาน (EER) และ kw / Ton ของเครื่องปรับอากาศแยกส่วน.....35
3.4 การตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ.....36
3.5 วิธีการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร.....37
3.6 เครื่องมือวัดพลังงานในระบบต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ.....44
บทที่ 4 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงาน.....45
4.1 ข้อมูลแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศในปีการศึกษา 2548.....45
4.2 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน.....46
4.3 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ในระบบปรับอากาศส่วนกลาง.....47
4.4 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ในระบบแสงสว่าง.....47
4.4.1 มาตรการเปลี่ยนโคมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง.....47
4.4.2 มาตรการการใช้บัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์แทนบัลลาสต์ชนิดขดลวด.....48
4.5 รายละเอียดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารของอาคาร.....49
4.6 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ในระบบไฟฟ้ากำลัง.....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....51
5.1 สรุปศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมด.....52
5.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานที่สมควรดำเนินการและลงทุน...53
5.3 มาตรการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน.....54
เอกสารอ้างอิง.....56
กิตติกรรมประกาศ.....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1-1	หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	6
2.1-2	คุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้า	7
2.2-1	โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 2×18 วัตต์ หรือ 2×36 วัตต์	12
2.2-2	โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์	12
2.2-3	โคมไฟฟ้าทรงปีรามิดอกไก่หลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36วัตต์	12
2.2-4	โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์	13
2.2-5	โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 2×18 วัตต์ หรือ 2×36 วัตต์ หรือ 1×36 วัตต์	13
2.2-6	โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์	13
2.2-7	โคมไฟฟ้า Down light หลอด ฮาโลเจน 50 วัตต์ 12 โวลต์ Dichroic	13
2.2-8	โคมไฟฟ้า Down light หลอด 1×PLC13W	14
2.2-9	โคมไฟฟ้า Down light หลอด ฮาโลเจน 50 วัตต์ 12 โวลต์ Dichroic	14
2.2-10	โคมไฟฟ้า Down light หลอด เมตัลฮาไลต์ 100วัตต์	14
2.2-11	โคมไฟฟ้าสำหรับทางออกหนีไฟหลอด PL1×11W (หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์)	15
2.2-12	โคมไฟฟ้า Down light หลอดเผาไส้ 1×60 วัตต์	15
2.2-13	บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์(Electronic Ballast)	16
2.3-1	วัฏจักรการทำงานของเครื่องปรับอากาศ	17
2.3-2	Fan coil Unit และ Condensing Unit ของเครื่องปรับอากาศแยกส่วน	18
2.3-3	แผนภาพแสดงการทำงานของระบบปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	19
2.3-4	แสดงการทำงานของระบบปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	19
2.4-1	แสดงสภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยวัสดุ n ชนิด	21
2.4-2	แสดงสภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยวัสดุ n ชนิด และมีช่องอากาศภายใน	22
3.1-1	หม้อแปลงไฟฟ้าของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ	25
3.2-1	ภาพแสดงตำแหน่งการวัดความเข้มแสงในห้องเรียนหรือสำนักงาน	26
3.2-2	ภาพแสดงตำแหน่งการวัดความเข้มแสงบริเวณทางเดิน	28
3.2-3	แสดงวิธีการวัดความเข้มแสงของห้องบรรยาย M03	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3-1 แสดงการวัดองค์ประกอบในการคำนวนด้านความเย็นของ
เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทางด้านลมจ่าย-ด้านลมกลับ..... 31
3.3-2 แสดงการวัดพลังงานไฟฟ้าที่เซอร์กิดเบรคเกอร์ ของ Fan Coil Unit
และ Condensing Unit..... 31
3.3-3 แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart)..... 33
3.3-1 แสดงการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ POWER METER..... 35
3.5-1 แสดงรายละเอียดข้อมูลของอาคาร..... 37
3.5-2 แสดงการเลือกทิศและผนังของกรอบอาคาร..... 38
3.5-3 แสดงการกรอกค่าข้อมูลที่ผนังทึบต้องการ..... 39
3.5-4 แสดงการกรอกค่าข้อมูลที่ผนังโปร่งแสงต้องการ..... 40
3.5-4 แสดงการกรอกค่าข้อมูลที่หลังคาทึบต้องการ..... 41
3.5-5 แสดงการกรอกค่าข้อมูลที่หลังคาโปร่งแสงต้องการ..... 42
3.5-6 แสดงคำนวณ OTTV และ RTTVของโปรแกรม..... 43
3.6-1 เครื่องมือวัดความเข้มแสง (Lux meter)..... 44
3.6-2 เครื่องมือวัดด้านความเย็นในระบบปรับอากาศเครื่องมือวัด
พลังงานไฟฟ้า..... 44
4.1.1 กราฟแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปีการศึกษา 2548..... 44
4.1.2 กราฟแสดงสัดส่วนด้านค่าใช้จ่ายของอาคารในปีการศึกษา 2548..... 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.3-1 แสดงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน..... 24

3.3-2 แสดงมาตรฐานการปรับอากาศตามกฎกระทรวง..... 24

4.5-1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมในทิศทางของอาคารต่าง ๆ..... 49

4.5-2 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่หลังคาอาคาร (RTTV)..... 49

5.1 สรุปศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมด..... 52

5.2 สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่สมควรดำเนินการและลงทุน..... 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันที่กำลังประสบปัญหาขาดแคลนพลังงาน พลังงานมีราคาสูงขึ้นตามความต้องการใช้ ซึ่งจะเห็นได้ตามข่าวจากสื่อต่างๆที่พลังงานมีการปรับราคาสูงขึ้นทั้งน้ำมัน ค่าไฟฟ้า ทั้งนี้ทั้งภาครัฐและเอกชนก็ได้มีการตื่นตัวในเรื่องการรณรงค์การอนุรักษ์การใช้พลังงานให้ประหยัดและคุ้มค่าที่สุด ปัญหาที่เกิดขึ้นมาก็คือจะทำอย่างไรจึงจะสามารถลดการใช้พลังงานได้ จะใช้วิธีการใดจะเกิดการประหยัด สิ่งหนึ่งที่จะประหยัดได้ก็คือการลดการใช้พลังงานในอาคารต่างๆ ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงจัดทำ Project นี้ขึ้นมา โดยเริ่มจากศึกษาการใช้พลังงานซึ่งในที่นี้ส่วนใหญ่จะหมายถึงพลังงานไฟฟ้า เก็บข้อมูลการจากใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ ช่วงเวลาของการใช้ไฟฟ้าแล้วนำมาวิเคราะห์ว่าส่วนไหนที่เป็นสาเหตุของการสิ้นเปลืองพลังงานเช่นเป็นที่ประสิทธิภาพของตัวอุปกรณ์ต่ำ หรือเป็นที่พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบุคคลากรในอาคาร จากนั้นเมื่อทราบสาเหตุแล้วนำมาคิดวางแผนหาวิธีแก้ไขอาจจะเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ให้ดีขึ้น วางแผนจัดการใช้พลังงานให้ได้ประโยชน์สูงสุด หลักการพื้นฐานในการลดปริมาณการใช้พลังงานในอาคารก็คือ การลดการใช้พลังงานที่สิ้นเปลือง การเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน และการนำกลับมาใช้ใหม่(คือการนำพลังงานที่เหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่) จากนั้นจึงนำแนวทางที่ได้จัดทำไว้ไปเสนอต่อผู้ดูแลอาคารหรือเจ้าของอาคาร เพื่อที่จะได้ดำเนินการตามแนวทางที่ได้วางไว้ ซึ่งเมื่อได้ทำตามวิธีข้างต้นแล้วก็จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายของพลังงานลงได้ โดยมิได้ลดการใช้พลังงาน เพียงแต่ทำให้ใช้พลังงานให้คุ้มค่าที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้รู้หลักการและวิธีการในการตรวจวัดข้อมูลการใช้พลังงานที่มีอยู่ในอาคารทั้งหมดตลอดจนข้อมูลของอุปกรณ์ทุกชนิดที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในอาคารด้วย
2. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดได้ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารในช่วงเวลาต่างๆ การถ่ายเทความร้อนระหว่างสิ่งแวดล้อมกับตัวอาคาร ความเข้มแสงของหลอดไฟ ความชื้นที่ออกมาจากเครื่องปรับอากาศ ตลอดจนข้อมูลของอุปกรณ์ทุกชนิดที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน แล้วนำมาวิเคราะห์ หาวิธีการที่จะสามารถทำให้เกิดการประหยัดพลังงานได้ โดยเปลี่ยนชนิดอุปกรณ์ เช่น เปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดไฟแบบธรรมดา ให้เป็นหลอดประหยัดพลังงานแทน เปลี่ยนบัลลาสต์แบบแกนเหล็กให้เป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ โดยการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเข้าไปใหม่ เช่นติดตั้งตัวเก็บประจุขนานเข้าไปกับระบบ เพื่อชดเชยการสูญเสียกำลังไฟฟ้าเสมือนโดยการควบคุมการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่นปิด-เปิดเครื่องปรับอากาศดอนพักเที่ยงและปรับอุณหภูมิไว้ที่ 25 c°
3. วางแผนการประหยัดพลังงาน เมื่อทราบสาเหตุที่ก่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองแล้ว ลำดับต่อไปคือการกำหนดมาตรการที่เหมาะสม การแก้ไขสาเหตุที่ค้นพบข้างต้น จะเป็นเครื่องชี้แนะแนวมาตรการที่จะนำมาประยุกต์ใช้
4. เพื่อให้สามารถใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่าที่สุด ตามแผนที่วางไว้ โดยการเอาใจใส่ดูแลการใช้พลังงานในสภาวะปกติให้มีการรั่วไหลและสูญเปล่าน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายลงทุนน้อย และมีระยะเวลาคืนทุนสั้นสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของอาคารได้
5. เพื่อเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานตามที่ได้ทำไว้ให้แก่ผู้ดูแลอาคารได้นำไปใช้ โดยที่ผู้ดูแลอาคารอาจจะดัดแปลงหรือเลือกใช้บางส่วนก็ได้ตามความเหมาะสม
6. เพื่อให้รู้จักใช้พลังงานอย่างประหยัด ตลอดจนวิธีการต่างๆ ที่จะสามารถทำให้ใช้พลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่ามากที่สุด และฝึกจิตสำนึกที่ดีในการใช้พลังงาน
7. เพื่อส่งเสริมตามโครงการประหยัดพลังงานของรัฐบาล ที่ต้องการให้คนในชาติได้ร่วมมือกันประหยัดพลังงานเพื่อลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ
8. เพื่อพัฒนาและส่งเสริมบทบาทของบุคคลากรในอาคาร ให้มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างเป็นระบบและยั่งยืน
9. ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคที่มีผลต่อการดำเนินงานเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการดำเนินงานพร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการขยายผลต่อไป
10. เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของอาคารให้ได้ โดยไม่ไปกระทบต่อด้านอื่นๆ แต่ใช้พลังงานให้คุ้มค่าที่สุด
11. ทำให้ทราบปริมาณการใช้ และการสูญเสียพลังงาน ทั้งก่อนและหลังการดำเนินมาตรการประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน

1.ศึกษาความรู้เบื้องต้นการอนุรักษ์พลังงาน

-ลักษณะการใช้พลังงานในอาคาร

-หลักการจัดการด้านการอนุรักษ์พลังงานในอาคารเบื้องต้น

-การดำเนินการด้านการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

2.ศึกษาการใช้หม้อแปลงอย่างมีประสิทธิภาพ

-ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้า

-อุปกรณ์ประกอบหม้อแปลง

-การสูญเสียกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพของหม้อแปลง

-มาตรการในการประหยัดพังงาน

3.ศึกษาการจัดการพลังงานไฟฟ้า และการอนุรักษ์พลังงานสำหรับมอเตอร์

-การอนุรักษ์พลังงานสำหรับมอเตอร์

4.ศึกษาการจัดการพลังงานไฟฟ้า และการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง

-หน่วยที่ใช้ในการวัดแสง

-แหล่งกำเนิดแสงและการใช้งาน

-อุปกรณ์ในระบบแสงสว่างอื่นๆ

-หลักการให้แสงสว่าง

-ความส่องสว่างที่เหมาะสมในอาคาร

-การอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง

5.ศึกษาการจัดการพลังงานไฟฟ้า และการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

-หลักการทำงานของระบบปรับอากาศ

-เครื่องปรับอากาศประเภทต่างๆ

-ภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

-มาตรการอนุรักษ์พลังงานในอาคารด้านระบบปรับอากาศ

-การประหยัดพลังงานในกรอบอาคาร

6.ศึกษาการประหยัดพลังงานในเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์สำนักงาน

-เครื่องคอมพิวเตอร์

7.ศึกษาการตรวจวัด ตรวจสอบและติดตามผลการประหยัดพลังงาน

-พื้นฐานของการตรวจวัดการใช้พลังงาน

-การตรวจวัดระบบที่ใช้พลังงาน

-การตรวจสอบและติดตามผลการประหยัดพลังงาน

8.ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการอนุรักษ์พลังงาน

-ปัจจัยที่มีผลกระทบกับโครงการอนุรักษ์พลังงาน

-การประเมินสถานะจัดการด้านพลังงานขององค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. การตรวจวัดข้อมูลการใช้พลังงานที่มีอยู่ในอาคารทั้งหมดตลอดจนข้อมูลของอุปกรณ์ทุกชนิดที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในอาคาร

1)การตรวจวัดระบบแสงสว่าง

-แหล่งกำเนิดแสงและการใช้งาน

-อุปกรณ์ในระบบแสงสว่างอื่นๆ

-หลักการให้แสงสว่าง

-ความส่องสว่างที่เหมาะสมในอาคาร

2)การตรวจวัดระบบปรับอากาศ

-หลักการทำงานของระบบปรับอากาศ

-เครื่องปรับอากาศประเภทต่างๆ

-ภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

3) ระบบอื่นๆ ลิฟท์, ปั้มน้ำ

4) ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

2.การตรวจวัดเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์สำนักงาน

3.การวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารและหามาตรการในการประหยัดพลังงาน เช่น

-การเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดไฟแบบธรรมดาให้เป็นหลอดประหยัดพลังงานแทน

-เปลี่ยนบัลลาสต์แบบแกนเหล็กให้เป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

-การติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเข้าไปใหม่ เช่นติดตั้งตัวเก็บประจุขนานเข้าไปกับระบบเพื่อชดเชยการสูญเสียกำลังไฟฟ้าเสมือน

-การควบคุมการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่นปิด-เปิดเครื่องปรับอากาศดอนพักเที่ยงและปรับอุณหภูมิไว้ที่ 25 c°

4.ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา/อุปสรรคที่เกิดขึ้นต่อการดำเนินโครงการเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงในการดำเนินโครงการ พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการขยายผลโครงการแก่เจ้าของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ทำให้รู้จักการวัดค่าพลังงานจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เราใช้งานอยู่

2.การใช้โปรแกรมที่นำมาวิเคราะห์การใช้พลังงาน

3.สามารถอ่านแบบสถาปัตยกรรมของอาคารและวางแผนการเข้าตรวจวัดพลังงานของระบบต่างภายในอาคาร

4.มีความรู้ความเข้าใจในอุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่นำมาใช้ในโครงการ

5.การนำค่าแฟคเตอร์ด้านพลังงานด่าง ๆจากการตรวจวัด มาวิเคราะห์เพื่อหามาตรการในการประหยัดได้

6.สามารถวางแผนการตรวจวัดพลังงานในระบบต่าง ๆ ของอาคารได้เป็นอย่างดี

7.คำนวณผลประหยัดพลังงานจากการวิเคราะห์ได้

8.มีมาตรการในการใช้ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

9.มีความรู้ความเข้าใจอุปกรณ์ด่าง ๆที่จะนำมาปรับปรุงการใช้ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

10.ทำให้รู้จักอุปกรณ์ไฟฟ้าด่าง ๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การใช้พลังงาน

11.สามารถทำงานเป็นหมู่คณะร่วมกับผู้อื่นได้

12.มีความเข้าใจอุปกรณ์ด่าง ๆ ที่จะนำมาแทนอุปกรณ์เดิมเพื่อให้เกิดการประหยัดได้

13.นำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติจริงในโครงการมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน

