ปีการศึกษา 2540

การศึกษาและปรับปรุงอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา : อาคารโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

THE STUDY AND DEVELOPMENT OF BUILDING FOR ENERGY CONSERVATIVE DESIGN CASE STUDY : FELIX ARNOMA SWISS HOTEL

โดย

นายปิติ อวิรุทธ์วรกุล

นายวิสุทธิ์ วิเศษคร้อ

นายศรายุทธ ธเนศสกุลวัฒนา

วัน เดือน ปี -5 ตค 2541

เลขทะเบียน 038573

เลขเรียกหนังสือ T 40 ...

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038573

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2540

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาและปรับปรุงอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน
กรณีศึกษา : อาคารโรงแรม เฟลิกซ์ อุโนมา สวิส โฮเต็ล

ผู้จัดทำ

1.นายปิติ อวิรุทธ์วรกุล
2.นายวิสุทธิ์ วิเศษครัช
3.นายศรายุทธ ธเนศสกุลวัฒนา

_____อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและปรับปรุงอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา : อาคารโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ปิติ	อวิรุทธ์วรกุล	
วิสุทธิ์	วิเศษคร้อ	
ศรายุทธ	ธเนศสกุลวัฒนา	
ผศ.มณฑล	ลีลาจินดาไกรฤกษ์	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา	2540	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการเสนอผลการศึกษาเรื่องการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน เพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้พลังงานในอาคารลง ปัญหาสิ่งแวดล้อมกับการใช้พลังงานในอาคารมีความสัมพันธ์กัน ในขณะที่ปัจจุบันนี้ปัญหาสิ่งแวดล้อมกำลังเป็นที่สนใจ ปัญหาการใช้พลังงานภายในอาคารจึงควรได้รับการพิจารณาไปพร้อมกัน การใช้พลังงานภายในอาคารสำหรับธุรกิจขนาดใหญ่มีสัดส่วนการใช้เพิ่มขึ้นสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาคารประเภทต่าง ๆ ซึ่งพลังงานส่วนใหญ่ใช้ไปเพื่อการปรับอากาศและไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร อาคารโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล จัดเป็นอาคารที่อยู่ในข่ายต้องควบคุมการใช้พลังงานตาม พระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 จึงได้ทำการออกแบบในเชิงปรับปรุงอาคารในด้านต่าง ๆ ให้อยู่ในมาตรฐานที่กฎกระทรวงที่ออกตามความพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารมีค่าเกินมาตรฐาน เมื่อได้ทำการออกแบบโดยการบุฉนวนใยแก้วพบว่าดัชนีดังกล่าวมีค่าลดลงจนอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด นอกจากนี้ยังได้ติดตั้งอุปกรณ์บางอย่างเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้มีการประหยัดพลังงานยิ่งขึ้น คือ LOW LOSS BALLAST และเครื่องควบคุม PEAK DEMAND โดยทั้งนี้ได้คำนวณจุดคุ้มทุนต่าง ๆ ควบคู่ไปด้วยเพื่อให้เป็นถึงความเหมาะสมของการเปลี่ยนแปลง การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานจัดเป็นแนวทางหนึ่งที่วิศวกรและผู้ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบควรจะมีส่วนช่วยในการรักษาสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดีวิธีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE STUDY AND DEVELOPMENT OF BUILDING FOR ENERGY CONSERVATIVE DESIGN CASE STUDY : FELIX ARNOMA SWISS HOTEL

PITI AWIRUTWORAKUL
WISUITH WISETKHRO
SARAYUT THANETSAKULWATTANA
ASSIST.PROF.MONTON LEELAJINDAKRILURK ADVISOR
1997

ABSTRACT

THIS THESIS IS THE STUDIED AND DEVALOPED OF THE ENERGY CONSERVATIVE BUILDING.THE ENVIRONMENTAL CRISIS AND ENERGY CONSUMPTION OF BUILDINGS ARE RELATED TOGETHER.NOW,THIS TOPIC IS VERY INTERESTING,SO,THE ENERGY USES IN BUILDING NEEDS TO OUTSTANDING.ENGINEER CAN SOLVE THIS BY CONCERNING IN ENERGY CONSERVATIVE DESIGN IN BUILDING.THE ENERGY-USES FOR LARGE SCALE'S COMMERCIAL BUILDING IS MAXIMUM INCREASING COMPARE WITH THE OTHER.THE ALMOST USES IN AIR-CONDITIONING SYSTEM AND LIGHTING SYSTEM.THE FELIX ARNOMA SWISS HOTEL BUILDING IS IN THE SCOPE THAT HAS TO CONTROL THE USE OF ENERGY,ACCORDING TO AN ACT OF THE THAI LEGISLATURE CONCERNS SUPPORTING THE CONSERVATION OF ENERGY 1992.SO THERE ARE DESIGN TO MODIFY THE BUILDING IN MANY WAYS ,TO BE IN THE STANDARD OF MINISTERIAL REGULATIONS THAT ISSUES AN ACT. AND FIND THAT THE ROOF OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE IS OVER STANDARD,WHEN LINE THE FIBER GLASS INSULATOR,FIND THAT INDEX IS REDUCE INTO THE RESTRIC STANDARD.FURTHERMORE THERE ARE THE INSTALLATION OF SOME EQUIPMENTS TO HELP MORE ECONOMIZE THE ENERGY,LOW LOSS BALLAST AND PEAKDEMAND CONTROLLER.MOREOVER IT ALSO CALCULATES A WORTHWHILE CAPITAL POINT TO SHOW THE SUITABILITY OF THE CHANGING.THE ENERGY CONSERVATIVE DESIGN BY THIS SYNTHESIS IS PRACTICAL AND VERY USEFUL.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญภาพ	III
สารบัญตาราง	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	4
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	4
1.4 สมมุติฐานของการศึกษา	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 วิธีดำเนินการ	5
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินการ	5
บทที่ 2 กฎหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอาคารตัวอย่าง	6
2.1 กฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน	6
2.2 ทฤษฎีกรอบอาคาร	10
2.2.1 รูปร่างลักษณะอาคารและกรอบหรือเปลือกนอกของอาคาร	10
2.2.2 อาคารที่มีการปรับอากาศเชิงกล	11
2.2.3 อาคารหรือส่วนของอาคารที่ไม่ปรับอากาศ	19
2.3 ทฤษฎีด้านการปรับอากาศ	20
2.3.1 การปรับปรุงในส่วนของอาคาร	20
2.3.2 การประหยัดไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ ชนิดติดหน้าต่างและชนิดแยกส่วน	21
2.3.3 การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีด้านไฟฟ้าแสงสว่างแนวทางและวิธีประหยัดพลังงาน 24
2.4.1 มาตรการที่ไม่ต้องมีการลงทุน 24
2.4.2 มาตรการที่มีการลงทุน 24
2.5 การใช้และติดตั้งอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร 26
2.5.1 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 26
2.5.2 บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง 26
2.6 การใช้ความร้อนในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ 28
2.6.1 การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับหม้อไอน้ำ 28
2.6.2 การบำรุงรักษาและเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ 29
บทที่ 3 อาคารกรณีศึกษา (CASE STUDY) 32
3.1 ลักษณะทั่วไปทางสถาปัตยกรรมของอาคารกรณีศึกษา 32
3.1.1 แผนผังที่ตั้งและทิศทางอาคาร 33
3.1.2 รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของกรอบอาคาร 34
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล 48
4.1 ลักษณะการใช้พลังงานในอาคารต่อปี 48
4.1.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ 50
4.1.2 การใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง 55
4.2 ศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานและผลตอบแทนการลงทุน 61
4.3 การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร 73
4.3.1 การคำนวณการปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม
ของหลังคาอาคาร 100
4.3.2 รายละเอียดการวิเคราะห์ผลตอบแทน
การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาทางหลังคาอาคาร 101
4.4 การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพและการรักษาอุณหภูมิ
ภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม 104
4.4.1 การใช้เครื่องปรับอากาศชนิดธรรมดา 104
4.4.2 การปรับปรุงระบบปรับอากาศ 107
4.5 การใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ 116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 การใช้แสงสว่างในอาคาร 116
4.6 การใช้และติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์และวัสดุที่ก่อให้เกิด
การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร 126
4.6.1 การใช้ LOW LOSS BALLAST 126
4.7 การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ 131
4.7.1 การบริหารค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด 131
4.7.2 รายละเอียดการวิเคราะห์การบริหาร
ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด 133
4.8 การใช้ความร้อนในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
4.8.1 การคำนวณผลการประหยัดพลังงานด้านเชื้อเพลิง 147
บทที่ 5 สรุปศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมด 151
5.1 สรุปข้อเสนอแนะ 151
5.1.1 แนวทางการลดการใช้พลังงาน
โดยลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร 152
5.1.2 แนวทางการลดการใช้พลังงาน
โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบอาคาร 152
สรุปและวิจารณ์การทำงาน
ภาคผนวก
กิตติกรรมประกาศ
บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังที่ตั้งและทิศทางของอาคาร	33
รูปที่ 3.2 แสดงทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอาคาร	34
รูปที่ 3.3 แสดงทิศตะวันออกของอาคาร	36
รูปที่ 3.4 แสดงทิศใต้ของอาคาร	38
รูปที่ 3.5 แสดงทิศตะวันตกเฉียงใต้ของอาคาร	40
รูปที่ 3.6 แสดงทิศตะวันตกของอาคาร	42
รูปที่ 3.7 แสดงทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอาคาร	44
รูปที่ 3.8 แสดงทิศเหนือของอาคาร	45
รูปที่ 4.1 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงาน	49
รูปที่ 4.2 แสดงแผนผังการใช้เชื้อเพลิงและความร้อน	62
รูปที่ 4.3 แสดงแผนผังของระบบปรับอากาศ	63
รูปที่ 4.4 แสดงแผนผัง ONE LINE DIAGRAM	64
รูปที่ 4.5 แสดงหม้อแปลงไฟฟ้า ตู้ MDB GENERATOR เครื่องปรับอากาศแบบหอยโข่ง	70
รูปที่ 4.6 แสดงเครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น เครื่องต้มน้ำร้อน ถังเก็บน้ำร้อน	71
รูปที่ 4.7 แสดงหอผึ่งเย็น เครื่องซักผ้า เครื่องปั่นแห้ง เครื่องรีดผ้า	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทต่าง ๆ 2

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็น
สำหรับเครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ 9

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็น
สำหรับเครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ 10

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})
สำหรับผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ต่าง ๆ กัน 13

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงรายการวัสดุและสีทาผนัง
แยกตามค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ 13

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงค่าตัวประกอบการปรับแก้ 15

ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา 17

ตารางที่ 2.7 ตารางแสดงค่าตัวประกอบปรับแก้สำหรับหลังคา 18

ตารางที่ 2.8 ตารางแสดงค่าสูงสุดที่ยอมให้
สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังหลังคาทึบ 19

ตารางที่ 2.9 ตารางแสดงค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำน้ำเย็นต่อหน่วยความเย็น 22

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ 50

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงการทำงานของ AIR HANDING UNIT (AHU) 52

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงการทำงานของ FAN COIL UNIT (FCU) 52

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงการใช้งานของห้องพักแขก 53

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงการใช้งานของ AIR SPLIT TYPE 54

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงการหาค่า W/m^2 55

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงการใช้พลังงานแสงสว่างในห้องรับแขก 56

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงการใช้พลังงานแสงสว่างในห้องประชุม 57

ตารางที่4.9 ตารางแสดงการใช้พลังงานแสงสว่างทั่วไป 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.10 ตารางแสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายด้านการใช้น้ำ 60
ตารางที่4.11 ตารางแสดงศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน
และผลตอบแทนการลงทุน 61
ตารางที่4.12 ตารางแสดงรายละเอียดอุปกรณ์หลักที่ใช้งานในอาคาร 65
ตารางที่4.13 ตารางแสดงรายละเอียดของหม้อแปลงไฟฟ้า 66
ตารางที่4.14 ตารางแสดงรายละเอียดการคำนวณของหม้อแปลงไฟฟ้า 67
ตารางที่4.15 ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์
ที่ใช้ไฟฟ้าอื่นที่มีขนาดตั้งแต่ 5 kW ขึ้นไป 68
ตารางที่4.16 ตารางแสดงรายละเอียดการตรวจวัด Circuit Breaker
หน้าตู้ MDB และเครื่องจักร 20 kW ขึ้นไป 68
ตารางที่4.17 ตารางแสดงรายละเอียดของการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร 73
ตารางที่4.18 ตารางแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม
ผ่านผนังอาคารในทิศทางต่าง ๆ 73
ตารางที่4.19 ตารางแสดงรายละเอียดกรอบอาคาร 74
ตารางที่4.20 ตารางแสดงรายละเอียดโครงสร้างผนังทึบ 77
ตารางที่4.21 ตารางแสดงรายละเอียดโครางสร้างนผนังโปร่งแสง 79
ตารางที่4.22 ตารางแสดงการคำนวณค่า OTTV ของอาคาร 80
ตารางที่4.23 ตารางแสดงรายละเอียดของพื้นที่หลังคาอาคาร 95
ตารางที่4.24 ตารางแสดงรายละเอียดโครงสร้างหลังคาอาคาร 95
ตารางที่4.25 ตารางแสดงการคำนวณค่า RTTV 96
ตารางที่4.26 ตารางแสดงรายละเอียดของการคำนวณ
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร 99
ตารางที่4.27 ตารางแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ผลตอบแทน
ของการลดค่าความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาทางหลังคาอาคาร 101
ตารางที่4.28 ตารางแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์
ของการลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาทางหลังคาอาคาร 103
ตารางที่4.29 ตารางแสดงรายเอียดของการใช้พลังงาน
ของเครื่องปรับอากาศชนิด SPLIT TYPE 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.30 ตารางแสดงระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว 105
ตารางที่4.31 ตารางแสดงรายละเอียดของการใช้พลังงาน
ของเครื่องปรับอากาศชนิด CENTRIFUGAL CHILLER 107
ตารางที่4.32 ตารางแสดงรายละเอียดคุณลักษณะ
ของเครื่องปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE 109
ตารางที่4.33 ตารางแสดงรายละเอียดคุณลักษณะ
ของเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ 110
ตารางที่4.34 ตารางแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของ AIR HANDING UNIT 111
ตารางที่4.35 ตารางแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของ FAN COIL UNIT 112
ตารางที่4.36 ตารางแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของหม้อไอน้ำ 113
ตารางที่4.37 ตารางแสดงรายละเอียดการคำนวณระบบ CHILLER 114
ตารางที่4.38 ตารางแสดงรายละเอียดการตรวจสอบและวิเคราะห์
สภาพการใช้งานแสงสว่างในอาคาร 116
ตารางที่4.39 ตารางแสดงรายละเอียดของระบบแสงสว่างที่ใช้ในอาคาร 116
ตารางที่4.40 ตารางแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์
ค่าความส่องสว่างและอุณหภูมิความชื้น 118
ตารางที่4.41 ตารางแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์
การใช้งานของหลอดไฟชนิดอื่น ๆ 119
ตารางที่4.42 ตารางแสดงการใช้พลังงานในห้องรับแขก 120
ตารางที่4.43 ตารางแสดงการใช้พลังงานในห้องประชุม 121
ตารางที่4.44 ตารางแสดงการใช้พลังงานของโรงแรม 121
ตารางที่4.45 ตารางแสดงการวัดค่าความส่องสว่างในพื้นที่ต่าง ๆ 124
ตารางที่4.46 ตารางแสดงรายละเอียดผลตอบแทน
การใช้ LOW LOSS BALLAST 18 W และ 36 W ในอาคาร 128
ตารางที่4.47 ตารางแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ผลตอบแทน
ทางเศรษฐศาสตร์และการลงทุนของการใช้ LOW LOSS BALLAST 130
ตารางที่4.48 ตารางแสดงรายละเอียดของค่าไฟฟ้า 132
ตารางที่4.49 ตารางแสดงรายละเอียดของการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด 134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.50 ตารางแสดงรายละเอียดของปริมาณ
ผลการตรวจวัดก๊าซไอเสียในหม้อไอน้ำ 135
ตารางที่4.51 ตารางแสดงของการใช้งานหม้อไอน้ำ 136
ตารางที่4.52 ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ 137
ตารางที่4.53 ตารางแสดงรายละเอียดการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาเกรด A ของ Boiler 139
ตารางที่4.54 ตารางแสดงรายละเอียดวิธีการคำนวณค่าความร้อนเข้า Boiler 140
ตารางที่4.55 ตารางแสดงรายละเอียดวิธีการคำนวณค่าความร้อนออก Boiler 141
ตารางที่4.56 ตารางแสดงรายละเอียดการทำสมดุลย์พลังงาน
ของ Boiler No.1 ด้านความร้อนเข้า 142
ตารางที่4.57 ตารางแสดงรายละเอียดการทำสมดุลย์พลังงาน
ของ Boiler No.1 ด้านความร้อนออก 142
ตารางที่4.58 ตารางแสดงรายละเอียดการทำสมดุลย์พลังงาน
ของ Boiler No.2 ด้านความร้อนเข้า 143
ตารางที่4.59 ตารางแสดงรายละเอียดการทำสมดุลย์พลังงาน
ของ Boiler No.2 ด้านความร้อนออก 143
ตารางที่4.60 ตารางแสดงรายละเอียดผลการสำรวจและตรวจวัดความร้อน 144
ตารางที่4.61 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายด้านการใช้น้ำมันดีเซล 147
ตารางที่4.62 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายด้านการใช้น้ำมันเตา 148
ตารางที่4.63 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายด้านการใช้แก๊ส 149
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงรายละเอียดในการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมด 151

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา (ช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6-7) ประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง โดยมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ย 10.5% ต่อปี โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจ มีแนวโน้มที่จะมีการก่อสร้างอาคารทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นอีกตามการขยายตัวของเศรษฐกิจ โดยคาดว่าจะยังคงขยายตัวในอัตราค่อนข้างสูงต่อไป ซึ่งจะเป็นผลทำให้มีความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศเพิ่มขึ้นในอัตราค่อนข้างสูงในช่วงระยะเวลาดังกล่าวด้วยเช่นกัน

กล่าวคือ ความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศ เพิ่มขึ้นจาก 4,180 เมกกะวัตต์ ในปี 2529 เป็นกว่า 9,000 เมกกะวัตต์ในปี 2534

ในปี 2534 มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุด 8,045 เมกกะวัตต์ และการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 42,062 ล้านหน่วย โดยใช้ในภาคต่างๆดังนี้

ภาคอุตสาหกรรม	46.7%
ภาคธุรกิจ	25.4%
ภาคที่อยู่อาศัย	21.1%
อื่นๆ	6.9%

คาดว่าในปี 2549 การใช้ไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้นเป็น 25,515 เมกกะวัตต์ และการใช้พลังงานทั้งสิ้นจะสูงถึง 144,433 ล้านหน่วย โดยแยกตามภาคผู้ใช้ไฟฟ้าดังนี้

ภาคอุตสาหกรรม	46.5%
ภาคธุรกิจ	27.5%
ภาคที่อยู่อาศัย	21.5%
อื่นๆ	4.5%

จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของภาคธุรกิจนับเป็นสาขาหนึ่งที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งประเทศและมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด สำหรับการใช้ไฟฟ้าในพลังงานไฟฟ้าในอาคารธุรกิจขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้พลังงานส่วนใหญ่จะเป็นการใช้เพื่อการปรับอากาศและระบบแสงสว่าง ซึ่งมีความจำเป็นในการให้บริการและให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้อาคาร

จากการสำรวจโดยกองอนุรักษ์พลังงานเกี่ยวกับสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทต่าง ๆ จำนวน 70 อาคาร ซึ่งจัดแบ่งการใช้ไฟฟ้าออกเป็น 3 ลักษณะคือ การใช้ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบอำนวยความสะดวกอื่น ๆ พบว่าอาคารธุรกิจประเภทโรงแรมและศูนย์การค้าจะมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงกว่าอาคารธุรกิจประเภทสำนักงาน

ตารางที่ 1.1

ตารางแสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทต่าง ๆ

ประเภทของอาคาร	การใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร (100%)		
	ระบบปรับอากาศ (%)	ระบบแสงสว่าง (%)	อื่น ๆ (%)
โรงแรม	67.6	13.4	19.0
สำนักงาน	56.9	24.6	18.5
ศูนย์การค้า	60.0	21.8	18.2

เราพอที่จะสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานภายในอาคารดังนี้

1. กรอบอาคาร (Building Envelope)
2. ระบบภายในอาคาร ประสิทธิภาพและการควบคุม
   - ระบบปรับอากาศ
   - ระบบแสงสว่าง
   - ระบบอื่น ๆ
3. กิจกรรมภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามที่ได้มีการออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2535 โดยมีสาระสำคัญก็เพื่อให้มีการผลิตและใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ กลุ่มเป้าหมายหลักที่พระราชบัญญัตินี้เข้าไปกำกับดูแลได้แก่

1. โรงงานอุตสาหกรรม
2. อาคารธุรกิจ

ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรม และอาคารธุรกิจเป็นกลุ่มที่มีการใช้พลังงานมาก แต่ลักษณะอาคารที่ได้ก่อสร้างในช่วงที่ผ่านมานั้น ส่วนใหญ่ไม่ได้ออกแบบเพื่อจุดประสงค์ในการประหยัดพลังงานเป็นสำคัญ พลังงานบางส่วนจึงถูกใช้ไปอย่างสิ้นเปลืองโดยไม่เกิดประโยชน์

โดยจะมีการออกพระราชกฤษฎีกาเพื่อควบคุมและกำหนดให้อาคารควบคุมจะต้องดำเนินการตามพระราชกำหนดนี้

การอนุรักษ์พลังงานในอาคารมีบทบัญญัติของกฎหมายอยู่ในหมวด 2 ของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ 2535 ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบอาคารใหม่และการปรับปรุงอาคารเก่า ซึ่งในกฎหมายได้แนะนำวิธีการในการดำเนินการดังนี้

1. การลดความร้อนของแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร
2. การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การใช้วัสดุก่อสร้างที่ช่วยอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
4. การใช้แสงสว่างภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
5. การใช้และการติดตั้งอุปกรณ์รวมถึงวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน
6. การใช้ระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในอาคาร
7. การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่น ๆที่กำหนดใช้ในกฎกระทรวง

ในรายงานนี้ได้เสนอกรณีศึกษาเป็นอาคารประเภทโรงแรม โดยได้เสนอแนวทางประหยัดทั้งในด้านไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และลักษณะของกรอบอาคารให้เป็นไปตามมาตรฐานของกฎกระทรวง ที่ได้ออกตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.เพื่อศึกษาการใช้พลังงานในส่วนต่าง ๆอย่างมีประสิทธิภาพ

2.เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไขการใช้พลังงานให้เป็นไปตามมาตรฐานของกฎกระทรวง

3.เพื่อศึกษาความคุ้มทุนของการปรับปรุงแก้ไข

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. เนื่องจากอาคารประเภทโรงแรมมีมากมายหลายรูปแบบ การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกเอาโรงแรมที่เข้าข่ายควบคุมต้องอนุรักษ์พลังงานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 คือ อาคารที่ขอใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 1000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือใช้ไฟฟ้าและพลังงานสิ้นเปลืองรวมกันเทียบเท่า 20 ล้านเมกกะจูลขึ้นไป

ซึ่งการพิจารณาในการเลือกอาคารตัวอย่างที่จะศึกษาสามารถที่จะเลือกอาคารโรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล (Felix Amoma Swiss Hotel) เนื่องด้วยเพราะความเหมาะสมของข้อมูลเบื้องต้น และความพร้อมของเจ้าหน้าที่ของโรงแรม โดยการศึกษานี้ได้รับการช่วยเหลือจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ในด้านอุปกรณ์และผู้เชี่ยวชาญ

2.การศึกษาจะเน้นการใช้พลังงานของอาคารในส่วนต่างๆ ที่มีผลโดยตรงต่อการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

3. การศึกษาจะเป็นการเสนอแนวทางในการปรับปรุงส่วนต่าง ๆที่พอจะเป็นไปได้ เช่น การปรับปรุง OTTV ,RTTV การเปลี่ยนอุปกรณ์เดิมบางชนิดให้เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และการเพิ่มเติมอุปกรณ์ที่จะช่วยในการอนุรักษ์พลังงานเป็นต้น โดยจะศึกษาจุดคุ้มทุนของการเปลี่ยนแปลงควบคู่ไปด้วย

1.4 สมมุติฐานของการศึกษา

แนวทางการประหยัดพลังงานที่นำเสนอเพื่อที่จะนำไปใช้ปรับปรุงการใช้พลังงานนั้นจะต้องมีผลทำให้ช่วยลดการใช้พลังงานให้ได้ตามที่กฎกระทรวงที่ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนดและคุ้มทุนกับการลงทุนในระยะเวลาที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อตอบสนองพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ 2535

2. เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ปรับปรุงการใช้พลังงานในอาคารอื่น ๆ

3. เป็นการสนับสนุนให้อาคารโรงแรมอื่น ๆ หันมาศึกษา และดำเนินการประหยัดพลังงานอย่างถูกวิธี

1.6 วิธีดำเนินงาน

1.ศึกษาในพระราชบัญญัติ พระราชกฤษฎีกา และกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงาน

2.ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลที่จะใช้ในการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานทั้งทางด้านสถาปัตยกรรม ด้านไฟฟ้าส่องสว่าง และด้านระบบปรับอากาศ

3. ทำการเลือกอาคารตัวอย่าง และติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และโรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล (Felix Amoma Swiss Hotel)

4. ทำการสำรวจการใช้พลังงานในอาคาร (Energy Audit)

5. นำผลออกมาสรุป และเสนอแนวทางการปรับปรุงที่เป็นไปได้และจุดคุ้มทุน

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

การศึกษาและรวมรวมข้อมูลเบื้องต้น	มิถุนายน 2540 ถึง กันยายน 2540
การเลือกอาคารศึกษาและติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	กันยายน 2540 ถึง ตุลาคม 2540
การสำรวจการใช้พลังงาน	พฤศจิกายน 2540 ถึง มกราคม 2541
วิเคราะห์ข้อมูลและเสนอแนวทางการประหยัดพลังงาน	มกราคม 2541ถึง กุมภาพันธ์ 2541
จัดทำรูปเล่มและนำเสนอผลงาน	มีนาคม 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
กฎหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ใช้กับอาคารตัวอย่าง

2.1 กฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและ พัฒนาสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (2530-2534) รัฐบาลได้กำหนดให้มีการใช้พลังงานภายในประเทศอย่างประหยัดเกิดขึ้น โดยมีการรณรงค์ ชักชวน การประชาสัมพันธ์ และแนะนำวิธีการประหยัดพลังงานให้กับทางภาครัฐและเอกชน แต่ที่ผ่านมายังไม่เกิดผลในการประหยัดพลังงานภายในประเทศอย่างเด่นชัด เนื่องจากไม่มีมาตรการกำหนดและบทลงโทษแก่ผู้ละเลยแต่อย่างใด

ดังนั้นในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ 2535-2539) จึงได้มีแผนการประหยัดพลังงานในประเทศขึ้น โดยการใช้พระราชกฤษฎีกาและกฎกระทรวงรองรับตามมา

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ 2535 ได้ประกาศในพระราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ 2535

ตามพระราชบัญญัติดังกล่าวระบุว่า การกำหนดโรงงานหรืออาคารประเภทใดขนาดปริมาณการใช้พลังงานหรือวิธีการใช้พลังงานอย่างใดให้เป็นอาคารควบคุม ให้ตราเป็นพระราชกฤษฎีกา ซึ่งพระราชกฤษฎีกานี้จะกำหนดให้อาคารหรือโรงงานที่มีการใช้พลังงาน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียวที่มีขนาด 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบของการไฟฟ้าหรือความร้อนจากแหล่งพลังงานต่าง ๆยกเว้นจากพลังงานหมุนเวียนมีปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าหรือมากกว่าพลังงานไฟฟ้า 20 ล้านเมกกะจูล เป็นอาคารหรือโรงงานที่อยู่ในข่ายควบคุม

เหตุผลที่รัฐบาลเล็งเป้าหมายมาที่กลุ่มโรงงานและอาคารควบคุม ซึ่งประกอบด้วยโรงงานอุตสาหกรรม โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า อาคารธุรกิจ ก็เพราะว่า

1.เป็นกลุ่มที่มีพื้นฐาน และต้องการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลง เพื่อลดต้นทุนการผลิตอยู่แล้ว

2. ทางราชการดำเนินการประชาสัมพันธ์ การอนุรักษ์พลังงานในกลุ่มทั้งสองนี้มาโดยตลอด ถ้าหากดำเนินการอย่างต่อเนื่องก็จะได้ผลเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

3. กลุ่มโรงงานและอาคารควบคุมทั้งสองมีจำนวนแน่นอน สามารถดำเนินการ ติดตามผลและวัดผลได้แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเจ้าของอาคารหรือโรงงานควบคุมข้างต้นจะต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

1. จัดผู้รับผิดชอบด้านพลังงานหรือผู้จัดการพลังงานประจำโรงงาน

2. ส่งข้อมูลการผลิต การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานให้ราชการ ซึ่งกฎกระทรวงจะเป็นผู้กำหนดว่าต้องการข้อมูลแบบใด ระยะเวลากำหนดเป็นเช่นใด

3. บันทึกข้อมูลการใช้พลังงานตามที่กฎกระทรวงระบุ

4. กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานส่งให้ทางราชการ

5. ตรวจสอบและวิเคราะห์หรือทำ Energy Audit

ซึ่งทั้ง 5 ข้อที่กล่าวมานี้ จะมีกฎกระทรวงที่ประกาศใช้รองรับตามมา จะเป็นตัวกำหนดเองว่าข้อมูลการใช้พลังงานมีอะไรบ้าง และแผนอนุรักษ์พลังงานทำอย่างไร

จึงเป็นหน้าที่ของเจ้าของอาคารและโรงงานควบคุมที่ต้องจัดหาผู้รับผิดชอบหรือผู้จัดการพลังงานที่มีคุณสมบัติตามนี้

1. จบการศึกษาระดับ ป.ว.ส. และต้องมีประสบการณ์การทำงานในโรงงานอย่างน้อย 3 ปี มีผลงานด้านการอนุรักษ์พลังงาน

2.หรือจบปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์โดยมีผลงานด้านการอนุรักษ์พลังงาน

3. หรือเป็นผู้ที่เคยผ่านการอบรมด้านการอนุรักษ์พลังงานที่กระทรวงวิทยาศาสตร์จัดขึ้น ซึ่งในกรณีของการอนุรักษ์พลังงานในอาคารจะได้แก่การดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้

1. การลดความร้อนของแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร
2. การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การใช้วัสดุก่อสร้างที่ช่วยอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
4. การใช้แสงสว่างภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
5. การใช้และการติดตั้งอุปกรณ์รวมถึงวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน
6. การใช้ระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในอาคาร
7. การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่น ๆที่กำหนดใช้ในกฎกระทรวง

กฎกระทรวงที่จะออกมารองรับพระราชบัญญัติฯ ฉบับนี้จะมีทั้งหมด 5 ฉบับด้วยกันคือ

- ฉบับที่ 1 กำหนดมาตรฐานวิธีการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานควบคุม
- ฉบับที่ 2 กำหนดมาตรฐานวิธีการอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ฉบับที่3กำหนดวิธีการส่งข้อมูลพลังงานของอาคารควบคุม การจัดให้มีสมุดบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน การกำหนดเป็นเป้าหมายแผนอนุรักษ์พลังงาน และการตรวจสอบวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผน

-ฉบับที่ 4 กำหนดวิธีการส่งข้อมูลของโรงงานควบคุมและอื่น ๆที่คล้ายกับฉบับที่ 3

-ฉบับที่ 5 การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในเครื่องจักรอุปกรณ์และการส่งเสริมการใช้วัสดุเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ในส่วนของอาคารกฎกระทรวงที่ออกมาตามมาตรา 19 จะมุ่งเน้นให้สถาปนิกและวิศวกรใช้เป็นข้อกำหนดทางด้านการใช้พลังงานในการออกแบบอาคารใหม่ และเจ้าของอาคารใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคารที่กำลังใช้งานในปัจจุบัน โดยระบุให้กำหนด

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารหรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ

1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) ทั้งอาคารใหม่และเก่าต้องไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตรของหลังคา

1.2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารด้านนอก (OTTV) หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศมีค่าดังนี้

สำหรับอาคารใหม่ไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก

สำหรับอาคารเก่าไม่เกิน 55 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก

2. การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ

2.1 ในกรณีที่มีการส่องสว่างด้วยไฟฟ้าในอาคารจะต้องได้รับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอตามหลักและวิธีการทางวิศวกรรมที่ยอมรับ

2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถจะต้องมีค่าไม่เกิน 16 วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน

3. มาตรฐานในการปรับอากาศในอาคาร

ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคาร จะต้องมีค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นที่ภาระเต็มพิกัดหรือที่ใช้งานจริงไม่เกินกว่าค่าตามตารางที่ 2.1 และ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1

ตารางแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็น

สำหรับเครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชนิดส่วนทำความเย็นหรือเครื่องทำความเย็น	อาคารเก่า (kW/Ton)	อาคารใหม่ (kW/Ton)
1.ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (centrifugal chiller)		
ขนาดไม่เกิน 250 Ton	0.75	0.90
ขนาดไม่เกิน 250 - 500 Ton	0.70	0.84
ขนาดเกินกว่า 500 Ton	0.67	0.80
2.ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocating chiller)		
ขนาดไม่เกิน 35 Ton	0.98	1.18
ขนาดเกินกว่า 35 Ton	0.91	1.10
3.เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (package unit)	0.88	1.06
4.ส่วนทำความเย็นแบบสกรู (screw chiller)	0.70	0.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2

ตารางแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็น

สำหรับเครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

ชนิดส่วนทำความเย็นหรือเครื่องทำความเย็น	อาคารเก่า (kW/Ton)	อาคารใหม่ (kW/Ton)
1.ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (centrifugal chiller)		
ขนาดไม่เกิน 250 Ton	1.40	1.61
ขนาดเกินกว่า 250 Ton	1.20	1.38
2.ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocating chiller)		
ขนาดไม่เกิน 50 Ton	1.30	1.50
ขนาดเกินกว่า 50 Ton	1.25	1.44
3.เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (package unit)	1.37	1.58
4.ส่วนทำความเย็นแบบแยกส่วนหรือติดหน้าต่าง (split type/window)	1.40	1.61

ฉนั้นภายหลังจากมีการประกาศใช้กฎกระทรวงแล้ว หากมีการฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามก็จะมีบทลงโทษ ซึ่งจะเป็นการปรับไม่เกิน 5 หมื่นบาท ถึง 2 แสนบาท ส่วนโทษจำคุกจะเกิดในกรณีที่แจ้งความเท็จซึ่งจะมีโทษจำคุกไม่เกิน 1 เดือน ถึง 2 ปี นอกจากนี้ผู้ไม่ปฏิบัติตามกฎกระทรวงจะต้องมีหน้าที่ชำระค่าธรรมเนียมพิเศษการใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างอัตราค่าไฟฟ้าที่โรงงานหรืออาคารควบคุม ชำระให้การไฟฟ้ากับต้นทุนรวมในการผลิตและจ่ายไฟฟ้าจำนวนดังกล่าวให้แก่โรงงานและอาคารควบคุมนั้น ๆ

2.2 ทฤษฎีด้านกรอบอาคาร

2.2.1 รูปร่างลักษณะของอาคารและกรอบหรือเปลือกนอกของอาคาร

ในพื้นที่หนึ่ง ๆ สภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการใช้พลังงาน เพื่อการปรับสภาพอากาศในอาคาร ประเทศไทยตั้งอยู่ในแถบทรอปิคเหนือ ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ในทิศใต้มากกว่าทิศเหนือ ภูมิอากาศร้อนชื้นโดยทั่ว ๆ ไป ค่าเฉลี่ยความเร็วลมค่อนข้างต่ำในพื้นที่ส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของประเทศ ดังนั้น จึงนิยมใช้ระบบปรับอากาศเชิงกล รูปร่างลักษณะอาคาร ทิศทางและการจัดวางหน้าต่าง มีผลกระทบต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร อาคารที่มีสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยต่อปริมาตรหรือต่อพื้นที่เหลือกนอกของอาคารสูง แสดงว่ามีประสิทธิภาพดีในการใช้ประโยชน์อาคาร และยังมีศักยภาพของประสิทธิภาพเชิงพลังงานอีกด้วย แต่ในพื้นที่ที่ใช้ก่อสร้างอาคารมักไม่อำนวยให้เลือกรูปร่างลักษณะและทิศทางของอาคารได้อย่างเสรี และมีสิ่งจูงใจเชิงพาณิชย์ในการจัดให้มีส่วนพื้นที่ใช้สอยต่อปริมาตร หรือต่อพื้นที่เปลือกนอกของอาคารอยู่แล้ว ดังนั้นในข้อกำหนดจึงมุ่งจำกัดปริมาณความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารโดยการกำหนดเกณฑ์ขั้นสูงของค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบหรือเปลือกอาคารเข้าสู่อาคาร

2.2.2 อาคารที่มีการปรับอากาศเชิงกล ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึง ผนังด้านนอก หลังคา และการรั่วไหลของอากาศสำหรับอาคารหรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ

2.2.2 ก <u>ผนังด้านนอก</u>

1.ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารหรือส่วนของอาคาร ที่การปรับอากาศ จะต้องไม่เกินกว่า 45 W/m^2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมคือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้วของการถ่ายเทความร้อนรวมผนังด้านนอกแต่ละด้าน หรือส่วนของผนังด้านนอกแต่ละด้านที่ตรงกับบริเวณของอาคารที่มีการปรับอากาศ

2.ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังแต่ละด้าน ($OTTV_i$) ที่หันสู่ทิศทางต่างกัน คำนวณได้จาก สมการที่ 1

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)(TD_{eq}) + (SC)(WWR)(SF) + (U_f)(WWR)(\Delta T) \quad .....(1)$$

โดยที่

$OTTV_i$ =ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (W/m^2)

U_w =สัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ ($W/m^2{}^\circ C$)

WWR =อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้น

TD_{eq}=ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ ($^\circ C$)

U_f =สัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนรวมของกระจก (หรือผนังโปร่งแสง) ($W/m^2{}^\circ C$)

ΔT=ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ประเทศไทยค่านี้คือ 5 $^\circ C$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SC=สัมประสิทธิการบังแดดของหน้าต่าง

SF=ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (W/m^2)

3.ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) คือค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้วของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน ($OTTV_i$) คำนวณได้จากสมการที่ 2

$$OTTV = \frac{(A_{01})(OTTV_1) + (A_{02})(OTTV_2) + \ldots + (A_{0i})(OTTV_i)}{A_{01} + A_{01} + \ldots + A_{0i}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

A_{01} = พื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา (m^2) ซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่หน้าต่าง

$OTTV_i$ =ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (1)

4.เพื่อป้องกันการสะท้อนรังสีอาทิตย์ สู่อาคารอื่นเกินขอบเขต ห้ามใช้กระจกที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีเกินกว่า 0.2

5.ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า คือผลต่างของอุณหภูมิระหว่างผนังภายนอกอาคารและภายในอาคาร ที่ก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง ผลต่างของอุณหภูมินี้รวมผลจากการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ที่ผิวของผนัง และอิทธิพลของอุณหภูมิภายนอกอาคาร มวลของวัสดุผนัง คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อน และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์มีผลต่อลักษณะ และค่าฟลักซ์ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังนั้นค่าฟลักซ์ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังนั้นค่าฟลักซ์ความร้อนดังกล่าว สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$q = (U_w)(TD_{eq}) \quad W/m^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3

ตารางแสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) สำหรับผนังที่มีความหนาแน่นเชิงมวล และค่าสัมประสิทธิการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ต่าง ๆ กัน

มวลของผนัง kg/m^2	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของผนัง				
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (α)				
	0.1 < 0-0.2 >	0.3 < 0.2-0.4 >	0.5 < 0.4-0.6 >	0.7 < 0.6-0.8 >	0.9 < 0.7-0.8 >
0 - 125	14	15	16	17	18
126 - 195	11	12	12	14	15
เกินกว่า 195	9	10	10	11	13

ตารางที่ 2.4

ตารางแสดงรายการวัสดุและสีทาผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

ประเภทผิววัสดุที่ใช้ทำผนังด้านนอก	วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก
1.วัสดุที่มีผิวการสะท้อนแสง [$0 < \alpha < 0.2$]	-ผิววัสดุที่ฉาบด้วยดีบุก -แผ่นอลูมิเนียม -แผ่นฟิล์มไมลาร์เคลือบอลูมิเนียม -แผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอลูมิเนียมขัดมัน	-สีสะท้อนแสง
2. วัสดุที่มีผิวอ่อน [$0.2 < \alpha < 0.4$]	-อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว -เหล็กกชุบสังกะสีทาสีขาว	-แลคเกอร์สีขาว -สีเงิน -สีขาวเป็นเงา
3. วัสดุที่มีผิวปานกลาง [$0.4 < \alpha < 0.6$]	-วัสดุที่ทาสีอลูมิเนียม -หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว -อิฐสีเหลืองอ่อน -หินอ่อนสีขาว -กรวดล้างสีขาว	-สีเขียวอ่อน -สีน้ำเงินปานกลาง -สีเหลืองปานกลาง -สีส้มส้มปานกลาง -สีเขียวปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ประเภทผิววัสดุที่ใช้ทำผนังด้านนอก	วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก
4. วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม [0.6 < ∝ < 0.8]	-คอนกรีตไม่ทาสี -ไม้ผิวเรียบ -แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส -หินล้างสีเทา	-สีแดง -สีน้ำเงิน -สีเทาอ่อน -สีสนิมแก่ปานกลาง
5.วัสดุที่มีผิวสีเข้ม [0.8 < ∝ < 1.0]	-วัสดุที่ลาดผิวด้วยยางมะตอย -คอนกรีตสีน้ำตาล -วัสดุมุงหลังคาสีเขียว -หินชนวนสีเทาแกมสีน้ำเงิน -อิฐสีแดง -อิฐแสตฟฟอร์ดสีน้ำเงิน -คอนกรีตสีดำ	-สีน้ำเงินแก่หรือสีเขียวแก่ -สีเทาแกมน้ำเงินเข้ม -สีน้ำตาลแก่ -สีโอลีฟเข้ม -สีดำ -แลคเกอร์สีน้ำเงินแก่ -สีเทาแก่ -แลคเกอร์สีดำ -สีดำธรรมดา -สีดำเรียบมาก

∝ หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

6.ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ คือค่าของผลจากฟลักซ์รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบผ่านหน้าต่าง ค่าเฉลี่ยของค่าคงตัวประกอบแสงอาทิตย์สำหรับผนังตั้งในทิศทางต่าง ๆ คือ

$$SF = 160\ W/m^2$$

ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังเอียงในทิศต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกันคำนวณได้จากสมการ

$$SF = (\ 160\ )(\ CF\ )\ W/m^2$$

โดยที่ CF = ค่าตัวประกอบปรับแก้ (Correction Factor) สำหรับผนังมุมเอียงหนึ่ง ๆ ในทิศทางต่าง ซึ่งหาได้จากตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5

ตารางค่าตัวประกอบปรับแก้

ทิศ มุมเอียง	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออก	ตะวันออกเฉียงใต้	ใต้	ตะวันออกเฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตกเฉียงเหนือ
70^{o}	1.06	1.24	1.52	1.63	1.63	1.60	1.48	1.22
75^{o}	0.96	1.14	1.42	1.52	1.50	1.48	1.38	1.12
80^{o}	0.87	1.05	1.32	1.40	1.37	1.37	1.28	1.02
85^{o}	0.78	0.96	1.22	1.29	1.24	1.25	1.17	0.93
90^{o}	0.70	0.87	1.12	1.17	1.11	1.13	1.03	0.84

2.2.2 ข ผนังด้านนอกที่มีการใช้แสงธรรมชาติช่วยส่องสว่าง

ในกรณีที่มีการออกแบบให้ใช้แสงธรรมชาติช่วยส่องสว่าง และมีการจัดระบบควบคุมดวงไฟในแนวที่ขนานกับหน้าต่าง โดยสามารถปรับหรี่ได้โดยอัตโนมัติ ถ้าหากแสดงให้ประจักษ์ได้ว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างเกินกว่าร้อยละ 25 จากที่กำหนดในตาราง สำหรับในบริเวณระยะ 5 เมตร จากแนวผนังด้านนอก ให้ลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนี้ที่คำนวณได้ลงในอัตราร้อยละ 15 และใช้ค่าที่ลดแล้วประกอบการคำนวณเพื่อหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารต่อไป

2.2.2 ค หลังคา

1.ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) จะต้องไม่เกิน 25 W/m^2 ตามที่มาตรฐานนี้กำหนดใช้สำหรับทั้งกรณีไม่มีช่องรับแสงธรรมชาติ และกรณีมีช่องรับแสงธรรมชาติแต่ไม่ใช้แสงธรรมชาติช่วยส่องสว่าง

2.ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาแต่ละส่วน คำนวณได้จากสมการ(3)

$$RTTV_i = (U_r)(1\text{-}SRR)(TD_{eq}) + (SC)(SRR)(SF) + (U_s)(SRR)(\Delta T) \quad .....(3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$RTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารส่วนที่พิจารณา (W/m^2)

U_r = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาส่วนทึบ ($W/m^2{}^\circ C$)

SRR =อัตราส่วนพื้นที่ของช่องรับแสงธรรมชาติต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนนั้น (Skylight to Roof Ratio)

TD_{eq}=ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ ($^\circ C$)

U_s =สัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนรวมของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสง ($W/m^2{}^\circ C$)

ΔT =ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ประเทศไทย ค่านี้คือ 5 $^\circ C$

SC=สัมประสิทธิการบังแดดของช่องรับแสง

SF=ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (W/m^2)

3.ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) คือค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้วของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาแต่ละส่วน ($RTTV_i$) คำนวณได้จาก
สมการที่ (4)

$$RTTV = \frac{(A_{01})(RTTV_1) + (A_{02})(RTTV_2) + \ldots + (A_{0i})(RTTV_i)}{A_{01} + A_{01} + \ldots + A_{0I}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

A_{01} = พื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา (m^2)

$OTTV_i$ =ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่พิจารณา

4.ค่าความแตกต่างอุณภูมิเทียบเท่าของหลังคา คือผลต่างของอุณหภูมิระหว่างผนังภายนอกอาคารและภายในอาคาร ที่ก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา ผลต่างของอุณหภูมินี้รวมผลจากการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ที่ผิวของหลังคา และอิทธิพลของอุณหภูมิภายนอกอาคาร มวลของวัสดุหลังคา คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อน และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาทิตย์มีผลต่อลักษณะ และค่าฟลักซ์ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคานั้นค่าฟลักซ์ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคานั้น ค่าฟลักซ์ความร้อนดังกล่าว สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$q = (U_w)(TD_{eq}) \ W/m^2$$

ตารางที่ 2.6

ตารางค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา

มวลของผนัง (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา			
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)			
	0.1 < 0-0.2 >	0.3 < 0.2-0.4 >	0.5 < 0.4-0.6 >	0.6 และมากกว่า < 0.6-1.0 >
0 - 50	20	24	28	32
50 - 200	16	20	24	28
เกินกว่า 200	12	16	20	24

สำหรับหลังคาที่มีอุปกรณ์บังแดดที่มีการระบายอากาศ เช่น กรณีหลังคาสองชั้นยกระดับจากกัน ให้ใช้ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าช่องที่หนึ่ง (α=0.1) คูณด้วย 0.8 รายการวัสดุและสีทาผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ตามตารางแสดงรายการวัสดุและสีทาผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

5.ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับหลังคาเอียงในทิศต่าง ๆ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์คือ

$$SF = (370)(CF) \quad (W/m^2)$$

โดยที่

CF = ตัวประกอบปรับแก้ ซึ่งหาได้จากตารางดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7

ตารางค่าตัวประกอบปรับแก้สำหรับหลังคา

ทิศ มุมเอียง (องศา)	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออก	ตะวันออกเฉียงใต้	ใต้	ตะวันตกเฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตกเฉียงเหนือ
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	0.98	0.99	0.99	1.01	1.01	1.01	1.00	0.99
10	0.96	0.97	0.99	1.01	1.02	1.01	0.99	0.97
15	0.93	0.95	0.98	1.01	1.02	1.00	0.98	0.95
20	0.90	0.93	0.97	1.00	1.02	1.00	0.96	0.92
25	0.87	0.90	0.95	0.99	1.01	0.98	0.94	0.89
30	0.83	0.86	0.93	0.98	0.99	0.97	0.92	0.86
35	0.78	0.83	0.90	0.96	0.97	0.95	0.89	0.82
40	0.74	0.79	0.87	0.93	0.95	0.92	0.86	0.78
45	0.69	0.75	0.84	0.90	0.92	0.89	0.83	0.74
50	0.64	0.71	0.81	0.87	0.88	0.86	0.79	0.70
55	0.59	0.66	0.77	0.83	0.84	0.82	0.76	0.66
60	0.54	0.62	0.73	0.79	0.80	0.78	0.72	0.61
65	0.50	0.58	0.69	0.75	0.75	0.73	0.68	0.57

2.2.2 ง <u>หลังคาที่ใช้แสงธรรมชาติช่วยส่องสว่างและมีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง</u>

โดยสามารถปรับหรี่แสงได้โดยอัตโนมัติ ถ้าหากแสดงให้ประจักษ์ได้ว่าสามารถลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างได้เกินกว่าร้อยละ 25 จากที่กำหนดในตารางเกณฑ์ขั้นสูงของค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับการส่องสว่างในอาคาร สำหรับบริเวณที่ใช้แสงธรรมชาติช่วยส่องสว่าง ให้ลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่อยู่เหนือบริเวณนั้นที่คำนวณได้ลงร้อยละ 15 และให้ใช้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาที่ลดลงไปแล้วนี้ ประกอบการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมทั้งหมดของหลังคาต่อไป พื้นที่บริเวณที่ใช้แสงธรรมชาติจากช่องรับแสง คำนวณได้จากสมการ

$$A_d = (L_s + H)(W_s - H)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

โดยที่

A_d = พื้นที่บริเวณที่ใช้แสงธรรมชาติจากช่องรับแสงช่วยส่องสว่าง (เท่ากับพื้นที่ส่วนของหลังคาที่ยอมให้ลดค่า RTTV ; ลงร้อยละ 15) (m^2)

L_s = ความยาวของช่องแสง (m)

H = ระยะความสูงของช่องแสงจากพื้น (m)

W_s =ความกว้างของช่องแสง (m)

2.2.2 จ การรั่วไหลของอากาศ

ในอาคารที่ปรับอากาศหน้าต่างและประตูจะต้องออกแบบให้มีการรั่วไหลของอากาศน้อย

2.2.3 อาคารหรือส่วนของอาคารที่ไม่ปรับอากาศ

จะครอบคลุมถึง ผนังด้านนอกและหลังคาของอาคารหรือส่วนของอาคารที่ไม่ปรับอากาศ ผนังด้านนอก ส่วนทึบของผนังด้านนอกของบริเวณหรือห้องที่บุคคลสามารถเข้าอยู่อาศัยหรือใช้สอยได้จะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดในตาราง ค่าสูงสุดที่ยอมให้สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังหลังคาทึบ

ตารางที่ 2.8

ตารางค่าสูงสุดที่ยอมให้สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังหลังคาทึบ

มวลของหลังคา (kg/m^2)	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ($W/m^2{}^\circ C$)			
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)			
	0.1 < 0-0.2 >	0.3 < 0.2-0.4 >	0.5 < 0.4-0.6 >	ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป < 0.6-0.8 >
0 - 125	1.2	1.1	1.0	0.8
126 - 195	1.6	1.4	1.2	0.9
เกินกว่า 195	2.0	1.5	1.2	1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038573

2.3 ทฤษฎีด้านการปรับอากาศ

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสำหรับอาคารสำนักงาน การใช้ไฟฟ้าในอาคารสำนักงาน ส่วนใหญ่จะใช้กับระบบปรับอากาศ และมีศักยภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ในระดับสูง การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักงานนั้นสามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งมีทั้งวิธีที่ไม่ต้องลงทุนคือลดการใช้เครื่องปรับอากาศ และวิธีที่ต้องลงทุน ซึ่งวิธีการประหยัดมีดังนี้

2.3.1 การปรับปรุงในส่วนของอาคาร

ส่วนต่าง ๆ ของอาคารมีความสำคัญต่อการใช้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศเป็นอย่างยิ่ง หากมีการปรับปรุงในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ให้ความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารได้น้อยที่สุด ก็เท่ากับเป็นการลดภาระปรับอากาศให้กับเครื่องปรับอากาศ แนวทางการปรับปรุงมีดังนี้

1.ผนังภายนอกอาคารควรทาสีขาวหรือสีอ่อนเพื่อช่วยในการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์เป็นการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร และควรปลูกต้นไม้เพื่อกั้นแสงอาทิตย์อาคารที่ปรับอากาศควรมีกระจกน้อยที่สุดในด้านตะวันออกและตะวันตกของอาคาร

2.ผนังภายในอาคารที่ปรับอากาศ โดยเฉพาะผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกซึ่งไม่มีเงากำบัง ควรใช้ฉนวนกันความร้อนบุผนังอีกชั้นหนึ่งเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคาร สำหรับเพดานภายในห้องที่ปรับอากาศก็เช่นกันควรบุฉนวนกันความร้อน ซึ่งห้องปรับอากาศที่บุฉนวนจะประหยัดไฟฟ้าประมาณ 30% ของค่าไฟฟ้าที่เคยใช้ต่อเดือน และลดการสึกหรอรวมทั้งประหยัดค่าซ่อมแซมเครื่องปรับอากาศ

3.หน้าต่าง อาคารที่ปรับอากาศควรให้มีหน้าต่างน้อยที่สุด หรือจะให้มีหน้าต่างควรมีเฉพาะทิศเหนือและทิศใต้ของอาคาร หน้าต่างของอาคารควรทำด้วยกระจกสีชา กระจกสีชาที่ดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ 50% จะมีค่าตัวประกอบการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่ากระจกใสธรรมดา 27% หรือควรใช้กระจก 2 ชั้น จะช่วยลดการส่งผ่านความร้อนได้มาก เช่น กระจก 2 ชั้นที่มีกระจกชั้นนอกสีชาเป็นแบบดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ 50% และชั้นในเป็นกระจกใสธรรมดาจะมีค่าตัวประกอบการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่ากระจกใสธรรมดาชั้นเดียวประมาณ 48%

4. การบังแสง การบังแสงจากภายนอกอาคาร จะสามารถลดการส่งผ่านความร้อนจากภายนอกอาคารได้มากกว่าการใช้ม่านหรือมู่ลี่กันแสงภายในอาคารเช่น ถ้าหน้าต่างเป็นแบบกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว และใช้ม่านบังแสงภายนอกจะมีค่าตัวประกอบการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่าการใช้ม่านบังแสงภายในประมาณ 41% การบังแสงภายนอกอาคารสามารถทำได้โดยการใช้กันสาดในแนวตั้งและแนวนอน หรือการหลบแนวหน้าต่างเข้ามาภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศในเขตร้อนควรใช้กันสาดในแนวนอนด้านทิศตะวันออกและตะวันตก และใช้กันสาดในแนวตั้งทางทิศเหนือและทิศใต้

2.3.2 การประหยัดไฟฟ้าในระบบปรับอากาศชนิดติดหน้าต่างและชนิดแยกส่วน

1. ระบบปรับอากาศชนิดติดหน้าต่าง ถ้าไม่จำเป็นไม่ควรบิดสวิตช์ไปที่ช่องระบายอากาศ (Exhaust)หรือช่องให้อากาศภายนอกเข้า (Vent) เพราะจะไม่เป็นการประหยัดพลังงาน

2. อากาศภายนอกเข้า อากาศภายนอกควรให้เข้าห้องปรับอากาศน้อยที่สุด ไม่ควรใช้พัดลมระบายอากาศขณะที่อากาศร้อนหรือชื้น ถ้าไม่จำเป็นก็ไม่ควรเปิดพัดลมระบายอากาศเลย

3.ตั้งปุ่มปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมและอย่าปรับเครื่องเย็นเกินไป ตั้งเทอร์โมสตัทให้ควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมกับความสบายเท่านั้น โดยทั่วไปควรปรับอุณภูมิไว้ที่ 78 $^{\circ}$F (ประมาณ 26 $^{\circ}$C) ไม่ควรตั้งเทอร์โมสตัทให้ต่ำกว่า 75 $^{\circ}$F (ประมาณ 24 $^{\circ}$C) ถ้าปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นเท่าไรก็ทำให้ประหยัดพลังงานได้มากเท่านั้น

4.หมั่นทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศอยู่ด้านหลังหน้ากากของเครื่องปรับอากาศ ควรถอดมาทำความสะอาดอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง การทำความสะอาดใหญ่ทั้งเครื่องควรถอดให้ช่างออกมาล้างปีละ 1 ครั้ง

5.ปิดเครื่องปรับอากาศ

-เปิดใช้เครื่องปรับอากาศเฉพาะส่วนที่จำเป็นและในเวลาที่จำเป็นเช่น ห้องที่ไม่ได้ใช้งาน 1 ชั่วโมง ก็ควรปิดเครื่องปรับอากาศไว้ก่อน

-ในช่วงที่อากาศไม่ค่อยร้อนจัด ให้ปิดเครื่องปรับอากาศ เปิดหน้าต่างเพื่อระบายให้ลมพัดถ่ายเท เพราะว่าไม่มีประโยชน์อะไรเลยที่จะใช้เครื่องปรับอากาศในขณะที่อุณหภูมิภายนอกไม่แตกต่างจากภายในมากนัก

6. เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ทดแทนเครื่องเก่าที่มีประสิทธิภาพของเครื่องลดลงเนื่องจากใช้งานมานานและแผงระบายความร้อนและความเย็นอยู่ในสภาพทรุดโทรม และการเปลี่ยนเครื่องใหม่ควรพิจารณาเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง

2.3.3 การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ของอาคารทำได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 การประหยัดพลังงานโดยใช้งานอุปกรณ์ที่มีอยู่ในระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพอุปกรณ์ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในอาคาร ถ้ามีการใช้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และคำนึงถึงเรื่องการประหยัดพลังงานแล้ว ก็จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้โดยที่เจ้าของอาคารไม่ต้องลทุนเพิ่มเติม

ดังมีวิธีการดังนี้

1. ควบคุมให้อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นมีอุณหภูมิต่ำที่สุดในอาคารที่ติดตั้งระบบปรับอากาศประเภทเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) การควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นมีอุณหภูมิต่ำ ๆ ก็จะทำให้เครื่องทำน้ำเย็นใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลง ในขณะที่การทำความเย็นยังคงเท่าเดิมอยู่ได้ ในวันหนึ่ง ๆ ภาระหรับอากาศในการทำความเย็นสูงสุดของอาคารจะอยู่ในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งเป็นเวลาที่อาคารได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ในช่วงเวลานี้เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องทำงานอย่างหนักและใช้ไฟฟ้ามาก หรือในเวลากลางวันของบางเดือน เช่น ในฤดูร้อน บางครั้งการถ่ายเทความร้อนที่หอผึ่งน้ำ ซึ่งใช้งานคู่กับเครื่องทำน้ำเย็น ก็จะไม่สามารถทำอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นให้ลดลงมาก ๆ ได้ เครื่องทำน้ำเย็นก็จะใช้ไฟฟ้ามากเช่นเดียวกัน วิธีการที่จะลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นให้ต่ำลงทำได้โดยเปิดหอผึ่งน้ำเพิ่มขึ้นอีก 1 ชุด ซึ่งจะเป็นการเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อนให้มากขึ้น และจะมีผลให้การใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นลดลง ดังตาราง

ตารางที่ 2.9

ตารางค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำน้ำเย็นต่อหน่วยความเย็นที่อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำน้ำเย็น	
(°F)	kW/kWR	kW/Ton
85	0.274	0.967
83	0.254	0.897
77	0.243	0.855
75	0.228	0.802
68	0.200	0.704
66	0.196	0.690

kW = กิโลวัตต์ (ไฟฟ้า) kWR = กิโลวัตต์ความเย็น Ton = ตันความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการเปิดหอผึ่งน้ำเพิ่มอีก 1 ชุดนี้ จำเป็นต้องตรวจสภาวะอากาศภายในประกอบด้วย เช่น วันที่มีอุณหภูมิภายนอกต่ำอยู่แล้วในฤดูหนาวหรือเวลากลางคืน เป็นต้น ซึ่งโดยปกติน้ำหล่อเย็นก็จะมอุณหภูมิต่ำพอสมควรแล้ว การเปิดหอผึ่งน้ำอาจจะทำให้พลังงานที่ลดลงจากเครื่องทำน้ำเย็นไม่คุ้มค่ากับการใช้พลังงานที่พัดลมของหอผึ่งน้ำ

ส่วนที่ 2 การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ

การประหยัดไฟฟ้าในระบบปรับอากาศก็จะไม่ประสบผลสำเร็จถ้าปราศจากการติดตามการใช้งานจริงของระบบ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายและรักษาระดับการใช้ไฟฟ้าให้ต่ำสุด มีข้อแนะนำโดยทั่วไปเกี่ยวกับการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบปรับอากาศ ดังนี้

1. ทำสอบและปรับแต่งระบบอย่างสมบูรณ์เป็นครั้งคราว ตามกำหนดการที่ตั้งไว้ตลอดอายุการใช้งานจริงของระบบ โดยมากแล้วการปรับแต่งระบบในครั้งแรกมักจะเป็นการปรับแต่งครั้งเดียวที่ได้กระทำกับระบบ ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงเรื่อย ๆ

2. ตั้งเทอร์โมสตัทให้ควบคุมอุณภูมิที่พอเหมาะกับความสบายเท่านั้น ไม่ควรตั้งเทอร์โมสตัทไว้ให้ต่ำที่สุด และหมั่นตรวจสอบว่าเทอร์โมสตัทสามารถทำงานได้เป็นปกติหรือไม่ อุณหภูมิที่พอเหมาะคือ 24 - 26 ^{o}C

3. เครื่องส่งลมเย็น ควรมีการทำความสะอาดแผงกรองอากาศและขดทำความเย็น (Cooling Coil) เป็นประจำ ถ้าอุปกรณ์ดังกล่าวสกปรก พื้นผิวรับความร้อนจะถ่ายเทอากาศได้ไม่ดี ทำให้น้ำเย็นที่กลับไปยังเครื่องทำน้ำเย็นมีอุณหภูมิที่ต่ำอยู่ ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องต่ำลงด้วย

4.ทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศเป็นประจำ และตรวจสอบอย่าให้มีวัสดุปิดขวางทางลมที่ใช้ในการระบายความร้อน

5.ทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ เนื่องจากระบบน้ำหมุนเวียนในระบบเป็นระบบเปิดน้ำระเหยตลอดเวลาผิวด้านในของอุปกรณ์ควบแน่นจึงมักมีตะกรันและสิ่งสกปรกเป็นผลให้อุณหภูมิควบแน่นสูงขึ้นฉะนั้นต้องทำความสะอาดมากน้อยตามความจำเป็น

6.ทำความสะอาดหอผึ่งน้ำ เพื่อทำให้ผิวระบายความร้อนสะอาดรวมถึงหัวกระจายน้ำ

7.จัดให้มีการบำบัดคุณภาพน้ำในระบบน้ำหล่อเย็น ความสกปรกในระบบจะลดความสามารถในการถ่ายเทความร้อน

8. พัดลมทุกตัวจะต้องทำากรหล่อลื่น โดยการอัดจารบี หรือหยอดน้ำมันอย่างสม่ำเสมอตามระยะเวลา

9.พัดลมที่ขับด้วยสายพานจะต้องตรวจตราความตึงของสายพานให้เหมาะเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ตรวจสอบการรั่วของท่อน้ำเย็นและซ่อมแซมฉนวนท่อน้ำรวมทั้งแก้ไขการรั่วของน้ำเย็นที่อุปกรณ์ต่าง ๆ เครื่องสูบน้ำแบบห้อยโข่งที่ใช้ Packing Seal จะต้องให้มีน้ำซึมบ้างแต่ไม่ควรให้รั่วมากเกินไป

11.ตรวจสอบการรั่วของท่อลมที่เกิดขึ้น รวมถึงการซ่อมแซมฉนวนท่อลมที่ฉีกขาด

12.ตรวจสอบหน้าต่างและประตูด้านนอกอาคารว่ามีรูรั่วทำให้อากาศร้อยภายนอกเข้าสู่อาคารหรือไม่

2.4 ทฤษฎีด้านไฟฟ้าแสงสว่าง แนวทางและวิธีการประหยัดพลังงาน

2.4.1 มาตรการที่ไม่ต้องมีการลงทุน

1.สำรวจลักษณะการทำงาน และเลือก ความเข้มแสงให้เหมาะสมกับงาน

2.ทำความสะอาดโคมไฟและหลอดตัวอย่างสม่ำเสมอเพื่อที่จะสามารถให้แสงสว่างได้เต็มที่

3. ผนังและเฟอร์นิเจอร์ควรใช้สีนวลเพื่อช่วยสะท้อนแสงให้ดูสว่างขึ้น

4. ปิดไฟช่วยเวลาระหว่าง 12.00-13.00 น. ซึ่งเป็นเวลาการหยุดพักเพื่อรับประทานอาหารกลางวัน จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าลงได้

5. ปิดไฟทุกครั้งเมื่อไม่ต้องการใช้แม้ว่าจะเป็นช่วงที่ไม่ต้องการใช้ในระยะเวลาสั้น ๆ

2.4.2 มาตรการที่มีการลงทุน

1. ใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูงคือให้ปริมาณแสงสว่าง (lumens) มากแต่ใช้กำลังไฟฟ้า (Watts) ต่ำ เช่นหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) ชนิดประหยัดพลังงาน 18 วัตต์ และ 36 วัตต์ หลอดไอโซเดียมความดันสูง (High pressure sodium lamp) หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น

2. ใช้ระบบควบคุมปิด-เปิดไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบควบคุมปิด-เปิดไฟฟ้าแสงสว่างอาจมีทั้งแบบใช้มือ (Manual) หรือแบบอัตโนมัติ ซึ่งมักจะประกอบด้วยตัว sensor ชุดควบคุม (light controller) และอุปกรณ์แสงสว่าง โดยหลักการทำงานคร่าว ๆ คือ ชุดควบคุมรับสัญญาณจากตัว sensor เช่นตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว แล้วนำมาประมวลผล และส่งสัญญาณสั่งการไปเปิด-ปิด หรือหรี่แสงอุปกรณ์แสงสว่าง

การควบคุมแสงสว่างที่ดีนอกจากจะช่วยลดพลังงานสูญเสียในระบบแสงสว่างแล้วยังต้องรักษาคุณภาพของแสงให้ดีเหมือนเดิมหรือดียิ่งขึ้น ตรงตามที่มาตรฐานกำหนดอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การลดแสงสว่างที่เกินจำเป็น (Overlight Compensation)

วิธีที่ง่ายที่สุดในการลดความสว่างคือการปลดหลอดไฟ เช่นในจุดที่มีแสงสว่างมากเกินความจำเป็น ก็สามารถปลดหลอดไฟ 2 หลอดจากโคมไฟที่มี 4 หลอด ซึ่งจะช่วยลดพลังงานได้ 50 % แต่ก็ควรคำนึงถึงคุณภาพของแสง และผลกระทบทางจิตวิทยาที่มีต่อคนทำงานในบริเวณนั้น เนื่องจากการลดความสว่างทันทีทันใด 50 % จะมีผลกระทบต่อการปรับสายตา สุขภาพตา และความรู้สึก ดังนั้นการลดความสว่างส่วนเกินที่เหมาะสม คือใช้อุปกรณ์หรี่แสง (Dimmer) โดยค่อยๆลดเป็นระดับ Dimmerที่ใช้สำหรับหลอดไส้ ในห้องประชุมสัมมนา สมัยก่อนใช้ Transductor ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำ ปัจจุบันนิยมใช้ Dimmer ระบบอิเลคทรอนิกส์อาจจะเป็น SCR หรือ Triac ก็ได้ ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพสูง ราคาถูก หาซื้อได้ง่าย ส่วน Dimmer ที่ใช้สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะต้องใช้บัลลาสต์ ซึ่งมีราคาแพงและหาซื้อได้ยากกว่า

2.2 การควบคุมความสว่างจากส่วนชดเชย Light Loss Factor : LLF (LLF Compensation)

โดยทั่วไปหลอดไฟใหม่จะมีความสว่างสูงเกินความจำเป็น เพื่อชดเชยแสงที่ลดลงเนื่องจากการเสื่อมเมื่อใช้ไปนานๆ ดังนั้นจากคุณสมบัติดังกล่าว เราสามารถประหยัดพลังงาน โดยหรี่แสงให้มีความสว่างในระดับที่พอเหมาะในช่วงเริ่มต้น โดยพลังงานที่จะประหยัดได้จะลดลงเมื่ออายุการใช้งานหลอดนานขึ้น ในกรณีนี้สามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 20 %

2.3 การใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อเปิด-ปิดไฟแสงสว่าง (Room Utilization)

เทคนิคนี้ช่วยประหยัดพลังงานโดยการใช้แสงสว่างเมื่อจำเป็นเท่านั้น โดยตัวจับการเคลื่อนไหว ชนิดอัลตร้าโซนิก หรือชนิด พาสซีฟอินฟาเรด จะส่งสัญญาณให้ตัวควบคุมไปสั่งให้เปิดไฟโดย

อัตโนมัติ เมื่อมีการเคลื่อนไหวในบริเวณตรวจจับการเคลื่อนไหว และถ้าตรวจจับได้ว่าไม่มีการเคลื่อนไหว แสงสว่างภายในบริเวณนั้นก็จะดับ ช่วงกว้างของการตรวจจับการเคลื่อนไหวขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานเช่นตรวจจับบริเวณที่นั่งทำงาน ช่วงกว้างของการตรวจจับจึงไม่กว้างมากนัก

2.4 การใช้แสงธรรมชาติ (Daylight Utilightzation)

หน้าต่างบริเวณกรอบอาคาร (Perimeter Zone) และ Skylight บริเวณภายในอาคาร (Interior Zone) ถูกออกแบบมาเพื่อให้แสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคาร เพื่อลดความต้องการแสงสว่างจากหลอดไฟในช่วงเวลากลางวัน

หลักการทำงานคือ Photo Sensor จะตรวจวัดระดับแสงในบริเวณใช้งาน ถ้ามีแสงธรรมชาติมาก ชุดควบคุมก็จะส่งสัญญาณควบคุมไฟหรี่แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้ลดลงจนกระทั่งได้ความสว่างที่กำหนดไว้ ซึ่งการควบคุมต้องใช้ควบคู่กับบัลลาสต์อิเลคทรอนิคส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานที่จะประหยัดได้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งทิศทางอาคาร พื้นที่หน้าต่าง ชนิดของกระจก และระยะห่างของพื้นที่ทำงานจากหน้าต่าง ในการออกแบบยังต้องพิจารณาถึงความร้อนที่ผ่านเข้ามาด้วย ซึ่งถ้าแสงธรรมชาติมากเกินไปจะทำให้ความร้อนมากจะมีผลทำให้ ระบบปรับอากาศทำงานมากขึ้นดังนั้นจึงต้องออกแบบให้สมดุลย์

2.5 การใช้และติดตั้งอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

2.5.1 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

หลอดไฟฟ้าชนิดใหม่ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp) ซึ่งหมายถึง หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็ก เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ได้มีการพัฒนาเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานและเพื่อแข่งขันกับหลอดไส้ซึ่งใช้กันมาตั้งแต่เดิม มีขนาดกะทัดรัด (Compact) และมีฟลั๊กซ์การส่องสว่างสูง หลอดชนิดนี้เหมาะสมในการให้แสงสว่างโดยทั่วไป มีแสงให้เลือกทั้งที่แสงเหมือนกับหลอดไส้และแสงขาวนวลเหมือนกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ประมาณ 4 เท่า