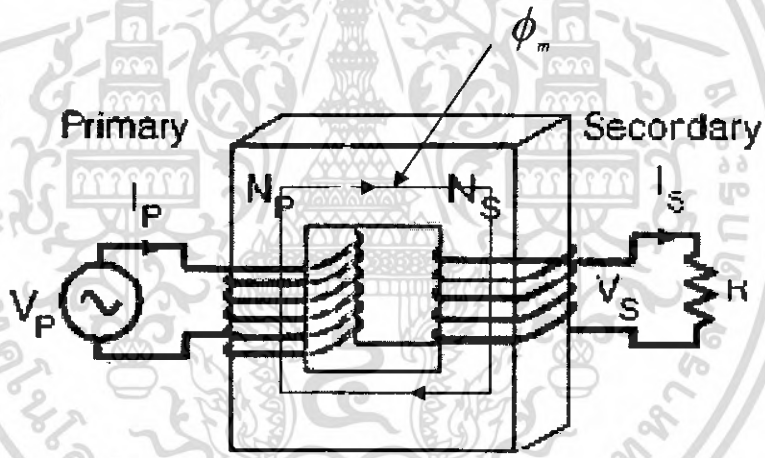
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประหยัดไฟฟ้าในระบบหม้อแปลง

2.1.1 หลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าจากแรงดันสูงไปสู่แรงดันที่ต่ำกว่าตามความต้องการการใช้งาน หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าประกอบด้วยขดลวด 2 ขด "ขดปฐมภูมิกับขดทุติยภูมิ" พันอยู่รอบแกนเหล็ก (เป็นแผ่นเหล็กจำนวนมากที่วางซ้อนทับกัน) ขดลวดทั้ง 2 นี้ไม่ได้ต่อกันโดยตรงทางไฟฟ้าหากแต่ถูกกั้นห่างกันด้วยฉนวน เมื่อให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิ ที่ขดลวดนี้จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กและจะถูกส่งไปยังขดลวดทุติยภูมิโดยผ่านแกนเหล็ก ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิสำหรับอัตราส่วนระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิเทียบกับแรงดันไฟฟ้าที่เกิดที่ขดลวดทุติยภูมินั้น จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนจำนวนรอบที่พันขดลวดทั้งสอง



รูปที่2.1-1 หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

2.1.2. การสูญเสียกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพของหม้อแปลง

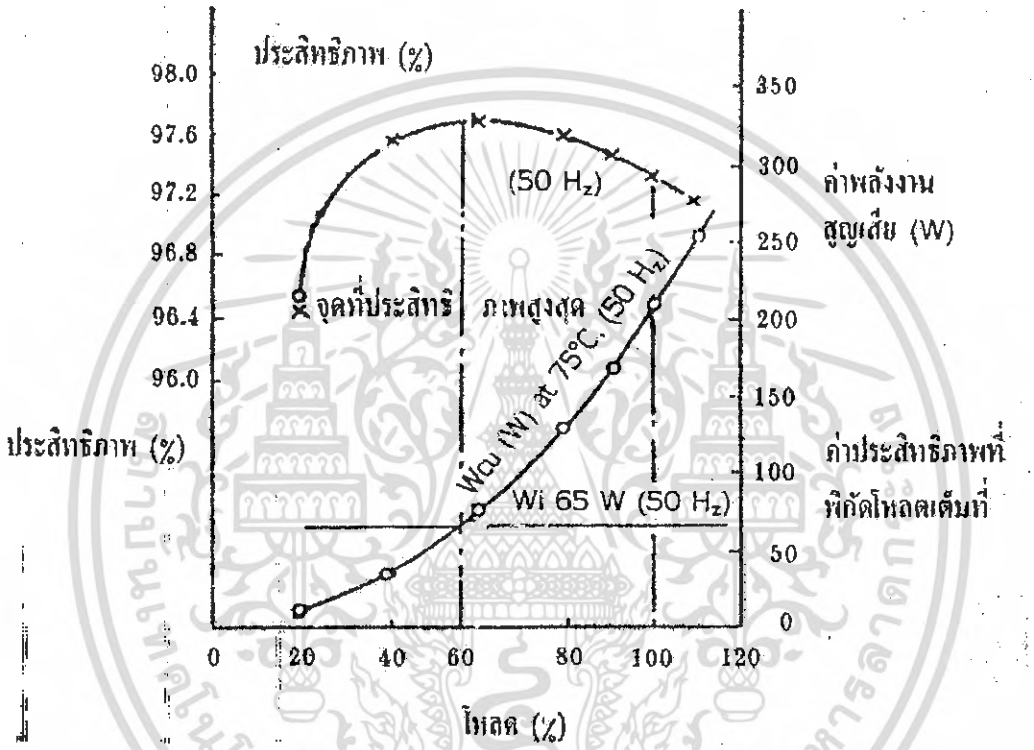
ก่อนที่จะกล่าวถึงการการประหยัดไฟฟ้าในหม้อแปลงควรที่จะต้องทราบถึงการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในหม้อแปลงว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง ปกติการสูญเสียกำลังไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสูญเสียในขณะที่ไม่มีโหลด(No Load Loss) หมายถึงการสูญเสียกำลังไฟฟ้าขณะที่หม้อแปลงยังไม่ได้จ่ายโหลด การสูญเสียนี้เกิดขึ้นในแกนเหล็กหรือเรียกว่า Iron Loss หรือ Core Loss ซึ่งประกอบด้วย Hystersis Loss และ Eddy Current Loss

2. การสูญเสียเนื่องจากมีโหลด (Load Loss) หมายถึง การสูญเสียเนื่องจากความต้านทานของขดลวดขณะที่หม้อแปลงจ่ายโหลด หรือเรียกว่า Copper Loss

ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียในขณะที่ไม่มีโหลดและในขณะที่มีโหลดและประสิทธิภาพของหม้อแปลงแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2.1-2 คุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้า

จากรูปที่ 2.1-2 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าทั่วไปจะดีที่สุดเมื่อใช้งานที่โหลดประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปของพิกัดใช้งาน (kVA)ถ้าหากใช้งานที่ต่ำกว่านี้จะทำให้ประสิทธิภาพลดต่ำลง ดังนั้นเพื่อการประหยัดไฟฟ้าจึงควรใช้งานที่โหลดประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงมีจำกัดความเช่นเดียวกับเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดต่างๆ คือไฟที่จ่ายออกไปต่อไฟที่ได้รับเข้ามาต้องมีหน่วยเหมือนกัน นั่นคือมีหน่วยเป็นวัตต์หรือกิโลวัตต์ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่าย}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่าย} + \text{กำลังไฟฟ้าที่เสียไปขณะที่ไม่มีโหลด} + \text{กำลังไฟฟ้าที่เสียไปขณะที่มีโหลด}}$$

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงจะมีค่าสูงสุดเมื่อการสูญเสียกำลังไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด (Core -Loss)เท่ากับขณะที่มีโหลด (Copper Loss)นั่นคือ

$$\text{Core Loss} = \text{Copper Loss}$$

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงที่กล่าวมานี้เป็นการพิจารณาประสิทธิภาพแบบกำลังงาน นั่นคือคิดเฉพาะช่วงเวลาหนึ่งๆหรือที่การจ่ายไฟเฉพาะค่าใดค่าหนึ่งโดยไม่ได้คำนึงถึงช่วงเวลาที่ไม่ได้ใช้งาน ดังนั้นการหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงควรคำนึงถึงเวลาที่ใช้งานตลอดทั้งวันด้วย ซึ่งเป็นการหาประสิทธิภาพแบบพลังงานซึ่งก็คืออัตราส่วนของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ไปจริงๆ ในแต่ละวันพลังงานทั้งหมดที่ได้รับในหนึ่งวัน โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพทั้งวัน} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่าย} \times \text{ชม.ที่จ่ายไฟแต่ละวัน}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่าย} \times \text{ชม ที่จ่ายไฟแต่ละวัน} + \text{กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปขณะที่ไม่มีโหลด} \times 24 + \text{กำลังไฟที่สูญเสียไปขณะที่มีโหลด} \times \text{ชม.ที่จ่ายไฟแต่ละวัน}}$$

2.1.3. แนวทางการประหยัดไฟฟ้าในหม้อแปลง

แนวทางที่ใช้ในการประหยัดไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลง แบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ คือ

1. ปรับปรุงการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1.1 ปลดแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (ด้านแรงสูง) ของหม้อแปลงในขณะที่ไม่มีโหลด

1.2 ย้ายโหลดของหม้อแปลงที่มีโหลดน้อยมารวมกันเพื่อเพิ่มโหลดแฟคเตอร์

1.3 ปรับแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (ด้านแรงต่ำ) ของหม้อแปลงให้อยู่ระดับที่เหมาะสม

1.4 ปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในหม้อแปลง

2. พิจารณาเลือกซื้อหม้อแปลงชนิดประสิทธิภาพสูงและให้มีขนาดที่เหมาะสมกับโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4. การคำนวณการประหยัดไฟฟ้าในหม้อแปลงโดยวิธีการย้ายโหลดน้อยมารวมกัน

การย้ายโหลดของหม้อแปลงที่มีโหลดน้อยมารวมกันเพื่อเพิ่มโหลดแฟคเตอร์ เป็นอีกวิธีหนึ่งในการลดค่าไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ทั้งยังไม่มีการลงทุนใดๆ ซึ่งจะพิจารณาว่า Core Loss ที่ลดลงของการย้ายโหลดมารวมที่หม้อแปลงลูกเดียว จะต้องมีค่ามากกว่า Copper Loss ที่หม้อแปลงที่รับโหลดเพิ่มขึ้น และการใช้พลังงานไฟฟ้า(kW) ของหม้อแปลงทั้ง 2 ลูกรวมกันต้องไม่เกิน 80 % ของพิกัดของหม้อแปลงที่จะรับโหลดมารวมกัน

โดยสามารถคำนวณผลประหยัดได้ดังนี้

วิธีการคำนวณ/ สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

Core Loss ที่ลดลงของ TR#1 (จากการย้าย Load ไปรวมกับ TR#2) , kWh / Yr

$= (\text{Core Loss,kW})_{TR\#1} \times (24\text{hrs/day}) \times (365\text{days/year})$

Copper Loss ที่ลดลงของ TR#1 (จากการย้าย Load ไปรวมกับ TR#2) , kWh / Yr

$= (\text{Copper Loss,kW})_{TR\#1} \times [\text{kVA actual/ kVArated}]^2 \times (\text{hrs/year})_{operate}$

Copper Loss ที่เพิ่มขึ้นของ TR#2 (จากการย้าย Loadของ TR#1 มารวมกับ TR#2) ,kWh/Yr

$= (\text{Copper Loss,kW})_{TR\#2} \times [\text{kVA new/ kVA rated}]^2$

$- [\text{kVA actual/ kVA rated}]2 \times (\text{hrs/year})\text{operate}$

Loss ทั้งหมดที่ลดลง = (Copper Loss ของ TR#1 ที่ลดลง)+(Core Loss ของTR#1ที่ลดลง)

- Copper Loss ของTR#2 ที่เพิ่มขึ้น

Avg. Energy Charge = ค่าเฉลี่ยราคาไฟฟ้าต่อหน่วย

Total Saving Opportunity = (Total Loss Reduction)x (Avg. Energy Charge)

Simple Payback Period = (Total Project Cost)/ (Total Saving Opportunity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบแสงสว่าง

2.2.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์

ลักษณะทั่วไป

หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า "หลอดนีออน" แต่ความจริงแล้วเรียกเช่นนั้นไม่ถูกต้อง ถ้าเป็นหลอดนีออนนั้นจะมีแสงสีต่างๆ ใช้สำหรับการโฆษณา เช่น ขดเป็นตัวอักษรรูปร่างตามต้องการ จะไม่นำมาใช้ในการให้แสงสว่างตามอาคารหรือบ้านอยู่อาศัย หลอดฟลูออเรสเซนต์นี้เป็นต้นกำเนิดให้แสงสว่างที่ได้รับความนิยมที่แพร่หลายที่สุด ผลิตขึ้นมาเพื่อนำไปใช้ทดแทนแหล่งกำเนิดแสงสว่างเดิม คือหลอดไส้(หรือบางแห่งเรียกว่า หลอดดวงเทียน) ลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นทรงกระบอกกลมเรียวยาว หรืออีกลักษณะหนึ่งดัดโค้งเป็นวงกลมเพื่อความสวยงาม เรียกกันว่าหลอดชนิดวงกลม หลอดที่นิยมใช้มากที่สุดก็คือ ชนิดทรงกระบอกกลมเรียวยาว มีขั้วหลอดและฐานหลอดอยู่ที่ปลายทั้งสองข้างของหลอด

ขนาดของหลอดและกำลังไฟฟ้า

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตสารเคลือบเรืองแสงซึ่งฉาบไว้ด้านในของหลอดแก้วได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังนั้นจึงสามารถทำให้หลอดมีขนาดเล็กลงซึ่งจะมีความกว้างของหลอดวัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ 2.6 ซม. มีกำลังไฟฟ้าลดลงเหลือเป็นขนาด 18 วัตต์ วัดความยาวได้ 60 ซม.และขนาด 36 วัตต์ วัดความยาวได้ 120 ซม.

2.2.2 หลอดฮาโลเจน

มีหลักการทำงานเหมือนหลอดไส้แต่ได้ปรับปรุงโดยเติมก๊าซพวกฮาโลเจน เช่น ไอโอดีนเข้าไปผสมกับก๊าซเฉื่อยในหลอดไส้ หลอดฮาโลเจน จะบรรจุอยู่ในหลอดแก้วควอทซ์เล็กๆ ซึ่งทำหน้าที่สะสมความร้อน ทำให้อุณหภูมิไส้หลอดสูงถึง 500°F อุณหภูมิขณะนี้จะทำให้อนุภาคทังสะเตนที่สลายตัวออกมาจากไส้หลอดทำปฏิกิริยากับก๊าซไอโอดีน เป็นก๊าซชนิดใหม่ ซึ่งจะกลับมาจับไส้หลอดอีกครั้งเมื่อหลอดเย็นลง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หลอดฮาโลเจน จึงมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าหลอดไส้เท่าตัว

หลอดฮาโลเจน ให้แสงที่ขาวใสเป็นประกายระยิบระยับกว่าหลอดไส้มีทั้งที่ใช้แรงดัน 220 โวลต์ และแรงดันต่ำ 12 หรือ 24 โวลต์ แบบที่ใช้แรงดันต่ำ จำเป็นต้องมีหม้อแปลงลดแรงดัน หลอดฮาโลเจนและหลอดไส้นี้ร้อนมาก ต้องระวังเรื่องการดิดไฟ ไม่ควรส่องวัตถุใกล้กว่า 1 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 หลอดเมตัลฮาไลด์

หลอดเมตัลฮาไลด์ เป็นหลอดที่ปรับปรุงมาจากหลอดแสงจันทร์ โดยใช้ไอปรอทความดันสูงเหมือนกัน แต่ได้บรรจุไอฮาไลด์ของโลหะบางอย่าง เช่น โซเดียม อินเดียม ลงไปในหลอดอาร์คด้วยที่อุณหภูมิจุดหลอด ไอเหล่านี้จะแตกตัวเป็นก๊าซฮาโลเจนและไอของโลหะธาตุโลหะก็จะแตกตัวแล้วเปล่งแสงเฉพาะตัวออกมา ทำให้แสงที่อยู่ในย่านที่ตามองเห็นได้มากขึ้น กระเปาะแก้วชั้นนอกจะเคลือบฟอสเฟอร์หรือไม่ก็ได้ ประสิทธิภาพแสงก็สูงขึ้นมาก และกำหนดให้มีสีต่างๆ ได้ตามโลหะที่ใช้

หลอดเมตัลฮาไลด์ให้แสงสีขาวสวย ความเพี้ยนของสีเมื่อส่องวัตถุน้อย ใช้งานได้กับฝ้าเพดานสูงๆ เนื่องจากทำงานที่อุณหภูมิสูง นอกจากบัลลาสต์แล้ว หลอดเมตัลฮาไลด์ยังต้องใช้อิกนิเตอร์ช่วยในการจุดหลอดด้วย หลอดไม่ติดทันทีต้องอุ่นหลอด 3-5 นาที