1.หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน

หลอดชนิดนี้ก็คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ได้รวมเอาบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์อยู่ภายในหลอดประเภทนี้ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ทดแทนหลอดไส้ สามารถนำไปสวมกับขั้วหลอดไส้ชนิดเกลียวได้ทันที โดยไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ใด ๆ เลย ลักษณะของหลอดภายในเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กเป็นรูปตัวยู มีเปลือกเป็นโคมทรงกระบอก ชุดบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ของหลอดชนิดนี้ปิดผนึกรวมกันอยู่ในชิ้นส่วนเดียวกันกับตัวหลอด ข้อเสียของหลอดหากเกิดการชำรุดเสียหายขึ้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่งก็จะใช้ไม่ได้อีกต่อไป ตัวอย่างหลอดประเภทนี้ได้แก่ หลอด SL , PLE T

2.หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอก

หลักการใช้ เช่นเดียวกับหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน แต่แตกต่างกันที่หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอกสามารถเปลี่ยนหลอดได้เมื่อหลอดชำรุด หลอดมีลักษณะงอโค้งเป็นรูปตัวยู มีขั้วหลอดซึ่งภายในจะมีสตาร์ทเตอร์ ในการติดตั้งใช้งานจะต้องมีขาเสียบเพื่อให้ใช้กับบัลลาสต์ที่แยกออก ตัวอย่างเช่น หลอดตะเกียบและหลอด PL

2.5.2 บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง

บัลลาสต์เป็นชื่อที่ใช้เรียกอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมแหล่งจ่ายพลังงานให้แก่หลอดไฟฟ้า ในยุคเริ่มแรกที่ผลิตบัลลาสต์มาใช้ "บัลลาสต์" หมายถึงตัวเหนี่ยวนำที่สะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงาน ซึ่งเรามักเรียกว่าบัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็ก ในรุ่นใหม่ที่ทันสมัยมากขึ้นบัลลาสต์ถูกนำมาใช้เป็นวงจรขับดันที่สมบูรณ์แบบทั้งชุด เรามักเรียกว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถอธิบายหลักการทำงานของบัลลาสต์ทั้ง 2 ชนิดได้ดังนี้

1.บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็ก

บัลลาสต์ชนิดนี้เป็นบัลลาสต์ทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรสตาร์ทสำหรับหลอดไฟฟ้า

เมื่อเริ่มป้อนไฟฟ้าให้กับวงจร ตัวสวิตช์เมทัลในสตาร์ทเตอร์จะอยู่ในตำแหน่งปิด เมื่อกระแสไหลผ่านไส้หลอดโดยผ่านทางสวิตช์ไบเมทัล ซึ่งจะทำให้ไส้หลอดปล่อยอิออนเข้าสู่หลอดในที่สุดเมื่อสวิตช์ไบเมทัลร้อนมากขึ้นและเปิดวงจร ตัวเหนี่ยวนำก็จะพยายามที่จะรักษาระดับของกระแสไฟฟ้าที่ไหล และกำเนิดแรงดันสูงตกคร่อมหลอด และผลจากการที่มีอิออนออกมาอย่างต่อเนื่องหลอดก็จะสไตร์ค (strike)

ทันทีที่เกิด การดิสชาร์จขึ้นแรงดันตกคร่อมหลอดก็จะลดต่ำกว่าค่าแรงดันต้นทาง (Main) ค่าความแตกต่างระหว่างแรงดันตกคร่อมหลอดกับแรงดันต้นทางก็คือ แรงดันที่ตกคล่อมตัวเหนี่ยวนำ ดังนั้นตัวเหนี่ยวนำในขณะนี้ก็จะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณกระแสที่ไหลในวงจร ในทางทฤษฎีเราจะคิดว่ามีค่าความสูญเสียพลังงานต่ำมาก

เนื่องจากโหลดที่ต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าในขณะนี้มีสภาวะเป็นตัวเหนี่ยวนำ ดังนั้นจึงทำให้ค่าตัวประกอบกำลังต่ำมาก จึงจำเป็นต้องใช้ตัวเก็บประจุในการแก้ค่าตัวประกอบกำลัง

ในขณะที่หลอดอยู่ในสภาวะคงที่ รูปคลื่นสัญญาณที่หลอดและกระแสที่ไหลผ่านหลอดมีรูปทรงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักที่ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า แต่เมื่อต่อตัวเก็บประจุแล้วรูปคลื่นสัญญาณกระแสจะถูกปรับให้ลดลง (% THD > 25%)

บัลลาสต์ชนิดนี้เป็นที่นิยมกันแพร่หลาย มีทั้งแบบที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอด Gas Discharge ตามธรรมชาติของขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก เมื่อผ่านกระแสไฟแกนเหล็กจะเกิดการอิ่มตัวทำให้มีกำลังสูญเสียขึ้นเรียกว่า Ballast Losses

บัลลาสต์ชนิดขดลวดสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นแบบ Induction (ค่า Power Factor ของบัลลาสต์ชนิดนี้มีค่าประมาณ 0.5)

2. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์ชนิดนี้จะมีชุดขับดันอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอด เรียกว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง วงจรสมบูรณ์แบบที่สร้างสภาวะการสตาร์ท และการทำงานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมให้กับหลอด บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์นี้สามารถขับดันหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ตั้งแต่ 1 - 4 หลอด สัญญาณกระแสไฟฟ้า AC จากแหล่งจ่ายจะถูกเรียงกระแส และกรองเพื่อที่จะเปลี่ยนเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า DC สำหรับวงจรสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ตัวกำเนิดความถี่ และการสตาร์ท อย่างไรก็ตามก็เป็นเพียงส่วนหนึ่งในหลายๆ วงจร ซึ่งบางวงจรอาจจะใช้หม้อแปลงแรงดันด้านขาออกเป็นตัวควบคุมการสตาร์ท และการทำงานบางวงจรอาจจะใช้ได้กับหลอดเดี่ยว 3 หลอด หรือ 4 หลอด อย่างไรก็ตามมาตรฐาน IEC 929 แนะนำให้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ควรมีความถี่ไม่ต่ำกว่า 25 kHz เพื่อป้องกันการรบกวนของความถี่เสียง และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่างของฟลอดฟลูออเรสเซนต์

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์โดยทั่วไปแล้วจะมีค่าตัวประกอบกำลังต่ำจึงต้องใช้อุปกรณ์ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง อุปกรณ์ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังจะถูกต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ปรับปรุงตัวประกอบกำลังถูกออกแบบให้อยู่ในรูปขดลวดเหนี่ยวนำหรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ก็ได้ ในขณะที่อุปกรณ์ปรับปรุงตัวประกอบกำลังชนิดวงจรอิเล็กทรอนิกส์มักจะประกอบเข้าเป็นส่วนหนึ่งของบัลลาสต์ อุปกรณ์ปรับปรุงตัวประกอบชนิดขดลวดเหนี่ยวนำมักจะถูกแยกออกจากตัวบัลลาสต์ ส่วนบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent) ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ปรับปรุงตัวประกอบกำลัง

2.6 การใช้ความร้อนในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.1 การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับหม้อไอน้ำ สามารถแบ่งได้ 2 แบบคือ

2.6.1 ก <u>การปรับปรุงคุณภาพน้ำภายนอกหรือขั้นตอนแรก (External Treatment or Primary Treatment)</u>

น้ำที่เติมเข้าหม้อไอน้ำจะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพให้ได้ตามค่ากำหนดก่อน มิฉะนั้นจะทำให้เกิดปัญหาการสร้างตระกรันและกัดกร่อนได้ การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของสิ่งเจือปนในน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็น. เพื่อหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้ตามต้องการ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.การตกตะกอนเป็นการปล่อยสารแขวนลอยให้ตกตะกอนเองซึ่งสามารถทำให้น้ำใสได้

2.การจับตะกอนเป็นก้อนคือ ในกรณีที่ใช้การตกตะกอนแล้วยังไม่หมดยังมีความขุ่นอยู่จะใช้สารเคมีช่วย ได้แก่สารส้ม เป็นต้น สารส้มเมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นสารที่อยู่ในลักษณะประจุไฟบวก และจะทำปฏิกริยากับสารแขวนลอยในน้ำ ซึ่งมีประจุไฟลบรวมตัวกันเกิดตะกอนที่มีน้ำหนัก ตะกอนจะตกลงก้นถัง

3.การใส่ปูนขาวและโซดาแอซ เป็นวิธีกำจัดความกระด้าง โดยใช้ปูนขาวละลายน้ำก่อนแล้วเติมลงไปในถังเก็บน้ำ จะทำให้ความกระด้างชั่วคราวตกตะกอนหมด ส่วนความกระด้างถาวรจะต้องเติมโซดาแอซเข้าไป จึงจะตกตะกอน

4.การกรองคือการกรองสิ่งเจือปนต่าง ๆเช่นสารแขวนลอยและความขุ่นเป็นต้น นอกจากนี้ยังกรองสารที่ตกตะกอนและสารแขวนลอยที่เกิดจากปฏิกริยาของการได้จับตัวเป็นก้อน และเติมปูนขาวและโซดาแอซด้วย

2.6.1 ข <u>การปรับปรุงคุณภาพน้ำ</u>

เป็นการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่มีสารอื่นเจือปน ในลักษณะสารละลายภายหลังจากการได้ผ่านการจัดแต่งคุณภาพน้ำวิธีการแบ่งได้หลายวิธีตามสภาพน้ำดังนี้

1.การแลกเปลี่ยนประจุ วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยน้ำจะผ่านสารกรองชนิดหนึ่งแล้วจะทำการแลกเปลี่ยนประจุกับแร่ธาตุในน้ำ สารกรองนี้มีชื่อว่า Ion Exchange Resin สารกรองนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่คือ

Cation Exchange Resin เป็นสารกรองที่กำจัดสารที่มีประจุบวกในน้ำ

Anion Exchange Resin เป็นสารกรองที่กำจัดสารที่มีประจุลบในน้ำ

2.การกำจัดก๊าซการละลายน้ำเป็นการกำจัดอ๊อกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำหม้อไอน้ำมีทางเปิดสู่บรรยากาศภายนอกหลายทางทำให้มีการถ่ายเทอ๊อกซิเจนจากอากาศให้กับน้ำอยู่เสมอ

2.6.2 การบำรุงรักษาและเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

จุดมุ่งหมายไม่เพียงแต่การยืดอายุการใช้งานหรือการคงสภาพและประสิทธิภาพเท่านั้นแต่ยังมีความหมายรวมไปถึงความปลอดภัยและป้องกันอันตรายอันอาจจะเกิดขึ้นในการใช้หม้อไอน้ำตลอดเวลา การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำอย่างถูกต้องและดีพอย่อมจะทำให้การใช้งานหม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพทดทานและปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบำรุงรักษาแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้ ซึ่งจะเริ่มต้นตั้งแต่น้ำมันเชื้อเพลิงหรือเชื้อเพลิงอย่างอื่น ระบบสั่งจ่ายเชื้อเพลิง ระบบควบคุมส่วนผสมเชื้อเพลิงกับอากาศ ห้องเผาไหม้ สุดท้ายที่ปล่องทางออกของก๊าซร้อน

2. ส่วนที่เกี่ยวข้องกับน้ำจะเริ่มต้นจากน้ำดิบที่จะป้อนให้กับหม้อไอน้ำ อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพน้ำ เครื่องอุ่นน้ำและการกำจัดอ๊อกซิเจน ปั๊มน้ำหม้อน้ำ ระบบควบคุมระบบน้ำ ระบบควบคุมความดันไอน้ำ

นอกจากนั้นยังมีส่วนย่อย ที่รวมไปถึงส่วนระบบอุปกรณ์ เพื่อความปลอดภัยของหม้อไอน้ำซึ่งส่วนนี้มีความสำคัญมาก ถ้าขาดการบำรุงรักษาจะก่อผลให้เกิดอันตรายและเสียหายอย่างมาก

การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำไม่ว่าจะส่วนใดก็ตามควรจะได้มีการวางแผน เพราะการวางแผนที่ดีจะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมและหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้นทุกเวลา และสามารถทำให้หม้อไอน้ำทำงานได้อย่างปกติ การบำรุงรักษาควรกำหนดในเวลาที่แน่นอนและปฏิบัติเป็นประจำอาจกำหนดเวลาเป็นการบำรุงรักษาประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน ประจำ 6 เดือน ประจำปี ขึ้นอยู่กับการวางแผนบำรุงรักษาและปฏิบัติส่วนใดของหม้อน้ำ

การวางแผนเกี่ยวกับการบำรุงรักษาหม้อไอน้ำควรจะทำตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดของหม้อไอน้ำให้ถี่ถ้วนจากหนังสือคู่มือ

2. แยกชิ้นส่วน ทำรายการว่าส่วนนั้นจะต้องดูแล บำรุงรักษาในช่วงเวลาตามคำแนะนำของผู้ผลิตหม้อไอน้ำ

3. ทำแบบฟอร์มการบำรุงรักษาหม้อไอน้ำและกรอกรายละเอียดตามข้อ 2

นอกจากวางแผนบำรุงรักษาแล้วควรจะมีการจดบันทึกประจำวัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการบำรุงรักษาประจำวัน ต้องทำแบบฟอร์มตารางออกมาว่าวันหนึ่ง ๆจะต้องการข้อมูลอะไรเก็บไว้บ้างเพื่อเป็นแนวทางในการดูว่าหม้อไอน้ำทำงานปกติหรือไม่

การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำที่ดีจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพอาจทำได้ทั้งการเผาไหม้และด้านเกี่ยวกับน้ำ

การเพิ่มประสิทธิภาพการเพิ่มการเผาไหม้คือ การปฏิบัติการควบคุมการเผาไหม้ให้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำทางด้านเกี่ยวกับน้ำก็เช่นเดียวกับน้ำดิบ ที่จะป้อนเข้าหม้อไอน้ำควรได้รับการปรับปรุงคุณภาพให้อยู่ในตามเกณฑ์มาตรฐานของหม้อไอน้ำนั้น

การบำรุงรักษาและเพิ่มประสิทธิภาพจะเป็นสิ่งที่ควบคู่กันเสมอเช่นเดียวกับการประหยัด ก็ต้องคำนึงถึงผลเสียหายอื่น ๆที่จะเกิดตามมาจะประหยัดมากที่สุดของการใช้หม้อไอน้ำ คือจุดที่สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยที่สุดและมีประสิทธิภาพมากสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อาคารกรณีศึกษา (CASE STUDY)

3.1 ลักษณะทั่วไปทางสถาปัตยกรรมของอาคารกรณีศึกษา

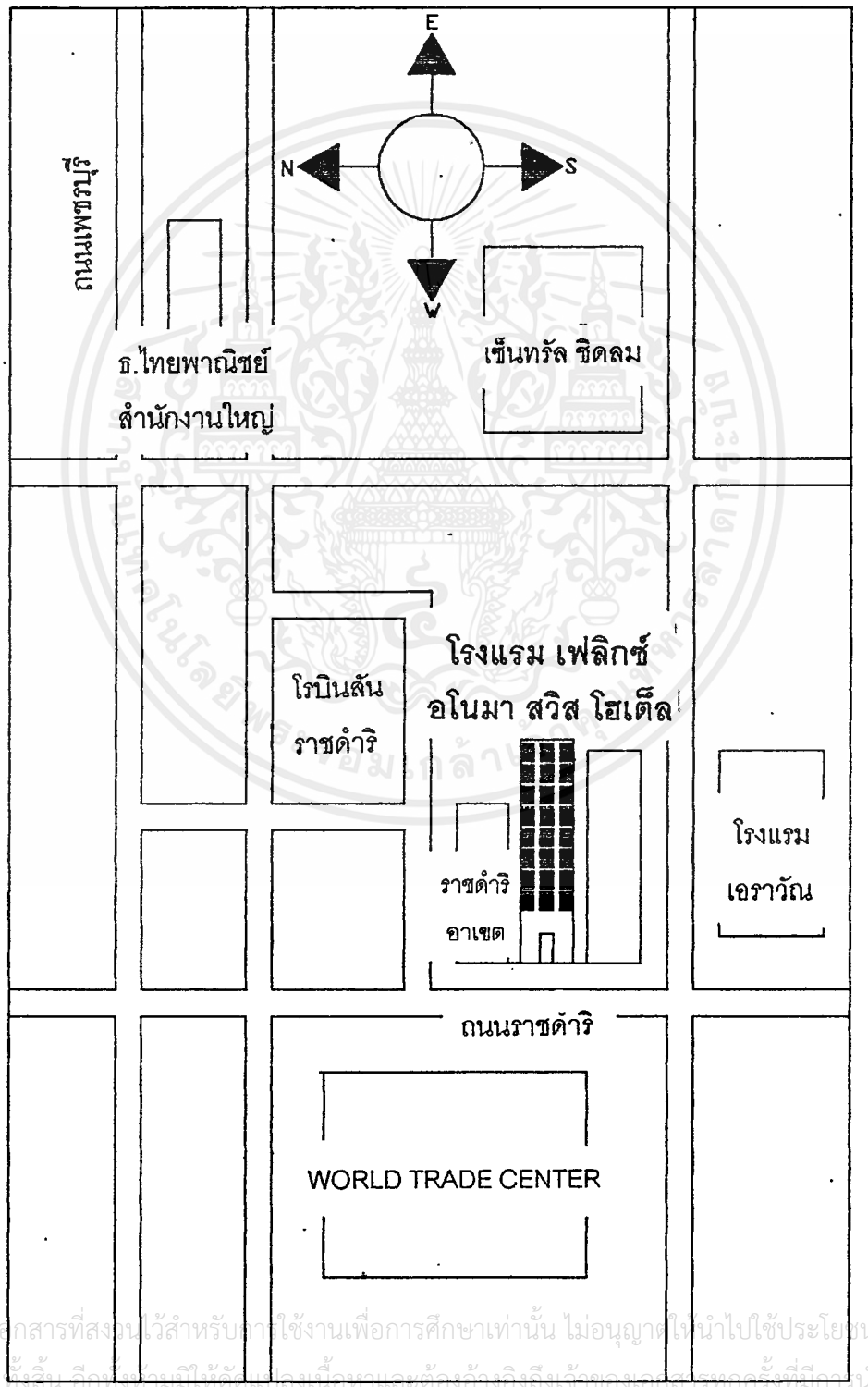
โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล ตั้งอยู่เลขที่ 99 ถนนราชดำริ แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร เริ่มเปิดดำเนินการตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ.2534 เป็นอาคารประเภทโรงแรมโดยมีเวลาทำงานของอาคาร 24 ชั่วโมง/วัน และ 365 วัน/ปี และห้องที่จำหน่ายต่อเดือนคิดเป็นร้อยละ 62.19 พื้นที่รวม 29,176 ตารางเมตร โดยมีพื้นที่ปรับอากาศ 24,022 ตารางเมตร และพื้นที่จอดรถ 4,824 ตารางเมตร

โครงสร้างของโรงแรมเป็นระบบเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ส่วนวัสดุ FINISHING ของอาคารส่วนใหญ่เป็นวัสดุทนไฟ มีระบบป้องกันอัคคีภัย ทั้งระบบท่อสูบน้ำดับเพลิงและระบบท่อโปรยน้ำ ระบบสุขาภิบาล ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบติดต่อสื่อสารรวมถึงระบบอื่น ๆ อีกครบครันสำหรับอาคารสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 แผนผังที่ตั้งและทิศทางของอาคาร

รูปที่ 3.1
แสดงแผนผังที่ตั้งและทิศทางอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของกรอบอาคาร

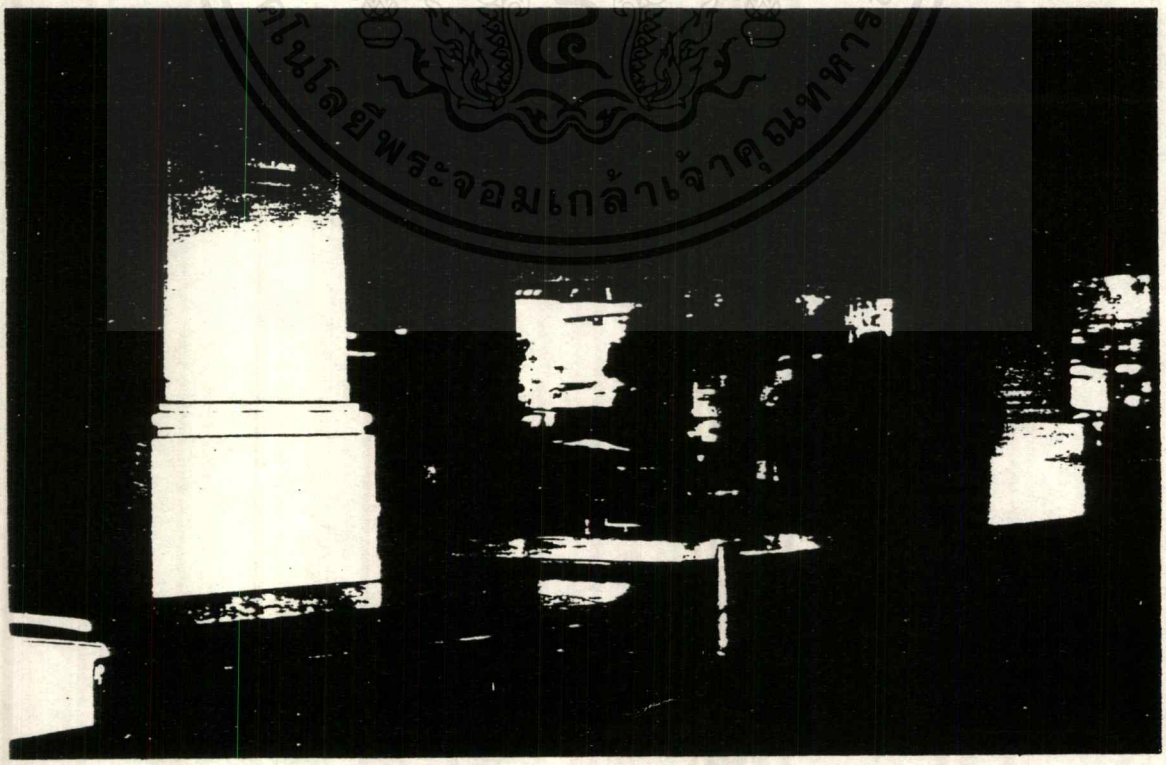
กรอบอาคารของโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ลจะสามารถแยกรายละเอียดด้านสถาปัตยกรรมได้หลายลักษณะได้แก่ ลักษณะทั่วไป ชนิดของวัสดุ สีของวัสดุ ขนาดโครงสร้างของวัสดุ เป็นต้น โดยจะบอกรายละเอียดของกรอบอาคารของโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล ออกเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้

1. ผนังทึบ (OPAQUE WALL)
2. ผนังโปร่งแสง (TRANSPARENT WALL)
3. หลังคา (ROOF)

ลักษณะอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล ที่ตั้งอาคารด้านต่าง ๆ

รูปที่ 3.2

แสดงทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังทึบ (Opaque wall) มีลักษณะของวัสดุเป็นผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ผนังโปร่งแสง (Transparent wall) มีลักษณะเป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.012 เมตร

หลังคา (Roof wall)มีลักษณะ 4 ลักษณะ คือ

ลักษณะที่ 1 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.700 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.100 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 2.500 เมตร

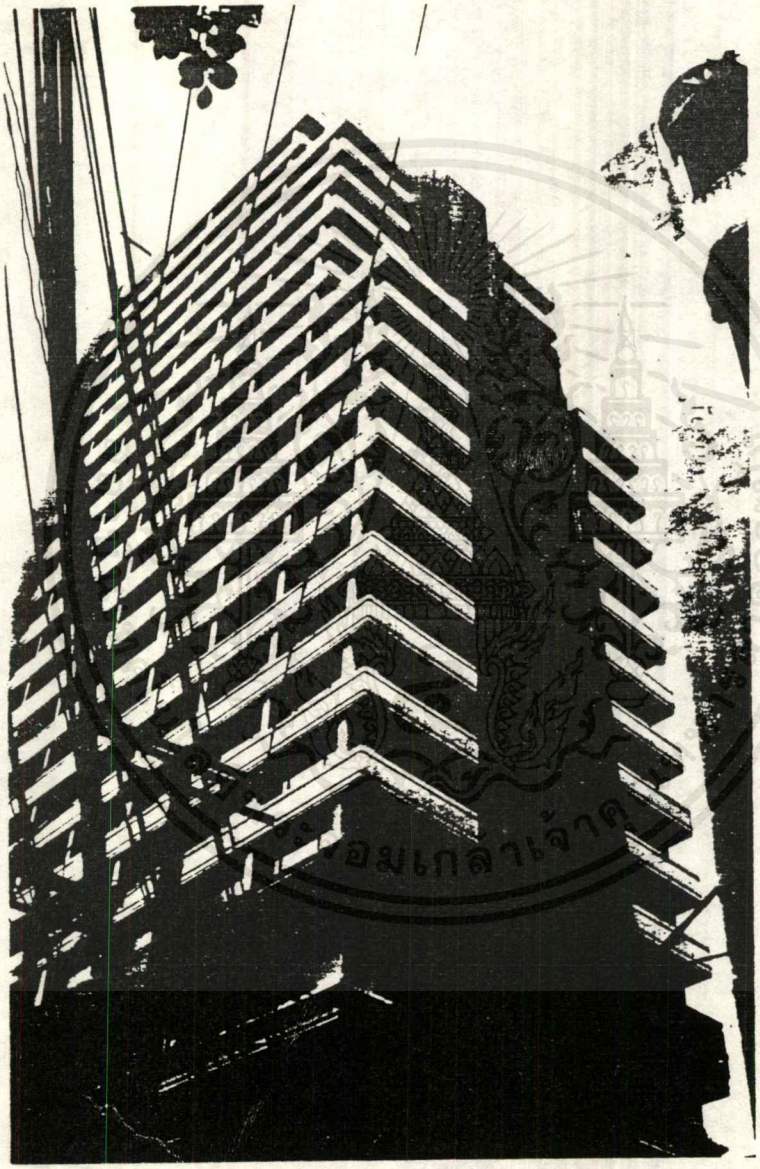
ลักษณะที่ 3 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.500 เมตร

ลักษณะที่ 4 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 1.350 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3

แสดงทิศตะวันออก ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



ผนังทึบ (Opaque wall) มีลักษณะของวัสดุผนัง 10 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นเสาคอนกรีตหนา 0.500 เมตร และก่ออิฐ ระหว่างกลางกักอากาศด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านหนึ่งฉาบปูนเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะที่ 2 เป็นเสาคอนกรีตหนา 1.000 เมตร ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

ลักษณะที่ 3 เป็นเสาคอนกรีตหนา 0.500 เมตร ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

ลักษณะที่ 4 เป็นเสาคอนกรีตหนา 0.800 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 5 เป็นผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 6 เป็นผนังก่ออิฐเต็มแผ่น ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 7 เป็นคานคอนกรีต หนา 0.400 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 8 เป็นคานคอนกรีต หนา 0.400 เมตร ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

ลักษณะที่ 9 เป็นคานคอนกรีต หนา 0.800 เมตร ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

ลักษณะที่ 10 เป็นประตูไม้ หนา 0.400 เมตร

ผนังโปร่งแสง (Trasparent wall) มี 3 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.006 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.012 เมตร

ลักษณะที่ 3 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.010 เมตร 2 ชั้น ระหว่างกลางกักอากาศ

หลังคา (Roof wall) มี 4 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.700 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.100 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 2.500 เมตร

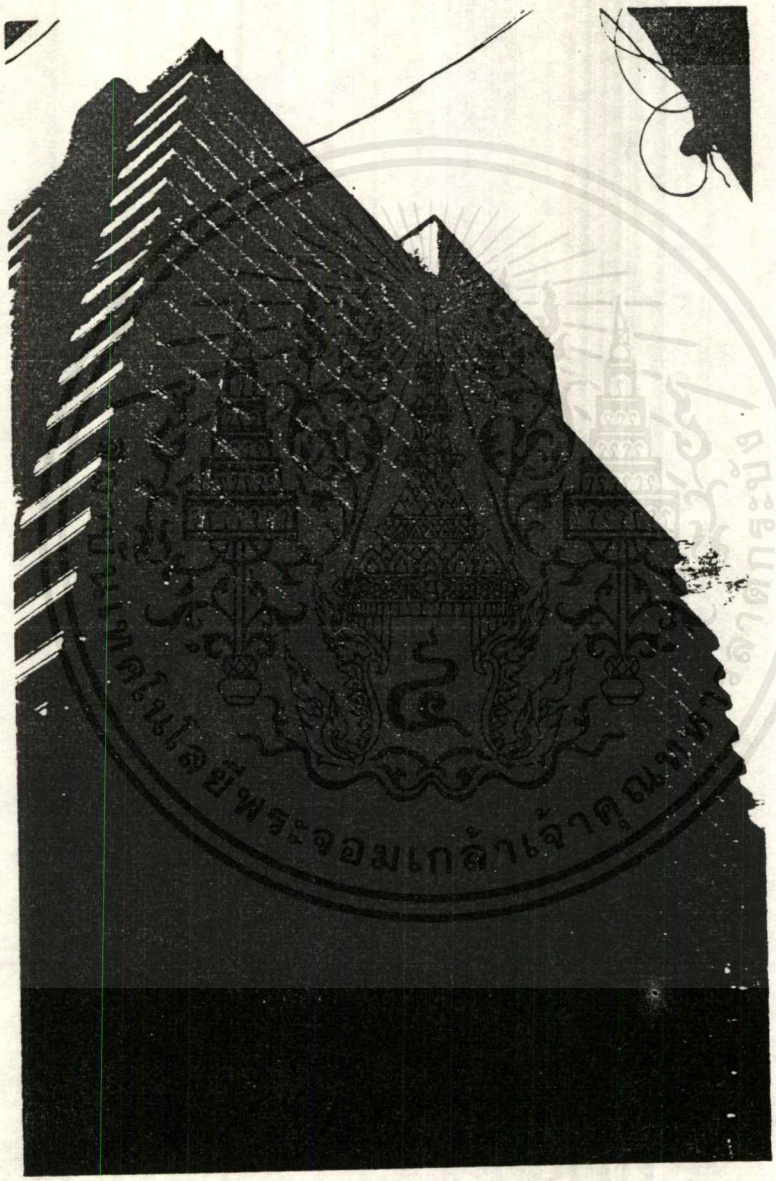
ลักษณะที่ 3 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.500 เมตร

ลักษณะที่ 4 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 1.350 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4

แสดงทิศใต้ ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังทึบ (Opaque wall) มีลักษณะของวัสดุผนัง 9 ลักษณะ คือ

ลักษณะที่ 1 เป็นเสาคอนกรีต หนา 1.000 เมตร ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

ลักษณะที่ 2 เป็นเสาคอนกรีต หนา 0.300 เมตร ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

ลักษณะที่ 3 เป็นผนังอิฐครึ่งแผ่น ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 4 เป็นผนังอิฐเต็มแผ่น ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 5 เป็นคานคอนกรีต หนา 0.300 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 6 เป็นเสาคอนกรีต หนา 1.000 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 7 เป็นผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น 2 ชั้น ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.600 เมตร

ลักษณะที่ 8 เป็นเสาคอนกรีต หนา 0.8000 เมตรและอิฐ ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 9 เป็นผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น 2 ชั้น ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.250 เมตร

ผนังโปร่งแสง (Trasparent wall) มี 3 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.006 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.012 เมตร

ลักษณะที่ 3 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.010 เมตร 2 ชั้น ระหว่างกลางกักอากาศ

หลังคา (Roof wall) มี 4 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.700 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.100 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 2.500 เมตร

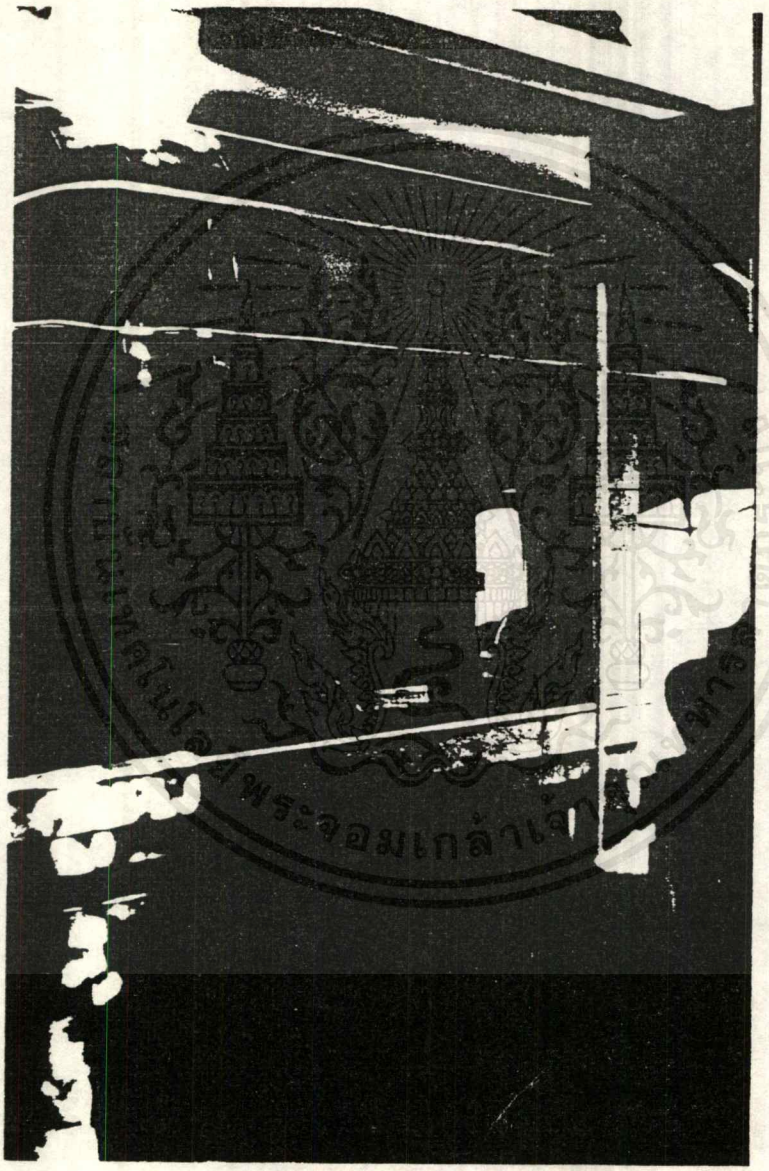
ลักษณะที่ 3 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.500 เมตร

ลักษณะที่ 4 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 1.350 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5

แสดงทิศตะวันตกเฉียงใต้ ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังทึบ (Opaque wall) มีลักษณะของวัสดุผนังเป็นผนังอิฐครึ่งแผ่น ด้านหนึ่งเป็นหินล้างอีกด้านฉาบปูนเรียบ

ผนังโปร่งแสง (Trasparent wall) มี 2 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.006 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.010 เมตร

หลังคา (Roof wall) มี 4 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.700 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.100 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 2.500 เมตร

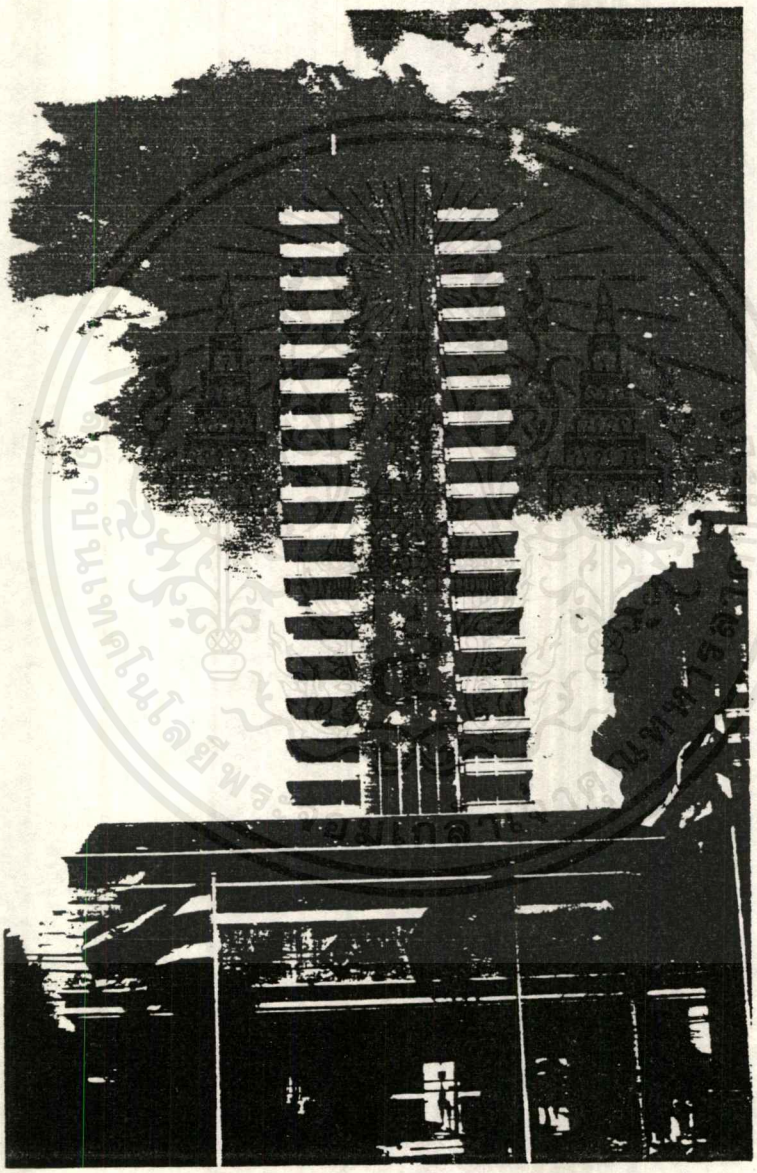
ลักษณะที่ 3 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.500 เมตร

ลักษณะที่ 4 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 1.350 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6

แสดงทิศตะวันตก ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังทึบ (Opaque wall) มีลักษณะของวัสดุผนัง 4 ลักษณะ คือ

ลักษณะที่ 1 เป็นผนังอิฐครึ่งแผ่น ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 2 เป็นผนังอิฐเต็มแผ่น ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 3 เป็นเสาคอนกรีต หนา 0.800 เมตร และก่ออิฐ ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 4 เป็นเสาคอนกรีต หนา 0.500 เมตร และก่ออิฐ ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.400 เมตร

ผนังโปร่งแสง (Trasparent wall) มี 3 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.006 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.010 เมตร

ลักษณะที่ 3 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.012 เมตร

หลังคา (Roof wall) มี 4 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.700 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.100 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 2.500 เมตร

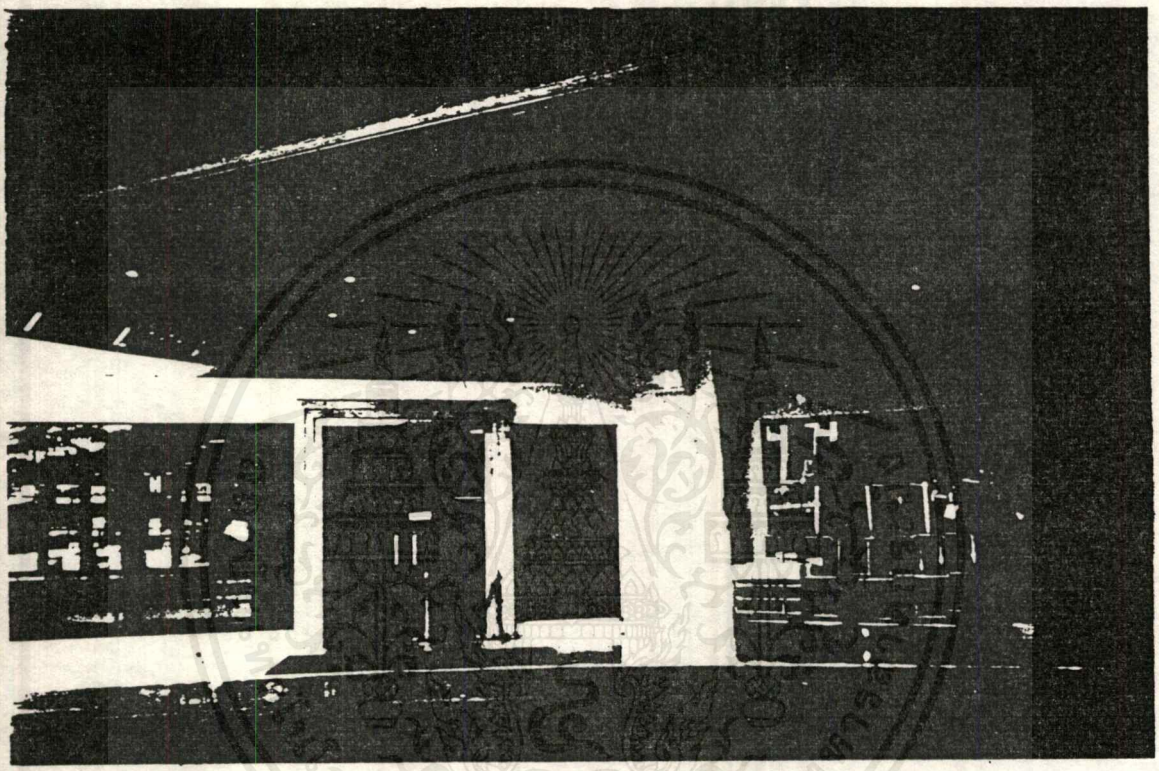
ลักษณะที่ 3 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดาน เป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.500 เมตร

ลักษณะที่ 4 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 1.350 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7

แสดงทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



ผนังทึบ (Opaque wall) มีลักษณะเป็นผนังอิฐครึ่งแผ่นด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ผนังโปร่งแสง (Trasparent wall) มี 2 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.006 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.012 เมตร

หลังคา (Roof wall) มี 4 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.700 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.100 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

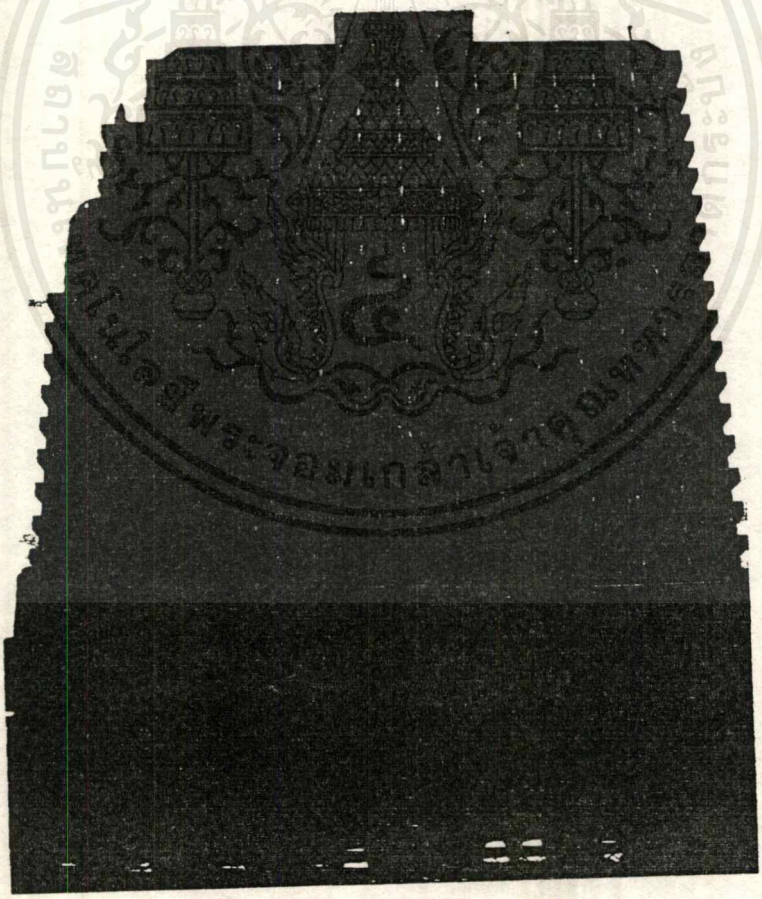
หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 2.500 เมตร

ลักษณะที่ 3 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.500 เมตร

ลักษณะที่ 4 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 1.350 เมตร

รูปที่ 3.8

แสดงทิศเหนือ ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังทึบ (Opaque wall) มีลักษณะของวัสดุผนัง 14 ลักษณะ คือ

ลักษณะที่ 1 เป็นเสาคอนกรีต หนา 1.150 เมตร ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

ลักษณะที่ 2 เป็นเสาคอนกรีต หนา 0.500 เมตร ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน

ลักษณะที่ 3 เป็นเสาคอนกรีต หนา 0.500 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 4 เป็นเสาคอนกรีต หนา 1.000 เมตร และก่ออิฐด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 5 เป็นเสาก่ออิฐ ครึ่งแผ่น 2 ชั้น ระหว่างกลางกักอากาศ ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 6 เป็นผนังอิฐ ครึ่งแผ่น ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 7 เป็นผนังอิฐ เต็มแผ่น ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 8 เป็นเสาคอนกรีต หนา 0.300 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 9 เป็นเสาคอนกรีต หนา 0.400 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 10 เป็นเสาคอนกรีต หนา 1.000 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 11 เป็นผนังก่ออิฐ ครึ่งแผ่น 2 ชั้น ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.600 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 12 เป็นเสาคอนกรีตหนา 0.800 เมตร และก่ออิฐ ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.250 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 13 เป็นผนังก่ออิฐ ครึ่งแผ่น 2 ชั้น ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.250 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ลักษณะที่ 14 เป็นเสาคอนกรีต หนา 0.500 เมตร ด้านหนึ่งเป็นหินล้าง อีกด้านฉาบปูนเรียบ

ผนังโปร่งแสง (Trasparent wall) มี 3 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.006 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.012 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะที่ 3 เป็นผนังกระจกโฟลทใส (Clear float glass) หนา 0.010 เมตร หลังคา (Roof wall) มี 4 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.700 เมตร

ลักษณะที่ 2 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.100 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 2.500 เมตร

ลักษณะที่ 3 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 0.500 เมตร

ลักษณะที่ 4 เป็นหลังคาคอนกรีต หนา 0.200 เมตร ฝ้าเพดานเป็นยิบซั่ม หนา 0.009 เมตร ระหว่างกลางกักอากาศ หนา 1.350 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูล

แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร จะดำเนินการสำรวจข้อมูลของโรงแรมทั้งหมดก่อน ได้แก่ข้อมูลทางด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน การใช้พลังงานเชื้อเพลิง การใช้น้ำ การถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร การปรับอากาศ เป็นต้น แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ลักษณะการใช้พลังงานในอาคารต่อปี

เชื้อเพลิง

ชนิด น้ำมันเตา		
ปริมาณ	224,000.00	ลิตร/ปี
ราคา	1,222,608.00	บาท/ปี
ดัชนีการใช้พลังงานความร้อน	8,908.48	GJ/ปี
ชนิด ดีเซล		
ปริมาณ	490.00	ลิตร/ปี
ราคา	5,807.50	บาท/ปี
ดัชนีการใช้พลังงานความร้อน	17.85	GJ/ปี
ชนิด ก๊าซปิโตรเลียมเหลว		
ปริมาณ	83,520.00	ลิตร/ปี
ราคา	892,540.80	บาท/ปี
ดัชนีการใช้พลังงานความร้อน	2,223.30	GJ/ปี

ไฟฟ้า ระหว่างเดือน มกราคม ถึงธันวาคม พ.ศ.2540

ปริมาณ	7,096,000.00	ลิตร/ปี
ราคา	14,056,650.50	บาท/ปี

ความต้องการพลังงานสูงสุด

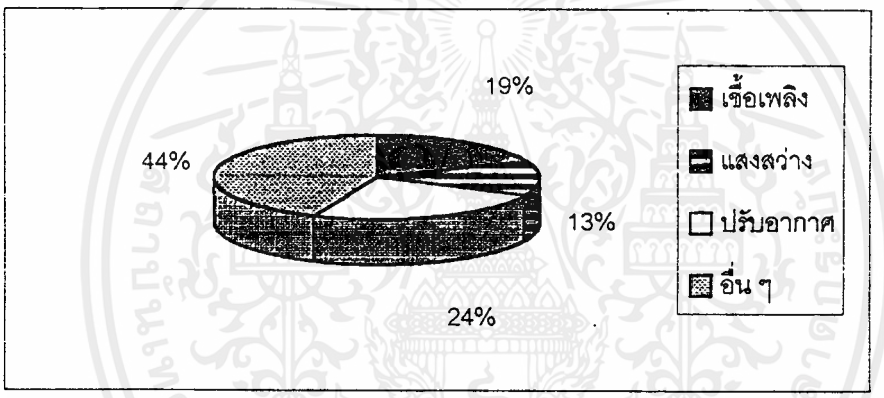
ค่า Peak Demand	1,160.00	kW
ตัวประกอบโหลด (Load Factor)	79.07	เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันไฟฟ้า		12,000/400-230	โวลท์
POWER FACTOR	0.95		
ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า		243.21	kWh/m^2/ปี

รูปที่ 4.1

แสดงสัดส่วนการใช้พลังงาน ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



จากการตรวจวัดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร สามารถแบ่งภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ดังนี้

ระบบปรับอากาศ	ใช้ไฟฟ้าประมาณ	60.01 %
ระบบแสงสว่าง	ใช้ไฟฟ้าประมาณ	29.98 %
อื่น ๆ	ใช้ไฟฟ้าประมาณ	10.01 %

การใช้น้ำ

ชนิด	น้ำประปา	
ปริมาณ	132,514.00	m^3
ราคา	1,716,442.88	บาท

การถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

ค่า OTTV	48.8	W/m^2 (ไม่เกินมาตรฐาน)
ค่า RTTV (ก่อนการปรับรุง)	40.8	W/m^2 (เกินมาตรฐาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า RTTV (หลังการปรับรุง) 24.7 W/m^2

ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ

ใช้ชนิด Centrifugal chiller จำนวน 2 เครื่อง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

4.1.1การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

ประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศชนิดและขนาดต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 4.1

ตารางแสดงการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ลำดับ	ประเภทเครื่องปรับอากาศ	ขนาดของเครื่องปรับอากาศ (BTU/ชั่วโมง)	จำนวน (เครื่อง)	รวม
1	CHILLER	5,400,000.00	2	10,800,000.00
2	SPLIT TYPE	9,000.00	2	18,000.00
3	SPLIT TYPE	18,000.00	8	144,000.00
4	SPLIT TYPE	25,800.00	4	103,200.00
5	SPLIT TYPE	26,500.00	8	212,000.00
6	SPLIT TYPE	34,000.00	1	34,000.00
รวม		5,513,300.00	25	11,311,200.00

พื้นที่ปรับอากาศ 29,136.00 m^2

กำลังการติดตั้งต่อพื้นที่ปรับอากาศ 388.22 BTU/ m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบปรับอากาศ

1. Chiller No.1 ขนาด 450 ตัน (คิด load factor ที่ 0.5)

วัดโหลดได้	191 kW	
เวลาทำงาน	24 ชั่วโมง	
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	191 X 24 X 0.5 X 365 = 836,580.00	kWh/ปี

2. Chiller No.2 ขนาด 450 ตัน (คิด load factor ที่ 0.5)

วัดโหลดได้	216 kW	
เวลาทำงาน	24 ชั่วโมง	
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	216 X 24 X 0.5 X 365 = 946,080.00	kWh/ปี

3. ปั๊มน้ำเย็น ขนาด 75 kW

วัดโหลดได้	70.3 kW	
เวลาทำงาน	24 ชั่วโมง	
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	70.3 X 24 X 365 = 367,914.00	kWh/ปี

4. ปั๊มน้ำหล่อเย็น ขนาด 63 kW

วัดโหลดได้	61.5 kW	
เวลาทำงาน	24 ชั่วโมง	
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	61.5 X 24 X 365 = 538,740.00	kWh/ปี

5. หอผึ่งน้ำเย็น ขนาด 15 kW

วัดโหลดได้	18.9 kW	
เวลาทำงาน	24 ชั่วโมง	
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	18.9 X 24 X 365 = 165,564.00	kWh/ปี

ใช้หอผึ่งน้ำเย็น 2 ชุด 165,564.00 X 2 = 331,128.00 kWh/ปี

รวมพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด = 2,960,442.00 kWh/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2

ตารางแสดงการทำงานของ AIR HANDING UNIT (AHU)

ลำดับที่	ขนาด (BTU)	จำนวน (เครื่อง)	โหลดที่วัดได้ (kW)	เวลาทำงาน (ชั่วโมง/วัน)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/ปี)
1	18,840.00	3	1.53	24	40,208.40
2	96,000.00	3	0.67	4	3,328.80
3	72,000.00	3	5.91	8	51,771.60
4	40,000.00	18	0.80	12	63,072.00
5	111,000.00	19	0.78	24	129,823.20
6	120,600.00	4	0.79	8	9,227.20
7	144,000.00	1	3.16	8	9,227.20
8	180,000.00	2	3.24	4	9,460.80
9	240,000.00	6	3.70	12	97,236.00
10	250,000.00	2	3.58	12	31,360.00
11	360,000.00	3	6.23	24	163,724.40
	รวม	64			608,439.60

ตารางที่ 4.3

ตารางแสดงการทำงานของ FAN COIL UNIT (FCU)

ลำดับที่	ขนาด (BTU)	จำนวน (เครื่อง)	โหลดที่วัดได้ (kW)	เวลาทำงาน (ชั่วโมง/วัน)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/ปี)
1	14,000	9	0.095	24	7,489.80
2	20,400	9	0.196	24	15,452.64
3	28,200	11	0.165	16	10,599.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลำดับที่	ขนาด (BTU)	จำนวน (เครื่อง)	โหลดที่วัดได้ (kW)	เวลาทำงาน (ชั่วโมง/วัน)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/ปี)
4	37,200	10	0.190	4	2,774.00
5	44,000	7	0.151	20	7,716.10
6	50;250	16	0.224	7	9,157,12
	รวม	62			53,189.26

ตารางที่ 4.4

ตารางแสดงการใช้งานห้องพักแขก

ลำดับที่	ขนาด (BTU)	จำนวน (เครื่อง)	โหลดที่วัดได้ (kW)	เวลาทำงาน (ชั่วโมง/วัน)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/ปี)
1	12,100	330	0.084	14	88,091.64
2	19,600	90	0.084	14	24,024.99
3	25,500	18	0.212	14	12,126.90
	รวม	438			124,243.53

หมายเหตุ เปอร์เซนต์ของแขก 62.19 %

พลังงานที่ใช้ต่อปีของ AHU 53,189.26+124,243.53 = 177,432.79 kWh/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5

ตารางแสดงการใช้งาน AIR SPLIT TYPE (แบบแยกส่วน)

ลำดับที่	ขนาด (BTU)	จำนวน (เครื่อง)	โหลดที่วัดได้ (kW)	เวลาทำงาน (ชั่วโมง/วัน)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/ปี)
1	9,000	2	0.74	24.0	12,964.80
2	18,000	8	1.56	9.0	40,996.80
3	25,800	4	3.09	3.5	15,789.90
4	26,500	8	2.85	24.0	199,728.00
5	34,000	1	3.02	14.0	15,432.20
	รวม	23			284,911.70

รวมพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPLIT TYPE)

=284,911.70 X 0.8

=227,929.36 kWh/ปี

หมายเหตุ คิด AIR CONDITION DAILY LOAD FACTOR = 80 %

รวมพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็น

(ระบบเครื่องทำน้ำเย็น) = 2,960,442.00 kWh/ปี

(FAN COIL UNIT) = 177,432.79 kWh/ปี

(AIR HANDING UNIT)= 608,436.60 kWh/ปี

รวมพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPLIT TYPE)

= 227,929.36 kWh/ปี

รวมพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศทั้งหมด = 3,974,240.75 kWh/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้งอาคารเฉลี่ย = 7,096,000.00 kWh/ปี

คิดเป็นโหลดไฟฟ้าระบบปรับอากาศทั้งหมด = 56.01 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง

ตารางที่ 4.6

ตารางแสดงรายละเอียดการหาค่า W/m^2

ลำดับ	ชนิดของหลอดไส้	จำนวน (หลอด)	รวม (W)	Ballast losses (W)	รวมทั้งหมด (W)
1	INCANDESCENT 25 W	2,844	71,100	-	71,100
2	INCANDESCENT 40 W	1,327	53,080	-	53,080
3	INCANDESCENT 60 W	1,913	114,780	-	114,780
4	INCANDESCENT 100 W	806	80,600	-	80,600
5	FLUORESCENT 10 W	36	360	-	360
6	FLUORESCENT 18 W	463	8,334	10	12,964
7	FLUORESCENT 32 W	12	384	10	504
8	FLUORESCENT 36 W	1,348	48,528	10	62,008
9	HALOGEN 20 W	857	17,140	-	17,140
10	HALOGEN 50 W	78	3,900	-	3,900
11	HALOGEN 100 W	14	1,400	-	1,400
12	HALOGEN 200 W	4	800	-	800
13	HALOGEN 300 W	14	4,200	-	4,200
14	HALOGEN 500 W	2	1,000	-	1,000
15	COMPACT FLUORESCENT 7 W	890	6,230	-	6,230
16	COMPACT FLUORESCENT 9 W	836	7,524	-	7,524
17	COMPACT FLUORESCENT11 W	43	473	-	473
18	COMPACT FLUORESCENT13 W	52	676	-	676

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดของหลอดไส้	จำนวน (หลอด)	รวม (W)	Ballast losses (W)	รวมทั้งหมด (W)
19	หลอด SPORT LIGHT 100 W	160	16,000	-	16,000
20	หลอดไฟแซนาเลีย	6	1,200	-	1,200
21	หลอดไฟกิ่ง	9	360	-	360
22	หลอดไฟแสงจันทร์	17	2,720	-	2,720

รวม 459,019.00 W

พื้นที่ใช้สอยรวมทั้งอาคาร 29176.00 m^2

กำลังการติดตั้งต่อพื้นที่ใช้งาน 15.70 W/m^2

การใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง ประกอบด้วยหลอดไฟฟ้าชนิดและขนาดต่างๆ ดังนี้

(1) ห้องรับแขก

ตารางที่ 4.7

ตารางแสดงการใช้พลังงานแสงสว่างในห้องรับแขกของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ลำดับ	ชนิดของหลอดที่ใช้	จำนวน (หลอด)	รวม (watt)	Ballast loss	รวมทั้งหมด (watt)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี)
1	INCANDESCENT 40 W	1,209	48,360	-	48,360	109,774.06
2	INCANDESCENT 60 W	1,612	96,720	-	96,720	219,548.11
3	INCANDESCENT 100 W	806	80,600	-	80,600	182,956.76
4	FLUORESCENT 18 W	403	7,254	10	11,284	25,613.95
5	COMPACT FLUORESCENT 7 W	403	2,821	-	2,821	6,406.49
6	COMPACT FLUORESCENT 9 W	403	3,627	-	3,627	8,233.05
				รวม	243,412	552,529.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

- คิดเฉลี่ยชั่วโมงการใช้งาน /วัน = 10.00 ชั่วโมง / วัน
- คิด % OCC ห้องพักแขกเฉลี่ยทั้งปี = 62.19 %

หลักเกณฑ์ในการคิดพลังงาน kWh / ปี คำนวณจาก ชั่วโมงการใช้งาน × พลังงานที่ใช้ × %OCC

ตัวอย่างเช่น FLUORESCENT 36 W พลังงานรวม = 11,284.00 W

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ kWh/ปี = $\frac{(10 \times 365) \times (11.284) \times (0.6219)}{1,000}$

=25,613.95 kWh/ปี

(2) ห้องประชุม

ตารางที่ 4.8

ตารางแสดงการใช้พลังงานแสงสว่างในห้องประชุมของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ลำดับ	ชนิดของหลอดที่ใช้		จำนวน (หลอด)	รวม (watt)	Ballast loss	รวมทั้งหมด (watt)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี)
1	INCANDESCENT	25 W	2,832	70,800	-	70,800	103,368.00
2	SPORT LIGHT	100 W	148	14,800	-	14,800	21,608.00
3	HALOGEN	20 W	112	2,240	-	2,240	3,270.40
4	HALOGEN	300 W	5	1,500	-	1,500	2,190.00
5	COMPACT FLUORESCENT	11 W	43	473	-	473	690.58
6	FLUORESCENT	36 W	52	2,892	10	2,892	3,492.32
					รวม	92,705	134,619.30

หมายเหตุ

คิดเฉลี่ยชั่วโมงการใช้งาน / วัน = 10 ชั่วโมง / วัน

คิด % OCC การใช้งานเฉลี่ยทั้งปี = 40 %

หลักเกณฑ์ในการคิดพลังงาน kWh / ปี คำนวณจาก ชั่วโมงการใช้งาน× พลังงานที่ใช้ × % OCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ทั่วไป

ตารางที่ 4.9

ตารางแสดงการใช้พลังงานแสงสว่างในห้องรับแขกของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ลำดับ	ชนิดของหลอดที่ใช้		จำนวน (หลอด)	รวม (watt)	Ballast loss	รวมทั้งหมด (watt)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี)
1	INCANDESCENT	25 W	12	300	-	300	2,628.00
2	INCANDESCENT	40 W	24	960	-	960	3,153.60
3	INCANDESCENT	40 W	13	520	-	520	2,467.40
4	INCANDESCENT	40 W	85	3,400	-	3,400	29,781.00
5	INCANDESCENT	60 W	128	7,680	-	7,680	25,228.80
6	INCANDESCENT	60 W	42	2,520	-	2,520	11,037.60
7	INCANDESCENT	60 W	107	6,420	-	6,420	46,866.00
8	INCANDESCENT	60 W	20	1,200	-	1,200	10,512.00
9	FLUORESCENT	10 W	36	360	10	720	525.00
10	FLUORESCENT	18 W	8	144	10	224	735.84
11	FLUORESCENT	18 W	6	108	10	168	1,103.76
12	FLUORESCENT	18 W	46	828	10	1,288	11,282.88
13	FLUORESCENT	32 W	12	384	10	504	44,150.40
14	FLUORESCENT	36 W	122	4,392	10	5,612	18,435.42
15	FLUORESCENT	36 W	209	7,524	10	9,614	421,093.20
16	FLUORESCENT	36 W	26	936	10	1,196	69,846.40
17	FLUORESCENT	36 W	936	33,696	10	43,056	377,170.56
18	HALOGEN	20 W	114	2,280	-	2,280	74,898.00
19	HALOGEN	20 W	15	300	-	300	13,140.00
20	HALOGEN	20 W	46	920	-	920	53,728.00
21	HALOGEN	20 W	573	11,460	-	11,460	100,389.60
22	HALOGEN	50 W	78	3,900	-	3,900	12,811.00
23	HALOGEN	100 W	9	900	-	900	1,971.00
24	HALOGEN	100 W	5	500	-	500	2,190.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดของหลอดที่ใช้	จำนวน (หลอด)	รวม (watt)	Ballast loss	รวมทั้งหมด (watt)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี)
25	HALOGEN 200 W	4	800	-	800	3,504.00
26	HALOGEN 300 W	6	900	-	900	1,971.00
27	HALOGEN 300 W	3	900	-	900	3,942.00
28	HALOGEN 500 W	2	1,000	-	1,000	2,190.00
29	COMPACT FLUORESCENT 7 W	487	3,409	-	3,409	29,862.84
30	COMPACT FLUORESCENT 9 W	39	351	-	351	768.69
31	COMPACT FLUORESCENT 9 W	134	1,206	-	1,206	5,282.28
32	COMPACT FLUORESCENT 9 W	260	2,340	-	2,340	20,498.40
33	COMPACT FLUORESCENT 13 W	3	39	-	39	128.12
34	COMPACT FLUORESCENT 13 W	49	637	-	637	3,720.08
35	หลอด SPORT LIGHT 100 W	40	4,000	-	4,000	18,980.00
36	หลอดไฟแขนาเลีย 200 W	6	1,200	-	1,200	3,942.00
37	หลอดไฟกิ่ง 40 W	9	360	-	360	1,182.60
38	หลอดไฟแสงจันทร์	17	2,720	-	2,720	8,935.20
					รวม	1,440,053.77

รวมพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างทั้งหมด = 552,529.42 + 134,618.90 + 1,440,056.7

= 2,127,205.09 kWh/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้งอาคารเฉลี่ย = 7,096,000.00 kWh/ปี

คิดเป็นโหลดไฟฟ้าระบบแสงสว่างทั้งหมด = 29.98 %

สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า

ระบบปรับอากาศ 56.01 %

ระบบแสงสว่าง 29.98 %

อื่น ๆ 14.01 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดค่าใช้จ่ายด้านการใช้น้ำ ประจำปี 2540 อาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ตารางที่ 4.10

ตารางแสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายด้านการใช้น้ำ ประจำปี 2540

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

เดือน	หน่วย (m^3)	ราคาเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท/m^3)	จำนวนเงิน (บาท)
มกราคม	11,893	11.31	134,509.83
กุมภาพันธ์	11,315	12.35	139,740.25
มีนาคม	10,910	12.61	137,575.10
เมษายน	11,988	12.85	154,054.80
พฤษภาคม	11,852	12.85	152,298.20
มิถุนายน	11,484	12.85	147,569.40
กรกฎาคม	11,169	12.85	143,521.65
สิงหาคม	10,530	12.86	135,415.80
กันยายน	10,505	12.86	135,094.30
ตุลาคม	9,666	14.15	136,773.90
พฤศจิกายน	10,965	14.14	155,045.10
ธันวาคม	10,237	14.15	144,853.55
รวม	132,514	155.83	1,716,442.88
เฉลี่ย	11,043	12.99	143,036.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานและผลตอบแทนการลงทุน

ตารางที่ 4.11

ตารางแสดงศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานและผลตอบแทนการลงทุน

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

มาตรการ	เงินลงทุน (บาท)	พลังงานที่ประหยัดได้ (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	EIRR (%)	FIRR (%)
1.การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร -บุฉนวนใยแก้วชนิดหุ้มด้วยMetallize Film	64,200.00	28,245.56	2.27	98.11	90.86
2.การใช้งานและการติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร -การใช้บัลลาสต์โลว์ลอส	264,406.00	59,658.57	4.43	36.63	35.99
3.การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ -การบริหารค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า	-	32,880.00	-	-	-
4.การใช้ความร้อนภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ	-	17,842.42	-	-	-
รวม	328,606	138,626.55	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

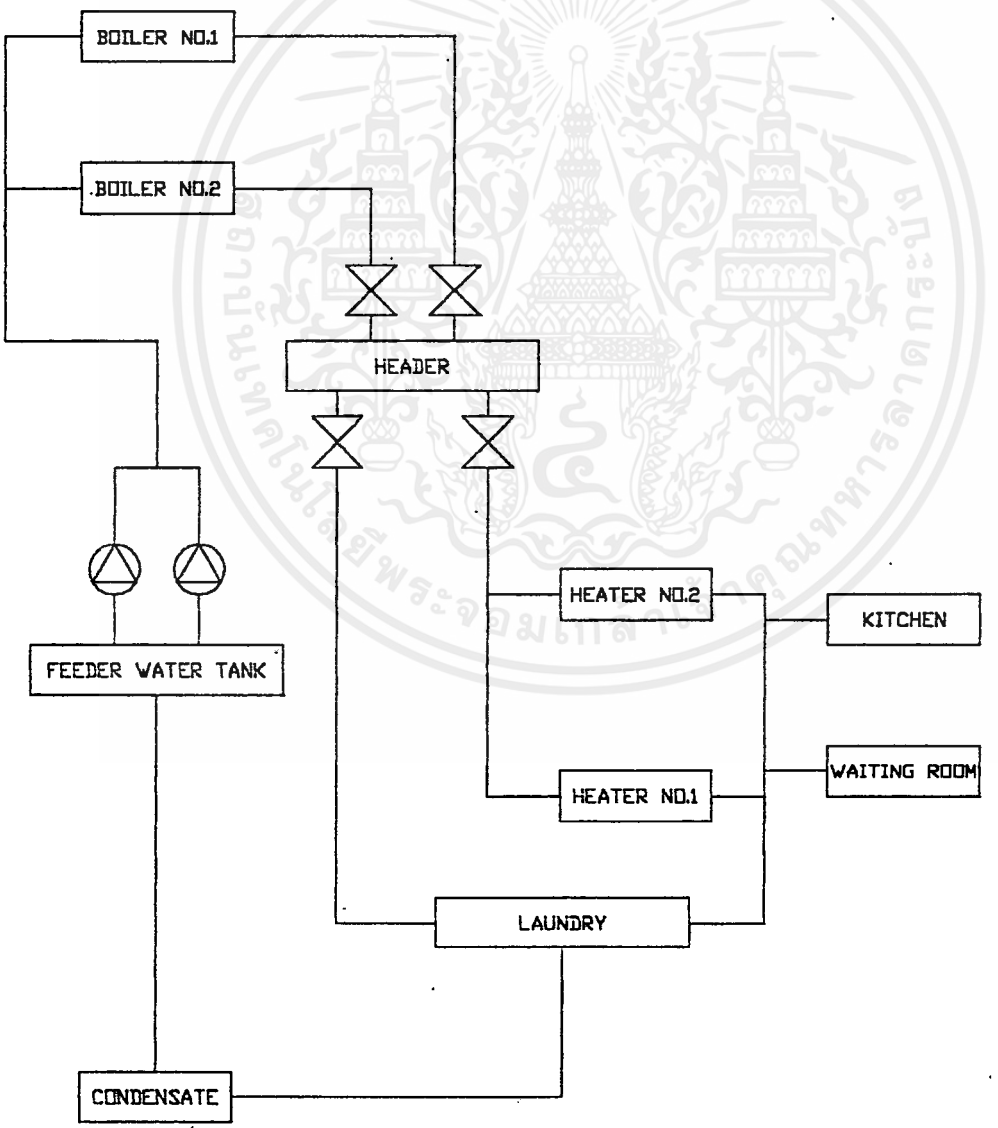
ลักษณะการใช้พลังงาน

แผนผังการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและความร้อนภายในอาคาร