2.2.4 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

หลอดไฟฟ้าชนิดใหม่ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluoresent Lamp) ซึ่งหมายถึง หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็ก เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ได้มีการพัฒนาเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานและเพื่อแข่งขันกับหลอดไส้ซึ่งใช้กันมาตั้งแต่เดิม มีขนาดกะทัดรัด (Compact) และมีฟลั๊กซ์การส่องสว่างสูง หลอดชนิดนี้เหมาะสมในการให้แสงสว่างโดยทั่วไป มีแสงให้เลือกทั้งที่แสงเหมือนกับหลอดไส้และแสงขาวนวลเหมือนกับหลอดฟลูออเรสเซนต์มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ประมาณ 8 เท่า และการใช้พลังงานของหลอดคอมแพคฟลูออเรเซนต์จะน้อยกว่าหลอดไส้ประมาณ 4 เท่า ปัจจุบันหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มี 2 ชนิดคือ

1.หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน

หลอดชนิดนี้ก็คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ได้รวมเอาบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์อยู่ภายในหลอดประเภทนี้ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ทดแทนหลอดไส้สามารถนำไปสวมกับขั้วหลอดไส้ชนิดเกลียวทุกดวงได้ทันทีโดยไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ใดๆเลยลักษณะของหลอดภายในเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กเป็นรูปตัวยู มีเปลือกเป็นโคมทรงกระบอก ชุดบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ของหลอดชนิดนี้เป็นผนึกรวมกันอยู่ใน
ชิ้นส่วนเดียวกันกับตัวหลอด ข้อเสียของหลอดหากเกิดชำรุดเสียหายขึ้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่งก็จะใช้ไม่ได้อีกต่อไป

2.หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอก

หลักการใช้เช่นเดียวกับคอมแพคบัลลาสต์ภายใน แต่แตกต่างกันที่หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอกสามารถเปลี่ยนหลอดได้เมื่อหลอดชำรุด หลอดมีลักษณะงอโค้งเป็นรูปตัวยู มีขั้วหลอดซึ่งภายในจะมีสตาร์ทเตอร์ในการติดตั้งใช้งานจะต้องมีขาเสียบเพื่อให้ใช้กับบาลลาสต์ที่แยกออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 หลอดเผาไส้

โครงสร้างของหลอดเผาไส้ประกอบด้วยลวดทังสะเตน บรรจุในหลอดแก้วอัดก๊าซพวกไนโตรเจนและอาร์กอน เมื่อกระแสไหลผ่านลวดทังสะเตนที่มีความต้านทานสูง จะเกิดความร้อนและเปล่งแสง ขณะเดียวกันความร้อนจะทำให้อนุภาคทังสะเตนหลุดออกมาเรื่อยๆ ไปจับอยู่ที่ผิวหลอดทำให้หลอดมืดลงๆ และไส้หลอดขาดในที่สุด เมื่อครบอายุการใช้งานปรกติ

หลอดไส้จึงเป็นหลอดที่กินไฟมากที่สุด แต่ก็ยังมีใช้งานอยู่ในบรรยากาศที่ต้องการความรู้สึกหรูหรา อบอุ่น การหรี่หลอดไส้ทำได้ง่าย และความผิดเพี้ยนของสีเมื่อส่องวัตถุน้อย

2.2.6 ประเภทของโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

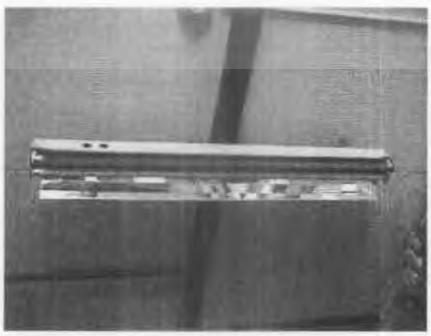
A.โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 2×18 วัตต์ หรือ 2×36 วัตต์ ฐานเป็นเหล็กทาสีกันสนิม มีแผ่นปิดพลาสติก ลายพรีสเมติก ติดฝังในเพดาน

รูปที่ 2.2-1 โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 2×18 วัตต์ หรือ 2×36 วัตต์

B.โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์ ฐานเหล็กทาสีเคลือบกันสนิมแบบเปลือยติดลอยบนเพดาน

รูปที่ 2.2-2 โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์

C.โคมไฟฟ้าทรงปีรามิดอกไก่หลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36วัตต์ ฐานเป็นเหล็กทาสีเคลือบกันสนิมแบบเปลือยบนเพดาน



รูปที่ 2.2-3 โคมไฟฟ้าทรงปีรามิดอกไก่หลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D.โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์ ฐานเป็นเหล็กทาสีเคลือบกันสนิม ฝาครอบพลาสติกผิวส้มใส ติดลอยบนเพดาน

รูปที่ 2.2-4 โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์

E.โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 2×18 วัตต์ หรือ 2×36 วัตต์ หรือ 1×36 วัตต์ ฐานเป็นเหล็กทาสีเคลือบกันสนิม พร้อม reflector แบบ Industrial trough ติดลอยบนเพดาน หรือ ติดห้อยบนเพดาน

รูปที่ 2.2-5 โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 2×18 วัตต์ หรือ 2×36 วัตต์ หรือ 1×36 วัตต์

F.โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์ ฐานเหล็กทาสีเคลือบกันสนิม พร้อมกรอบลวดครอบติดลอยที่ผนังสูงจากพื้น 2.50 เมตร

รูปที่ 2.2-6 โคมไฟฟ้าหลอด ฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์

G.โคมไฟฟ้า Down light หลอด ฮาโลเจน 50 วัตต์ 12 โวลต์ Dichroic ติดฝังในเพดาน

รูปที่ 2.2-7 โคมไฟฟ้า Down light หลอด ฮาโลเจน 50 วัตต์ 12 โวลต์ Dichroic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

H.โคมไฟฟ้า Down light หลอด 1×PLC13W (หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์) ตัวโคมทำด้วย stainless หรือ อะลูมิเนียม ติดฝังในฝ้าเพดาน

รูปที่ 2.2-8 โคมไฟฟ้า Down light หลอด 1×PLC13W (หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์)

I.โคมไฟฟ้า Down light หลอด ฮาโลเจน 50 วัตต์ 12 โวลต์ Dichroic ติดฝังในเพดานปรับมุมได้

รูปที่ 2.2-9 โคมไฟฟ้า Down light หลอด ฮาโลเจน 50 วัตต์ 12 โวลต์ Dichroic

J.โคมไฟฟ้า Down light หลอด เมตัลฮาไลด์ 100วัตต์

รูปที่ 2.2-10 โคมไฟฟ้า Down light หลอด เมตัลฮาไลด์ 100วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K.โคมไฟฟ้าสำหรับทางออกหนีไฟหลอด PL1×11W ตัวหนังสือสีเขียวบนพลาสติกใส ฝังฝ้าเพดานห้อยลงมา

รูปที่ 2.2-11 โคมไฟฟ้าสำหรับทางออกหนีไฟหลอด PL1×11W

L.โคมไฟฟ้า Down light หลอดเผาไส้ 1×60 วัตต์ ตัวโคมทำด้วย สแตนเลส หรือ อะลูมิเนียม ติดฝังในหรือลอยในเพดาน

รูปที่ 2.2-12 โคมไฟฟ้า Down light หลอดเผาไส้ 1×60 วัตต์

2.2.7 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์(Electronic Ballast)

บัลลาสต์เป็นอุปกรณ์จำเป็นที่ต้องใช้ ต้องมีอยู่ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้หลอดไฟประเภทฟลูออเรสเซนต์ ประเภทหลอดคายประจุความดันสูง โดยมีหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในชั้วหลอดให้มีค่าเหมาะสม สม่ำเสมอตามแต่ละประเภท หลอดแต่ละชนิด แต่ละรุ่น แต่ละขนาด บัลลาสต์ประหยัดพลังงานที่นิยมใช้กันมาก คือ บัลลาสต์โลว์ลอส (Low Loss Ballast) และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ (Electronic Ballast) แต่ในที่นี้เราจะพูดถึงอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์เพียงอย่างเดียว

อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ (Electronic Ballast) มีข้อดีและข้อเสียสรุปโดยสั้น ๆ คือ อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ สามารถลดความสูญเสียประมาณ 10-12 วัตต์ต่อหลอดเมื่อเทียบกับบัลลาสต์ธรรมดา แต่จะมีราคาแพงกว่าสำหรับระยะเวลาการคืนทุนและผลประหยัดที่จะได้รับนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชั่วโมงการเปิดใช้งานของหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2-13 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์(Electronic Ballast)

2.2.8 โคมไฟฟ้าประเภทต่าง ๆจะมีการติดตั้งในชั้นต่าง ๆดังนี้

ชั้นล่าง จะประกอบไปด้วยพื้นที่ลานจอดรถ ห้องเครื่องยนต์ พื้นที่ใช้งานในภายอาคารทั่วไป โดยในลานจอดรถจะใช้โคมประเภท C ห้องเครื่องยนต์ใช้โคมประเภท E ส่วนบริเวณพื้นที่ใช้งานในอาคารใช้โคมประเภท H ห้องน้ำจะเหมือนกันทุกๆชั้นใช้โคมไฟฟ้าประเภท H

ชั้นหนึ่งพื้นที่ใช้งานจะทำเป็นห้องโถง ห้องประชุม และห้องใช้งานทั่วไป โคมไฟฟ้าที่ใช้ส่วนใหญ่จะใช้โคมประเภท A ห้องประชุมใช้โคมประเภท O ประเภทH ประเภท I และประเภท J แต่ในทางเดินโคมไฟฟ้าจะไม่ได้ติดตั้งอยู่ชั้นหนึ่งแต่จะติดตั้งในชั้นลอยซึ่งอยู่ถัดขึ้นไป

ชั้นลอย อยู่ถัดจากชั้นหนึ่งขึ้นมาประกอบไปด้วยบรรยายขนาดใหญ่ และห้องบรรยายขนาดเล็กโคมไฟฟ้าที่ใช้จะเป็นประเภท A เหมือนกันหมด ส่วนทางเดินจะใช้โคมประเภท H

ชั้นสอง ประกอบไปด้วยห้องบรรยายขนาดใหญ่ และห้องบรรยายขนาดเล็กคล้ายๆกับชั้นลอย แต่จะมีส่วนเพิ่มเติมขึ้นมา คือจะมีโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างกับห้องโถงใหญ่ข้างหน้าที่อยู่ชั้นหนึ่งโดยโคมที่จะจะเป็นประเภท G ประเภท J ทางเดินใช้โคมประเภท H

ชั้นสามเหมือนกันกับชั้นลอยและชั้นสอง

ชั้นสี่ยังไม่มีการใช้งาน

ชั้นห้าในห้องจะใช้โคมประเภท A และทางเดินจะใช้โคมประเภท H

ชั้นหกประหอบไปด้วย สำนักงานคณบดีและห้องพักอาจารย์ ห้องธุรการ รวมทั้งห้องวิจัยของนักศึกษา โดยห้องพักอาจารย์ ห้องธุรการ ห้องวิจัยนักศึกษา ใช้โคมประเภท A ส่วนสำนักงานคณบดีจะมีทั้งโคมประเภท A สลับกับประเภท I แล้วแต่พื้นที่การใช้งาน และทางเดินใช้โคมประเภท H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศ คือ ระบบที่คอยควบคุมสภาวะอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งานทั้งอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ ฝุ่นละอองกลิ่นและการไหลเวียนของอากาศโดยอาศัยการทำงานของเทอร์โมสตัทเพื่อใช้การควบคุมการทำงานของเครื่องให้สามารถรักษาอุณหภูมิห้องให้เหมาะสมในเกณฑ์ที่ต้องการตลอดเวลา

2.3.1 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศ(Refrigeration system)

เครื่องปรับอากาศจะทำงานโดยการดูดซับความร้อนในห้องออกไปพร้อมกับเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยระบบปรับอากาศจะประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐาน 4 ส่วนคือ

Evaporator

จะทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนถูกออกแบบมาเพื่อดึงความร้อนออกจากพื้นที่ปรับอากาศโดยใช้ตัวกลางคือสารทำความเย็น

Compressor

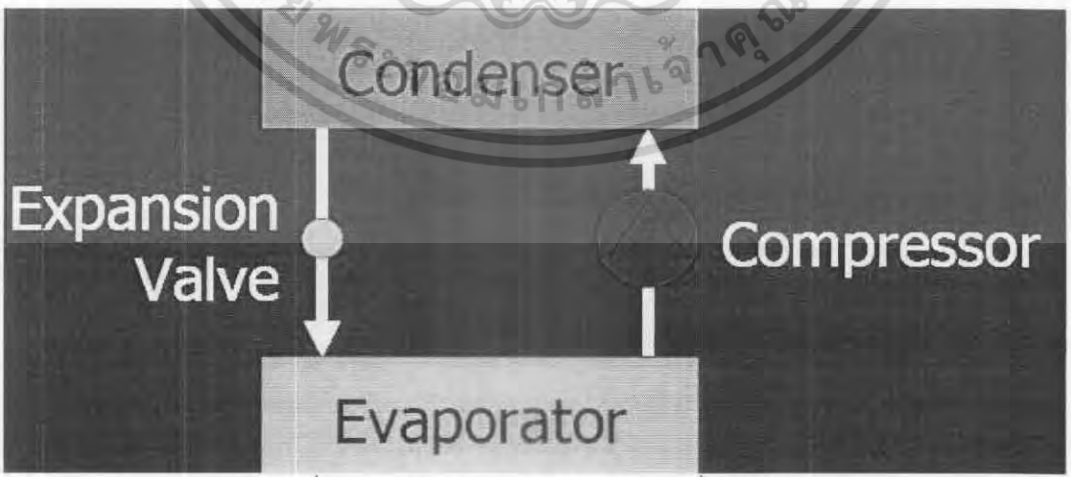
จะทำหน้าที่เป็นตัวดึงก๊าซของสารทำความเย็นความดันต่ำจาก Evaporator และอัดให้ความดันสูงขึ้นก๊าซของสารทำความเย็นจะถูกทำให้เย็นลงและควบแน่นเป็นของเหลวต่อไป

Condenser

จะทำหน้าที่เป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อน ก๊าซของสารทำความเย็นจะถูกดึงความร้อนออกจนกลายเป็นของเหลว

Expansion Valve

ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์สำหรับลดความดันของสารทำความเย็นเหลวก่อนเข้า Evaporator เครื่องปรับอากาศประเภทต่างๆ

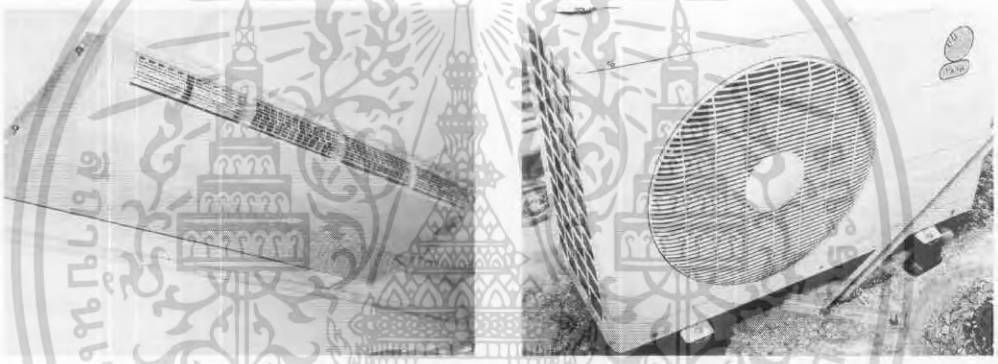


รูปที่ 2.3-1 วัฏจักรการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

72731
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน(Spilt Type)

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 คือ ส่วนของแฟนคอยล์ยูนิต(Fan coil unit) จะเป็นส่วนที่อยู่ภายในห้องและเป็นส่วนที่ทำความเย็น ซึ่งภายในประกอบด้วยอีวาพอเรเตอร์(Evaporator coil) และ อุปกรณ์ลดความดัน ส่วนที่ 2 คือส่วนที่ตั้งอยู่ข้างนอกเรียกว่า คอนเดนซิ่งยูนิต(Condensing unit) ประกอบด้วยคอนเดนซิ่งคอยล์ (Condensing coil)และคอมเพรสเซอร์ (Compressor)โดยทั้งสองส่วนนี้จะประกอบถึงกันโดยระบบท่อน้ำยา เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีข้อดีคือส่วนที่ปรับอากาศจะเงียบ