รูปที่ 4.2

แสดงแผนผังการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและความร้อนภาย

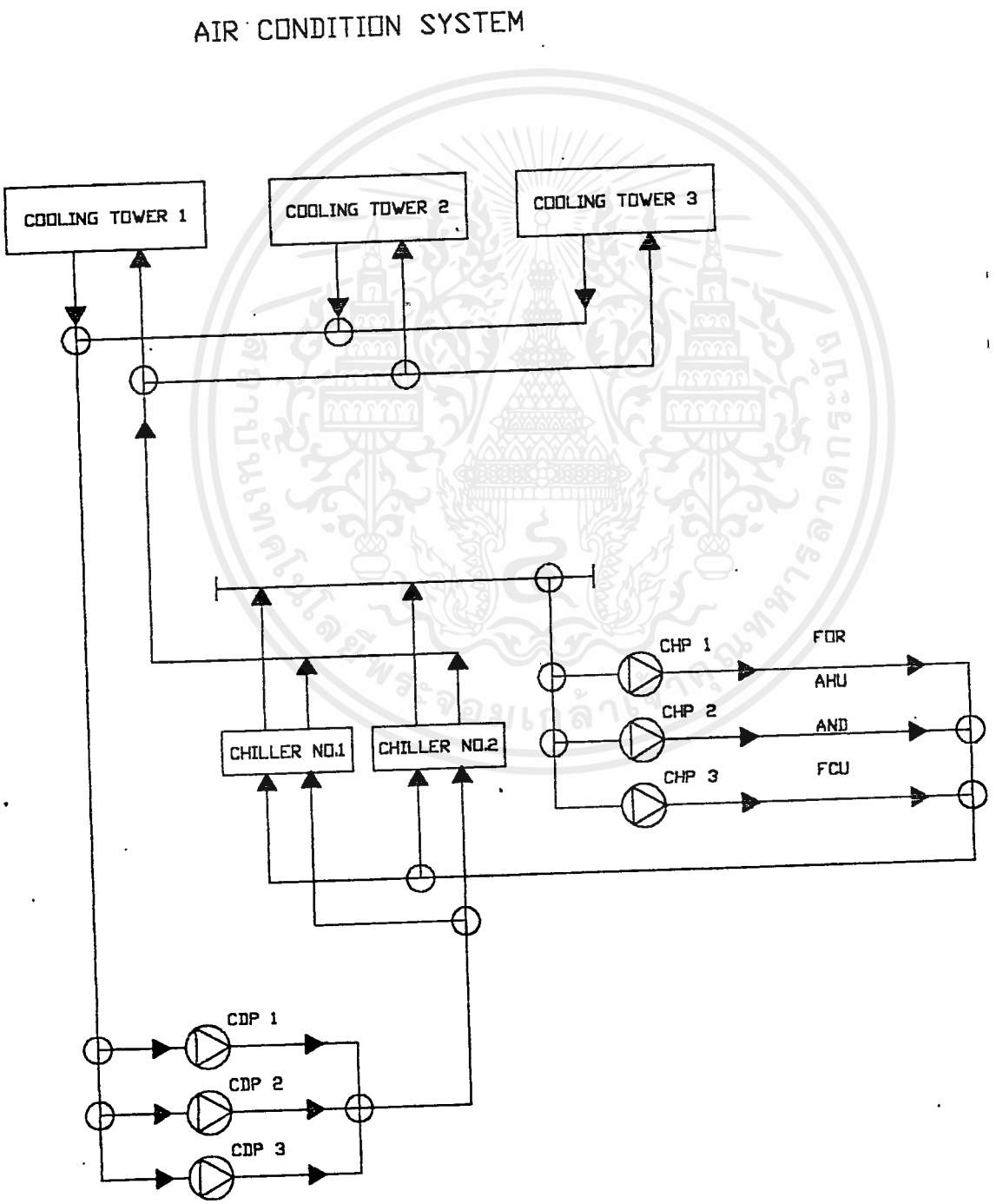
ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3

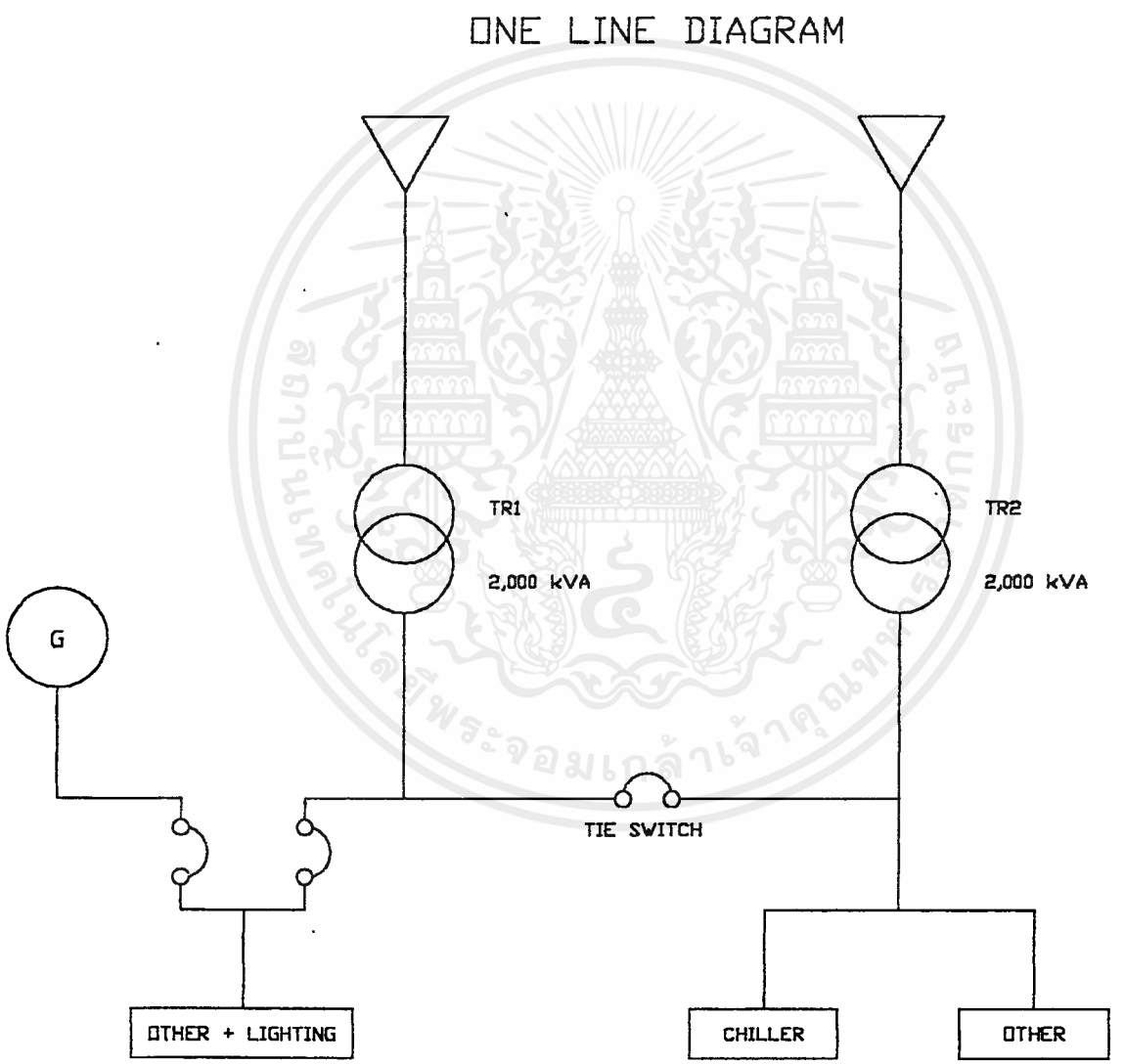
แสดงแผนผังการของระบบปรับอากาศของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4

แสดงแผนผังแสดง One Line Diagram ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์หลักที่ใช้งาน

ตารางที่ 4.12

ตารางแสดงรายละเอียดอุปกรณ์หลักที่ใช้งานในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ที่	รายการอุปกรณ์	จำนวน	สถานที่ใช้งาน
1	TRANSFORMER	1 ลูก	ระบบแสงสว่าง,ระบบปรับอากาศ
2	CHILLER NO.1	1 ตัว	ระบบปรับอากาศในอาคาร
3	CHILLER NO.2	1 ตัว	ระบบปรับอากาศในอาคาร
4	CHILLED WATER PUMP NO.1	1 ตัว	ระบบปรับอากาศในอาคาร
5	CHILLED WATER PUMP NO.2	1 ตัว	ระบบปรับอากาศในอาคาร
6	CHILLED WATER PUMP NO.3	1 ตัว	ระบบปรับอากาศในอาคาร
7	COLD WATER PUMP NO.1	1 ตัว	ระบบปรับอากาศในอาคาร
8	COLD WATER PUMP NO.2	1 ตัว	ระบบปรับอากาศในอาคาร
9	COLD WATER PUMP NO.3	1 ตัว	ระบบปรับอากาศในอาคาร
10	COOLING TOWER NO.1	1 ตัว	ระบบปรับอากาศในอาคาร
11	COOLING TOWER NO.2	1 ตัว	ระบบปรับอากาศในอาคาร
12	COOLING TOWER NO.3	1 ตัว	ระบบปรับอากาศในอาคาร
13	เครื่องรีดผ้า (แบบลูกกลิ้ง)	2 เครื่อง	LUANDRY
14	เครื่องอบผ้า	2 เครื่อง	LUANDRY
15	เครื่องทำน้ำร้อน	2 เครื่อง	LUANDRY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หม้อแปลงไฟฟ้า

ตารางที่ 4.13

ตารางแสดงรายละเอียดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

รายละเอียด	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2
ประเภทหม้อแปลงไฟฟ้า	แบบแห้ง	แบบแห้ง
ขนาดพิกัด (kVA)	2,000	2,000
แรงดันสูง (kV)	12	12
แรงดันต่ำ (V)	400/230	400/230
ระบบระบายความร้อน	พัดลม	พัดลม
ชื่อผู้ผลิต	บริษัท ไต้หวัน	บริษัท เมย์แอนด์คริส เยอรมัน
เดือน/พ.ศ.ที่ติดตั้งใช้งาน	ธันวาคม 2533	ธันวาคม 2533
สถานที่ใช้งาน	จ่ายให้B1,B และชั้น 1 - 18	จ่ายให้ชั้น 19 - 23 และบันไดเลื่อน
หมายเหตุ	เคยเสีย 1 ครั้ง	เคยเสีย 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการวิเคราะห์ด้านการใช้ไฟฟ้า

ตารางที่4.14

ตารางแสดงรายละเอียดการคำนวณของหม้อแปลง

No.	รายการ + ผู้ผลิต	SPECIFICATION					MEASURING					CALCULATE								
		kVA	H.V.	L.V.	No load loss	load loss	V	P.F.	kW	kVA	kVAR	Core loss	Copper loss	Total loss	ชั่วโมง/ปี	kWh	Bath/kWh	Bath loss	η	% การใช้งาน
1	TR 1 เมย์แอนควิส เยอรมัน	2,000	12 kV	400/230	2,700	22,700	394	0.94	485	537	204	2.69	2.69	4.33	8,760	37,930.80	1.07	40,585.99	99.11	26.85
2	TR 2 เมย์แอนควิส เยอรมัน	1,250	12 kV	400/230	1,800	16,000	403	0.96	391	407	109	1.83	1.83	3.53	8,760	30,922.80	1.07	33,087.40	99.10	32.56
														7.86		68,853.60		73,673.39		

$$\text{Core losses}_{actual} = \text{Core losses}_{rated} \times \left[\text{Volt}_{actual} / \text{Volt}_{rated}\right]^2$$

$$\text{Copper losses}_{actual} = \text{Copper losses}_{rated} \times \left[\text{kVA}_{actual} / \text{kVA}_{rated}\right]^2$$

เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ขนาดตั้งแต่ 5 kW ขึ้นไป

ตารางที่ 4.15

ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าอื่นที่มีขนาดตั้งแต 5 kW ขึ้นไป ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

รายละเอียด	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4
ชื่อเครื่องจักรและอุปกรณ์	COP X 3	CWP X 3	CT X 3	CW X 2
พิกัดกำลังไฟฟ้า (kW)	55	75	15	37
แรงดันไฟฟ้า (V)	380	380	380	380
กระแสไฟฟ้า (A)	105	145	30	70
จำนวนเฟส	3	3	3	3
ประสิทธิภาพ (%)	85	85	80	85
เดือน/พ.ศ.ที่ติดตั้งใช้งาน	1990	1990	1990	1990
สถานที่ใช้งาน	PLANT ROOM	PLANT ROOM	ชั้น 25	PLANT ROOM
หมายเหตุ	ใช้เดิน ครั้งละ 1 ตัว	ใช้เดิน ครั้งละ 1 ตัว	ใช้เดิน ครั้งละ 1 ตัว	ใช้เดิน ครั้งละ 1 ตัว

รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานในเครื่องจักรและอุปกรณ์

ตารางที่ 4.16

ตารางแสดงรายละเอียดการตรวจวัด Circuit Breaker หน้าตู้ MDB และเครื่องจักร 20 kW ขึ้นไป ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ลำดับ	รายการ	ขนาด พิกัด		ค่าที่วัดได้					
		หน่วย	ขนาด	V	kW	I_R	I_S	I_T	P.F.
1	PANEL-1F	A	-	390	31.20	56.20	58.40	57.10	0.81
2	SPARE	A	30	-	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

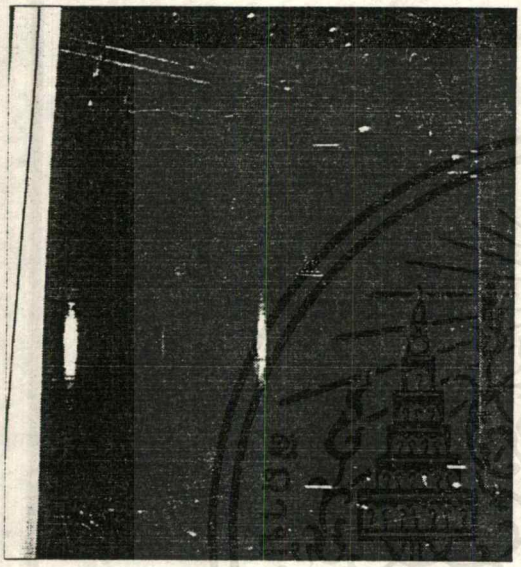
ลำดับ	รายการ	ขนาด พิกัด		ค่าที่วัดได้					
		หน่วย	ขนาด	V	kW	I_R	I_S	I_T	P.F.
3	PANEL-1PF	A	175/250	393	13.50	20.90	19.10	22.40	0.86
4	COFFEE SHOP	A	100	395	12.80	23.60	16.10	27.00	0.70
5	PANEL-1F	A	-	390	14.10	23.80	23.40	17.40	0.90
6	PANEL-1FE	A	80	390	24.70	54.20	37.47	51.50	0.67
7	CWP-2	A	400	399	57.10	108	110	104	0.79
8	COP-3	A	400	399	67.90	129	119	130	0.75
9	CT-1	A	63	400	18.90	21.80	26.20	27.10	1.00
10	CT-3	A	63	401	7.30	16.10	17.30	16.10	0.65
11	CHILLER	A	1250	403	421	715	737	698	0.84
12	CT-2	A	63	393	6.54	15.00	14.80	14.60	0.64
13	CWP-1	A	400	396	61.50	109	111	112	0.80
14	SA-1	A	15	394	1.50	4.70	5.17	4.79	0.46
15	SA-2	A	15	394	1.26	4.58	5.00	4.62	0.40
16	SA-3	A	15	395	1.23	4.59	4.86	4.38	0.40
17	SP-1	A	15	393	1.50	3.58	3.79	3.72	0.60
18	SP-2	A	15	393	1.64	3.73	3.92	3.84	0.64
19	COP-1	A	400	396	70.30	133	127	92.80	0.80
20	JP1	A	40	394	5.04	16.00	16.10	13.60	0.71
21	JP2	A	40	396	5.77	11.80	12.20	11.50	0.74
22	CP1	A	150	395	30.2	55.8	57.2	53.70	0.83
23	CP2	A	150	393	31.1	55.30	52.50	56.70	0.80
24	HOT WATER No.1,2	A	20	392	4.13	7.42	7.46	7.03	0.66
25	BOILER	A	30	396	8.84	14.50	15.40	14.30	0.90
26	BF.2	A	15	395	4.77	4.8	4.78	4.83	0.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

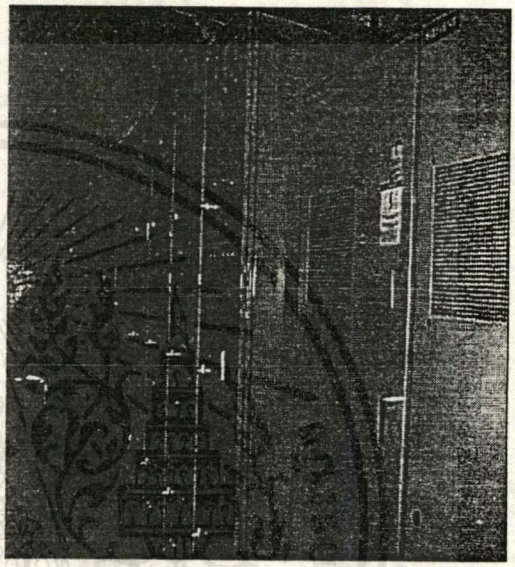
รูปที่ 4.5

แสดงหม้อแปลงไฟฟ้า ตู้ MDB GENERATOR เครื่องปรับอากาศแบบหอยโข่ง

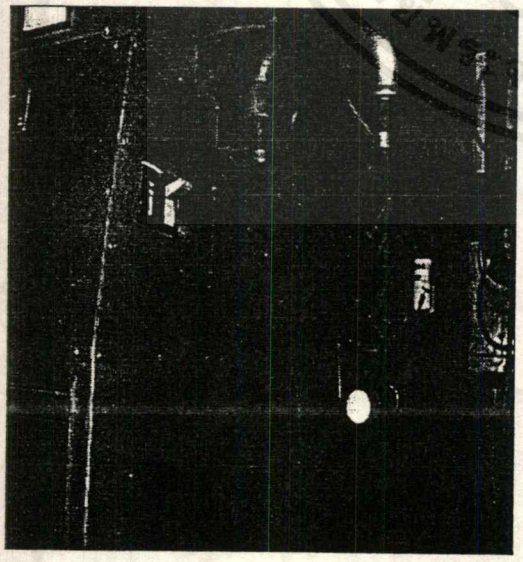
อาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



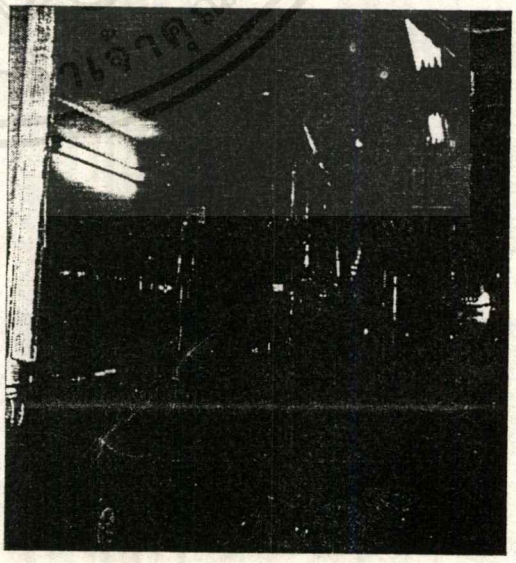
หม้อแปลงไฟฟ้า



ตู้ MDB



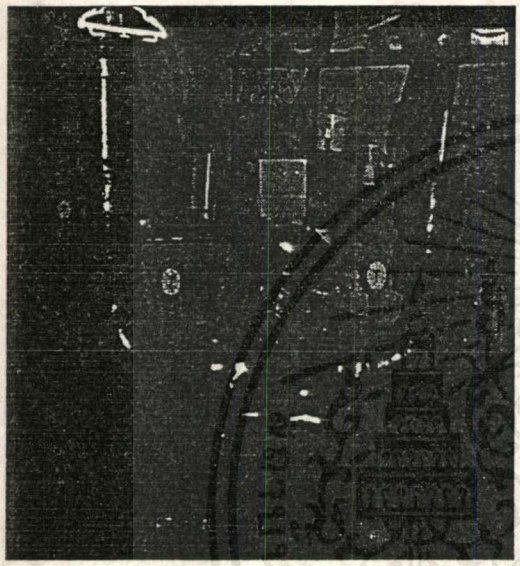
GENERATOR



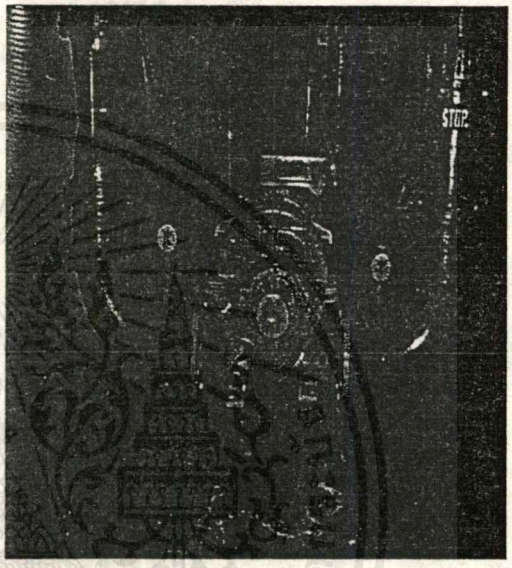
เครื่องปรับอากาศแบบหอยโข่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

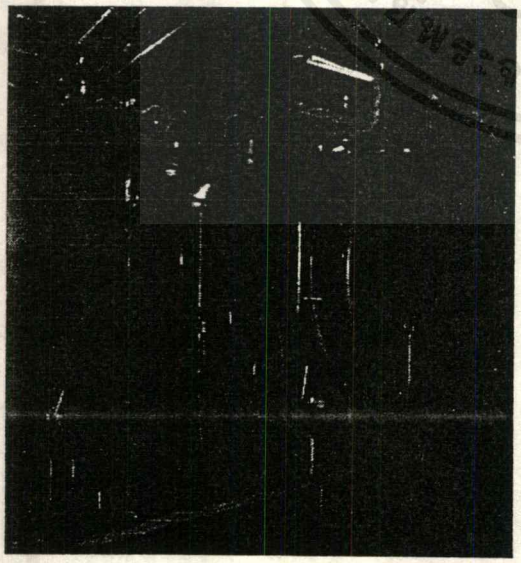
รูปที่ 4.6
แสดงเครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น เครื่องต้มน้ำร้อน ถังเก็บน้ำร้อน
ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล



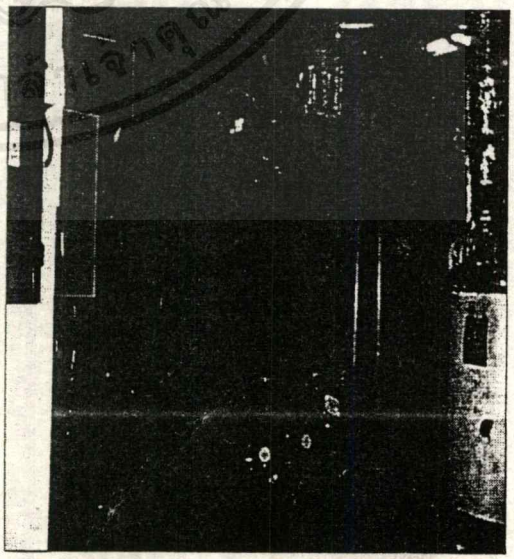
เครื่องสูบน้ำเย็น



เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น



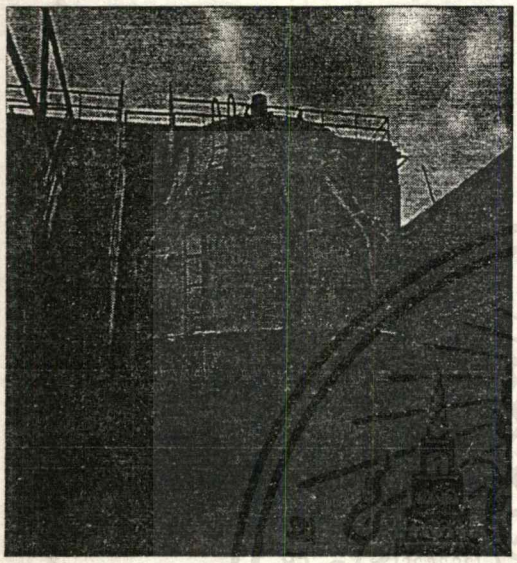
เครื่องต้มน้ำร้อน



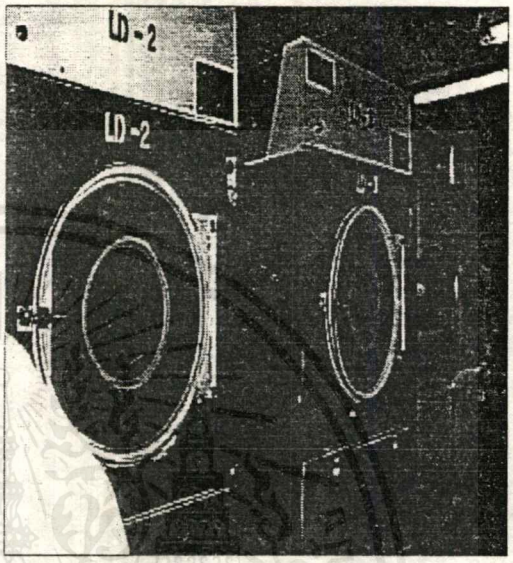
ถังเก็บน้ำร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

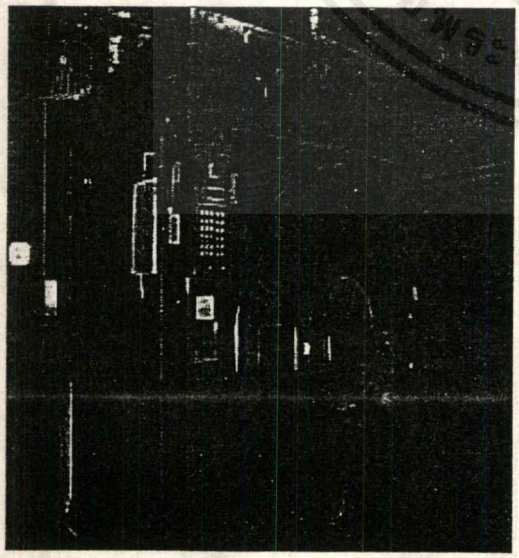
รูปที่ 4.7
แสดงหอผึ่งเย็น เครื่องซักผ้า เครื่องปั่นแห้ง เครื่องรีดผ้า



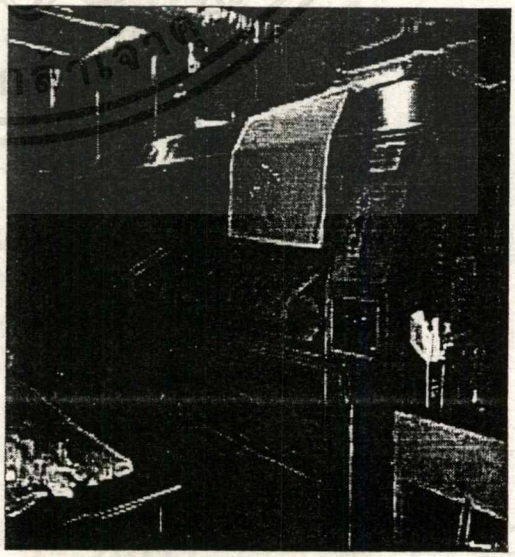
หอผึ่งเย็น
(COOLING)



เครื่องซักผ้า



เครื่องปั่นแห้ง



เครื่องรีดผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร

จากข้อมูลการสำรวจและวิเคราะห์หาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคา (RTTV) มีค่าดังนี้

ตารางที่ 4.17

ตารางแสดงรายละเอียดของค่าการถ่ายเทความร้อนรวม

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ค่าการถ่ายเทความร้อน (W/m^2)					
ค่าตาม พ.ร.บ. กำหนด		ค่าก่อนการปรับปรุง		ค่าหลังการปรับปรุง	
OTTV	RTTV	OTTV	RTTV	OTTV	RTTV
55	25	48.8	40.8	48.8	24.7

ตารางที่ 4.18

ตารางแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหนังอาคารในทิศทางต่าง ๆ

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ทิศทางอาคาร	ค่า OTTV (W/m^2)
NORTH-EAST	58.0
EAST	32.2
SOUTH	52.3
SOUTH-WEST	58.0
WEST	41.5
NORTH-WEST	71.1
NORTH	49.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดโครงสร้างผนังอาคารและหลังคาอาคาร

รายละเอียดกรอบอาคาร

ตารางที่ 4.19

ตารางแสดงรายละเอียดของกรอบอาคารของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ด้านที่	ทิศทาง	ผนังทึบ		ผนังโปร่งแสง		สัดส่วนของพื้นที่ผนังโปร่งแสงต่อผนังของแต่ละด้าน (%)
		โครงสร้างลักษณะที่	พื้นที่ (m^2)	โครงสร้างลักษณะที่	พื้นที่ (m^2)	
1	NORTH-EAST (-135 °)	9	12.8	7	7.9	38.16
2	EAST (-90°)	2	2	2	3.6	16.26
		3	4	4	149	
		4	6	6	2.4	
		5				
		9				
		10				
		12				
		17				
		20				
		22				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

ด้านที่	ทิศทาง	ผนังทึบ		ผนังโปร่งแสง		สัดส่วนของพื้นที่ผนัง
		โครงสร้างลักษณะที่	พื้นที่ (m^2)	โครงสร้างลักษณะที่	พื้นที่ (m^2)	โปร่งแสงต่อผนังของแต่ละด้าน (%)
3	SOUTH (0°)	3	1	1	11.0	48.18
		4	5	5	1534.2	
		9	7	7	1.8	
		10				
		11				
		13				
		14				
		15				
		16				
4	SOUTH-WEST (45°)	9	2	2	2	26.76
			7	7	1.8	
5	WEST (90°)	9	317.5	2	10.8	23.68
		10	258.3	3	4.6	
		19	1.6	4	132.5	
		21	2.2	6	12.3	
				7	19.7	
6	NORTH-WEST (135°)	9	28.4	2	3.0	47.7
		4	5.8	7	22.9	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

ด้านที่	ทิศทาง	ผนังทึบ		ผนังโปร่งแสง		สัดส่วนของพื้นที่ผนังโปร่งแสงต่อผนังของแต่ละด้าน (%)
		โครงสร้างลักษณะที่	พื้นที่ (m^2)	โครงสร้างลักษณะที่	พื้นที่ (m^2)	
7	NORTH (180 $^{\circ}$)	1	4.2	1	53.4	51.69
		4	6.8	2	6.8	
		6	1.8	5	2016	
		7	1.8	7	127.5	
		8	1.4			
		9	1227.1			
		10	95.7			
		11	211.3			
		12	2.9			
		13	3.4			
		14	102.2			
		15	160.4			
		16	174.7			
		17	15.6			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20

ตารางแสดงรายละเอียดโครงสร้างผนังทึบโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ลักษณะที่	ชนิดของชั้นวัสดุ / ความหนา (m)												สีทาภายนอก
	ชั้นที่ 1	ความหนา	ชั้นที่ 2	ความหนา	ชั้นที่ 3	ความหนา	ชั้นที่ 4	ความหนา	ชั้นที่ 5	ความหนา	ชั้นที่ 6	ความหนา	
1	SAND/CEMENT	0.010	CONCRETE	1.150	SAND/CEMENT	0.010	-	-	-	-	-	-	ครีม
2	STONE WASH	0.020	BRICK	0.400	AIR	0.200	CONCRETE	0.500	SAND/CEMENT	0.010	-	-	น้ำตาลอ่อน
3	SAND/CEMENT	0.010	CONCRETE	1.000	SAND/CEMENT	0.010	-	-	-	-	-	-	ครีม
4	SAND/CEMENT	0.010	CONCRETE	0.500	SAND/CEMENT	0.010	-	-	-	-	-	-	ครีม
5	SAND/CEMENT	0.010	CONCRETE	0.800	STONE WASH	0.020	-	-	-	-	-	-	ครีม
6	STONE WASH	0.020	CONCRETE	0.500	SAND/CEMENT	0.010	-	-	-	-	-	-	น้ำตาลอ่อน
7	STONE WASH	0.020	BRICK	0.200	SAND/CEMENT	0.010	CONCRETE	0.500	SAND/CEMENT	0.010	-	-	น้ำตาลอ่อน
8	STONE WASH	0.020	BRICK	0.200	AIR	0.800	STONE WASH	0.020	BRICK	0.100	SAND/CEMENT	0.010	น้ำตาลอ่อน
9	STONE WASH	0.020	BRICK	0.100	SAND/CEMENT	0.010	-	-	-	-	-	-	น้ำตาลอ่อน
10	STONE WASH	0.020	BRICK	0.200	SAND/CEMENT	0.010	-	-	-	-	-	-	น้ำตาลอ่อน
11	STONE WASH	0.020	CONCRETE	0.300	SAND/CEMENT	0.010	-	-	-	-	-	-	น้ำตาลอ่อน
12	STONE WASH	0.020	CONCRETE	0.400	SAND/CEMENT	0.010	-	-	-	-	-	-	น้ำตาลอ่อน
13	STONE WASH	0.020	CONCRETE	1.000	SAND/CEMENT	0.010	-	-	-	-	-	-	น้ำตาลอ่อน
14	STONE WASH	0.020	BRICK	0.100	AIR	0.600	BRICK	0.010	SAND/CEMENT	0.010	-	-	น้ำตาลอ่อน

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ลักษณะที่	ชนิดของชั้นวัสดุ / ความหนา (m)								
	ชั้นที่ 1	ความหนา	ชั้นที่ 2	ความหนา	ชั้นที่ 3	ความหนา	ชั้นที่ 4	ความหนา	สีทาภายนอก
15	STONE WASH	0.020	BRICK	0.100	AIR	0.250	CONCRETE	0.800	น้ำตาลอ่อน
16	STONE WASH	0.020	BRICK	0.100	AIR	0.250	BRICK	0.100	น้ำตาลอ่อน
17	SAND/CEMENT	0.010	CONCRETE	0.500	SAND/CEMENT	0.010	-	-	ครีม
18	SAND/CEMENT	0.010	CONCRETE	0.400	SAND/CEMENT	0.010	-	-	ครีม
19	STONE WASH	0.020	BRICK	0.100	SAND/CEMENT	0.010	CONCRETE	0.800	น้ำตาลอ่อน
20	SAND/CEMENT	0.010	CONCRETE	0.800	SAND/CEMENT	0.010	-	-	ครีม
21	STONE WASH	0.020	BRICK	0.100	AIR	0.400	CONCRETE	0.800	น้ำตาลอ่อน
22	PLY WOOD	0.006	AIR	0.028	PLY WOOD	0.006	-	-	ครีม

ตารางที่ 4.21

ตารางแสดงรายละเอียดโครงสร้างผนังโปร่งแสงโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ลักษณะที่	จำนวนชั้นของกระจก	ชนิดของวัสดุ / ความหนา (m)			ชนิดของอุปกรณ์
		ชนิด	ความหนา	ค่าสัมประสิทธิ	
1	1	CLEAR FLOAT GLASS	0.006	0.960	NONE
2	1	CLEAR FLOAT GLASS	0.006	0.960	OVER HANG
3	1	CLEAR FLOAT GLASS	0.010	0.900	NONE
4	2	CLEAR FLOAT GLASS	0.010	0.581	OVER HANG
5	2	CLEAR FLOAT GLASS	0.010	0.581	OVER HANG & FIN
6	1	CLEAR FLOAT GLASS	0.012	0.870	NONE
7	1	CLEAR FLOAT GLASS	0.012	0.870	OVER HANG

ตารางที่ 4.22

ตารางแสดงการคำนวณค่า OTTV ของอาคาร โรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

THE OTTV OF ARNOMA BUILDING 12-22-1997

AZIMUTH ANGLE = -135

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
NE-1	12.8	2.1	11.0	-	-	-	-	-	295.7
NE-2	-	-	-	7.9	5.7	5.0	138.7	0.620	904.1

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 58.0 W/sq m

AZIMUTH ANGLE = -90

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
EAST-1	1.4	1.0	11.0	-	-	-	-	-	15.4
EAST-2	2.7	1.1	10.0	-	-	-	-	-	29.7
EAST-3	39.2	1.8	10.0	-	-	-	-	-	705.6
EAST-4	8.1	1.1	10.0	-	-	-	-	-	89.1
EAST-5	473.3	2.1	11.0	-	-	-	-	-	10933.2
EAST-6	258.0	1.7	11.0	-	-	-	-	-	4824.6
EAST-7	3.6	1.6	11.0	-	-	-	-	-	63.4
EAST-8	4.0	1.8	10.0	-	-	-	-	-	72.0
EAST-9	6.7	1.3	10.0	-	-	-	-	-	87.1
EAST-10	1.0	2.5	16.0	-	-	-	-	-	40.0
EAST-11	-	-	-	1.2	5.9	5.0	179.0	0.644	173.7
EAST-12	-	-	-	1.7	5.9	5.0	179.0	0.643	245.7
EAST-13	-	-	-	0.7	5.9	5.0	179.0	0.643	101.2
EAST-14	-	-	-	2.4	5.7	5.0	179.0	0.870	442.2
EAST-15	-	-	-	149.0	2.9	5.0	179.0	0.401	12850.2

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 32.2 W/sq m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = 0