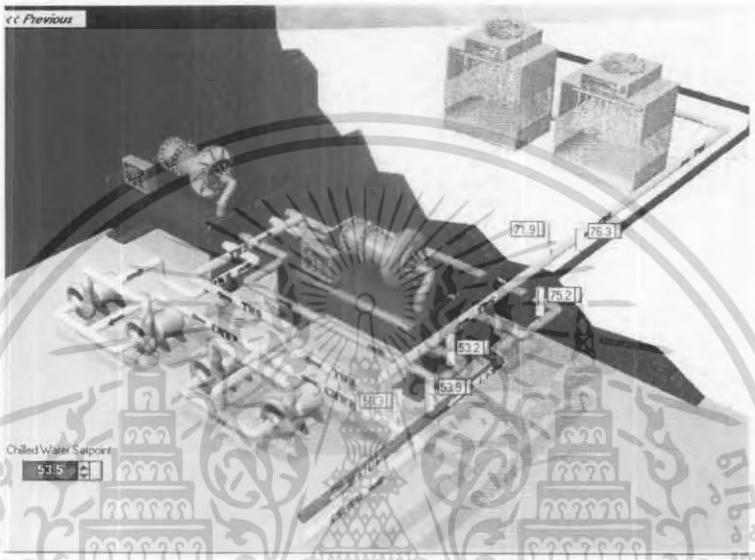


รูปที่ 2.3-2 Fan coil Unit และ Condensing Unit ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

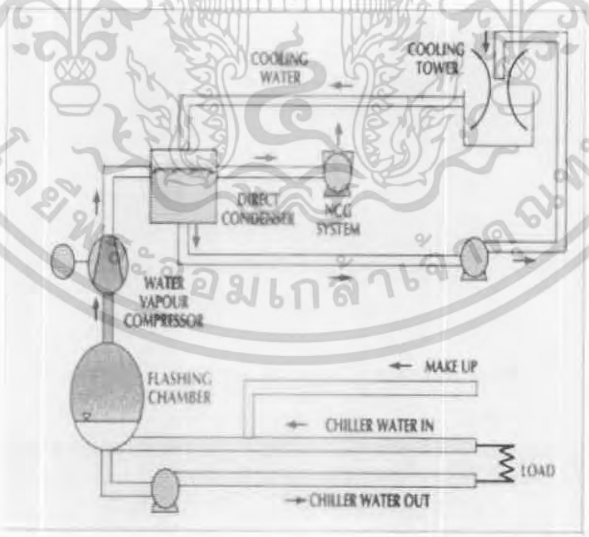
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 เครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ(Chiller)

เครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ จะใช้น้ำเย็นในการกระจายความเย็นเข้าสู่ส่วนต่างๆ ของอาคาร แทนสารทำความเย็น น้ำเย็นจะถูกผลิต ขึ้นที่เครื่องส่วนกลาง น้ำเย็นจะถูกส่งไปที่เครื่องส่งลมเย็น(Air-Handing Unit,AHU) ที่ติดตั้งในส่วนต่างๆของอาคารพัดลมจ่ายอากาศจะดูดอากาศผ่านคอยล์เย็น จากนั้นอากาศเย็นจะถูกจ่ายไปยังพื้นที่ส่วนต่างๆโดยระบบท่อลม



รูปที่ 2.3-3 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ



รูปที่ 2.3-4 แสดงการทำงานของระบบปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4. การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

2.4.1 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคาร

(1)สัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k)

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุต่างๆ ที่จะใช้ประกอบการคำนวณเพื่อหาความนำความร้อนของวัสดุใดๆ ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

(2) ความนำความร้อน (C)

ค่าความนำความร้อนของวัสดุใดๆ คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนกับความหนาของวัสดุ ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการดังต่อไปนี้

$$C = \Delta x \,/\, K$$

Δx คือ ความหนาของวัสดุ โดยมีหน่วยเป็นเมตร

C คือ ค่าความนำความร้อน โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร - องศาเซลเซียส

(3) ความต้านทานความร้อน (R)

ค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุใดๆ คือส่วนกลับของค่าความนำความร้อน ซึ่งคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$R = \frac{1}{C} \quad \text{หรือ} \quad \Delta x \,/\, K$$

R คือ ค่าความต้านทานความร้อน โดยมีหน่วยเป็นตารางเมตร - องศาเซลเซียสต่อวัตต์

(4) ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (air film)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสามารถแบ่งออกเป็น3ประเภทคือ

(4.1)ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของอาคาร(R_o)

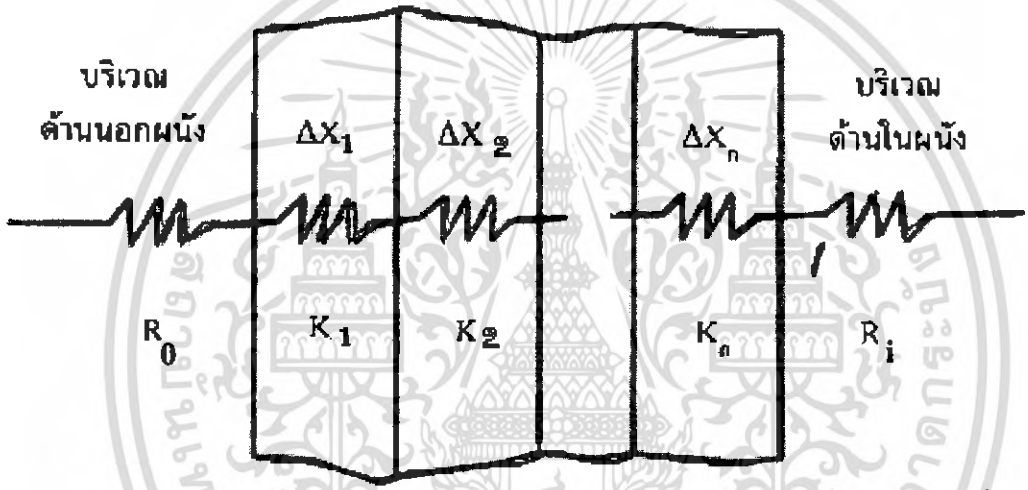
(4.2)ความต้านทางความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของอาคาร(R_i)

(4.3)ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่อยู่ภายในช่องว่างอากาศของผนังหลังคา และเพดาน (R_a) สำหรับค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่จะใช้ประกอบการคำนวณเพื่อหาค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุผนังหรือหลังคา ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

(5)ความต้านทานความร้อนรวม(R_t)

การคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนัง หลังคา และเพดาน (R_T) ซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด สามารถคำนวณโดยวิธีการดังต่อไปนี้

(1)ในกรณีที่ผนังอาคารประกอบด้วยวัสดุnชนิด



รูปที่ 2.4-1 แสดงสภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร ซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด

$$R_T = R_0 + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \frac{\Delta x_3}{k_3} + \ldots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + R_i$$

$\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \ldots, \Delta x_n$ คือ ความหนาของวัสดุที่อาคารประกอบขึ้นเป็นผนัง ชนิดที่ 1, 2, 3, ...n ตามลำดับ

$k_1, k_2, k_3, \ldots, k_4$ คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชนิดที่ 1, 2, 3,..., n ตามลำดับ

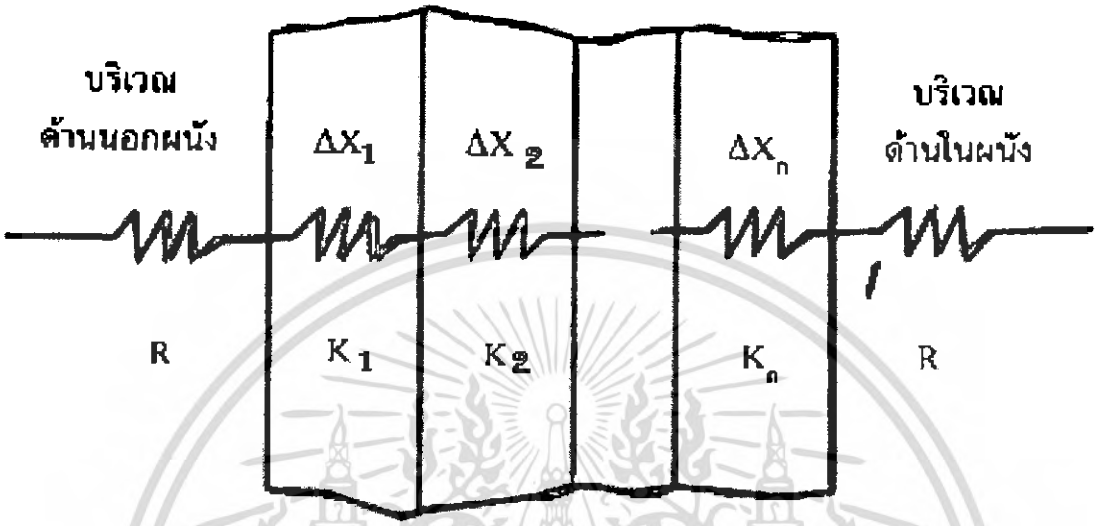
R_o, R_i คือ ความต้านทางความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกและด้านในของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังอาคารตามลำดับ

(2) ในกรณีที่ผนังอาคารมีช่องว่างอากาศ

การคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนังหลังคา และเพดาน (R_T) ซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด และผนังอาคารมีช่องว่างอากาศ สามารถคำนวณโดยวิธีการดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.4-2 แสดงสภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยวัสดุ n ชนิด และมีช่องว่างอากาศภายใน

$$R_T = R_0 + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \frac{\Delta x_3}{k_3} + \ldots + Ra + \ldots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + R_i$$

R_a คือ ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่อยู่ภายในช่องว่างอากาศของผนัง

(6) สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม คือ ส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อนรวม สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$U = \frac{1}{R_T}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

(1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน ($OTTV_i$) ให้คำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)(TD_{eq}) + (U_f)(WWR)(dT) + (SC)(WWR)(SF)$$

$OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

U_w คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส

WWR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสง และหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา

TD_{eq} คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (temperature different equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ โดยมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม จะได้ประกาศกำหนด

U_f คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกหรือผนังโปร่งแสง โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส

dT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง ซึ่งการคำนวณให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (solar factor) ที่ผ่านหน้าต่างโปร่งแสงและหรือผนังโปร่งแสง โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

(2) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกทั้งหมดของอาคาร (OTTV) คือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักแล้วของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน($OTTV_i$) ให้คำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$OTTV = \frac{(A_{01})(OTTV_1) + (A_{02})(OTTV_2) + \ldots + (A_{0i})(OTTV_i)}{A_{01} + A_{02} + \ldots + A_{02}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A_{0i} คือ พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่หน้าต่าง หรือผนังโปร่งแสง โดยมีหน่วยเป็นตารางเมตร

$OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา ให้คำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$\mathbf{RTTV = (U_r)(1\text{-}RSR)\ (TD_{eq}) + (U_{rf})(RSR)(dT) + (SC)(RSR)(SF)}$$

RTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารที่พิจารณา โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

U_r คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนทึบ โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส

RSR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคาต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา

TD_{eq} คือค่า ความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า(temperature different equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของหลังคาส่วนทึบ โดยมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

U_{rf} คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสง โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส

dT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายใน และภายนอกอาคาร ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคา ซึ่งการคำนวณให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

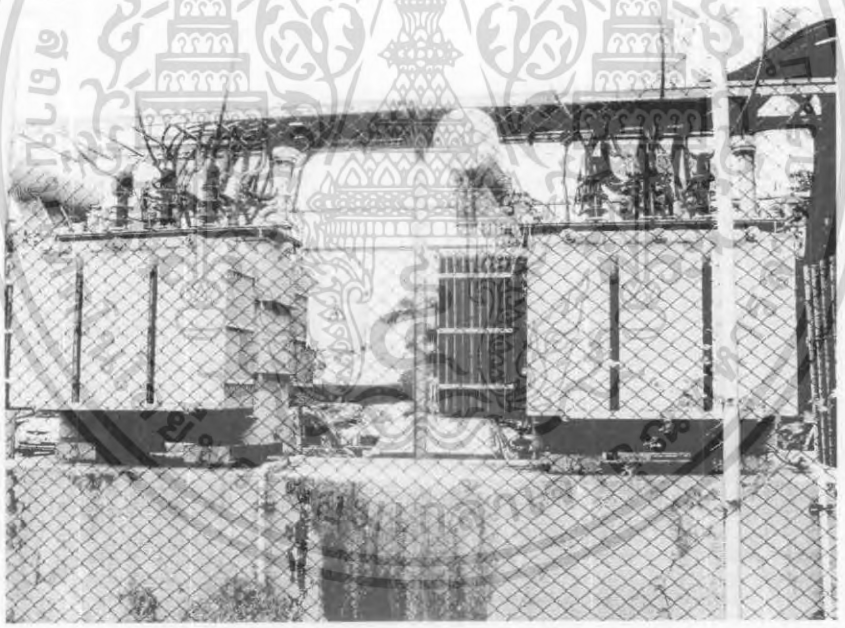
SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (solar factor) ที่ผ่านส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคา โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการตรวจวัดพลังงานในระบบต่าง ๆ

3.1 การตรวจวัดพลังงานของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง

โดยปกติก ารตรวจวัดพลังงานของหม้อแปลงไฟฟ้าในการอนุรักษ์พลังงานจะต้องทำการตรวจวัดพลังงานอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง เป็นเวลา1สัปดาห์โดยอาศัยเครื่องมือวัดที่สามารถบันทึกการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องทุก ๆ1 5 นาทีแต่ในโครงการนี้กลุ่มผู้จัดทำได้อ้างอิงข้อมูลการใช้พลังงานของหม้อแปลงไฟฟ้าจากบริษัทเอกชนที่ทำการวิเคราะห์การใช้พลังงาน ของหน่วยงานต่าง ๆ ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งมีการเก็บข้อมูลทุก ๆ1นาทีโดยมีความละเอียด และมีความน่าเชื่อถือ มาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์



3Ø ,50 Hz, 12 kV,(-4x2.5 %),416/240 V, 1250 kVA 2 Transformers

รูปที่ 3.1-1 หม้อแปลงไฟฟ้าของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การตรวจวัดความเข้มแสง

จุดประสงค์ของการตรวจวัดความเข้มแสงก็เพื่อหาค่าความเข้มแสงที่ตกกระทบบนพื้นที่ใช้งานต่างๆ ว่ามีค่าเหมาะสมกับการทำงานในพื้นที่นั้นหรือยัง ซึ่งจะทำให้เราทราบว่าจะสามารถลดหรือเพิ่มความสว่างตรงจุดไหนได้บ้าง เช่น ถ้าพื้นที่ในบริเวณนั้นมีค่าความเข้มแสงมากเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้เราก็อาจจะลดจำนวนหลอดไฟลงอีกได้ซึ่งจะสามารถทำให้ประหยัดค่าไฟลงมาอีกได้

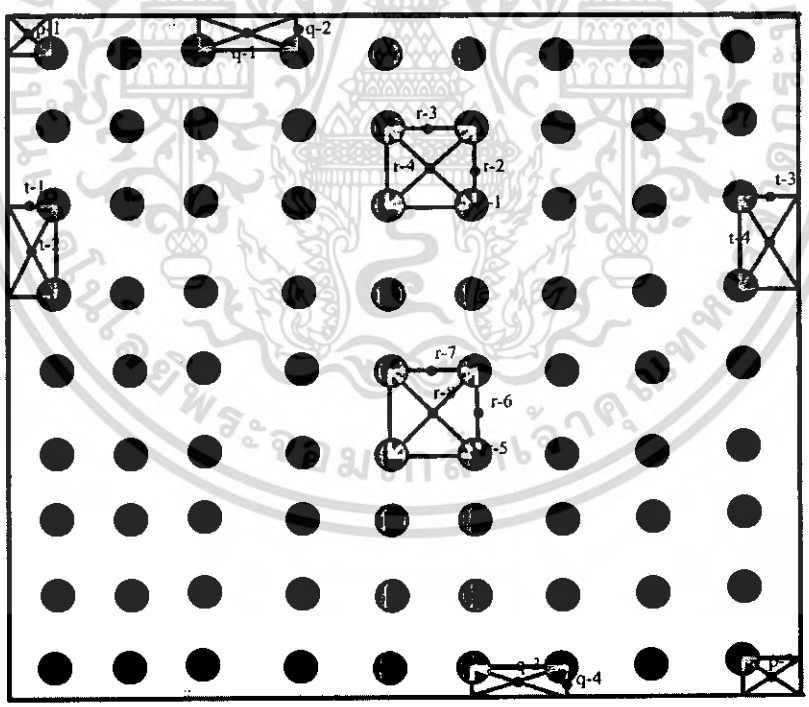
3.2.1 วิธีการวัดความเข้มแสง

การวัดความเข้มแสงจะวัดโดยใช้ ลักซ์มิเตอร์ วัดบนพื้นที่ใช้งานซึ่งจะสูงจากพื้น 0.85 เมตร ซึ่งมีวิธีการวัดต่อไปนี้

1.วิธีการวัดความเข้มแสงภายในห้อง

โคมไฟที่ติดตั้งส่วนใหญ่จะเป็นประเภท A และจะติดตั้งสม่ำเสมอตลอดพื้นที่การใช้งาน และจะมีบางห้องที่ติดตั้งโคมประเภทอื่นด้วย เช่นประเภท I และประเภท H ในการวัดความเข้มแสงในห้องจะต้องปิดม่านทุกบานเพื่อที่จะไม่ ให้แสงจากภายนอกเข้ามารบกวนการวัด ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลผิดพลาดได้

โดยห้องที่มีการติดตั้งโคมประเภท A อย่างเดียวจะใช้วิธีการวัดค่าความเข้มแสงตามตำแหน่งต่างๆ ดังภาพ



รูปที่ 3.2-1 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดความเข้มแสงในห้องเรียนหรือสำนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าต่าง ๆที่วัดได้มีดังต่อไปนี้

ค่า p จะมี 2 ค่าคือ p-1,p-2 หาค่าเฉลี่ยออกมาได้ค่า P

ค่า q จะมี 4 ค่าคือ q-1,q-2,q-3,q-4 หาค่าเฉลี่ยออกมาได้ค่า Q

ค่า t จะมี 4 ค่าคือ t-1,t-2,t-3,t-4 หาค่าเฉลี่ยออกมาได้ค่า T

ค่า r จะมี 8 ค่าคือ r-1,r-2,r-3,r-4,r-5,r-6,r-7,r-8 หาค่าเฉลี่ยออกมาได้ค่า R

จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาหาค่าความเข้มแสงเฉลี่ย (E_{av}) จากสูตร

$$E_{av} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM}$$

เมื่อ N = จำนวนโคมต่อแถว

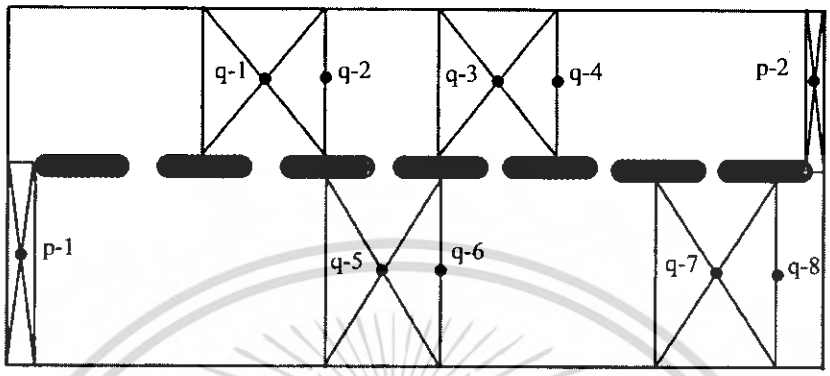
M = จำนวนแถว

สำหรับห้องที่ประกอบด้วยโคมไฟประเภท A ผสมโคมประเภท I กับ H เป็นบางส่วน ถ้ามีไม่มากเราจะไม่เปิดในดอนวัดจะเปิดแค่โคมชนิด A อย่างเดียว แต่ถ้ามีโคมประเภท I หรือ H มากจะเปิดเฉพาะดวงที่ใช้งานในเวลาปกติเท่านั้น ดำแหน่งการวัดจะเหมือนเดิม แล้วก็แทนค่าในสูตรเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การวัดความเข้มแสงในทางเดิน

โคมไฟฟ้าที่ติดตั้งในทางเดินจะมีลักษณะการติดแบบเรียงแถงยาวไปตามทางเดินในการวัดค่าความเข้มแสงเราจะวัด ตรงกลางของดวงโคมในแต่ละดวง และตรงกลางระหว่างโคมสองดวงที่อยู่ติดกันไปเรื่อยๆ จากนั้น นำค่าที่ได้ มาหาค่าเฉลี่ยก็จะได้ค่าความเข้มแสงทางเดิน



รูปที่ 3.2-2 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดความเข้มแสงบริเวณทางเดิน

จากรูปสามารถหาค่าความเข้มแสงเฉลี่ยได้จากสูตร

$$E_{av} = \frac{p1 + p2 + p3 + p4 + p5 + p6 + p7 + p8 + p9 + p10 + p11 + p12 + p13 + p14 + p15}{15}$$

จากการที่ได้ตรวจวัดความเข้มแสงมาทำให้ทราบว่า ลักษณะการจัดวางดวงโคม ระยะห่างของโคม ตลอดจนปัจจัยภายนอก (เช่น แสงแดดจากภายนอกส่องเข้ามา) จะมีผลต่อความเข้มแสงภายในห้อง ซึ่งความเข้มแสงที่ตำแหน่งต่างๆที่ได้จะมีค่าแตกต่างกัน โดยตำแหน่งที่อยู่ติดกระจกด้านข้างจะมีความเข้มแสงมาก แม้จะปิดม่านแล้วก็ตามแต่แสงจากภายนอกก็ยังเล็ดลอดเข้ามาได้ ส่วนความเข้มแสงเฉลี่ยของห้องต่างๆที่มีการใช้งานในลักษณะเดียวกันจะมีค่าไกล้เคียงกัน นอกจากนี้ชนิดของโคมก็มีผลต่อความเข้มแสงด้วยแม้จะใช้หลอดชนิดเดียวกันก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ตัวอย่างวิธีการหาความเข้มแสงเฉลี่ยจากค่าที่ได้จากการวัด

รูปที่ 3.2-3 แสดงวิธีการวัดความเข้มแสงของห้องบรรยาย M03

ห้อง M03 ซึ่งทำเป็นห้องสำหรับบรรยาย มีการติดตั้งโคมประเภท A ทั้งหมดมีการติดตั้งอย่างสำเสมอ โดยมีโคมทั้งหมด 4 แถวๆละ7 โคม ค่าที่ได้จากการวัดมีค่าต่างๆดังนี้

r1=365, r2=344, r3=373, r4=348, r5=370, r6=372, r7=365, r8=359, R=364.5

q1=281, q2=328, q3=396, q4=407, Q=357

t1=309, t2=275, t3=532, t4=547, T=415.75

p1=182, p2=602, P=392

จากนั้นนำค่าที่ได้แทนลงในสูตร

$$E_{av} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM}$$

$$E_{av} = \frac{364.5(7-1)(4-1) + 357(7-1) + 415.75(4-1) + 392}{7 \times 4}$$

$$E_{av} = 369 \text{ lux}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเครื่องวัดและอุปกรณ์ที่ใช้

สำหรับเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สำหรับการตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีดังนี้

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

3.3.1 การเตรียมการวัด

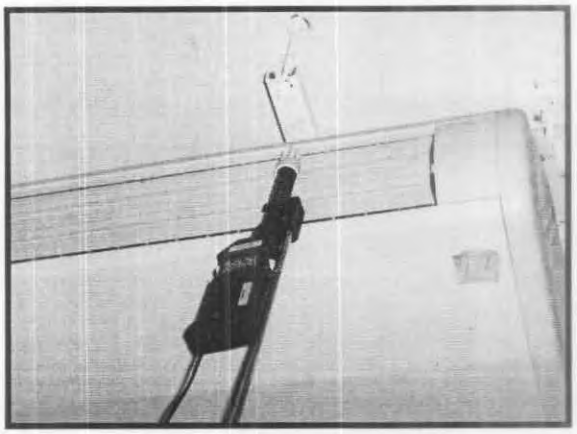
ขั้นตอนในการเตรียมการวัดมีดังนี้

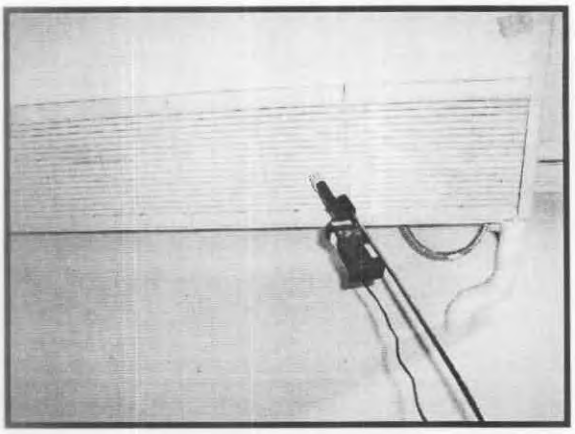
1. ปรับตั้งระดับความแรงของพัดลมที่ตำแหน่งแรงสุด (High Speed)
2. ปรับอุณหภูมิไว้ที่ 24-25 °c
3. ตรวจสอบไม่ให้การกีดขวางทางลมทางด้านช่องลมกลับ (Return Air Grill)

3.3.2 ขั้นตอนการตรวจวัด

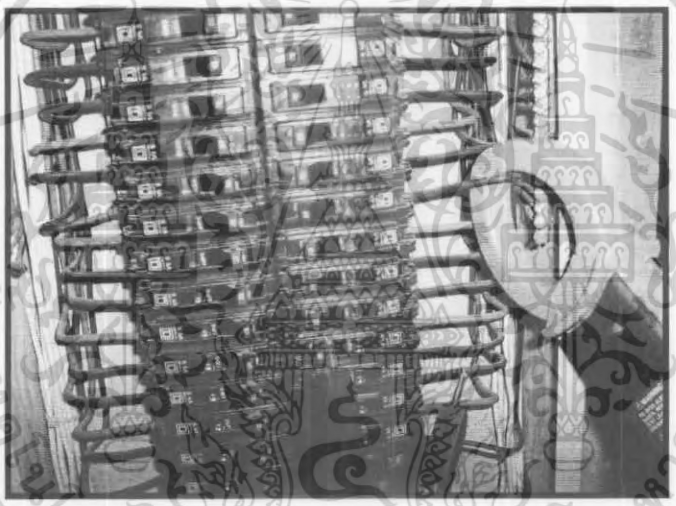
1. วัดขนาดความกว้างและความยาวช่องลมจ่ายด้วยตลับเมตรเพื่อใช้คำนวณหาขนาดพื้นที่หน้าตัด (A)
2. วัดอุณหภูมิ (°c) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ของอากาศทางด้านลมกลับโดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
3. วัดอุณหภูมิ (°c) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ของอากาศทางด้านลมจ่าย โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
4. วัดความเร็วของลมที่ผ่านทางด้านช่องลมกลับ(V) โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม และควรทำการวัดหลายๆครั้ง หลายจุดบนหน้าตัดของช่องลมจ่าย (อย่างน้อย 3 จุด)
5. วัดกำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศในช่วงคอมเพรสเซอร์ทำงาน (ส่วนของคอมเพรสเซอร์รวมกับส่วนของพัดลม) โดยใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 3.3-1 แสดงการวัดองค์ประกอบในการคำนวนด้านความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทางด้านลมจ่าย-ด้านลมกลับ



รูปที่ 3.3-2 แสดงการวัดพลังงานไฟฟ้าที่เซอร์กิตเบรคเกอร์ของ Fan Coil Unit และ Condensing Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ขั้นตอนการคำนวณเพื่อวิเคราะห์สมรรถนะ

สำหรับสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยทั่วไป นิยมเรียกใช้กันสองแบบ คือ ค่า EER หรือ Energy Efficiency Ratio เป็นค่าอัตราส่วน ระหว่างความสามารถในการทำความเย็น (Btu /hr) และกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศภายในการทำความเย็น (watt) โดยค่า EER นี้จะมีหน่วยเป็น Btu/hr/Watt ซึ่งสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ได้มีสัญลักษณ์ฉลาก ประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 แล้วจะมีค่าไม่เกิน 1.13 kW/Ton จากคำจำกัดความของทั้งสองคำนี้ในข้างต้น เราจะเห็นได้ว่าค่านิยามของ EER และ kW/Ton เป็นส่วนกลับกันโดยค่า EER ยิ่งสูงเท่าไร ก็หมายความว่าเครื่องปรับอากาศมีสมรรถนะการทำงานที่ดี ในขณะที่ค่า kW/TR ยิ่งมีค่าต่ำเท่าไร เครื่องปรับอากาศก็จะสามารถทำงานได้ดีเท่านั้นด้วยทั้งนี้ความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ ระหว่าง EER และ kW/TR สามารถเขียนได้ดังนี้

$$kW/Ton = 12 / EER$$

จากข้อมูลที่เราได้จากผลการตรวจทั้งหมดในหัวข้อข้างต้น เราสามารถใช้คำนวณหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศได้ตามขั้นตอนดังนี้

1.คำนวณหาปริมาณลมเย็นที่หมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ (CFM) จากสมการ

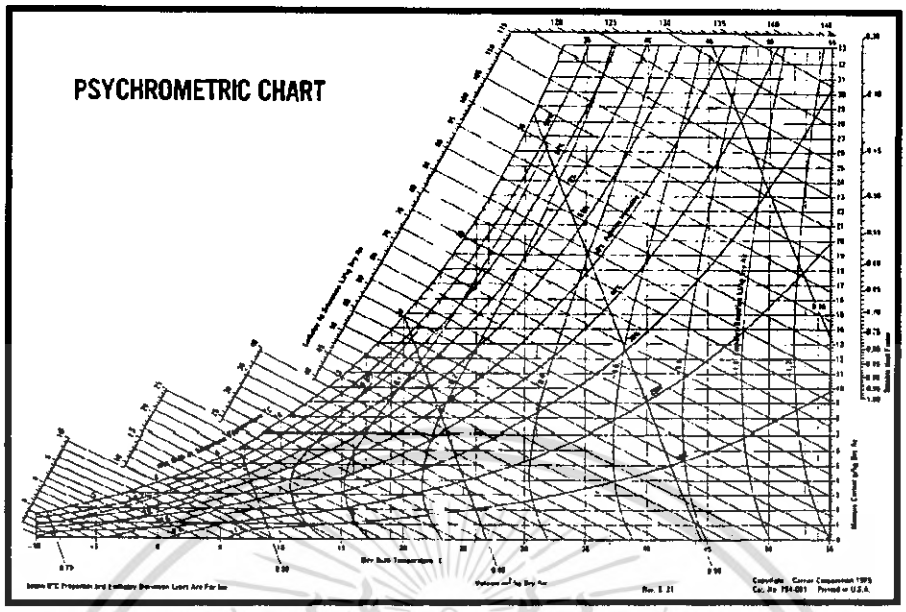
$CFM = 60 \times V \times A$

V = ความเร็วลมเฉลี่ยด้านลมกลับหน่วยเป็น ft/ min

A = พื้นที่หน้าตัดของช่องลมกลับหน่วยเป็น ft^2

2. เปิดแผนภูมิไซโครเมตริกเพื่อหาค่า เอนทาลปี (Enthalpy)ของอากาศด้านลมจ่ายและลมกลับ จากค่าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่ตรวจวัดมาได้โดยในที่นี้จะกำหนดตัวแปรของเอนทาลปีของอากาศด้านลมจ่ายและด้านลมกลับให้เป็น Hs และ Hr ตามลำดับ และมี หน่วยเป็น Btu/lb dry air นอกจากนี้เราสามารถหาค่าเอนทาลปีได้ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์มาคำนวณโดยตรง หรือใช้ซอฟต์แวร์ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3-3 แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart)

3. คำนวณหาความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ จากสมการ

Qc = 4.5 × CFM ×(Hr- Hs) , (จาก EER = Qc/ W)

CFM = ปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ หน่วย เป็น ft^3/min

Hr = เอนทาลปี ของอากาศด้านลมกลับ หน่วยเป็น Btu / lb dry air

Hs = เอนทาลปี ของอากาศด้านลมจ่าย หน่วยเป็น Btu / lb dry air

4.คำนวณหาสมรรถนะการทำ ความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(kW/Ton หรือ EER) ตามนิยาม ในข้างต้นเมื่อเราทำการคำนวณEERได้แล้วก็ทำการเทียบว่ามีค่าที่อยู่ในช่วงที่มีประสิทธิภาพ พร้อมใช้งานอยู่หรือไม่และเพื่อเป็นการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศหรือซ่อมบำรุงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3-1 แสดงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน