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
S-1	3.5	1.1	10.0	-	-	-	-	-	38.5
S-2	5.8	1.8	10.0	-	-	-	-	-	104.4
S-3	1017.7	2.1	11.0	-	-	-	-	-	23508.9
S-4	95.2	1.7	11.0	-	-	-	-	-	1780.2
S-5	255.6	1.8	11.0	-	-	-	-	-	5060.9
S-6	2.0	1.0	11.0	-	-	-	-	-	22.0
S-7	1.1	1.3	11.0	-	-	-	-	-	15.7
S-8	160.4	0.8	11.0	-	-	-	-	-	1411.5
S-9	122.9	1.3	11.0	-	-	-	-	-	1757.5
S-10	-	-	-	1.8	5.7	5.0	178.2	0.637	255.5
S-11	-	-	-	5.5	5.9	5.0	178.2	0.960	1103.1
S-12	-	-	-	5.5	5.9	5.0	178.2	0.960	1103.1
S-13	-	-	-	1468.0	2.9	5.0	178.2	0.401	126160.5
S-14	-	-	-	66.2	2.9	5.0	178.2	0.389	5544.2

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 52.3 W/sq m

****

AZIMUTH ANGLE = 45

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
SW-1	10.4	2.1	11.0	-	-	-	-	-	240.2
SW-2	-	-	-	2.0	5.9	5.0	180.7	0.676	303.5
SW-3	-	-	-	1.8	5.7	5.0	180.7	0.702	279.6

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 58.0 W/sq m

****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = 90

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
W-1	317.8	2.1	11.0	-	-	-	-	-	7341:2
W-2	258.3	1.7	11.0	-	-	-	-	-	4830.2
W-3	1.6	0.9	11.0	-	-	-	-	-	15.8
W-4	2.2	1.0	11.0	-	-	-	-	-	24.2
W-5	-	-	-	16.4	5.7	5.0	171.5	0.744	2560.3
W-6	-	-	-	3.6	5.9	5.0	171.5	0.812	607.8
W-7	-	-	-	4.1	5.9	5.0	171.5	0.856	722.8
W-8	-	-	-	1.6	5.9	5.0	171.5	0.782	261.7
W-9	-	-	-	0.9	5.9	5.0	171.5	0.847	157.3
W-10	-	-	-	0.6	5.9	5.0	171.5	0.782	98.1
W-11	-	-	-	3.3	5.7	5.0	171.5	0.870	586.4
W-12	-	-	-	12.3	5.7	5.0	171.5	0.870	2185.8
W-13	-	-	-	4.6	5.8	5.0	171.5	0.900	843.4
W-14	-	-	-	132.5	2.9	5.0	171.5	0.412	11281.2

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 41.5 W/sq m

****

AZIMUTH ANGLE = 135

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
NW-1	28.4	2.1	11.0	-	-	-	-	-	656.0
NW-2	-	-	-	7.3	5.7	5.0	134.3	0.723	916,9
NW-3	-	-	-	2.9	5.7	5.0	134.3	0.699	355.0
NW-4	-	-	-	4.8	5.7	5.0	134.3	0.716	598.2
NW-5	-	-	-	7.9	5.7	5.0	134.3	0.664	929.4
NW-6	-	-	-	2.0	5.9	5.0	134.3	0.787	270.4
NW-7	-	-	-	1.0	5.9	5.0	134.3	0.787	135.2

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 71.1 W/sq m

****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

AZIMUTH ANGLE = 180

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
N-1	4.2	1.0	10.0	-	-	-	-	-	42.0
N-2	6.8	1.8	10.0	-	-	-	-	-	122.4
N-3	1.8	1.4	11.0	-	-	-	-	-	27.7
N-4	1.8	1.0	11.0	-	-	-	-	-	19.8
N-5	1.4	0.9	11.0	-	-	-	-	-	13.9
N-6	1277.1	2.1	11.0	-	-	-	-	-	29501.0
N-7	95.7	1.7	11.0	-	-	-	-	-	1789.6
N-8	211.3	1.8	11.0	-	-	-	-	-	4183.7
N-9	2.9	1.6	11.0	-	-	-	-	-	51.0
N-10	3.4	1.0	11.0	-	-	-	-	-	37.4
N-11	102.2	1.3	11.0	-	-	-	-	-	1461.5
N-12	160.4	0.8	11.0	-	-	-	-	-	1411.5
N-13	174.7	1.3	11.0	-	-	-	-	-	2498.2
N-14	15.6	1.8	10.0	-	-	-	-	-	280.8
N-15	-	-	-	21.1	5.7	5.0	111.3	0.771	2410.8
N-16	-	-	-	4.8	5.7	5.0	111.3	0.771	548.4
N-17	-	-	-	41.4	5.7	5.0	111.3	0.801	4872.6
N-18	-	-	-	4.2	5.7	5.0	111.3	0.782	485.3
N-19	-	-	-	4.8	5.7	5.0	111.3	0.771	548.4
N-20	-	-	-	17.4	5.7	5.0	111.3	0.771	1988.1
N-21	-	-	-	8.3	5.9	5.0	111.3	0.960	1131.7
N-22	-	-	-	6.8	5.9	5.0	111.3	0.850	844.1
N-23	-	-	-	45.1	5.9	5.0	111.3	0.960	6149.3
N-24	-	-	-	33.8	5.7	5.0	111.3	0.776	3884.4
N-25	-	-	-	1880.6	2.9	5.0	111.3	0.519	135963.8
N-26	-	-	-	134.9	2.9	5.0	111.3	0.519	9753.0

****

OTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 49.3 W/sq m

****

THE OTTV OF THIS BUILDING IS 48.8 W/sq m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

```
"NE-1",1,"OPAQUE WALL"
     12.8,-135,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
SAND CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"NE-2",2,"TRANSPARENT WALL"
-135 , 90 , 2.200, 3.600, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
 18.00, 3.600, 2.700, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"EAST-1",1,"OPAQUE WALL"
      1.4,-90,5
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
AIR           , 1.250, 0.200
CONCRETE      , 1.442, 0.500
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"EAST-2",1,"OPAQUE WALL"
      2.7,-90,3
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
CONCRETE      , 1.442, 1.000
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,10.0
"///"
"EAST-3",1,"OPAQUE WALL"
     39.2,-90,3
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
CONCRETE      , 1.442, 0.500
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,10.0
"///"
"EAST-4",1,"OPAQUE WALL"
      8.1,-90,3
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
CONCRETE      , 1.442, 0.800
STONE WASH    , 0.115, 0.020
 0.044, 0.120
 5.0,10.0
"///"
"EAST-5",1,"OPAQUE WALL"
    473.3,-90,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"EAST-6",1,"OPAQUE WALL"
    258.0,-90,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.200
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"EAST-7",1,"OPAQUE WALL"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

```
      3.6,-90,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
CONCRETE      , 1.442, 0.400
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"EAST-8",1,"OPAQUE WALL"
      4.0,-90,3
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
CONCRETE      , 1.442, 0.500
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,10.0
"///"
"EAST-9",1,"OPAQUE WALL"
      6.7,-90,3
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
CONCRETE      , 1.442, 0.800
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,10.0
"///"
"EAST-10",1,"OPAQUE WALL"
      1.0,-90,3
PLY WOOD      , 0.138, 0.006
AIR           , 0.188, 0.028
PLY WOOD      , 0.138, 0.006
 0.044, 0.120
 5.0,16.0
"///"
"EAST-11",2,"TRANSPARENT WALL"
-90 , 90 , 1.050, 1.100, 1 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
 9.900, 1.100, 4.250, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"EAST-12",2,"TRANSPARENT WALL"
-90 , 90 , 0.950, 1.750, 1 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
 9.900, 1.750, 4.250, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"EAST-13",2,"TRANSPARENT WALL"
-90 , 90 , 0.950, 0.700, 1 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
 9.900, 0.700, 4.250, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"EAST-14",2,"TRANSPARENT WALL"
-90 , 90 , 1.100, 2.200, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 5
 5.0,10.0
"///"
"EAST-15",2,"TRANSPARENT WALL"
-90 , 90 , 1.150, 3.600, 36 , 2
 0.010, 1.053
 0.010, 1.053
 0.160
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

```
 0.044, 0.120
 0.581, 1
 1.000, 3.600, 0.000, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"S-1",1,"OPAQUE WALL"
      3.5,0,3
SAND/CEMENT  , 0.533, 0.010
CONCRETE     , 1.442, 1.000
SAND/CEMENT  , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,10.0
"///"
"S-2",1,"OPAQUE WALL"
      5.8,0,3
SAND/CEMENT  , 0.533, 0.010
CONCRETE     , 1.442, 0.500
SAND/CEMENT  , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,10.0
"///"
"S-3",1,"OPAQUE WALL"
   1017.7,0,3
STONE WASH   , 0.115, 0.020
BRICK        , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT  , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"S-4",1,"OPAQUE WALL"
     95.2,0,3
STONE WASH   , 0.115, 0.020
BRICK        , 0.807, 0.200
SAND/CEMENT  , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"S-5",1,"OPAQUE WALL"
    255.6,0,3
STONE WASH   , 0.115, 0.020
CONCRETE     , 1.442, 0.300
SAND/CEMENT  , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"S-6",1,"OPAQUE WALL"
      2.0,0,3
STONE WASH   , 0.115, 0.020
CONCRETE     , 1.442, 1.000
SAND/CEMENT  , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"S-7",1,"OPAQUE WALL"
      1.1,0,5
STONE WASH   , 0.115, 0.020
BRICK        , 0.807, 0.100
AIR          , 3.750, 0.600
BRICK        , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT  , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"S-8",1,"OPAQUE WALL"
    160.4,0,5
STONE WASH   , 0.115, 0.020
BRICK        , 0.807, 0.100
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

```
AIR           , 1.562, 0.250
CONCRETE      , 1.442, 0.800
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"S-9",1,"OPAQUE WALL"
    122.9,0,5
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
AIR           , 1.562, 0.250
BRICK         , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"S-10",2,"TRANSPARENT WALL"
 0 , 90 , 2.050, 0.900, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
 1.200, 0.900, 0.500, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"S-11",2,"TRANSPARENT WALL"
 0 , 90 , 1.150, 0.600, 8 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 5
 5.0,10.0
"///"
"S-12",2,"TRANSPARENT WALL"
 0 , 90 , 1.150, 0.600, 8 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 5
 5.0,10.0
"///"
"S-13",2,"TRANSPARENT WALL"
 0 , 90 , 1.150, 3.450, 370 , 2
 0.010, 1.053
 0.010, 1.053
 0.160
 0.044, 0.120
 0.581, 3
 0.500, 3.450, 0.000, 0.000
 0.400, 1.150, 0.000,  0.0
 5.0,10.0
"///"
"S-14",2,"TRANSPARENT WALL"
 0 , 90 , 1.150, 1.600, 36 , 2
 0.010, 1.053
 0.010, 1.053
 0.160
 0.044, 0.120
 0.581, 3
 0.500, 1.600, 0.000, 0.000
 0.400, 1.150, 0.000,  0.0
 5.0,10.0
"///"
"SW-1",1,"OPAQUE WALL"
     10.4,45,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

```
"///"
"SW-2",2,"TRANSPARENT WALL"
 45 , 90 , 1.200, 1.700, 1 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
 2.000, 1.700, 1.000, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"SW-3",2,"TRANSPARENT WALL"
 45 , 90 , 2.050, 0.900, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
 2.200, 0.900, 1.800, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"W-1",1,"OPAQUE WALL"
    317.8,90,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"W-2",1,"OPAQUE WALL"
    258.3,90,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.200
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"W-3",1,"OPAQUE WALL"
      1.6,90,5
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
CONCRETE      , 1.442, 0.800
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"W-4",1,"OPAQUE WALL"
      2.2,90,5
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
AIR           , 2.500, 0.400
CONCRETE      , 1.442, 0.500
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"W-5",2,"TRANSPARENT WALL"
 90 , 90 , 2.600, 6.300, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
 3.200, 6.300, 2.800, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"W-6",2,"TRANSPARENT WALL"
 90 , 90 , 1.200, 1.500, 2 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
 1.400, 1.500, 1.100, 0.000
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

```
 5.0,10.0
"///"
"W-7",2,"TRANSPARENT WALL"
 90 , 90 , 2.400, 1.700, 1 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
 3.200, 1.700, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"W-8",2,"TRANSPARENT WALL"
 90 , 90 , 0.950, 1.700, 1 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
 3.200, 1.700, 2.800, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"W-9",2,"TRANSPARENT WALL"
 90 , 90 , 1.500, 0.300, 2 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
 3.200, 0.300, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"W-10",2,"TRANSPARENT WALL"
 90 , 90 , 0.950, 0.300, 2 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
 3.200, 0.300, 2.800, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"W-11",2,"TRANSPARENT WALL"
 90 , 90 , 2.200, 1.500, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
 0.500, 1.500, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"W-12",2,"TRANSPARENT WALL"
 90 , 90 , 1.100,11.200, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 5
 5.0,10.0
"///"
"W-13",2,"TRANSPARENT WALL"
 90 , 90 , 1.150, 4.000, 1 , 1
 0.010, 1.053
 0.044, 0.120
 0.900, 5
 5.0,10.0
"///"
"W-14",2,"TRANSPARENT WALL"
 90 , 90 , 1.150, 3.600, 32 , 2
 0.010, 1.053
 0.010, 1.053
 0.160
 0.044, 0.120
 0.581, 1
 1.000, 3.600, 0.000, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"NW-1",1,"OPAQUE WALL"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

```
      28.4,135,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"NW-2",2,"TRANSPARENT WALL"
 135 , 90 , 2.200, 3.300, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
 5.500, 3.300, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"NW-3",2,"TRANSPARENT WALL"
 135 , 90 , 2.200, 1.300, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
 8.000, 1.300, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"NW-4",2,"TRANSPARENT WALL"
 135 , 90 , 2.400, 2.000, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
 6.500, 2.000, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"NW-5",2,"TRANSPARENT WALL"
 135 , 90 , 2.200, 3.600, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
13.000, 3.600, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"NW-6",2,"TRANSPARENT WALL"
 135 , 90 , 1.200, 1.700, 1 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
 2.000, 1.700, 1.000, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"NW-7",2,"TRANSPARENT WALL"
 135 , 90 , 1.200, 0.850, 1 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
 2.000, 0.850, 1.000, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"N-1",1,"OPAQUE WALL"
      4.2,180,3
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
CONCRETE      , 1.442, 1.150
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,10.0
"///"
"N-2",1,"OPAQUE WALL"
      6.8,180,3
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
CONCRETE      , 1.442, 0.500
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

```
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,10.0
"///"
"N-3",1,"OPAQUE WALL"
      1.8,180,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
CONCRETE      , 1.442, 0.500
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"N-4",1,"OPAQUE WALL"
      1.8,180,5
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.200
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
CONCRETE      , 1.442, 0.500
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"N-5",1,"OPAQUE WALL"
      1.4,180,6
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.200
AIR           , 5.000, 0.800
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"N-6",1,"OPAQUE WALL"
   1277.1,180,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"N-7",1,"OPAQUE WALL"
     95.7,180,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.200
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"N-8",1,"OPAQUE WALL"
    211.3,180,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
CONCRETE      , 1.442, 0.300
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"N-9",1,"OPAQUE WALL"
      2.9,180,3
STONE WASH    , 0.115, 0.020
CONCRETE      , 1.442, 0.400
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"N-10",1,"OPAQUE WALL"
      3.4,180,3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

```
STONE WASH    , 0.115, 0.020
CONCRETE      , 1.442, 1.000
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"N-11",1,"OPAQUE WALL"
    102.2,180,5
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
AIR           , 3.750, 0.600
BRICK         , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"N-12",1,"OPAQUE WALL"
    160.4,180,5
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
AIR           , 1.562, 0.250
CONCRETE      , 1.442, 0.800
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"N-13",1,"OPAQUE WALL"
    174.7,180,5
STONE WASH    , 0.115, 0.020
BRICK         , 0.807, 0.100
AIR           , 1.562, 0.250
BRICK         , 0.807, 0.100
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,11.0
"///"
"N-14",1,"OPAQUE WALL"
     15.6,180,3
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
CONCRETE      , 1.442, 0.500
SAND/CEMENT   , 0.533, 0.010
 0.044, 0.120
 5.0,10.0
"///"
"N-15",2,"TRANSPARENT WALL"
 180 , 90 , 2.200, 3.200, 3 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
14.200, 3.200, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"N-16",2,"TRANSPARENT WALL"
 180 , 90 , 2.400, 1.000, 2 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
14.200, 1.000, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"N-17",2,"TRANSPARENT WALL"
 180 , 90 , 2.200,18.800, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
 1.850,18.800, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

```
"///"
"N-18",2,"TRANSPARENT WALL"
 180 , 90 , 2.200, 1.900, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
 3.600, 1.900, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"N-19",2,"TRANSPARENT WALL"
 180 , 90 , 2.400, 2.000, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
14.200, 2.000, 3.900, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"N-20",2,"TRANSPARENT WALL"
 180 , 90 , 2.600, 6.700, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
11.250, 6.700, 2.800, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"N-21",2,"TRANSPARENT WALL"
 180 , 90 , 1.150, 0.600, 12 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 5
 5.0,10.0
"///"
"N-22",2,"TRANSPARENT WALL"
 180 , 90 , 0.800, 8.500, 1 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 1
15.900, 8.500, 0.100, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"N-23",2,"TRANSPARENT WALL"
 180 , 90 , 1.150, 2.800, 14 , 1
 0.006, 1.053
 0.044, 0.120
 0.960, 5
 5.0,10.0
"///"
"N-24",2,"TRANSPARENT WALL"
 180 , 90 , 1.100,30.700, 1 , 1
 0.012, 1.053
 0.044, 0.120
 0.870, 1
 1.550,30.700, 0.800, 0.000
 5.0,10.0
"///"
"N-25",2,"TRANSPARENT WALL"
 180 , 90 , 1.150, 3.450, 474 , 2
 0.010, 1.053
 0.010, 1.053
 0.160
 0.044, 0.120
 0.581, 3
 0.500, 3.450, 0.000, 0.000
 0.400, 1.150, 0.000,  0.0
 5.0,10.0
"///"
"N-26",2,"TRANSPARENT WALL"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่ อ)

```
180 , 90 , 1.150, 3.450, 34 , 2
0.010, 1.053
0.010, 1.053
0.160
0.044, 0.120
0.581, 3
0.500, 3.450, 0.000, 0.000
0.400, 1.150, 0.000,  0.0
5.0,10.0
"///"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดพื้นที่หลังคาอาคาร โรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ตารางที่ 4.23

ตารางแสดงรายละเอียดของพื้นที่หลังคาของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ด้านที่	ทิศทาง	ผนังทึบ		ผนังโปร่งแสง		สัดส่วนของพื้นที่ผนังโปร่งแสงต่อผนังของแต่ละด้าน (%)
		โครงสร้างลักษณะที่	พื้นที่ (m^2)	โครงสร้างลักษณะที่	พื้นที่ (m^2)	
	0°	1	171.5	-	-	0
		2	535.0			
		3	87.8			
		4	324.1			

รายละเอียดโครงสร้างหลังคาอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ตารางที่ 4.24

ตารางแสดงรายละเอียดโครงสร้างหลังคาอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ลักษณะที่	ชนิดของชั้นวัสดุ/ความหนา (m)					
	ชั้นที่1	ความหนา	ชั้นที่2	ความหนา	ชั้นที่3	ความหนา
1	CONCRETE	0.200	AIR	0.700	GYPSUM	0.009
2	CONCRETE	0.200	AIR	2.500	GYPSUM	0.009
3	CONCRETE	0.200	AIR	0.500	GYPSUM	0.009
4	CONCRETE	0.200	AIR	1.350	GYPSUM	0.009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ตารางที่ 4.25

ตารางแสดงการคำนวณค่า RTTV ของอาคารโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

THE RTTV OF ARNOMA BUILDING 12-22-1997

AZIMUTH ANGLE = 0

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
ROOF-1	171.5	1.7	24.0	-	-	-	-	-	6997.2
ROOF-2	535.0	1.7	24.0	-	-	-	-	-	21828.0
ROOF-3	43.9	1.7	24.0	-	-	-	-	-	1791.1
ROOF-4	43.9	1.7	24.0	-	-	-	-	-	1791.1
ROOF-5	324.1	1.7	24.0	-	-	-	-	-	13223.3

****

RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 40.8 W/sq m

****

RTTV OF THIS BUILDING IS 40.8 W/sq m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

```
"ROOF-1",4,"OPAQUE ROOF"
    171.5,0,3
CONCRETE      , 1.442, 0.200
AIR           , 4.020, 0.700
GYPSUM        , 0.191, 0.009
 0.055, 0.162
 5.0,24.0
"///"
"ROOF-2",4,"OPAQUE ROOF"
    535.0,0,3
CONCRETE      , 1.442, 0.200
AIR           ,14.360, 2.500
GYPSUM        , 0.191, 0.009
 0.055, 0.162
 5.0,24.0
"///"
"ROOF-3",4,"OPAQUE ROOF"
     43.9,0,3
CONCRETE      , 1.442, 0.200
AIR           , 2.870, 0.500
GYPSUM        , 0.191, 0.009
 0.055, 0.162
 5.0,24.0
"///"
"ROOF-4",4,"OPAQUE ROOF"
     43.9,0,3
CONCRETE      , 1.442, 0.200
AIR           , 2.870, 0.500
GYPSUM        , 0.191, 0.009
 0.055, 0.162
 5.0,24.0
"///"
"ROOF-5",4,"OPAQUE ROOF"
    324.1,0,3
CONCRETE      , 1.442, 0.200
AIR           , 7.750, 1.350
GYPSUM        , 0.191, 0.009
 0.055, 0.162
 5.0,24.0
"///"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

THE RTTV OF ARNOMA1 BUILDING 12-22-1997

AZIMUTH ANGLE = 0

SECTION	Aw	Uw	TDeq	Af	Uf	Tdiff	SF	SC	Q
ROOF-1	171.5	1.7	24.0	-	-	-	-	-	6997.2
ROOF-2	535.0	0.3	24.0	-	-	-	-	-	3852.0
ROOF-3	43.9	1.7	24.0	-	-	-	-	-	1791.1
ROOF-4	43.9	1.7	24.0	-	-	-	-	-	1791.1
ROOF-5	324.1	1.7	24.0	-	-	-	-	-	13223.3

****

RTTV OF THIS FACADE OF THE BUILDING = 24.7 W/sq m

****

RTTV OF THIS BUILDING IS 24.7 W/sq m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26

ตารางแสดงรายละเอียดของการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล ก่อนการปรับปรุง

ทิศทางของอาคาร	ค่า OTTV และ RTTV (W/m^2)
NORTH-EAST	58.00
EAST	32.20
SOUTH	52.30
SOUTH-WEST	58.00
WEST	41.50
NORTH-WEST	71.10
NORTH	49.30
OTTV	48.80
RTTV	40.80

ข้อเสนอแนะการปรับปรุง

จากข้อมูลการสำรวจเบื้องต้นจะเห็นได้ว่าค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) นั้น มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด แต่ค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคาอาคาร (RTTV) ยังมีค่าเกินจากค่าที่กฎหมายกำหนดไว้ ดังนั้นเพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ในการปรับปรุงทำได้ดังนี้

-บุฉนวนใยแก้วกันความร้อนชนิดหุ้มด้วย Metalize Film ทุกด้าน ความหนาไม่ต่ำกว่า 50 mm มีความต้านทานความร้อนไม่ต่ำกว่า 1.4 m^2 K/W ติดตั้งไว้เหนือเพดานยิบซั่มพื้นที่เท่ากับ 535.0 m^2 ในส่วนของหลังคาชั้นลอยของชั้นที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นคอนกรีตหนา 0.200 m ภายในปูฝ้าเพดานยิบซั่มหนา 0.009 m มีช่องว่างอากาศอยู่กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการประหยัด

กิโลวัตต์ใช้งานที่ประหยัดได้	15,015.68	kWh/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	28,245.56	บาท/ปี

การลงทุน (RTTV)

บุฉนวนใยแก้วกันความร้อนชนิดหุ้มด้วย Metallize Film ทุกด้าน

คิดเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	64,200.00	บาท
ระยะเวลาในการคืนทุน	2.27	ปี
ผลตอบแทนการลงทุน (EIRR)	98.11	%

4.3.1 การคำนวณการปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร(RTTV)

พื้นที่รวมของหลังคาอาคารทั้งหมด	=	11,180.40	ตารางเมตร
บุฉนวนใยแก้วชนิดหุ้มด้วย Metallize Film			
ค่า RTTV ก่อนการปรับปรุง	=	40.80	W/m^2
ค่า RTTV หลังการปรับปรุง	=	24.70	W/m^2
พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง	=	15,015.68	kWh/ปี
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้ทั้งหมด	=	2.43	kW
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	=	28,245.56	บาท/ปี
การลงทุน			
จากพื้นที่รวมของหลังคาอาคารที่ปรับปรุง	=	535.00	m^2
ราคาฉนวนใยแก้วชนิดที่หุ้มด้วย Metallize Film ราคารวมค่าแรง			
	=	120.00	บาท/m^2
รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	=	64,200.00	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	2.27	ปี
ผลตอบแทนการลงทุน (EIRR)	=	98.11	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 รายละเอียดการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาทางหลังคาอาคาร โรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ตารางที่ 4.27

ตารางแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ผลตอบแทนของการลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาทางหลังคาของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
<u>ข้อมูล</u>		
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารก่อนการปรับปรุง	W/m^2	40.80
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารหลังการปรับปรุง	W/m^2	24.70
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารที่ลดลง	W/m^2	16.10
พื้นที่รับความร้อนของหลังคา	m^2	1,118.40
ค่าความร้อนรวมที่ผ่านผนังอาคาร	W	18,006.24
ค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	kW/Ton	0.67
จำนวนชั่วโมงใช้งานอาคารใน 1 วัน	ชั่วโมง/วัน	12.00
จำนวนวันที่ใช้งานใน 1 ปี	วัน/ปี	365.00
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้ทั้งหมด	kWh/ปี	15,015.68
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้ทั้งหมด	kW	3.43
<u>การลงทุน</u>		
ราคาฉนวนใยแก้วชนิดหุ้มด้วย Metallize Film ต่อหน่วย (รวมค่าติดตั้ง)	บาท/m^2	120.00
พื้นที่ติดตั้งฉนวนใยแก้วชนิดหุ่มด้วย Metallize Film	m^2	535.00
รวมมูลค่าการลงทุน	บาท	64,200.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
<u>ค่าใช้จ่ายที่ลดลง</u>		
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (อัตรา 274.00 B/kW-เดือน)	บาท/ปี	11,277.84
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (อัตรา 1.13 B/kWh)	บาท/ปี	16,967.72
รวม	บาท/ปี	28,245.56
<u>ผลการวิเคราะห์</u>		
ระยะเวลาคืนทุน (SPB)	ปี	2.27
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (FIRR)	%	90.86
อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (EIRR)	%	98.11

$$\text{พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้} = \frac{\text{ค่าความร้อนรวมที่ผ่านผนังอาคาร X ค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ X 3.41}}{12{,}000}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28

แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และทางการลงทุนของการลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาทางหลังคาอาคาร

Items	Period	ANALYSIS PERIOD														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Year	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
COSTS	TOTAL Financial Costs	64,205.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	- Material	64,205.00	0.00	0.00	0.00											
	- Installation	0.00	0.00	0.00	0.00											
	- Operting & Maintainance	0.00	0.00	0.00	0.00											
	TOTAL Ecoromics Costs	56,720.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BENEFITS	TOTAL Finanancial Benefits	29,375.68	31,022.40	32,974.44	34,746.29	36,307.92	0.00	39,463.35	41,140.55	42,869.02	44,711.80	46,612.05	48,593.01	50,658.27	52,811.25	55,055.73
	- Energy Charge Saving	29,375.68	31,022.40	32,974.44	34,746.29	36,307.92	37,854.57	39,463.35	41,140.55	42,869.02	44,711.80	46,612.05	48,593.01	50,658.27	52,811.25	55,055.73
	TOTAL Ecoromics Benefits	28,056.80	28,337.37	28,620.74	29,908.68	31,254.57	0.00	34,130.77	35,666.66	37,271.65	38,948.83	40,701.58	42,533.15	44,447.14	46,447.26	48,537.39
	-Energy Charge Saving	28,056.80	28,337.37	28,620.74	29,908.68	31,254.57	32,661.02	34,130.77	35,666.66	37,271.65	38,948.83	40,701.58	42,533.15	44,447.14	46,447.26	48,537.39
TOTAL FINANCIAL CASH FLOW			31,022.40	32,974.44	34,746.29	36,307.92	0.00	39,463.35	41,140.55	42,869.02	44,711.80	46,612.05	48,593.07	50,658.27	52,811.25	55,055.73
	FIRR 90.86 %															
TOTAL ECONOMICS CASH FLOW			28,337.37	28,620.74	29,908.68	31,254.57	0.00	34,130.77	35,666.66	37,271.65	38,948.83	40,701.58	42,533.15	44,447.14	46,447.26	48,537.39
	EIRR 96.11 %															

ค่าเงินเฟ้อสำหรับการลงทุน	1.0	1.07	1.15	1.21	1.29	1.37	1.46	1.55	1.65	1.76	1.88	2.00	2.13	2.27	2.41
ค่าไฟฟ้าทางเศรษฐศาสตร์ (บาท / kWh)	1.87	1.89	1.91	1.99	2.08	2.18	2.27	2.38	2.48	2.59	2.71	2.83	2.96	3.09	3.23
ค่าไฟฟ้าสำหรับวิเคราะห์การเงิน (บาท / kWh)	1.956	2.066	2.196	2.314	2.418	2.521	2.628	2.740	2.856	2.978	3.104	3.236	3.374	3.517	3.667

Note Conversion Factor สำหรับวิเคราะห์ EIORR

1. ค่าอุปกรณ์เครื่องมือ 0.88349 , ค่าแรงงาน 1.0
2. ค่าเงินเฟ้อสำหรับการลงทุน 6.5 % ต่อปี
3. ค่าไฟฟ้าทางเศรษฐศาสตร์ 1.85 บาท / kWh
4. ค่าเงินเฟ้อสำหรับพลังงาน 1% ต่อปี ถึงปี 1999 , 4.5% ต่อปี ตั้งแต่ปี 2000 ขึ้นไป

4.4 การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพรวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

4.4.1 การใช้เครื่องปรับอากาศชนิดธรรมดา

สภาพเดิม

มีการใช้เครื่องปรับอากาศชนิดธรรมดาในบริเวณต่าง ๆ จำนวน 23 เครื่อง คิดเป็นความสามารถในการทำความเย็น 42.60 Ton

ตารางที่ 4.29

ตารางแสดงรายละเอียดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศชนิด Split Type ที่ใช้ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ลำดับที่	ชนิดของเครื่องปรับอากาศ	ขนาด (BTU)	จำนวน (เครื่อง)	Chp (kW/Ton)	
				พระราชบัญญัติกำหนด	ค่าที่วัดได้เฉลี่ย
1	Split Type	9,000	2	1.61	1.11
2	Split Type	18,000	8	1.61	1.21
3	Split Type	25,800	4	1.61	1.57
4	Split Type	20,500	8	1.61	1.39
5	Split Type	34,000	1	1.61	1.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว (Unitary air conditioning system)

ตารางที่ 4.30

ตารางแสดงรายละเอียดระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว

รายละเอียด	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	เครื่องที่ 5	เครื่องที่ 6	เครื่องที่ 7	เครื่องที่ 8
ประเภทเครื่องปรับอากาศ	FCU-R	FCU-SR	FCU-ST 123	AHU-306A	AHU-301	AHU-302	AHU-303	AHU-304
ขนาดทำความเย็น (ยีทียู/ชั่วโมง)	12,000	18,000	24,000	360,000	144,000	96,000	72,000	6,000
พิกัดกำลังไฟฟ้า (A)	0.40	0.54	0.81	12.50	12.00	8.90	7.10	2.20
ชื่อผู้ผลิต	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier
เดือน/พ.ศ.ที่ติดตั้งใช้งาน	2533	2533	2533	2533	2533	2533	2533	2533
สถานที่ใช้งาน	ห้องพักแขก	ห้องพักแขก	ห้องพักแขก	ห้องจัดเลี้ยง	ห้องโถงจัดเลี้ยง	Lobby wine pub floor 4	ตามห้องอาหาร	ทางเดินห้องพักแขก
หมายเหตุ	336 ตัว	47 ตัว	17 ตัว	3 ตัว	1 ตัว	3 ตัว	7 ตัว	18 ตัว

ข้อเสนอแนะในการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

1.ตั้งปุ่มปรับอุณหภูมิให้เหมาะสม และอย่าปรับเครื่องเย็นเกินไป ตั้งเทอร์โมสตัทให้ควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมกับความสบายเท่านั้น โดยทั่ว ๆ ไป ควรปรับที่อุณหภูมิ 78°F (25.5 °C) ไม่ควรตั้งเทอร์โมสตัทให้ต่ำกว่า 75 °F(24 °C) ถ้าปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นเท่าไรก็จะทำให้ประหยัดเงินได้มากขึ้นเท่านั้น

2.หมั่นทำความสะอาดแฟนกรองอากาศอยู่ด้านหลังหน้ากาก ควรถอดมาทำความสะอาดอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง การทำความสะอาดใหญ่ทั้งเครื่อง ควรให้ช่างถอดออกมาล้าง ปีละ 1 ครั้ง

3.ทำความสะอาดชุดคอนเดนเซอร์ เพราะอาจมีฝุ่นเศษไม้ มาเกาะที่แผงระบายความร้อนไม่ดี เป็นผลทำให้อุณหภูมิควบแน่นที่สูงขึ้น คอมเพรสเซอร์ทำงานหนัก

4.อากาศภายนอกเข้า อากาศภายนอกควรให้เข้าห้องปรับอากาศน้อยที่สุด ไม่ควรใช้พัดลมระบายอากาศขณะที่อากาศร้อนหรือชื้น ถ้าไม่จำเป็นก็ไม่ควรเปิดพัดลมระบายอากาศเลย

5.ปิดเครื่องปรับอากาศ

-เปิดใช้เครื่องปรับอากาศเฉพาะส่วนที่จำเป็นและในเวลาที่จำเป็น เช่น ห้องที่ไม่ได้ใช้งาน 1 ชั่วโมง ก็ควรปิดเครื่องปรับอากาศไว้ก่อน

-ในช่วงที่อากาศไม่ค่อยร้อนจัดให้ปิดเครื่องปรับอากาศ เปิดหน้าต่างเพื่อให้ลมพัดถ่ายเท เพราะว่าไม่มีประโยชน์อะไรเลยที่จะใช้เครื่องปรับอากาศในขณะที่อุณหภูมิภายนอกไม่แตกต่างจากภายในมากนัก

6.เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ทดแทนเครื่องเก่าที่มีประสิทธิภาพของเครื่องลดลงเนื่องจากการใช้งานมานานและแผงระบายความร้อนและความเย็นอยู่ในสภาพทรุดโทรมและการเปลี่ยนเครื่องใหม่ควรพิจารณาเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง

7.การติดตั้ง หรือตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เช่นชุดระบายความร้อน (Condensing unit) ควรติดตั้งในที่มีอากาศระบายได้ดี ไม่ติดตั้งในที่คับแคบ เครื่องกระจายลม (Air handing unit) ควรติดตั้งในตำแหน่งที่สาระทำให้ลมกระจายได้ทั่วห้อง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การปรับปรุงระบบปรับอากาศ

สภาพเดิม

ทางโรงแรมมีเครื่องปรับอากาศแบบหอยโข่ง (Centrifugal chiller) ระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 450 ตัน 2 เครื่อง นอกจากนั้นยังประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled water pump) ขนาด 75 kW (Promarily pump) จำนวน 3 เครื่อง นอกจากนั้นยังประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำเย็น ขนาด 63 kW (Promarily pump) จำนวน 3 เครื่อง ขนาด 3.7 kW และหอผึ่งน้ำเย็น (Cooling tower) จำนวน 3 เครื่อง

ลักษณะการทำงานปกติจะเดินเครื่องปรับอากาศขนาด 450 ตัน เพียงเครื่องเดียว และเดินเครื่องสูบน้ำเย็น (Promary pump) ,เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น (Secondary pump) อย่างละ 1 เครื่องและหอผึ่งน้ำเย็น 2 เครื่อง

ตารางที่ 4.31

ตารางแสดงรายละเอียดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศชนิด Centrifugal Chiller ที่ใช้ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ลำดับที่	ชนิดของเครื่องปรับอากาศ	ขนาด (Ton)	Chp (kW/TON)	
			พ.ร.บ.กำหนด	ค่าที่วัดได้
Chiller No.1	Centrifugal	450	0.84	0.68
Chiller No.2	Centrifugal	450	0.84	0.68

การคำนวณการวิเคราะห์การใช้พลังงานระบบปรับอากาศ

1. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Chiller)

Chp = ค่าสมรรถนะของส่วนทำน้ำเย็น หน่วยเป็น กิโลวัตต์ต่อตัน (kW / TON)

kW = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของส่วนทำน้ำเย็น ใช้ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดไฟฟ้า (เฉพาะ Chiller) หน่วยเป็นกิโลวัตต์ (kW)

TON = ความสามารถในการทำความเย็นเต็มพิกัด หน่วยเป็น ตันความเย็น

= $(F \times \Delta T) / 50.4$

F = ปริมาณน้ำเย็นที่ไหลผ่านส่วนทำน้ำเย็น หน่วยเป็น ลิตรต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ΔT = อุณหภูมิแตกต่างของน้ำเย็นที่ไหลเข้าและไหลออกจากส่วนทำน้ำเย็น หน่วยเป็น องศาเซลเซียส (^{o}C)

= [$^{o}C = 5(^{o}F - 32) / 9$]

การคำนวณ

1. Chiller No.1 แบบ Centrifugal Chiller ระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 450 Ton %การทำงาน = 84 % กำลังไฟฟ้า = 191 kW

F = 5,160 l/min

ΔT = 2.80 ^{o}C

TON = (5,160 × 2.80) / 50.4 = 286.67

Chp = kW/TON = 191/286.67 = 0.66 (มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร ไม่เกิน 0.75)

2. Chiller No.2 แบบ Centrifugal Chiller ระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 450 TON % การทำงาน = 100 % กำลังไฟฟ้า = 216 kW

F = 5,160 l/min

ΔT = 2.80 ^{o}C

TON = (5,750 × 2.80) / 50.4 = 319.44

Chp = kW/TON = 216/319.44 = 0.68 (มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร ไม่เกิน 0.75)

3. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type)

Chp = ค่าสมรรถนะของส่วนทำความเย็น หน่วยเป็น กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น

kW = กำลังไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็นทั้งระบบ ใช้ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า หน่วยเป็น กิโลวัตต์ (kW)

TON = ความสามารถในการทำความเย็นเต็มพิกัด หน่วยเป็น ตันความเย็น

= $5.707 \times 10^{-3} \times CMM \times \Delta H$

CMM = ปริมาณลมเย็นที่ผ่านชุดจ่ายลมเย็น หน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

A = พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยของชุดจ่ายลมเย็น (กว้าง × ยาว) หน่วยเป็น ตารางเมตร (m^3)

V = ความเร็วลมเฉลี่ยของชุดจ่ายลมเย็น ใช้ค่าที่อ่านจากเครื่องวัดความเร็วลม หน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อนาที (m^3 / min)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ΔH = ค่าความแตกต่างของ Enthalpy ของอากาศที่ออกจากชุดจ่ายลมเย็น และ ชุดลมกลับ (Return) หน่วยเป็น กิโลจูลต่อกิโลกรัม (kJ / kg)

EER = Energy Efficiency Ratio

= TON/kW หน่วยเป็น BTU Watt/hr [1 ton = 12,000 BTU]

HR = อุณหภูมิของ Enthalpy ด้าน Return

HS = อุณหภูมิของ Enthalpy ด้าน Supply

ตารางที่ 4.32

ตารางแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องปรับอากาศ Split Type ที่ใช้ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ขนาด BTU	พื้นที่ m^2	ความเร็วลม m / min	ปริมาณลม m^3 /min	Supply °C	Supply RH	Return °C	Return RH	HS kJ/kg	HR kJ/kg	ΔH kJ/kg	ขนาด TON	kWC (วัดจริง)	kW/ton	EER
9,000	0.040	118.00	4.72	12.60	87.50	23.00	86.00	37.50	62.50	25.00	0.67	0.74	1.11	10.86
18,000	0.062	182.00	11.28	14.50	80.20	22.60	76.00	35.50	55.50	20.00	1.29	1.56	1.21	9.92
25,000	0.100	154.00	15.40	13.50	82.00	23.00	71.00	34.00	55.00	21.00	1.85	3.09	1.67	6.48
26,500	0.125	180.00	22.50	12.80	89.50	22.00	70.00	33.50	51.50	18.00	2.05	2.85	1.39	8.63
34,000	0.180	182.00	32.76	14.80	85.00	23.00	62.00	37.50	51.00	13.50	2.52	3.02	1.20	10.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

ตารางที่ 4.33

ตารางแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์

ที่ใช้ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

รายละเอียด				
ประเภทเครื่องปรับอากาศ			เครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ	
ประเภทเครื่องอัด			Centrifugal	Centrifugal
ขนาดทำความเย็น		ตัน / ชั่วโมง	450.00	450.00
ขนาดเครื่องอัด		กิโลวัตต์	206.00	206.00
ขนาดอุปกรณ์ประกอบระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ	เครื่องสูบน้ำเย็น	กิโลวัตต์	55.00	55.00
		ลิตร / ชั่วโมง	-	-
	เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น	กิโลวัตต์	75.00	75.00
		ลิตร / ชั่วโมง	1,350.00	1,350.00
	หอผึ่งน้ำเย็น	กิโลวัตต์	15.00	15.00
ชื่อผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น			Carrier	Carrier
เดือน / ปี ที่ติดตั้งใช้งาน			1990	1990
สถานที่ใช้งาน			โรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล	
หมายเหตุ			ใช้เดินเครื่องครั้งละ 1 ตัว	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด AHU โรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ตารางที่ 4.34

ตารางแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของ Air Handing Unit

ที่ใช้ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

No.	สถานที่ใช้งาน	ขนาด (BTU)	จำนวน	motor nameplate (kW)	motor measuring (kW)	ชั่วโมงใช้งาน (ชั่วโมง)
1	AHU LOBBY	18,840	3	1.50	1.53	24
2	AHU 304 ทางเดินห้องพักแขก	40,000	18	0.75	0.78	12
3	AHU 303 ห้องอาหาร	72,000	3	5.50	5.91	8
4	AHU 302 LOBBY WINE PUB F4	96,000	3	0.75	0.76	4
5	SUPPLY. LOBBY FL 2nd	111,000	19	0.75	0.78	24
6	AHU SUPPLY LOBBY	120,000	4	0.75	0.79	8
7	AHU 301 ห้องโถงจัดเลี้ยง	144,000	1	3.00	3.16	8
8	SUPPLY WINE	180,000	2	3.00	3.24	4
9	AHU FLOGER PUB	240,000	6	4.00	3.71	12
10	AHU FLOGER	250,000	2	4.00	3.92	12
11	AHU 306A ห้องจัดเลี้ยง	360,000	3	5.00	6.23	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด FCU โรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ตารางที่ 4.35

ตารางแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของ Fan Coil Unit
ที่ใช้ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

No.	สถานที่ใช้งาน	ขนาด (BTU)	จำนวน	motor nameplate (kW)	motor measuring (kW)	ชั่วโมงใช้งาน (ชม.)
1	MODEL 420 A4	12,100	330	0.141	0.084	10-18
2	ENGINEERING DEPT.	14,000	9	0.880	0.095	24
3	MODEL 420 A5	19,600	90	0.141	0.084	10-18
4	ENGINEERING DEPT	20,400	9	0.129	0.196	24
5	MODEL 420 A6	25,500	18	0.178	0.212	10-18
6	LOCKER ROOM	28,200	11	0.176	0.165	24
7	BOARD ROOM	37,200	10	0.282	0.19	4
8	STAFF CANTEEN	44,000	7	0.259	0.151	20
9	SUB STATION	50,250	16	0.560	0.224	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หม้อไอน้ำ

ตารางที่ 4.36

ตารางแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของหม้อไอน้ำ

ที่ใช้ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

รายละเอียด		ชุดที่1	ชุดที่2
ประเภทของหม้อไอน้ำ		ท่อไฟ	ท่อไฟ
ขนาดที่ออกแบบไว้	ความดันไอน้ำ (กก./ตร.ซม.)	1,000	1,000
	อัตราการระเหย (ตัน/ชั่วโมง)		
รูปร่างภายนอก	เส้นผ่าศูนย์กลาง (เมตร)	4	4
	ความยาว (เมตร)	1.25	1.25
ชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้		เชื้อเพลิงเหลว	เชื้อเพลิงเหลว
อัตราการใช้เชื้อเพลิง (อัตราการใช้เชื้อเพลิง)		40 ลิตร / ชม.	40 ลิตร / ชม.
ประสิทธิภาพ (%)		87	87
ชื่อผู้ผลิต		Micwaukee wisconsin USA	Micwaukee wisconsin USA
เดือน / พศ.ที่ติดตั้งใช้งาน		พ.ย. 2533	พ.ย. 2533
สถานที่ใช้งาน		โรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล	
หมายเหตุ		เดินเครื่องใช้งานครั้งละ 1 เครื่อง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.37

รายละเอียดการคำนวณระบบ Chiller โรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

No.	ขนาด / ชนิด ของ Chiller	% การทำงาน	EE Power Input						Pipe				Chilled water						
													Temperature					ความเร็วน้ำ	อัตราการไหล
													IN		OUT		ΔT	(m/s)	(litre /min)
			Volt	IR	IS	IT	kW	PF	ขนาด (inch)	outside diameter (mm.)	wall (mm.)	ระยะห่างหัววัด (mm.)	°C	°F	°C	°F	°C		
1	Centrifugal 450 TON	84	394	274	277	280	191	0.89	10	273	9.27	223.5	52	11..10	45	9.2	2 8	1.92	5,160
2	Centrifugal 450 TON	84	395	372	369	375	.216	0.85	10	273	9.27	223.5	51	10.50	45	7.7	2.8	1.90	5,750

ข้อเสนอแนะในการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศแบบหอยโข่ง

1.เครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในเวลากลางคืนไม่ควรตั้งเทอร์โมสตัทให้อุณหภูมิต่ำกว่า 78 °F (25.5 °C) แต่ถ้าใช้งานในเวลากลางวันอาจต่ำลงมาได้ แต่ไม่ควรต่ำกว่า 75°F (24°C)

2.การทำความสะอาดเครื่องควบแน่น (Condenser) เนื่องจากระบบน้ำหมุนเวียนในระบบเป็นระบบน้ำระเหยตลอดเวลา ผิวด้านในของเครื่องควบแน่นจึงมักมีตะกรัน และสิ่งสกปรกเป็นผลทำให้อุณหภูมิเครื่องควบแน่นสูงขึ้น ฉะนั้น ต้องทำความสะอาดมากน้อยตามความจำเป็น และในขณะเดียวกันเครื่องสงลมเย็นก็ควรมีการทำความสะอาดแผงกรองอากาศและขดทำความเย็น (Cooling coil) เป็นประจำถ้าอุปกรณ์ดังกล่าวสกปรก พื้นผิวรับความร้อนจะถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดี ทำให้น้ำเย็นที่กลับไปยังเครื่องทำน้ำเย็นยังมีอุณหภูมิต่ำอยู่ทำให้ประสิทธิภาพที่เครื่องทำน้ำเย็นต่ำลงด้วย

3.ควรทำความสะอาดหอผึ่งน้ำเย็น รวมถึงหัวสเปรย์น้ำอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากความสกปรกในระบบจะลดความสามารถในการถ่ายเทความร้อน

4.ควรให้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในระบบน้ำหล่อเย็นอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากความสกปรกในระบบะลดความสามารถในการถ่ายเทความร้อน

5.ตรวจสอบการรั่วของท่อลมที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงการซ่อมแซมฉนวนท่อลมที่เสียหาย

6.ทดสอบการปรับแต่งระบบอย่างสมบูรณ์เป็นครั้งคราว ตามหมายกำหนดการที่ตั้งไว้ตลอดอายุการใช้งาน โดยมากการปรับแต่งระบบในครั้งแรก มักจะเป็นการปรับแต่งครั้งเดียวที่ได้กระทำกับระบบ ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงเรื่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

4.5.1 การใช้แสงสว่างในอาคาร

การสำรวจ จากการตรวจสอบและวิเคราะห์สภาพการใช้งานแสงสว่างในอาคารมีดังนี้

ตารางที่ 4.38

ตารางแสดงรายละเอียดการตรวจสอบและวิเคราะห์สภาพการใช้งานแสงสว่าง ที่ใช้ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

พื้นที่ใช้งานของอาคาร (m^2)	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในระบบแสงสว่างภายในอาคาร (W)	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อพื้นที่ใช้งาน (W/m^2)	ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้มาตรฐานต่อพื้นที่ใช้งาน (W/m^2)
29,176	459,019	15.7	16

หมายเหตุ กำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบแสงสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ

ระบบแสงสว่างในอาคารประกอบด้วย

ตารางที่ 4.39

ตารางแสดงรายละเอียดของระบบแสงสว่างที่ใช้ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ลำดับที่	ชนิดของหลอดไฟฟ้า	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)
1	FLUORESCENT	10	36
2	FLUORESCENT	18	463
3	FLUORESCENT	32	12
4	FLUORESCENT	36	1,348
5	INCANDESCENT	25	2,844
6	INCANDESCENT	40	1,327

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.39 (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิดของหลอดไฟฟ้า	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)
7	INCANDESCENT	60	1,913
8	INCANDESCENT	100	806
9	HALOGEN	20	857
10	HALOGEN	50	78
11	HALOGEN	100	14
12	HALOGEN	200	4
13	HALOGEN	300	14
14	HALOGEN	500	2
15	COMPLEX FLUORESCENT	7	890
16	COMPLEX FLUORESCENT	9	836
17	COMPLEX FLUORESCENT	11	43
18	COMPLEX FLUORESCENT	13	52
19	หลอด SPORT LIGHT	100	160
20	หลอดไฟแซนาเลีย	200	6
21	หลอดไฟกิ่ง	40	9
22	หลอดไฟแสงจันทร์	160	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการวิเคราะห์ค่าความส่องสว่างและอุณหภูมิความชื้นในอาคาร

ตารางที่ 4.40

ตารางแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ค่าความส่องสว่างและอุณหภูมิความชื้นในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

บริเวณทำการวัด	ค่า LUX ที่วัดได้	ค่า LUX มาตรฐาน	อุณหภูมิ °C	ความชื้นสัมพัทธ์ %
ห้องโถง (หน้า font)	50.00	100	25.90	56.0
ห้องทำงานฝ่ายบริหาร	239.00	300	25.80	54.0
ห้องทำงานฝ่ายบัญชี	142.00	300	24.20	60.0
ห้องทำงานฝ่ายบุคคล	129.00	300	25.40	55.6
ห้องทำงานฝ่ายซักรีด	84.50	300	27.10	69.2
ห้องทำงานฝ่ายช่าง	261.20	300	24.40	60.3
ห้องทำงานฝ่ายแม่บ้าน	128.30	300	25.60	60.2
ห้องอาหารพนักงาน	150.00	300	25.70	64.8
ห้องประชุมอโนมาร์ 1	196.20	150	23.40	54.2
ห้องประชุมอโนมาร์ 3	245.20	150	23.20	57.2
ห้องประชุมประทุมมาศ	123.80	150	23.50	52.3
ห้องประชุมบงกช	106.00	150	23.70	50.2
ห้องประชุมผู้บริหาร	314.70	150	25.90	49.8
ห้องประชุมลโรชา	132.80	150	23.40	54.2
ห้องประชุมทิพย์อุบล	144.80	150	23.80	52.6
ทางเดินพนักงาน	27.80	150	27.80	60.1
ทางเดินบริเวณห้องพัก	32.20	150	24.40	64.8
ห้องน้ำพนักงาน	180.70	150	26.60	70.9
ห้องน้ำแขก	19.00	150	24.60	58.7
ลิฟท์แขก	63.80	150	27.10	58.1
ลิฟท์พนักงาน	111.70	150	29.70	56.0
ห้องพักแขก DELUXE TWIN	134.50	150	22.90	69.9
ห้องพักแขก JUNIOR	114.30	150	25.00	58.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.40 (ต่อ)

บริเวณทำการวัด	ค่า LUX ที่วัดได้	ค่า LUX มาตรฐาน	อุณหภูมิ °C	ความชื้นสัมพัทธ์ %
ห้องพักแขก ST	111.00	150	24.60	59.4
ห้องพักแขกสูท	266.20	150	23.70	66.9
ห้องออกกำลังกาย FITNESS	192.80	150	27.10	52.7
ห้องออกกำลังกายแอร์โรบิค	132.20	150	26.20	49.4

หมายเหตุ อุณหภูมิ 28.70 °C อุณหภูมิภายในเฉลี่ย 24.80 °C
ความชื้นสัมพัทธ์65.40 % ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 57.50 %

หลอดไฟชนิดอื่น ๆ

ตารางที่ 4.41

ตารางแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์การใช้งานของหลอดไฟชนิดอื่น ๆ
ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ชนิดหลอดไฟฟ้า	จำนวนหลอด	จำนวนวัตต์ (W/หลอด)	วัตต์รวม (W)	ชั่วโมงการใช้งาน (ชั่วโมง/วัน)
หลอดไส้				
ขนาด 40 วัตต์	5,692	40	223,680	7
ขนาด 60 วัตต์	44	60	2,620	19
หลอดทังสเตนฮาโลเจน				
ขนาด 50 วัตต์	933	50	46,650	17
ขนาด 100 วัตต์	206	100	20,600	4
หลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์				
ขนาด 7 วัตต์	1,301	7	9,107	24
ขนาด 9 วัตต์	33	9	897	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง ประกอบด้วยหลอดไฟฟ้าชนิดและขนาดต่างๆ ดังนี้

(1) ห้องรับแขก

ตารางที่ 4.42

ตารางแสดงการใช้พลังงานในห้องรับแขกโรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮต็ล

ลำดับ	ชนิดของหลอดที่ใช้	จำนวน (หลอด)	รวม (watt)	Ballast loss	รวมทั้งหมด (watt)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี)
1	INCANDESCENT 40 W	1,209	48,360	-	48,360	109,774.06
2	INCANDESCENT 60 W	1,612	96,720	-	96,720	219,548.11
3	INCANDESCENT 100 W	806	80,600	-	80,600	182,956.76
4	FLUORESCENT 18 W	403	7,254	10	11,284	25,613.95
5	COMPACT FLUORESCENT 7 W	403	2,821	-	2,821	6,406.49
6	COMPACT FLUORESCENT 9 W	403	3,627	-	3,627	8,233.05
				รวม	243,412	552,529.42

หมายเหตุ

- คิดเฉลี่ยชั่วโมงการใช้งาน / วัน = 10.00 ชั่วโมง / วัน
- คิดเปอร์เซ็นต์ห้องพักแขกเฉลี่ยทั้งปี = 62.19 %

หลักเกณฑ์ในการคิดพลังงาน kWh / ปี คำนวณจาก ชั่วโมงการใช้งาน × พลังงานที่ใช้ × % OCC

ตัวอย่างเช่น FLUORESCENT 36 W พลังงานรวม = 11,284.00 W

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ kWh/ปี $\frac{(10 \times 365) \times (11.284) \times (0.6219)}{1,000}$

=25,613.95 kWh/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ห้องประชุม

ตารางที่ 4.43

ตารางแสดงการใช้พลังงานในห้องประชุมโรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮต็ล

ลำดับ	ชนิดของหลอดที่ใช้		จำนวน (หลอด)	รวม (watt)	Ballast loss	รวมทั้งหมด (watt)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี)
1	INCANDESCENT	25 W	2,832	70,800	-	70,800	103,368.00
2	SPORT LIGHT	100 W	148	14,800	-	14,800	21,608.00
3	HALOGEN	20 W	112	2,240	-	2,240	3,270.40
4	HALOGEN	300 W	5	1,500	-	1,500	2,190.00
5	COMPACT FLUORESCENT	11 W	43	473	-	473	690.58
6	FLUORESCENT	36 W	52	2,892	10	2,892	3,492.32
					รวม	92,705	134,619.30

หมายเหตุ

คิดเฉลี่ยชั่วโมงการใช้งาน / วัน = 10 ชั่วโมง / วัน

คิด % OCC การใช้งานเฉลี่ยทั้งปี = 40 %

หลักเกณฑ์ในการคิดพลังงาน kWh / ปี คำนวณจาก ชั่วโมงการใช้งาน× พลังงานที่ใช้ × % OCC

(3) ทั่วไป

ตารางที่ 4.44

ตารางแสดงการใช้พลังงานของโรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮต็ล

ลำดับ	ชนิดของหลอดที่ใช้		จำนวน (หลอด)	รวม (watt)	Ballast loss	รวมทั้งหมด (watt)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี)
1	INCANDESCENT	25 W	12	300	-	300	2,628.00
2	INCANDESCENT	40 W	24	960	-	960	3,153.60
3	INCANDESCENT	40 W	13	520	-	520	2,467.40
4	INCANDESCENT	40 W	85	3,400	-	3,400	29,781.00

เอกสารนี้ได้รับการสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.44 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดของหลอดที่ใช้	จำนวน (หลอด)	รวม (watt)	Ballast loss	รวมทั้งหมด (watt)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี)
6	INCANDESCENT 60 W	42	2,520	-	2,520	11,037.60
7	INCANDESCENT 60 W	107	6,420	-	6,420	46,866.00
8	INCANDESCENT 60 W	20	1,200	-	1,200	10,512.00
9	FLUORESCENT 10 W	36	360	10	720	525.00
10	FLUORESCENT 18 W	8	144	10	224	735.84
11	FLUORESCENT 18 W	6	108	10	168	1,103.76
12	FLUORESCENT 18 W	46	828	10	1,288	11,282.88
13	FLUORESCENT 32 W	12	384	10	504	44,150.40
14	FLUORESCENT 36 W	122	4,392	10	5,612	18,435.42
15	FLUORESCENT 36 W	209	7,524	10	9,614	421,093.20
16	FLUORESCENT 36 W	26	936	10	1,196	69,846.40
17	FLUORESCENT 36 W	936	33,696	10	43,056	377,170.56
18	HALOGEN 20 W	114	2,280	-	2,280	74,898.00
19	HALOGEN 20 W	15	300	-	300	13,140.00
20	HALOGEN 20 W	46	920	-	920	53,728.00
21	HALOGEN 20 W	573	11,460	-	11,460	100,389.60
22	HALOGEN 50 W	78	3,900	-	3,900	12,811.00
23	HALOGEN 100 W	9	900	-	900	1,971.00
24	HALOGEN 100 W	5	500	-	500	2,190.00
25	HALOGEN 200 W	4	800	-	800	3,504.00
26	HALOGEN 300 W	6	900	-	900	1,971.00
27	HALOGEN 300 W	3	900	-	900	3,942.00
28	HALOGEN 500 W	2	1,000	-	1,000	2,190.00
29	COMPACT FLUORESCENT 7 W	487	3,409	-	3,409	29,862.84
30	COMPACT FLUORESCENT 9 W	39	351	-	351	768.69
31	COMPACT FLUORESCENT 9 W	134	1,206	-	1,206	5,282.28
33	COMPACT FLUORESCENT 13 W	3	39	-	39	128.12
34	COMPACT FLUORESCENT 13 W	49	637	-	637	3,720.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.44 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดของหลอดที่ใช้		จำนวน (หลอด)	รวม (watt)	Ballast loss	รวมทั้งหมด (watt)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี)
35	หลอด SPORT LIGHT	100 W	40	4,000	-	4,000	18,980.00
36	หลอดไฟแขนาเลีย	200 W	6	1,200	-	1,200	3,942.00
37	หลอดไฟกิ่ง	40 W	9	360	-	360	1,182.60
38	หลอดไฟแสงจันทร์		17	2,720	-	2,720	8,935.20
						รวม	1,440,053.77

รวมพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างทั้งหมด = 552,529.42 + 134,618.90 + 1,440,056.7

= 2,127,205.09 kWh/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้งอาคารเฉลี่ย = 7,096,000.00 kWh/ปี

คิดเป็นโหลดไฟฟ้าระบบแสงสว่างทั้งหมด = 29.98 %

สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า

ระบบปรับอากาศ 56.01 %

ระบบแสงสว่าง 29.98 %

อื่น ๆ 14.01 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.45

ตารางแสดงการวัดค่าการส่องสว่างในพื้นที่ต่าง ๆ ของโรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

พื้นที่ทั่วไปและห้องพักแขก

อุณหภูมิภายนอก 28.9 °C

ความชื้นสัมพัทธ์75.0 %

No.	บริเวณทำการวัด	ค่าการส่องสว่างจากการวัด ณ จุดต่างๆ												ค่าจากการวัด		
		จุดที่ 1		จุดที่ 2		จุดที่ 3		จุดที่ 4		จุดที่ 5		จุดที่ 6		LUX	อุณหภูมิ	ความชื้น
		จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	เฉลี่ย	°C	%RH
1	ห้องโถง	แคชเชียร์	73	กลางห้อง	28	รีเซฟชั่น	65	โต๊ะรับแขก	32	ทางเข้า	30	ที่แลกเงิน	72	50	25.9	56
2	ห้องทำงาน															
	2.1 ฝ่ายบริหาร	โต๊ะคอมพิวเตอร์	208	โต๊ะทำงาน	189	กลางห้อง	241	โต๊ะทำงาน	409	เครื่องถ่ายเอกสาร	243	โต๊ะ	146	239	25.8	54
	2.2 ฝ่ายบัญชี	โต๊ะทำงาน	163	โต๊ะทำงาน	222	กลางห้อง	179	วางเอกสาร	25	ทางเข้า	121	โต๊คอมพิวเตอร์	137	142	24.2	60
	2.3 ฝ่ายบุคคล	โต๊ะทำงาน	102	โต๊ะทำงาน	242	โต๊คอมพิวเตอร์	80	กลางห้อง	93	โต๊คอมพิวเตอร์	117	เครื่องถ่ายเอกสาร	157	129	25.4	55.6
	2.4 ฝ่ายซ้ารีด	โต๊ะทำงาน	38	หน้าเครื่องรีด	76	กลางห้อง	82	หน้าเครื่องซ้า	69	รีดมือ	100	กลางห้อง	142	84.5	27.1	69.2
	2.5 ฝ่ายช่าง	โต๊ะทำงาน	212	โต๊คอมพิวเตอร์	216	กลางห้อง	388	โต๊ะทำงาน	258	โต๊คอมพิวเตอร์	238	ตู้เก็บเอกสาร	255	261.2	24.4	60.3
	2.6 ฝ่ายแม่บ้าน	โต๊ะ	171	โต๊ะ	121	โต๊ะพิมพ์	147	โต๊ะทำงาน	191	กลางห้อง	218	ห้องเก็บหนังถือ	92	128.3	25.6	60.2
3	ห้องอาหาร															
	3.1 พนักงาน	เคาน์เตอร์	245	ส่วนกลาง	153	โต๊ะอาหาร	138	โต๊ะอาหาร	97	มุมห้อง	147	ข้างห้อง	120	150	25.7	64.8
4	ทางเดิน															
	4.1 พนักงาน		25		16		27		21		28	มุมห้อง	30	24.5	27.8	60.1
	4.2 บริเวณห้องพัก		34		35		23		37		33	ที่เช็ดมือ	31	32.2	24.4	64.8
5	ห้องน้ำ															
	5.1 พนักงาน	อ่างล้างหน้า	232	ห้องอาบน้ำ	189	โถปัสสาวะ	183	ล็อกเกอร์	175	ทางเข้า	252		54	180.7	26.6	70.9
	5.2 แขก	ทางเข้า	32	อ่างล้างมือ	14	กลางห้อง	10	ห้องส้วม	16	โถปัสสาวะ	29		13	19	24.6	58.7

ตารางที่ 4.45 (ต่อ)

No.	บริเวณทำการวัด	ค่าการส่องสว่างจากการวัด ณ จุดต่างๆ												ค่าจากการวัด		
		จุดที่ 1		จุดที่ 2		จุดที่ 3		จุดที่ 4		จุดที่ 5		จุดที่ 6		LUX	อุณหภูมิ	ความชื้น
		จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	จุดที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้	เฉลี่ย	°C	%RH
6	ห้องประชุม															
	6.1 บงกช	ทางเข้า	74	โต๊ะผู้บรรยาย	71	โต๊ะประชุม	84	โต๊ะประชุม	175	หน้าบอร์ด	155	กลางห้อง	77	106	23.7	50.2
	6.2 ผู้บริหาร	หน้าประตู	70	โต๊ะ	656	หลังห้อง	164	มุมห้อง	63	กลางห้อง	870	หน้าบอร์ด	65	314.7	25.9	49.8
	6.3 สโรชา	หน้าประตู	111	กลางห้อง	255	โต๊ะประชุม	147	โต๊ะประชุม	107	ที่วางแก้ว	93	หน้าห้อง	84	132.8	23.4	54.2
	6.4 อโนมาร์ 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6.5 อโนมาร์ 2	ทางเข้า	147	โต๊ะบรรยาย	196	โต๊ะประชุม	159	โต๊ะประชุม	211	กลางห้อง	302	โต๊ะประชุม	162	196.2	23.4	54.2
	6.6 อโนมาร์ 3	ทางเข้า	235	โต๊ะวางอาหาร	147	กลางห้อง	330	โต๊ะอาหาร	269	โต๊ะอาหาร	286	โต๊ะวางจาน	204	245.2	23.2	57.2
	6.7 ประทุมมาศก์	ทางเข้า	104	โต๊ะบรรยาย	102	โต๊ะประชุม	114	โต๊ะประชุม	126	โต๊ะวางเอกสาร	202	กลางห้อง	95	123.8	23.5	52.3
	6.8 ทิพย์อุบล	ทางเข้า	153	กลางห้อง	106	หลังห้อง	199	ข้างห้อง	98	โต๊ะประชุม	125	โต๊ะประชุม	188	144.8	22.8	52.6
7	ลิฟท์															
	7.1 ลิฟท์แขก	มุม	154	มุม	68	มุม	53	มุม	38	กลาง	37	หน้า	33	63.8	27.1	58.1
	7.2 ลิฟท์พนักงาน	มุม	100	มุม	101	มุม	114	มุม	104	กลาง	140	หน้า	111	111.7	29.7	58
8	ห้องพ้าแขก															
	8.1 JUNIOR	โต๊ะทำงาน	195	โต๊ะนั่งเล่น	58	เครื่องหนัง	160	ห้องน้ำ	117	กลางห้อง	22	หัวเตียง	134	114.3	25	58.55
	8.2 ST	โต๊ะทำงาน	227	โต๊ะนั่งเล่น	41	โต๊ะเครื่องแป้ง	168	หัวเตียง	49	ห้องน้ำ	151	หน้าประตู	30	111	24.6	59.4
	8.3 DELUXE TWIN	หัวเตียง	124	โต๊ะนั่งเล่น	407	ประตู	45	ห้องน้ำ	140	หน้าทีวี	57	กลางห้อง	34	134.5	22.9	69.9
	8.4 สูท	หัวเตียง	98	ห้องน้ำ	23	โต๊ะทำงาน	325	โต๊ะทำงาน	434	โต๊ะนั่งเล่น	314	เคาน์เตอร์	403	266.2	23.7	66.9
9	ห้องออกกำลังกาย		145													
	9.1 FITNESS	เคาน์เตอร์	174	โต๊ะรับแขก	137	กลางห้อง	250	มุมห้อง	250	หน้ากระจก	290	เครื่องออกกำลัง	85	192.8	27.1	52.7
	9.2 แอร์โรบิค	กลางห้อง		ทางเข้า	173	มุมห้อง	86	หน้ากระจก	109	มุมห้อง	85	หลังห้อง	165	132.2	26.2	49.4

การปรับปรุง

จากการตรวจสอบแบะวิเคราะห์สภาพการใช้แสงสว่างในอาคาร รวมเป็นกำลังไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด 459,019 กิโลวัตต์ คิดเป็นกำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อพื้นที่ใช้งาน 15.7 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด แสดงว่าการใช้แสงสว่างสำหรับอาคารนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ดีแต่อย่างไรก็ตามมีแนวทางที่จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างเกี่ยวกับการใช้โคมไฟโดยติดตั้ง Reflextor ชนิดประสิทธิภาพสูง และการเปลี่ยนมาใช้ Low Loss Basllast

หมายเหตุ ทางโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล ได้ดำเนินเปลี่ยนหลอด Incandescent เป็นหลอด Complex ประหยัดไฟแล้วบางส่วน การปรับปรุงมาใช้หลอดประหยัดพลังงานในโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล นั้น ต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในเรื่องของสถาปัตย์และสืบเนื่องมาจากว่าทางโรงแรมมีมาตรฐานสากลของกลุ่มโรงแรมในเครือ ทำให้การปรับปรุงต่าง ๆ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ตรวจสอบที่ได้รับแต่งตั้งของกลุ่มโรงแรมในเครือ

4.6 การใช้และติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

4.6.1 การใช้ Low loss ballast

สภาพเดิม

อาคารมีการติดตั้งหลอด Fluorescent ขนาดต่าง ๆ ที่ใช้ ballast ชนิดธรรมดา ซึ่งสามารถดำเนินการเปลี่ยนไปใช้ Low loss ballast แบบประหยัดพลังงานได้ดังต่อไปนี้

Ballast for fluorescent ขนาด 36 Watt มีจำนวน 1,348 ชุด

Ballast for fluorescent ขนาด 18 Watt มีจำนวน 463 ชุด

ข้อเสนอแนะการปรับปรุง

ballast ซึ่งเป็นขดลวดพันรอบแกนเหล็กเป็นตัวควบคุมกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านคงที่สม่ำเสมอซึ่งจะมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าที่ตั้ง Ballast ประมาณ 10 วัตต์ต่อการติดตั้งกับหลอด fluorescent 1 หลอด การเปลี่ยนมาใช้ low loss ballast ที่ผลิตจากแกนเหล็กที่มีประสิทธิภาพสูงที่ให้การสูญเสียใน ballast ลดน้อยลง ดังนั้นหากอาคารมีการเปลี่ยนแปลงจากการใช้ ballast

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดธรรมดา มาใช้ low loss ballast จะสามารถประหยัดไฟฟ้าลงได้ 31,728.72 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 59,658.57 บาท/ปี

ผลการประหยัดและการลงทุน

ในการเปลี่ยนไปใช้ low loss ballast ใช้เงินลงทุนประมาณ 246,406 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 4.43 ปี มีอัตราผลตอบแทนการลงทุน EIRR 35.99%

4.6.1.ก <u>รายละเอียดการวิเคราะห์การใช้บัลลาสต์ขดลวดชนิดประหยัดพลังงาน</u>

ข้อมูลและการคำนวณ		หน่วย
จำนวนบัลลาสต์ขดลวดธรรมดาทั้งหมด	1,811	ตัว
กำลังสูญเสียของบัลลาสต์ขดลวดธรรมดาต่อตัว	10	W
กำลังสูญเสียของบัลลาสต์ขดลวดธรรมดาทั้งหมด	18,110	W
กำลังสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงานต่อตัว	6	W
กำลังสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงานทั้งหมด	10,866	W
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้า ที่ประหยัดได้	7,244	W
ชั่วโมงการใช้งานเฉลี่ยของระบบแสงสว่าง (Fluorescent) (12 ชั่วโมง X 365 วัน)	4,380	W
ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้	31,728.72	kWH/ปี
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้ทั้งหมด	7.24	kW
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	59,658.57	บาท/ปี
การลงทุน		
ราคาบัลลาสต์ขดลวดชนิดประหยัดพลังงาน	166.00	บาท
ค่าติดตั้งบัลลาสต์ต่อตัว	30.00	บาท
คิดเป็นเงินลงทุน	264,406.00	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	4.43	ปี
ผลการตอบแทนการลงทุน (EIRR)	38.99	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1.ข <u>รายละเอียดการวิเคราะห์ผลตอบแทนการใช้ LOW LOSS BALLAST 18 W และ36 W อาคาร โรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล</u>