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

ตารางที่ 3.3-2 แสดงมาตรฐานการปรับอากาศตามกฎกระทรวง

ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่ (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	อาคารเก่า
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Chiller)		
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	1.40	1.61
ขนาดเกินกว่า 250 ตันความเย็น	1.20	1.38
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (Reciprocating Chiller)		
ขนาดไม่เกิน 50 ตันความเย็น	1.30	1.50
ขนาดเกินกว่า 50 ตันความเย็น	1.25	1.44
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (Package Unit)	1.37	1.58
ง. เครื่องทำความเย็นแบบติดหน้าต่าง/แยกส่วน (Window/Split Type)	1.40	1.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการทำงาน (EER) และ kw / Ton ของเครื่องปรับอากาศแยกส่วน

แสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการทำงานและ kw / ton ของครื่องปรับอากาศ
แบบแยกส่วนเพียง 1 เครื่อง (ห้องวิจัย 537) โดยมีรายละเอียดดังนี้

วิธีการคำนวณ

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง	=	24,000	Btu / h
	=	2	Ton
กำลังไฟฟ้าที่ตรวจวัด	=	2.55	kW
	=	2,550	Watts
ปริมาณลมจ่าย	=	848.8	CFM
อุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	=	79.26	$^{\circ}$F
อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	=	62.16	$^{\circ}$F
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางเข้าเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	=	58.7	%
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางออกเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	=	96	%
เอนทราลปีของอากาศที่ทางเข้าเครื่องปรับอากาศ(Hr)	=	32.84	Btu / lb
เอนทราลปีของอากาศที่ทางออกเครื่องปรับอากาศ(Hs)	=	27.44	Btu / lb
ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(Qc)	=	4.5 x CFM x (Hr - Hs)	
	=	4.5 x 848.8 x (32.84 - 27.44)	
	=	24,638.70	Btu / h
ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (EER)	=	Qc / W	
	=	24,638.7/2,550	
	=	9.66	
กำลังไฟฟ้าต่อความสามารถในการทำความเย็น	=	12 / EER	
	=	12 / 9.66	
	=	1.24	kW / Ton

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (centrifugal chiller) ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocation chiller) หรือส่วนทำน้ำเย็นแบบสกรู (screw chiller) ให้คำนวณค่าสมรรถนะของส่วนทำน้ำเย็นที่ติดตั้งในอาคารโดยวิธีดังต่อไปนี้

ChP = kW / Ton

TON คือ ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยมีหน่วยเป็นตันความเย็น ซึ่งหาได้จาก TON = (F x DT) /๔๐.๔๐

F คือ ปริมาณน้ำเย็นที่ไหลผ่านส่วนทำน้ำเย็น โดยมีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที ให้ใช้ค่าที่อ่านจากมาตรวัดปริมาณการไหลของน้ำเย็นที่ติดตั้งไว้ในระบบทำน้ำเย็น
โดยใช้เครื่องมืออุลตร้าโซนิค(เครื่องมือวัดอัตราการไหลน้ำ)

DT คือ อุณหภูมิแตกต่างของน้ำเย็นที่ไหลเข้า และไหลออกจากส่วนทำน้ำเย็นโดยมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

KW คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของส่วนทำน้ำเย็น โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ ให้ใช้ค่าที่อ่านจากเครื่องวัดพลังไฟฟ้าโดยจะวัดได้จาก AHU 6 ตัว และจาก chiller โดย จะประกอบไปด้วย Condensing unit ,Cooling tower, และ ปั๊มน้ำ

การตรวจวัดด้านไฟฟ้า

รูปที่ 3.3-1 แสดงการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ POWER METER

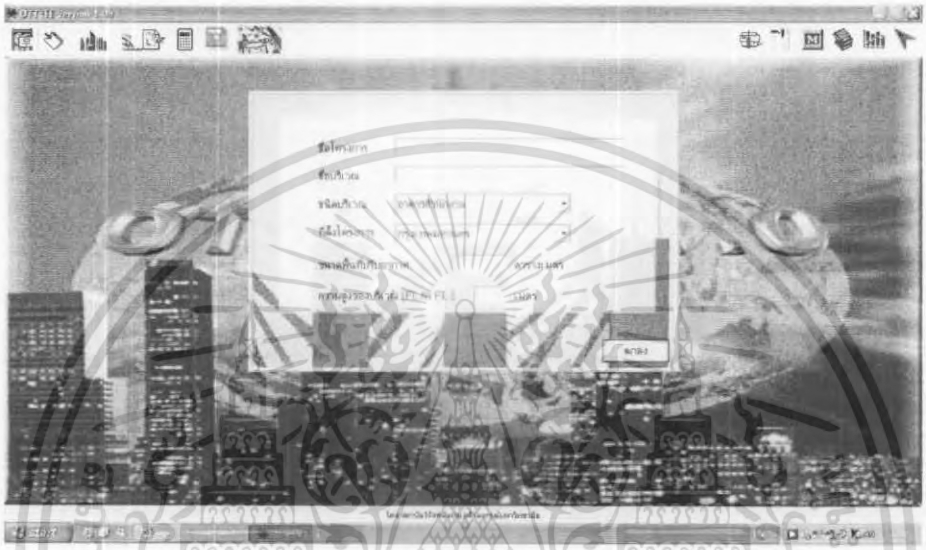
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอบอาคารมีความยุ่งยากมาก เราจึงใช้โปรแกรมเพื่อช่วยในการคำนวณให้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

การคำนวณค่า OTTV/RTTV โดยใช้โปรแกรม OTTVEE Version 1.0a

ก่อนอื่นต้องใส่ข้อมูลเฉพาะของโครงการก่อน ดังรูป



รูปที่ 3.5-1 แสดงรายละเอียดข้อมูลของอาคาร

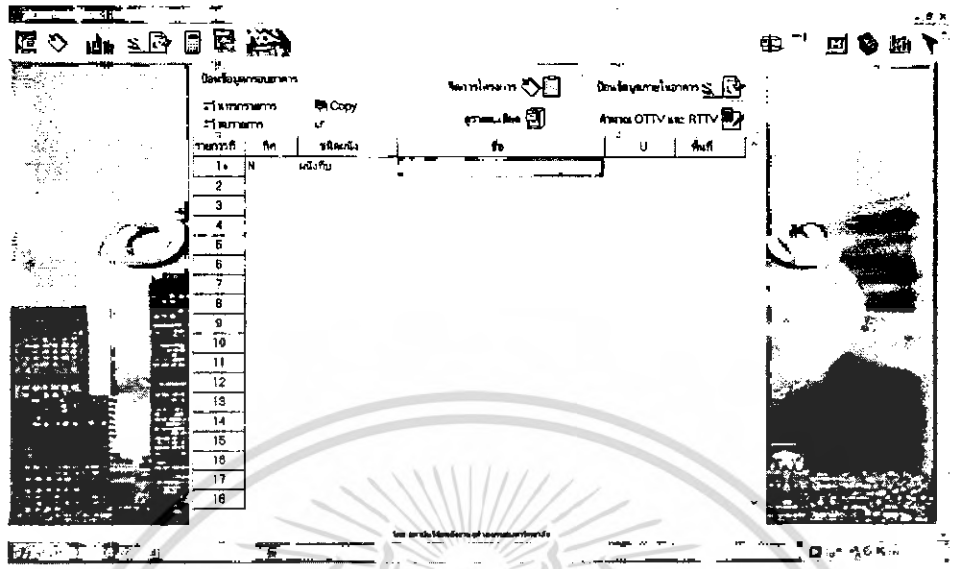
ต้องทำการป้อนข้อมูลเฉพาะ

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อบริเวณ
3. ชนิดบริเวณ มีให้เลือกรายการ
4. ที่ตั้งโครงการ คือ จังหวัดที่ตั้งของอาคารที่ต้องการคำนวณ
5. ขนาดพื้นที่ คือ พื้นที่บริเวณปรับอากาศเป็นตารางเมตร
6. ความสูงของบริเวณที่ปรับอากาศ

เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว กด ตกลง และขั้นตอนต่อไปคือการกรอกข้อมูลกรอบอาคาร มี 2 ขั้นตอนด้วยกันคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกทิศและชนิดผนัง



รูปที่ 3.5-2 แสดงการเลือกทิศและผนังของกรอบอาคาร

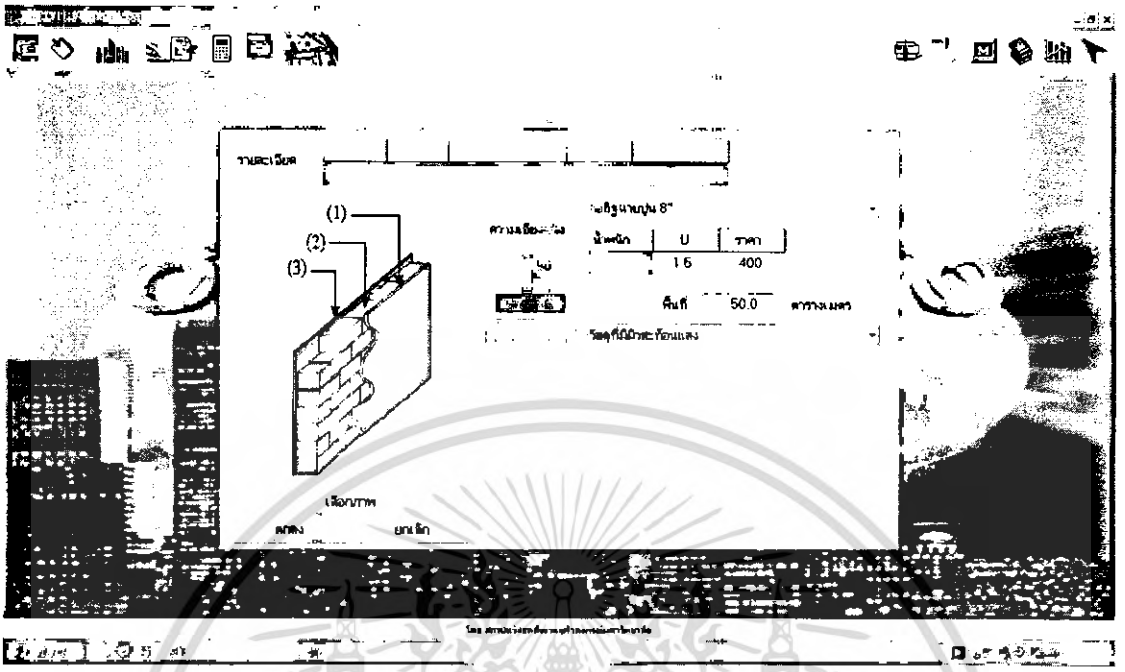
OTTVEE สามารถกำหนดได้ 16 ทิศ และกำหนดชนิดผนังได้ 4 ชนิด ได้แก่ ผนังทึบ , ผนังโปร่งแสง , หลังคาทึบ และหลังคาโปร่งแสง

ขั้นดอนที่ 2 ป้อนรายละเอียด

สามารถป้อนรายละเอียดของผนังแต่ละรายการได้โดยการ Double Click ที่รายการที่ต้องการเพื่เข้าไปป้อนข้อมูลชนิดผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผนังทึบ

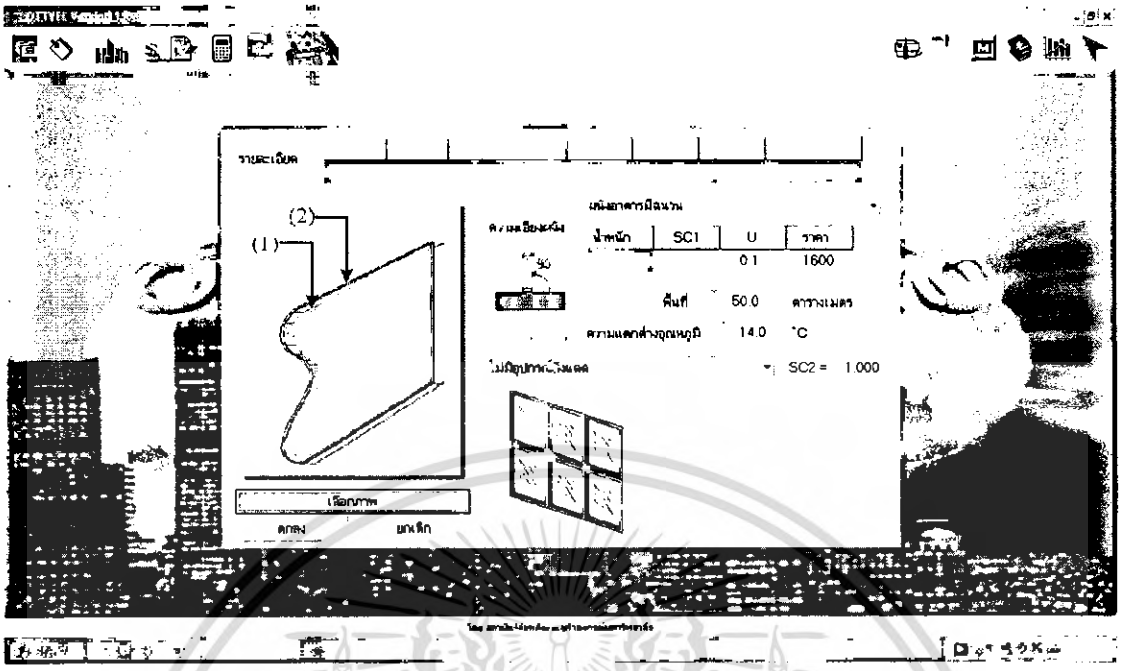


รูปที่ 3.5-3 แสดงการกรอกค่าข้อมูลที่ผนังทึบต้องการ

ข้อมูลที่ผนังทึบต้องการคือ ชื่อผนัง , น้ำหนัก , U ของผนัง , ราคา , ภาพ , ความเอียงของผนัง , พื้นที่ และสีผิววัสดุภายนอก โดยข้อมูลที่สามารถใช้จาก Library ที่ได้เตรียมไว้แล้วได้แก่ น้ำหนัก , U ของผนัง , ราคา และภาพ ส่วนด้านบนจะเป็นการคำนวณค่า Q และการเลือกค่า TD ของผนังรายการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผนังโปร่งแสง



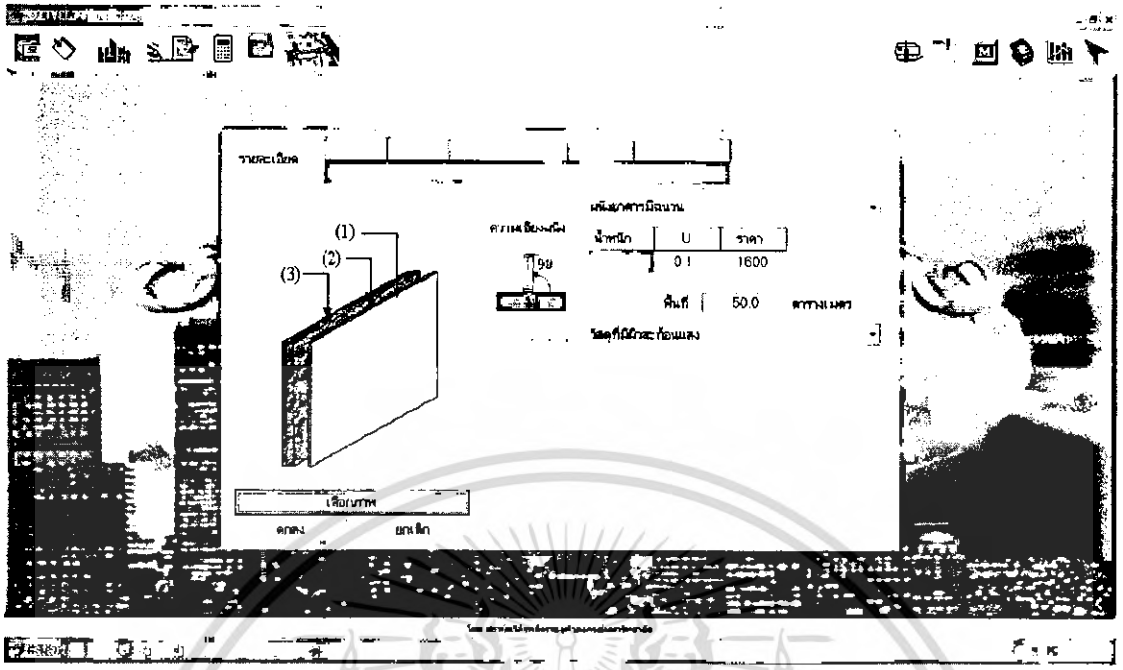
รูปที่ 3.5-4 แสดงการกรอกค่าข้อมูลที่ผนังโปร่งแสงต้องการ

ข้อมูลที่ผนังโปร่งแสงต้องการคือ ชื่อผนังโปร่งแสง , น้ำหนัก , SC1 ของกระจก , U ของผนัง , ราคา , ภาพ , ความเอียงของผนังโปร่งแสง , พื้นที่ , ความแตกต่างของอุณหภูมิ (TD) และ SC2

โดยค่า SC2ใน OTTVEE มีให้เลือกหลายแบบ และข้อมูลที่สามารถใช้จาก Library ที่ได้เตรียมไว้แล้วได้แก่ น้ำหนัก , SC1 ของกระจก , U ของผนัง , ราคา และภาพ ส่วนด้านบนจะเป็นผลการคำนวณค่า Q และ SF ของผนังโปร่งแสงรายการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลังคาทึบ

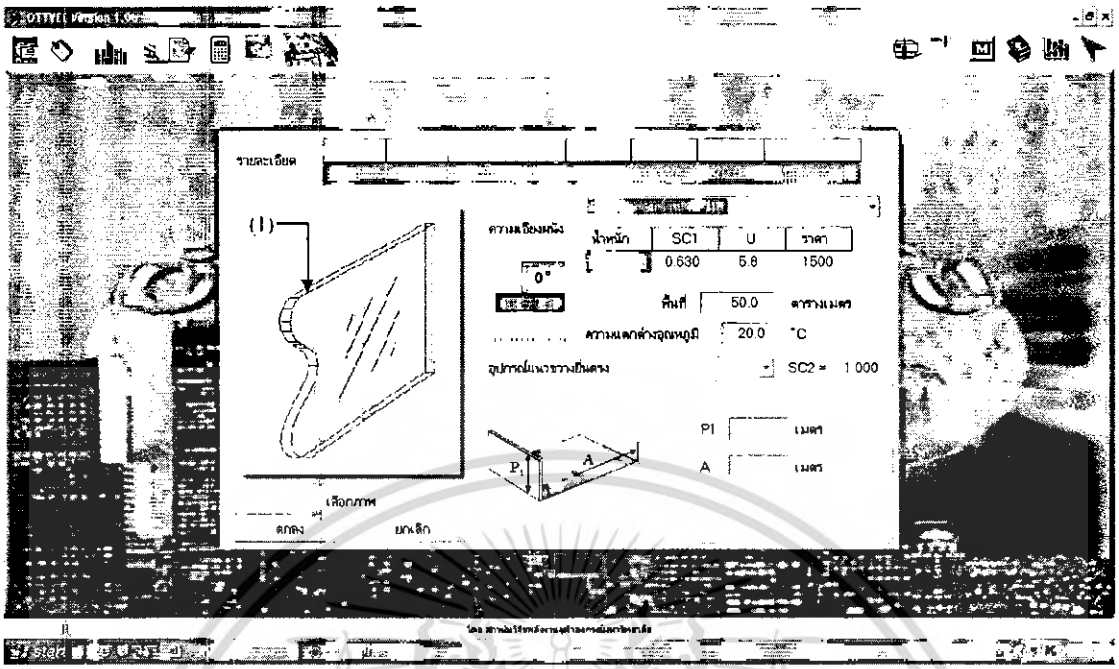


รูปที่ 3.5-5 แสดงการกรอกค่าข้อมูลที่หลังคาทึบต้องการ

ข้อมูลที่หลังคาทึบต้องการคือ ชื่อหลังคา , น้ำหนัก , U ของผนัง , ราคา , ภาพ , ความเอียงของหลังคา , พื้นที่ และสีผิววัสดุภายนอก ข้อมูลที่สามารถใช้จาก Library ที่ได้เตรียมไว้แล้วได้แก่ น้ำหนัก , U ของผนัง , ราคา และภาพ ส่วนด้านบนจะเป็นการคำนวณค่า Q และการเลือกค่า TD ของหลังคารายการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังคาโปร่งแสง



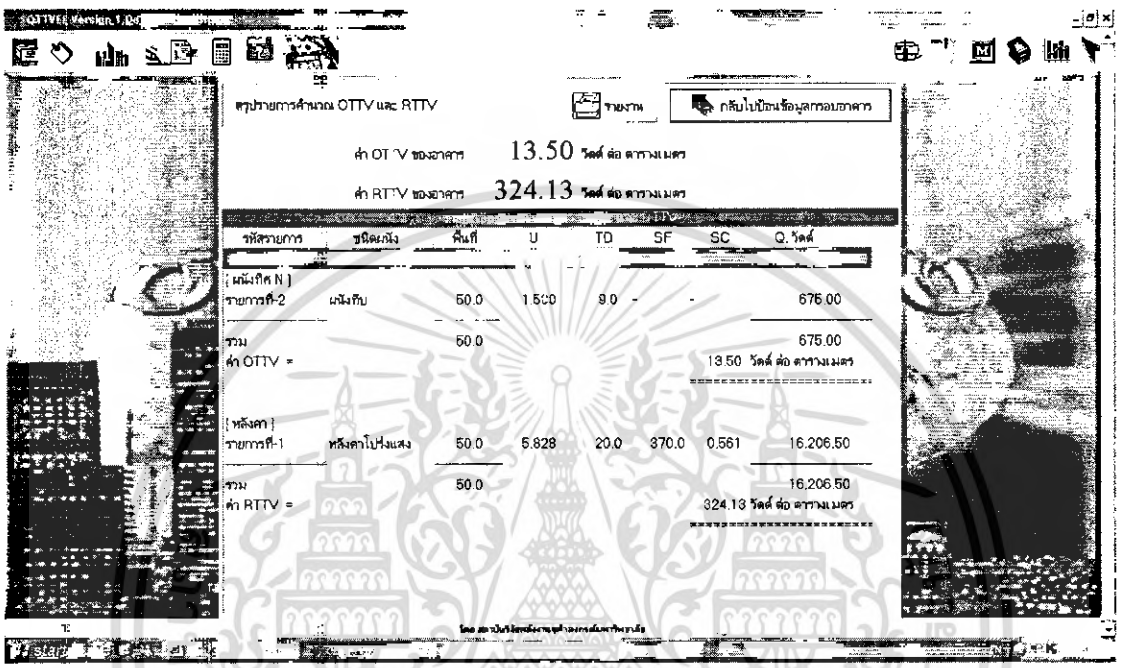
รูปที่ 3.5-6 แสดงการกรอกค่าข้อมูลที่หลังคาโปร่งแสงต้องการ

ข้อมูลที่หลังคาโปร่งแสงต้องการคือ ชื่อหลังคาโปร่งแสง , น้ำหนัก , SC1 ของกระจก , U ของหลังคา , ราคา , ภาพ , ความเอียงของหลังคาโปร่งแสง , พื้นที่ , ความแตกต่างของอุณหภูมิ(TD) และ SC2

โดยค่า SC2ใน OTTVEE มีให้เลือกหลายแบบ และข้อมูลที่สามารถใช้จาก Library ที่ได้เตรียมไว้แล้วได้แก่ น้ำหนัก , SC1 ของกระจก , U ของหลังคา , ราคา และภาพ ส่วนด้านบนจะเป็นผลการคำนวณค่า Q และ SF ของหลังคาโปร่งแสงรายการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อป้อนรายละเอียดทั้งหมดของกรอบอาคารของโครงการแล้ว ให้กดปุ่มคำนวณ OTTV และ RTTV เพื่อเข้าส่วนการคำนวณ , แสดงผล และรายงานผลการคำนวณ ซึ่งในส่วนนี้จะทำการคำนวณค่า OTTV/RTTV และแสดงผลไว้เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 3.5-7 แสดงคำนวณ OTTV และ RTTVของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 เครื่องมือวัดพลังงานในระบบต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการ

รูปที่ 3.6-1 เครื่องมือวัดความเข้มแสง (Lux meter)

รูปที่ 3.6-2 เครื่องมือวัดด้านความเย็นในระบบปรับอากาศ

รูปที่ 3.6-3 เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้าPower meter

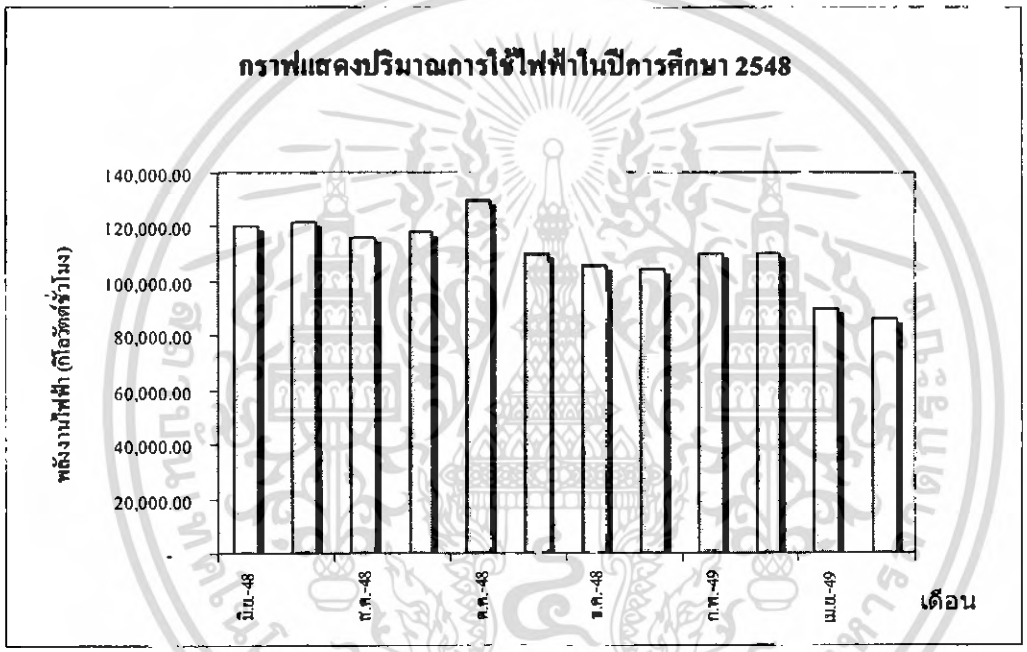
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงาน

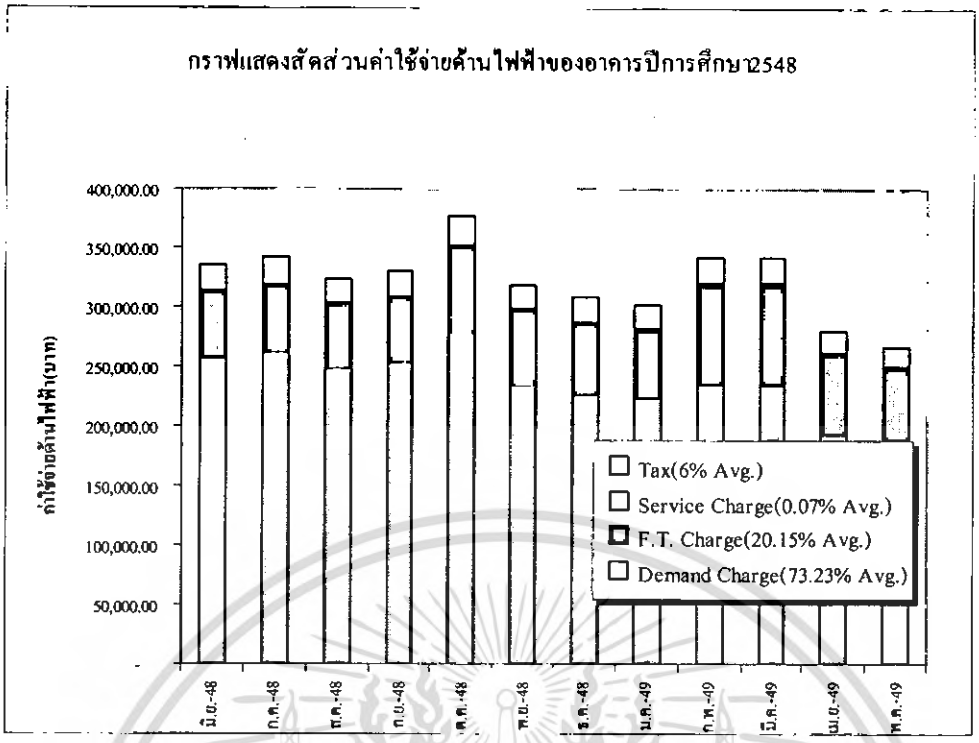
ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด แสดงในแฟ้มงานในซีดีที่แนบมากับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เพราะฉะนั้น คณะผู้จัดทำโครงการ จึงแสดงเฉพาะผลการทำงานในส่วนที่มีความสำคัญเท่านั้นซึ่งประกอบไปด้วย ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานในระบบ แสงสว่าง , ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ,ระบบปรับอากาศจากส่วนกลาง (Chiller) และค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร,การวิเคราะห์การใช้หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง ดังต่อไปนี้

4.1 ข้อมูลแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศในปีการศึกษา 2548



รูปที่ 4.1.1 กราฟแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.2 กราฟแสดงสัดส่วนด้านค่าใช้จ่ายของอาคารในปีการศึกษา 2548

4.2 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน(Split type)

มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

จากผลการสำรวจ พบว่า อาคารเรียนรวมและปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการติดตั้งและใช้งานเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนรวมจำนวนทั้งสิ้น 85 เครื่อง ซึ่งมีเครื่องปรับอากาศบางส่วนที่ไม่ได้ใช้งานและมีเวลาการทำงานที่ไม่แน่นอน คิดเป็นขนาดทำความเย็นรวมทั้งสิ้น 2,598,000 Btu/h(216.50 Ton) โดยเครื่องปรับอากาศทั้งหมดมีการใช้งานที่กระจายอยู่ตามอาคาร ตามรายละเอียดลักษณะการใช้พลังงานทั้งนี้ยังคงมีเครื่องปรับอากาศที่ควรดำเนินการบำรุงรักษาและล้างทำความสะอาดอยู่จำนวนทั้งสิ้น 63 เครื่อง คิดเป็นขนาดทำความเย็นทั้งสิ้น 1,998,000 Btu /h (166.5 Ton) โดยเครื่องปรับอากาศจำนวนดังกล่าวจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 468,873.88 kWh/Yr

จากผลการตรวจสอบและวิเคราะห์ พบว่า การดำเนินการตรวจสอบ บำรุงรักษาทำความสะอาด เครื่องปรับอากาศดังกล่าวจะเป็นหนทางหนึ่งที่จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลงได้ นอกจากนี้การล้างทำความสะอาดและการจัดให้มีการดูแลซ่อมบำรุงอยู่เสมอจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาพบว่ามาตรการดังกล่าว สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 20,244.10 kWh / Yr คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ประมาณ 59,315.21บาท / ปี โดยมีจำนวนเงินลงทุนในเบื้องต้นที่ประเมินไว้ 42,700 บาทและระยะเวลาคืนทุน 0.72 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ในระบบปรับอากาศส่วนกลาง (Chiller)

มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ(VSD)กับพัดลมหรือเครื่องส่งลมเย็น (Air Handing Unit)

จากการสำรวจ พบว่า อาคารเรียนรวมและปฏิบัติการ คณะเทคนโลยีสารสนเทศ มีการติดตั้งระบบปรับอากาศส่วนแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Chiller) จำนวน 1 ชุด ประกอบไปด้วย ระบบทำความเย็น Condensing Unit 1 เครื่อง หอคอยระบายความร้อนด้วยน้ำ (Cooling Tower) 2 ชุด และเครื่องส่งลมเย็น (AHU) 6 เครื่อง ขนาดพิกัดทำความเย็น 420 Tons โดยที่ AHU แต่ละตัวจะจ่ายลมเย็นไปยังส่วนต่างๆของอาคาร

เนื่องจากไม่สามรถจัดหาอุปกรณ์ และเครื่องมือวัดอัตราการไหลน้ำได้ จึงไม่สามารถคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศส่วนกลางได้

4.4 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ในระบบแสงสว่าง

4.4.1 มาตรการเปลี่ยนโคมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง (มีแผ่นสะท้อนแสง)

จากการสำรวจพบว่า ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของ อาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ได้จากการวิเคราะห์เบื้องต้นอยู่ในเกณฑ์ที่ดี สำหรับในขั้นตอนของการตรวจสอบและวิเคราะห์โดยละเอียดพบว่า ในพื้นที่บางส่วนของอาคารยังคงติดตั้งใช้งานอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพต่ำที่ลักษณะโคมและฝาครอบที่มีการกระจายแสงไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้คุณภาพของแสงสว่างที่ได้ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน อีกทั้งสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากกว่าเมื่อเทียบกับการใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง แบบมีแผ่นสะท้อนแสง

จากผลการตรวจสอบและวิเคราะห์พบว่า สมควรดำเนินการเปลี่ยนจากการใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพต่ำชนิดเดิม ที่ลักษณะโคมและฝาครอบที่มีการกระจายแสงไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้คุณภาพของแสงสว่าง ที่ได้ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งานดังกล่าว มาเป็นโคมชนิดประสิทธิภาพสูงแบบมีแผ่นสะท้อนแสง (Reflector) ซึ่งยังคงทำให้ความสว่างเท่าเดิม โดยคุณภาพและการกระจายแสงดีกว่าเดิม และสามารถประหยัดพลังงานรวมถึงลดการใช้หลอดไฟฟ้าลงได้อย่างมาก จากการศึกษาพบว่ามาตรการดังกล่าวสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้เป็นอย่างมาก

ผลการอนุรักษ์พลังงาน

	kW	kWh/Yr	บาท/ปี
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้	35.896	57,367	168,085.31
Total Saving Opportunity, (kWhsaved & kWsaved)	35.896	57,367	-
Total AnnualOperation Cost Saving			168,085.31

ผลการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์		
การลงทุน	1,704,020	บาท
ระยะเวลาคืนทุนเบื้องต้น (Simple Payback Period)	10.14	ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 มาตรการการใช้บัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์แทนบัลลาสต์ชนิดขดลวด

จากผลการสำรวจ พบว่า อาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการติดตั้งและใช้งานหลอดไฟฟ้าชนิดฟลูออเรสเซนต์ ขนาดต่างๆกันประกอบกับบัลลาสต์ขดลวดชนิดธรรมดา ซึ่งเป็นบัลลาสต์ที่มีค่าความสูญเสียในแกนเหล็กสูง ดังนั้นสามารถดำเนินการเปลี่ยนมาใช้ บัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์เพื่อลดความสูญเสียที่บัลลาสต์ลงทำให้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของระบบไฟฟ้าแสงสว่างลงได้

จากการตรวจสอบและวิเคราะห์ พบว่า สมควรให้ดำเนินการเปลี่ยนจากการใช้บัลลาสต์ขดลวดชนิดธรรมดา ซึ่งมีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้ามากกว่าบัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์ ถึง10วัตต์ต่อชุด ดังนั้นจึงเห็นสมควรให้ดำเนินการเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์ ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้เป็นอย่างมากแทน จากการศึกษาพบ ว่ามาตรการดังกล่าวสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เป็นอย่างมาก

ผลการอนุรักษ์พลังงาน

	kW	kWh/Yr	บาท/ปีพลังงาน
ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้	17.66	26,850.76	78,672.73
Total Saving Opportunity, (kWhsaved&kWsaved)	17.66	26,850.76	-
TotalAnnualOperation Cost Saving	78,672.73	บาท / ปี	

ผลการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์		
ผลการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์การลงทุน	878,080	บาท
ระยะเวลาคืนทุนเบื้องต้น (Simple Payback Period)	11.16	ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5. รายละเอียดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารของอาคาร

ลำดับ	ทิศ	ค่าการถ่ายเทความร้อน (W_{th}/m^2)
1	NNE	34.5
2	SSW	46.1
3	ESE	59.5
4	WNW	32.1
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV)		**43.1**

ตารางที่ 4.5-1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมในทิศทางของอาคารต่าง ๆ มีค่าดังนี้

ตารางที่ 4.5-2 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่หลังคาอาคาร (RTTV)

NO.	Aw	Uw	Tdeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
Roof-001	1529.0	0.5	28.0	-	-	-	-	-	21,406.0
Roof-002	394.0	0.4	20.0	-	-	-	-	-	3,152.0
Roof-003	69.0	1.2	28.0	-	-	-	-	-	2,318.4
Roof-004	25.5	1.2	28.0	-	-	-	-	-	856.8

RTTV OF THIS FACADE IS = 13.75 W/sq m

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) = 43.1 W/m^2

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) = 13.75 W/m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ในระบบไฟฟ้ากำลัง

จากการศึกษาพบว่า คณะเทคโนโลยีสารสนเทศมีการติดตั้งและใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน 2 ลูกขนาดพิกัด 1250 KVA โดยหม้อแปลงจะแยกกันจ่าย Load ให้กับส่วนต่างๆ ของอาคาร จากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของหม้อแปลงทั้งสองลูกที่ได้จากการบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง พบว่าหม้อแปลงทั้งสองลูกมีการใช้งานอยู่ที่ **36.10 %** และ **19.60 %** ตามลำดับ (ดูรายละเอียดการคำนวณในตาราง) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การใช้งานของหม้อแปลงทั้งสองมีค่าต่ำเมื่อเทียบกับพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานของหม้อแปลงทั้งสองลูกมีค่าต่ำ ทำให้หม้อแปลงมีการสูญเสียไฟฟ้าในรูปของ Core Loss และ Copper Loss จำนวนมาก

การย้าย Load จากหม้อแปลงลูกที่ 1 ไปรวมกับหม้อแปลงลูกที่ 2 จะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารลงได้ เนื่องจากวิธีดังกล่าวจะสามารถลดการสูญเสียในรูปของ Core Loss และ Copper Loss ของหม้อแปลงลุกที่ 1 ลงได้มาก นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการย้าย Load ไปรวมกับหม้อแปลงลูกที่ 2 จะเป็นการใช้งานหม้อแปลง อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย จากผลการคำนวณจะพบว่าการใช้งานของหม้อแปลงลูกที่ 2 จะเพิ่มขึ้นเป็น **55.51 %** เห็นสมควรให้ดำเนินการปรับปรุงโดยการย้าย Load ของหม้อแปลงลูกที่ 1 ไปรวมกับหม้อแปลงลูกที่ 2 ทั้งหมด ส่วนหม้อแปลงลูกที่ 1 ให้นำไปใช้งานในกรณีที่จะมีการเพิ่ม Load ของอาคาร หรือนำไปใช้งานในวัตถุประสงค์อื่นแทน

ข้อดีหรือผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการตามมาตรการดังกล่าว

1) ลดการสูญเสียจาก Core Loss และ Copper Loss ของหม้อแปลงลูกที่ 1
2) เป็นการเพิ่มประสิทธิการใช้งานของหม้อแปลงลูกที่ 2
3) เป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ Load Factor ของอาคารเพิ่มขึ้น

ผลประหยัด (Saving Opportunity)

	kW	kWh / Yr	บาท / ปี
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้	-	5,116.88	14,992.46
Total Saving Opportuniy , (kWhsaved & kWsaved)	-	5,116.88	
Total Annual Operation Cost Saving	-	-	14,992.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

อาคารเรียนรวมและปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการใช้พลังงานตามพระราชบัญญัติ ข้อมูลองค์ประกอบต่างๆ ด้านพลังงาน ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงเป็นอย่างดี ซึ่งรายละเอียดการใช้พลังงานทั้งหมดของอาคารโดยละเอียดอยู่ในแฟ้มงาน รายงานการวิเคราะห์การใช้พลังงานในแผ่นซีดีที่แนบมากับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ในบทสรุปและข้อเสนอแนะ จะแสดงเฉพาะบทสรุปที่สำคัญของโครงการ ประกอบไปด้วย มาตรการต่างๆ , การลงทุน , ระยะคืนทุนของแต่ละมาตรการ และมาตรการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน ดังแสดงต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 สรุปศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมด

ตารางที่5.1 สรุปศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมด(เรื่องหัวข้อตามกฎกระทรวงและเรื่องจากระยะเวลาคืนทุน)

มาตรการ	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัด kWh/ ปี	เปอร์เซ็นต์ที่ประหยัดได้ (%)	เงินที่ประหยัดได้ (บาท /ปี)	เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
การป้องกันการสูญเสียพลังงาน - ไม่มีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-	-	-
การนำพลังงานที่เหลือจากการใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ - ไม่มีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-	-	-
การเปลี่ยนไปใช้พลังงานอีกประเภทหนึ่ง - ไม่มีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-	-	-
การย้าย Load จากหม้อแปลงทั้ง 2 ลูกมารวมกัน	5,116.88	-	14,992.46	-	-
การใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงตลอดจนระบบควบคุมการทำงาน และวัสดุที่ช่วยในการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-	-	-
-การเปลี่ยนโคมไฟฟ้าชนิดมีแผ่นสะท้อนแสง	57,367.00	30.46	168,085.3	1,704,020	10.1
-การเปลี่ยนบัลลาดท์ชนิดอิเล็คทรอนิกส์	26,850.75	100.00	78,672.70	878,080.0	11.16
-การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศที่มีการใช้งาน	20,244.10	4.32	59,315.21	42,700.00	0.72
การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่นๆ ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง - ไม่มีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานที่สมควรดำเนินการและลงทุน

มาตรการต่างๆ ดังต่อไปนี้เป็นมาตรการที่สมควรดำเนินการและลงทุน การดำเนินการตามมาตรการจะทำให้การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และยังเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าขององค์กร ทั้งยังเป็นการประหยัดพลังงานตามนโยบายของรัฐบาลได้อีกทางหนึ่ง

ตารางที่ 5.2 สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่สมควรดำเนินการและลงทุน

มาตรการ	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัด kWh/ ปี	เปอร์เซ็นต์ที่ประหยัดได้ (%)	เงินที่ประหยัดได้ (บาท /ปี)	เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
1. มาตรการที่ไม่มีการลงทุน					
- การย้าย Load จากหม้อแปลงทั้ง 2 ลูก มารวมกัน	5,116.88	-	14,992.46	-	-
รวม	5,116.88	-	14,992.46	-	-
2. มาตรการที่คืนทุนเร็ว (ไม่เกิน 2 ปี)					
-การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศที่มีการใช้งาน	20,224.10	4.32	59,315.21	42,700.00	0.72
รวม	20,224.10	4.32	59,315.21	42,700.00	0.72
3.มาตรการที่คืนทุนปานกลาง - ช้า					
-การเปลี่ยนโคมไฟฟ้าชนิดมีแผ่นสะท้อนแสง	57,367.00	30.46	168,085.31	1,704,020.0	10.1
-การเปลี่ยนบัลลาสท์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์	26,850.75	100.00	78,672.70	878,080.0	11.16
รวม	84,217.75	44.72	246,758.0	2,582,100	10.6
4. มาตรการที่ต้องดำเนินการตามกฎกระทรวง					
- ไม่มีศักยภาพในการประหยัด	-	-	-	-	-
รวมทั้งสิ้น	109,558.7	8.29	321,065.68	2,624,800	7.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 มาตรการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน

(1) การบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์อย่างถูกวิธี

อุปกรณ์ที่ติดตั้งในอาคาร ถ้าใช้อย่างมีหลักเกณฑ์และคำนึงถึงเรื่อง การประหยัดพลังงาน แล้วจะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้อีกโดยแยกออกเป็นระบบต่าง ๆ ดังนี้

(1.1) ระบบปรับอากาศ

มีข้อเสนอแนะดังนี้

(1.1.1) การรักษาอุณหภูมิในการปรับอากาศให้เหมาะสม

ควรปรับตั้งให้อุณหภูมิที่เทอร์โมสตัทหรืออุณหภูมิห้องไว้ที่ 24.5 - 25.5 ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่ไม่ต่ำเกินไปและไม่สูงเกินไปที่จะทำให้รู้สึกร้อน การปรับตั้งอุณหภูมิห้องที่ต่ำเกินไปนอกจากจะรู้สึกหนาวแล้วเครื่องปรับอากาศยังต้องทำงานหนัก ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมาก

(1.1.2) การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแยกส่วน

จากการสังเกตในขณะที่ทำการตรวจวัด พบว่าเครื่องปรับอากาศบางส่วน บริเวณ Fan coil Unit ค่อนข้างสกปรกขาดการบำรุงรักษา ดังนั้นจึงเสนอให้มีการตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์อื่น ๆที่เกี่ยวข้อง เช่น เทอร์โมสตัท ,ฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็น และตรวจเช็คการรั่วของสารทำความเย็นในระบบด้วยเพื่อให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้เต็มประสิทธิภาพทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศลงได้

(1.1.3) การใช้พัดลมดูดอากาศ

ในห้องที่ไม่มีกลิ่น หรือไม่มีการระบายอากาศเสีย ไม่ควรใช้พัดลมระบายอากาศเนื่องจากจะมีผลให้มีความชื้น และฝุ่นละอองเข้ามาในห้อง ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักขึ้น สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

(1.1.4) ระบบปรับอากาศส่วนกลาง (Chiller)

มีข้อเสนอแนะดังนี้

1 หมั่นล้างคอนเดนเซอร์ (Condenser) และหอน้ำผึ่งเย็น (Cooling Tower) ให้สะอาดเพื่อให้การระบายความร้อนของตัวเครื่องเป็นไปได้โดยสะดวก และใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลง

2 ปรับแต่งคุณภาพน้ำในหอน้ำผึ่งเย็นให้ปราศจากตะกรันสาหร่าย และตะไคร่น้ำ

3 ปรับแต่งสายพานพัดลมของคอยล์ทำความเย็นให้มีความตึงพอเหมาะ ไม่หย่อนจนเกินไป

4 หล่อลื่นแบริ่งของพัดลมของคอยล์ทำความเย็นทุกชุดอย่างสม่ำเสมอ

5 ซ่อมฉนวนท่อลมเย็นหรือท่อน้ำเย็นที่ฉีกขาด

6 อุดรูรั่วของท่อลมเย็น

7 ซ่อมรอยรั่วของตัวเครื่องและเติมสารทำความเย็นให้เต็มอยู่เสมอ

8 อย่าเดินเครื่องปรับอากาศล่วงหน้า ก่อนมีผู้มาใช้อาคารนานเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9 ปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน หรือปิดในวันที่อากาศข้างนอกเย็นหรือฝนตก

(2) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

มีข้อเสนอแนะดังนี้

1 ทำความสะอาดดวงโคมและหลอดอย่างสม่ำเสมอ

2 ผนังและวัสดุโดยรอบบริเวณที่ทำงาน ควรใช้สีสว่างนวล เพื่อช่วยการสะท้อนแสง

3 ปิดไฟทุกครั้งเมื่อไม่มีความจำเป็นจะต้องใช้

4 ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการปิด เปิด ไฟฟ้าอัตโนมัติในบริเวณที่ใช้แสงสว่างในช่วงเวลาสั้นๆ เช่นห้องน้ำ ห้องเก็บของ

(3) ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

มีข้อเสนอแนะดังนี้

ควรมีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า และดูเมนไฟฟ้าต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ

(4) อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน

มีข้อเสนอแนะดังนี้

อาคารเรียนรวมและปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสืบค้นข้อมูล(Internet)และเพื่อใช้ในการปฏิบัติการเป็นจำนวนประมาณ 200 เครื่อง ดังนั้นจึงเสนอให้ปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์ทุกครั้งเมื่อพักกลางวัน หรือปิดเครื่องเมื่อไม่ใช้เป็นเวลานานๆ เพื่อการประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

(1) Jonh E. kaufman , Howard Haynes . **IES Lighting handbook** ; Waverly Press , Inc., 1981

(2) คู่มืออธิบายการใช้โปรแกรมโปรแกรม OTTVEE Version 1.0a ; จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(3) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน ,**เอกสารประกอบการสัมมนาโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมโดยอาคารควบคุม,** 2549

(4)กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน , **พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535** ; โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2535

(5) กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน , **พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม2538**; โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้