ตารางที่ 4.46

ตารางแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ผลตอบแทน

การใช้ LOW LOSS BALLAST 18 W และ36 W ในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
<u>ข้อมูลอุปกรณ์</u>		
อุปกรณ์เดิม บัลลาสต์ธรรมดา ใช้ไฟฟ้า 10.00 W/unit	unit	1,811.00
อุปกรณ์ทดแทน บัลลาสต์ Low loss ใช้ไฟฟ้า 6.00 W/unit	unit	1,811.00
ใช้กำลังไฟฟ้าลดลง	W/unit	4.00
ระยะเวลาการใช้งานใน 1 วัน	ชั่วโมง/วัน	12.00
จำนวนวันที่ใช้งานใน 1 ปี	วัน/ปี	365.00
Coincident factor	%	100.00
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้ทั้งหมด	kWh/ปี	31,728.72
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้ทั้งหมด	kW	7.24
<u>การลงทุน</u>		
ราคาอุปกรณ์ทดแทน/หน่วย	บาท/unit	116.00
ค่าติดตั้งอุปกรณ์ทดแทน/หน่วย	บาท/unit	30.00
รวมมูลค่าการลงทุน	บาท	264,406.00
<u>ค่าใช้จ่ายที่ลดลง</u>		
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (อัตรา 274.00 บาท/kW-เดือน)	บาท/ปี	23,805.12
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (อัตรา 1.13 บาท/kWh)	บาท/ปี	35,853.45
มูลค่าการดำเนินการที่ประหยัดได้รวม	บาท/ปี	59,658.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.46 (ต่อ)

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
<u>ผลการวิเคราะห์</u>		
ระยะเวลาคืนทุน (SPB)	ปี	4.43
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (FIRR)	%	36.63
อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (EIRR)	%	35.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.47

ตารางแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และการลงทุนของการใช้ LOW LOSS BALLAST

อาคาร โรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

Items	Period	ANALYSIS PERIOD														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Year	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
COSTS	TOTAL Financial Costs	264,406.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	- Material	210,276.00														
	- Installation	54,330.00														
	- Operting & Maintainance	0.00														
	TOTAL Ecoromics Costs	239,950.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BENEFITS	TOTAL Finanancial Benefits	62,061.38	65,551.64	69,676.27	73,420.26	76,720.04	79,988.10	83,427.59	87,014.98	90,756.62	94,659.16	98,729.50	102,974.87	107,402.79	112,021.11	116,838.02
	- Energy Charge Saving	62,061.38	65,551.64	69,676.27	73,420.26	76,720.04	79,988.10	83,427.59	87,014.98	90,756.62	94,659.16	98,729.50	102,974.87	107,402.79	112,021.11	116,838.02
	TOTAL Ecoromics Benefits	59,285.11	59,877.96	59,295.11	63,198.20	66,042.12	69,014.01	72,119.64	75,365.03	78,756.45	82,300.49	86,004.01	89,874.20	93,918.63	96,144.87	102,561.39
	-Energy Charge Saving	59,285.11	59,877.96	59,295.11	63,198.20	66,042.12	69,014.01	72,119.64	75,365.03	78,756.45	82,300.49	86,004.01	89,874.20	93,918.63	96,144.87	102,561.39
TOTAL FINANCIAL CASH FLOW		-202,344.82	65,551.64	69,676.27	73,420.26	76,720.04	79,988.10	83,427.59	87,014.98	90,756.62	94,659.16	98,729.50	102,974.87	107,402.79	112,021.11	116,838.02
	FIRR	36.63	%													
TOTAL ECONOMICS CASH FLOW		-180,644.93	59,877.96	60,476.74	63,198.20	66,042.12	69,014.01	72,119.64	75,365.03	78,756.45	82,300.49	86,004.01	89,874.20	93,918.63	96,144.87	102,561.39
	EIRR	35.99	%													
ค่าเงินเฟ้อสำหรับการลงทุน		1.0	1.07	1.13	1.21	1.29	1.37	1.46	1.55	1.65	1.76	1.88	2.00	2.13	2.27	2.41
ค่าไฟฟ้าทางเศรษฐศาสตร์ (บาท / kWh)		1.87	1.89	1.91	1.99	2.08	2.18	2.27	2.38	2.48	2.59	2.71	2.83	2.96	3.09	3.23
ค่าไฟฟ้าสำหรับวิเคราะห์การเงิน (บาท / kWh)		1.956	2.066	2.196	2.314	2.418	2.521	2.629	2.742	2.860	2.983	3.112	3.245	3.383	3.531	3.682

Note Conversion Factor สำหรับวิเคราะห์ EIRR

1. ค่าอุปกรณ์เครื่องมือ 0.88349 , ค่าแรงงาน 1.0 2. ค่าเงินเฟ้อสำหรับการลงทุน 6.5 % ต่อปี 3. ค่าไฟฟ้าทางเศรษฐศาสตร์ 1.85 บาท / kWh

4. ค่าเงินเฟ้อสำหรับพลังงาน 1% ต่อปี ถึงปี 1999 , 4.5% ต่อปี ตั้งแต่ปี 2000 ขึ้นไป

4.7 การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์

4.7.1 การบริหารค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

การสำรวจ

ทางโรงแรมได้มีการติดตั้งอุปกรณ์บริหารค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดแบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ภายในตัวอาคารแล้ว สามารถที่จะควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้เป็นอย่างดี จากการศึกษาข้องมูลการใช้ไฟฟ้าของอาคารในเบื้องต้น มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 1,103.33 kW/เดือน และโหลดแฟคเตอร์มีค่าเฉลี่ย 79.07 % และมีค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 1.99 บาท/kWh โดยประกอบด้วยระบบปรับอากาศ 56.01 % ระบบแสงสว่าง 29.98 % และอื่น ๆ 14.01 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร

ตารางที่ 4.48

ตารางแสดงค่าไฟฟ้าของโรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

วัน/เดือน/ปี	พลังงานไฟฟ้า		พลังงานไฟฟ้าสูงสุด		ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต		LOAD	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	ค่าไฟฟ้ารวมภาษี	ค่าไฟฟ้าไม่รวมภาษี
	จำนวนหน่วย (kWh)	บาท	kW	บาท	หน่วยละ (สตางค์)	บาท	FACTOR %	บาท/หน่วย		
ม.ค.2540	616,000.00	651,851.17	1,120.00	286,798.00	18.28	112,604.80	79.02	1.83	1,124,841.75	1,051,253.97
ก.พ.2540	568,000.00	601,057.52	1,040.00	266,313.00	18.28	103,830.40	84.28	1.83	1,039,185.00	917,200.90
มี.ค.2540	620,000.00	656,083.04	1,120.00	286,798.00	26.73	165,726.00	79.54	1.91	1,186,210.50	1,108,607.94
เม.ย.2540	624,000.00	660,316.84	1,160.00,	297,041.00	26.73	166,795.20	80.05	1.93	1,202,843.75	1,124,153.04
พ.ค.2540	676,000.00	715,343.17	1,160.00,	297,041.00	26.73	180,694.80	83.73	1.89	1,276,594.50	1,193,078.97
มิ.ย.2540	580,000.00	613,755.89	1,160.00,	297,041.00	26.73	155,034.00	77.16	1.97	1,141,473.75	1,066,797.89
ก.ค.2540	632,000.00	663,712.43	1,120.00	286,798.00	26.73	168,933.60	81.07	1.90	1,204,040.00	1,125,271.03
ส.ค.2540	608,000.00	643,385.56	1,080.00	276,556.00	26.73	162,518.40	80.88	1.93	1,172,897.75	1,082,459.96
ก.ย.2540	536,000.00	567,195.10	1,120.00	286,798.00	26.73	143,272.80	76.69	2.05	1,096,992.00	997,256.90
ต.ค.2540	532,000.00	558,782.50	1,040.00	266,313.00	26.73	142,203.60	71.45	2.28	1,214,432.00	1,104,029.10
พ.ย.2540	556,000.00	588,359.14	1,040.00	266,313.00	42.40	235,744.00	76.61	2.16	1,199,457.75	1,090,416.14
ธ.ค.2540	548,000.00	579,893.59	1,080.00	276,556.00	42.40	232,352.00	78.31	2.18	1,197,681.75	1,088,801.59
TOTAL	7,096,000.00	7,499,805.95	13,240.00	3,390,366.00	335.20	1,969,709.60	948.78	23.86	14,056,650.50	13,003,336.43
AVERAGE	519,333.33	624,983.83	1,103.33	282,530.50	27.93	164,142.47	79.07	1.99	1,171,387.54	1,083,611.37

ข้อเสนอแนะการปรับปรุง

จากลักษณะเวลาการทำงานของอาคาร 24 ชั่วโมง/วัน มีศักยภาพที่จะทำการปรับปรุงโหลดแฟคเตอร์ให้สูงขึ้นได้อีกเป็น 84 % จะมีผลทำให้สามารถลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดลงได้ปีละ 120 kW/ปี เทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า 16,522.61 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 32,880 บาท/ปี

ผลการประหยัดและการลงทุน

ทางโรงแรมได้ติดตั้งอุปกรณ์บริหารค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดแบบอัตโนมัติเรียบร้อยแล้ว เพียงแค่บริหารการใช้พลังงานให้ถูกต้อง จึงไม่จำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

4.7.2 รายละเอียดการวิเคราะห์การบริหารค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

ข้อมูล

พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย	1,103.33	kW/เดือน
โหลดแฟคเตอร์เฉลี่ย	79.06	%
โหลดแฟคเตอร์ที่คาดว่าจะดำเนินการได้	84.00	%
พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยหลังปรับปรุงโหลดแฟคเตอร์	1,093.33	kW/เดือน
ราคาพลังงานไฟฟ้าสูงสุด	274.00	บาท/kW
ราคาไฟฟาเฉลี่ย	1.99	บาท/หน่วย

การคำนวณ

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดลดลง	120.00	kW/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	32,880.00	บาท/ปี
(ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดลดลง X ราคาพลังงานไฟฟ้าสูงสุด)		
คิดเทียบเป็นพลังงานที่ประหยัดได้	16,522.61	kWh/ปี
(คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้/ราคาไฟฟ้าเฉลี่ย)		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.49

ตารางแสดงรายละเอียดการใช้พลังงานสูงสุดในอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

เดือน	พลังงานไฟฟ้าสูงสุด (kW)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	LOAD FACTOR (%)	พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย (kW)
ม.ค. 39	1,120.00	616,000.00	79.02	-
ก.พ. 39	1,040.00	568,000.00	84.28	-
มี.ค. 39	1,120.00	620,000.00	79.54	-
เม.ย. 39	1,160.00	624,000.00	80.05	-
พ.ค. 39	1,160.00	676,000.00	83.73	-
มิ.ย. 39	1,160.00	580,000.00	77.16	-
ก.ค. 39	1,120.00	632,000.00	81.07	-
ส.ค. 39	1,080.00	608,000.00	80.88	-
ก.ย. 39	1,120.00	536,000.00	76.67	80.00
ต.ค. 39	1,040.00	532,000.00	71.45	-
พ.ย. 39	1,040.00	556,000.00	76.61	-
ธ.ค. 39	1,080.00	548,000.00	78.30	40.00
เฉลี่ย	1,103.33	-	รวม	120.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การใช้ความร้อนในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

สภาพเดิม

จากการสำรวจหม้อไอน้ำของโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล มีจำนวน Boiler อยู่ 2 ลูก โดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เกรด A เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ ซึ่งใช้ประมาณปีละ 144,000 ลิตร โดยหม้อไอน้ำ ขนาด 1 Ton จะเดินเครื่องครั้งละ 1 เครื่อง สลับกันทุกอาทิตย์ เริ่มเดินเครื่องเวลา 05.00 - 24.00 น. รวม 19 ชั่วโมงต่อวัน ไอน้ำที่ผลิตจะถูกส่งไปใช้ทั้งหมด 3 ส่วนคือ เครื่องทำความร้อน ห้องผ้าและห้องครัว จากการตรวจสอบโดยเริ่มจากการตราจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ ความดันไอน้ำที่ผลิตได้ ปริมาณ และอุณหภูมิของน้ำป้อน และน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ ปริมาณการสูญเสียความร้อนจากระบบของหม้อไอน้ำ

โดยรายละเอียดของข้อมูลจากการตรวจวัดมีดังต่อไปนี้

-สภาพ Steam header พบว่าอยู่ในสภาพปกติ

-สภาพฉนวนของท่อ Steam เป็นฉนวนใยแก้ว สภาพพอใช้

-ผลจากการตรวจวัด ก๊าซไอเสียที่ปล่องของหม้อน้ำ มีผลจากการวัดดังนี้สภาพปัจจุบัน

ตารางที่ 4.50

ตารางแสดงรายละเอียดของปริมาณผลการตรวจวัดก๊าซไอเสียในหม้อไอน้ำ ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

หม้อไอน้ำ	ผลการตรวจวัดก๊าซไอเสีย			
	O_2	CO_2	CO (PPM)	°C
1.หม้อไอน้ำลูกที่ 1	4.8	12.1	10	180.9
2.หม้อไอน้ำลูกที่ 2	6.1	11.2	2	17.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หม้อไอน้ำ

ตารางที่ 4.51

ตารางแสดงรายละเอียดของการใช้งานหม้อไอน้ำของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

รายละเอียด		ชุดที่1	ชุดที่2
ประเภทของหม้อไอน้ำ		ท่อไฟ	ท่อไฟ
ขนาดที่ออกแบบไว้	ความดันไอน้ำ (กก./ตร.ซม.)	1,000	1,000
	อัตราการระเหย (ตัน/ชั่วโมง)		
รูปร่างภายนอก	เส้นผ่าศูนย์กลาง (เมตร)	4	4
	ความยาว (เมตร)	1.25	1.25
ชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้		เชื้อเพลิงเหลว	เชื้อเพลิงเหลว
อัตราการใช้เชื้อเพลิง (อัตราการใช้เชื้อเพลิง)		40 ลิตร / ชม.	40 ลิตร / ชม.
ประสิทธิภาพ (%)		87	87
ชื่อผู้ผลิต		Micwaukee wisconsin USA	Micwaukee wisconsin USA
เดือน / พศ.ที่ติดตั้งใช้งาน		พ.ย. 2533	พ.ย. 2533
สถานที่ใช้งาน		โรงแรมเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล	
หมายเหตุ		เดินเครื่องใช้งานครั้งละ 1 เครื่อง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ

ตารางที่ 4.52

ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ชื่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์	เครื่องทำน้ำร้อน	เครื่องอบผ้า	เครื่องรีดผ้าชนิดลูกกลิ้ง	อุปกรณ์อื่น ๆ
รุ่น/แบบ	คอยร้อน	คอยร้อน	ลูกกลิ้ง	Washing 2 Paessing 2 Fron Finshen Diswashing 5 Steam 2
จำนวน	2	4	2	2 2 1 5 2
ความดันใช้งาน(kg/cm^2)	25 PSI	100 PSI	100 PSI	100 PSI
ชื่อผู้ผลิต	AERCO	WINSCHOTEN	CHICAGO	PELLERIN CISSEL
เดือน/พ.ศ.ที่ติดตั้งใช้งาน	1990	1990	1990	1990

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ

ตารางที่ 4.52 (ต่อ)

อุปกรณ์ที่	1	2	3	4
ชื่ออุปกรณ์	เครื่องเป่าหุ่น	เครื่องล้างจาน	หม้ออุ่นน้ำซุป	เครื่องอบผ้า
แบบ	หุ่น	ตู้	ธรรมดา	ฝาปิด-เปิดด้านหน้า
ผู้ผลิต	CISSEL	HOBART	VULCAN	WINCHOTEN
ความดันใช้งาน (bar)	7	7	7	7
ใช้สำหรับ	เป่าหุ่น	ล้างจาน	อุ่นน้ำซุป	อบผ้า
กำลังผลิต	1 เครื่อง/วัน	5 เครื่อง/วัน	2 เครื่อง/วัน	4 เครื่อง/วัน
ทำงานจริง	10 ชั่วโมง/วัน	10 ชั่วโมง/วัน	10 ชั่วโมง/วัน	10 ชั่วโมง/วัน
อุณหภูมิที่ใช้งาน	70 °C	80 °C	80 °C	80 °C
สภาพของอุปกรณ์	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
หมายเหตุ	1 เครื่อง	5 เครื่อง	2 เครื่อง	4 เครื่อง
อุปกรณ์ที่	5	6	7	8
ชื่ออุปกรณ์	เครื่องรีด	เครื่องทำน้ำร้อน	เครื่องซักผ้า	เครื่องรีดกดทับ
แบบ	ลูกกลิ้ง	คอยร้อน	ฝาปิด-เปิดด้าหน้า	กดทับ
ผู้ผลิต	CHICAGO	ARECO	MILNOR	CISSEL
ความดันใช้งาน (bar)	7	7	7	7
ใช้สำหรับ	รีดผ้า	ทำน้ำร้อน	ซักผ้า	รีดผ้า
กำลังผลิต	2 เครื่อง/วัน	2 เครื่อง/วัน	2 เครื่อง/วัน	2 เครื่อง/วัน
ทำงานจริง	10 ชั่วโมง/วัน	10 ชั่วโมง/วัน	10 ชั่วโมง/วัน	10 ชั่วโมง/วัน
อุณหภูมิที่ใช้งาน	60 °C	140 °C	80 °C	80 °C
สภาพของอุปกรณ์	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
หมายเหตุ	2 เครื่อง	2 เครื่อง	2 เครื่อง	2 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะการปรับปรุง

-ควรให้ O_2 อยู่ในปริมาณ 3 - 6 %

-ควรให้ CO_2 อยู่ในปริมาณ 10 - 12 %

ควรตรวจสอบอุปกรณ์ของ Boiler ว่ามีอุปกรณ์ชำรุดหรือไม่

ควรตรวจสอบฉนวนจุดที่เสื่อมสภาพเร็ว ว่าอยู่ในสภาพดีหรือไม่

ผลการประหยัดและการลงทุน

จากการปรับ O_2 ที่ใช้ในการเผาไหม้ให้มีค่า 4 % จะทำให้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงลดลง 3,717.17 ลิตรต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 17,842.42 บาทต่อปี โดยไม่จำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

รายละเอียดวิเคราะห์ระบบผลิตและใช้ความร้อน

โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล หม้อน้ำขนาด 1 Ton แบบ ท่อไฟ ใช้น้ำมันเตา เกรด A เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ลิตรละ 4.8 บาท

ตารางที่ 4.53

ตารางแสดงรายละเอียดการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา เกรด A ของ Boiler ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

รายการ			Boiler No.1	Boiler No.2
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง	ลิตร/ชั่วโมง	F	21.05	21.05
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง	ลิตร/ปี		144,000.00	144,000.00
ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง	kcal/kg	LH	9,758.00	9,758.00
ค่าความร้อนจำเพาะของเชื้อเพลิง	kcal/kg - C	Cp	0.45	0.45
ค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิง	kg/ลิตร	D	0.95	0.95
อุณหภูมิของเชื้อเพลิง	°C	Tg	90.00 °C	90.00 °C
ปริมาณออกซิเจนในก๊าซเสีย	%	02	4.80 %	6.10 %
อุณหภูมิของก๊าซเสีย	°C	Tg	180.90 °C	177.00 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.53 (ต่อ)

รายการ			Boiler No.1	Boiler No.2
ปริมาณโบลนน์ดาวน์	%	B	14.94	17.06
ความดันไอน้ำ	kg/m^2		7.00 bar	7.00 bar
hf	kcal/kg		165.67	165.67
hfg	kcal/kg		493.80	493.80
hg	kcal/kg		659.50	659.50
อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้	°C		30.00	30.00
อุณหภูมิของน้ำป้อน	°C	Tw	90.00	90.00
ปริมาณน้ำป้อน	kg/hr	Fw	95.00	95.00
อุณหภูมิของโบลนน์ดาวน์	°C	Tb	170.50	170.50

ตารางที่ 4.54

ตารางแสดงรายละเอียดวิธีการคำนวณค่าความร้อนเข้า Boiler

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

รายการ	Boiler No.1	Boiler No.1
ความร้อนเชื้อเพลิง kcal/h Qc	195,135.61	195,135.61
Qc = F X D XLH		
ความร้อนสัมผัสของเชื้อเพลิง kcal/h Qs	539.93	539.90
Qs = F X D X CP X (Tf - 30)		
ความร้อนสัมผัสของน้ำป้อน kcal/h Qw	2,850.00	3,325.00
Qw = Fw X (Tw - 30)		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.55

ตารางแสดงรายละเอียดวิธีการคำนวณค่าความร้อนออก Boiler

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

รายการ	Boiler No.1	Boiler No.1
1.ความร้อนสูญเสียของก๊าซเสีย kcal/kg		
Qe = F X D X G X 0.33 X (Tg - 30)		
ปริมาณของอากาศจริงของก๊าซเสีย Nm^3/kg		
G = Go + Ao/(m - 1)		
ปริมาณอากาศของก๊าซเสียเชิงทฤษฎีNm^3/kg Go	10.83	10.83
Go = 1.11 X LH/1,000		
ปริมาณอากาศเชิงทฤษฎี Nm^3/kg Ao	10.29	10.29
Ao = 2 + 0.85 X LH/1,000		
อัตราส่วนของอากาศ m	1.29	1.40
m = 21/(21 - 02)		
ปริมาณของอากาศจริงของก๊าซเสีย Nm^3/kg G	13.81	14.94
ความร้อนสูญเสียของก๊าซ kcal/kg Qe	13,752.21	14,429.97
2.ความร้อนสูญเสียในโบลน์ดาวน์ kcal/h Qb	1,364.93	1,461.29
Qb = B X (Tb - Tw)		
3.ความร้อนสูญเสียผ่านผนังหม้อน้ำ kcal/h Qr	9,243.99	9,718.90
Qr = %Loss X Maximum heat input		
4.ความร้อนของไอน้ำ kcal/h Qst	174,164.40	173,327.38
Qst = Qc + Qs + Qw - Qe - Qb - Qr		
ปริมาณของไอน้ำที่ผลิตได้ kg/h S	290.51	291.55
S = Qst/(Es - Ea)		
Es = Enthalpy ของไอน้ำ,Ea = Enthalpy ของน้ำ		
อัตราส่วนการระเหย kgst/litre = S/f	13.80	13.85
ค่าใช้จ่ายไอน้ำ บาท/kg = (F X ราคาน้ำมันเตา)/S	0.34	0.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสมดุลย์พลังงาน Boiler No.1

ตารางที่ 4.56

ตารางแสดงรายละเอียดผลการทำสมดุลย์พลังงานของ Boiler No.1ด้านความร้อนเข้า ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ความร้อนเข้า	Mcal/hr	ร้อยละ
Qc ความร้อนเชื้อเพลิงในการเผาไหม้	1,951.35	82.61
Qs ความร้อนสัมผัสของเชื้อเพลิง	53.90	2.38
Qw ความร้อนสัมผัสของน้ำป้อน	258.00	11.39
รวม	2,263.25	100.00

ตารางที่ 4.57

ตารางแสดงรายละเอียดผลการทำสมดุลย์พลังงานของ Boiler No.1 ด้านความร้อนออก ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ความร้อนออก	Mcal/hr	ร้อยละ
Qst ความร้อนของไอน้ำ	1,741.60	59.24
Qe ความร้อนสูญเสียในก๊าซเสีย	137.50	4.67
Qb ความร้อนสูญเสียในโบลน์ดาวน์	136.40	4.65
Qr ความร้อนสูญเสียผ่านผนังหม้อน้ำ	924.30	31.44
รวม	2,939.80	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.58

ตารางแสดงรายละเอียดผลการทำสมดุลย์พลังงานของ Boiler No.2 ด้านความร้อนเข้า ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ความร้อนเข้า	Mcal/hr	ร้อยละ
Qc ความร้อนเชื้อเพลิงในการเผาไหม้	1,951.35	83.47
Qs ความร้อนสัมผัสของเชื้อเพลิง	53.90	2.30
Qw ความร้อนสัมผัสของน้ำป้อน	332.50	14.23
รวม	2,337.75	100.00

ตารางที่ 4.59

ตารางแสดงรายละเอียดผลการทำสมดุลย์พลังงานของ Boiler No.2 ด้านความร้อนออก ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

ความร้อนออก	Mcal/hr	ร้อยละ
Qst ความร้อนของไอน้ำ	1,733.20	57.85
Qe ความร้อนสูญเสียในก๊าซเสีย	144.90	4.83
Qb ความร้อนสูญเสียในโบลน์ดาวน์	146.10	4.88
Qr ความร้อนสูญเสียผ่านผนังหม้อน้ำ	971.80	32.44
รวม	2,996.00	100.00

การหาเปอร์เซนต์ของการโบลน์ดาวน์

$$B = \frac{Cf}{(Cb - Cf)} \times 100$$

B = อัตราการโบลน์ดาวน์เป็นร้อยละของอัตราการผลิตไอน้ำ

Cf = เป็นความเข้มข้นของสารละลายน้ำป้อนเป็น PPM

Cb = เป็นความเข้มข้นของสารละลายน้ำในหม้อน้ำหรือโบลน์ดาวน์เป็น PPM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการสำรวจและตรวจวัดทางความร้อน

ข้อมูลจากการสำรวจและตรวจวัด

ตารางที่ 4.60

ตารางแสดงรายละเอียดผลสำรวจและตรวจวัดทางความร้อน

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

รายการ		Boiler No.1	Boiler No.2
ประเภท		ท่อไฟ	ท่อไฟ
ผู้ผลิต		Cleaveg-Brooks	Cleaveg-Brooks
ปีที่ผลิต		1 พฤศจิกายน 2533	1 พฤศจิกายน 2533
อัตราสูงสุด	แรงดัน/อุณหภูมิ PSI	150.00	150.00
	กำลังผลิตไอน้ำ bar	10.55	10.55
อัตราทำงาน	แรงดัน/อุณหภูมิ PSI	100.00	100.00
	กำลังผลิตไอน้ำ bar	7.00	7.00
พื้นที่ผิวการถ่ายเทความร้อน			
เชื้อเพลิง	ชนิด	น้ำมันเตาเกรด A	น้ำมันเตาเกรด A
	ปริมาณ ลิตร/เดือน	12,000	12,000
	อุณหภูมิ °C	90	90
น้ำป้อน	ปริมาณ kg/h	131.45	131.45
	Total Disolved Solid PPM (TDS)	161.10	161.10
	อุณหภูมิ °C	60.00	65.00
	pH	7.34	7.69
	Conductivity Us	112.80	175.70
	ขนาดมอเตอร์ (kW)	5.00	5.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.60 (ต่อ)

รายการ		Boiler No.1	Boiler No.2
ก๊าซเสีย	ปริมาณ O_2 %	4.80	6.10
	ปริมาณ CO_2 %	12.10	11.20
	ปริมาณ CO PPM	10.00	2.00
	ประสิทธิภาพการเผาไหม้ %	92.00	92.80
	อุณหภูมิ °C	180.90	177.00
	XAIR %	30.00	41.11
ตัวหม้อน้ำ	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง m	1.25	1.25
	ยาว	4.00	4.00
	อุณหภูมิผิวเฉลี่ย	69.30	72.30
น้ำ Blow down	pH	11.02	10.46
	Total Disolved Solid PPM	1,239.00	1,105.00

การคำนวณผลการประหยัดพลังงานด้านเชื้อเพลิง

การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อน้ำ

ปริมาณการใช้น้ำมันเตาเกรด A 144,000.00 ลิตร/ปี

ราคาน้ำมันเตาเกรด A เฉลี่ย 4.80 บาท/ลิตร

อุณหภูมิที่วัดได้จากปล่องก๊าซไอเสีย 180.90 °C

ปริมาณอากาศส่วนเกินที่ใช้ในการเผาไหม้ 30.00 %

ปริมาณ O_2 ที่วัดได้จากปล่องก๊าซไอเสีย 4.80 %

จาก Flue gas loss chart for high sulphur fuel oil

ค่าความร้อนสูญเสียไปกับก๊าซไอเสีย 4.60 %

ค่าความร้อนสูญเสียจากการแผ่รังสี 4.00 %

ค่าความร้อนสูญเสียจากการโบลน์ดาวน์ 4.60 %

ดังนั้นประสิทธิภาพของหม้อน้ำเดิม 100 - (4.60 + 4.+ 4.60) = 86.80 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการลดปริมาณอากาศส่วนเกิน เพื่อให้ค่าความร้อนสูญเสียลดลงจะให้ผลในการอนุรักษ์พลังงานและลดค่าใช้จ่ายดังนี้

ค่าความร้อนสูญเสียไปกัลก๊าซไอเสีย 2.30 %

ค่าความร้อนสูญเสียจากการแผ่รังสี 4.00 %

ค่าความร้อนสูญเสียจากการโบลน์ดาวน์ 4.60 %

ดังนั้นประสิทธิภาพของหม้อน้ำจะเพิ่มขึ้นเป็น 100 - (2.3 + 4 + 4.60) = 89.10 %

ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงลดลงเป็น [(56.10 - 86.80)/89.10] X 144,000=3,717.17 ลิตร/ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 3,717.17 X 4.8 =17,842.42 ลิตร/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.1 การคำนวณผลการประหยัดพลังงานด้านเชื้อเพลิง

ตารางที่ 4.61

ตารางแสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายด้านการใช้น้ำมันดีเซล ประจำปี 2540

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

เดือน	หน่วย (ลิตร)	ราคาเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท/ลิตร)	จำนวนเงิน (บาท)
มกราคม	20	11.5	230.00
กุมภาพันธ์	45	11.5	517.50
มีนาคม	45	11.5	517.50
เมษายน	50	11.5	575.00
พฤษภาคม	20	11.5	230.00
มิถุนายน	25	11.5	287.50
กรกฎาคม	35	11.5	402.50
สิงหาคม	110	11.5	1,265.00
กันยายน	25	11.5	287.50
ตุลาคม	30	13.0	390.00
พฤศจิกายน	55	13.0	715.00
ธันวาคม	30	13.0	390.00
รวม	490	142.5	5,807.50
เฉลี่ย	40.83	11.88	483.96

ค่าความร้อนเฉลี่ย 36.42 Mj/หน่วยเดิม

ปริมาณความร้อน 17,845.80 Mj

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.62

ตารางแสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายด้านการใช้น้ำมันเตา ประจำปี 2540

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

เดือน	หน่วย (ลิตร)	ราคาเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท/ลิตร)	จำนวนเงิน (บาท)
มกราคม	22,000	5.11	112,420.00
กุมภาพันธ์	19,300	4.86	93,798.00
มีนาคม	20,300	4.76	96,628.00
เมษายน	19,400	4.76	92,344.00
พฤษภาคม	17,200	4.76	81,872.00
มิถุนายน	17,200	4.76	81,872.00
กรกฎาคม	18,600	5.12	95,232.00
สิงหาคม	17,100	4.25	72,675.00
กันยายน	16,400	6.23	102,172.00
ตุลาคม	18,000	6.83	122,940.00
พฤศจิกายน	18,800	7.03	132,164.00
ธันวาคม	19,700	7.03	138,491.00
รวม	224,000	65.50	1,222,608.00
เฉลี่ย	18,666.67	5.46	101,884.00

ค่าความร้อนเฉลี่ย 39.77 Mj/หน่วยเดิม

ปริมาณความร้อน 8,908,480.00 Mj

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.63

ตารางแสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายด้านการใช้ก๊าซ ประจำปี 2540

ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

เดือน	หน่วย (ลิตร)	ราคาเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท/ลิตร)	จำนวนเงิน (บาท)
มกราคม	9,600	10.03	96,288.00
กุมภาพันธ์	7,680	10.03	77,030.40
มีนาคม	6,720	10.03	67,401.60
เมษายน	5,760	10.03	57,772.80
พฤษภาคม	6,720	10.03	67,401.60
มิถุนายน	8,640	10.03	86,659.20
กรกฎาคม	6,720	10.03	67,401.60
สิงหาคม	6,720	10.31	69,283.20
กันยายน	6,720	10.31	69,283.20
ตุลาคม	6,720	12.83	86,217.60
พฤศจิกายน	5,760	12.83	73,900.80
ธันวาคม	5,760	12.83	73,900.80
รวม	83,520	129.32	892,540.80
เฉลี่ย	6,960	10.78	74,378.40

ค่าความร้อนเฉลี่ย 26.62 Mj/หน่วยเดิม

ปริมาณความร้อน 2,223,302.40 Mj

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อน้ำ

ปริมาณการใช้น้ำมันเตา เกรด A	144,000.00	ลิตร/ปี
ราคาน้ำมันเตา เกรด A เฉลี่ย	4.80	บาท/ลิตร
อุณหภูมิที่วัดได้จากปล่องก๊าซไอเสีย	180.90	^{o}C
ปริมาณอากาศส่วนเกินที่ใช้ในการเผาไหม้	30.00	%
ปริมาณ O_2 ที่วัดได้จากปล่องไอเสีย	4.80	%

จาก FLUE GAS LOSS CHART FOR HIGH SULPHUR FUEL OIL

ค่าความร้อนสูญเสียไปกับก๊าซไอเสีย	4.60	%
ค่าความร้อนสูญเสียจากการแผ่รังสี	4.60	%
ค่าความร้อนสูญเสียจากการโบลน์ดาวน์	4.60	%

ดังนั้นประสิทธิภาพของหม้อน้ำเดิม 100 - (4.60 + 4 + 4.60) = 86.80 %

เมื่อทำการลดปริมาณอากาศส่วนเกิน เพื่อให้ค่าความร้อนสูญเสียลดลงจะทำให้ผลในการอนุรักษ์พลังงานและลดค่าใช้จ่ายได้ดังนี้

ค่าความร้อนสูญเสียไปกับก๊าซไอเสีย	2.30	%
ค่าความร้อนสูญเสียจากการแผ่รังสี	4.00	%
ค่าความร้อนสูญเสียจากการโบลน์ดาวน์	4.60	%

ดังนั้นประสิทธิภาพของหม้อน้ำเดิม 100 - (2.30 + 4 + 4.60) = 89.10 %

ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงลดลง[(56.10 - 86.80)/89.10] X 144,000 = 3,717.17 ลิตร/ปี

เชื้อเพลิงลิตรละ 4.8 บาท

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 4.8 X 3,717.17 = 17,842.42 บาท/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมด

5.1 สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมด

ตารางที่ 5.1
ตารางแสดงรายละเอียดในการอนุรักษ์พลังงานทั้งหมด
ของอาคาร โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน	ผลการอนุรักษ์พลังงาน			ผลตอบแทนการลงทุน			
	มูลค่า	ไฟฟ้า		เงินลงทุน	ระยะเวลา	EIRR	FIRR
	บาท/ปี	kWh/ปี	kW	(บาท)	คืนทุน	(%)	(%)
การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร 1. การบุฉนวนใยแก้วชนิดหุ้มด้วย Metalize Film	28,245.56	15,015.68	3.43	64,200.00	2.27	98.11	90.86
2. การใช้บัลลาสต์โลว์ลอส	59,658.57	31,728.72	7.24	264,406.00	4.43	36.63	35.99
3. การบริหารค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด	32,880.00	16,522.61	10.00	-	-	-	-
4. การใช้ความร้อนในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ	17,842.42	-	-	-	-	-	-
รวม	138,626.55	63,267.01	20.67	328,606.00	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงอาคารเพื่อการลดการใช้พลังงานในอาคาร

แนวทางในการออกแบบปรับปรุงอาคารที่มีการใช้งานเดิม โดยมีวัตถุประสงค์ในการลดการใช้พลังงานในอาคาร สามารถแบ่งออกได้ 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1.แนวทางการลดการใช้พลังงานโดยการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

2.แนวทางการลดการใช้พลังงานโดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบในอาคาร

5.1.1 แนวทางการลดการใช้พลังงานโดยการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

แนวทางนี้ จะเน้นการลดพลังงานไฟฟ้า ในส่วนของระบบปรับอากาศของอาคารเพียงอย่างเดียว โดยจะทำการลดภาระความร้อนภายในอาคาร ที่เกิดขึ้นจากส่วนของกรอบอาคาร ซึ่งจะทำได้โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคาร คือส่วนของผนังอาคาร หน้าต่าง และหลังคาอาคาร โดยทำการวิเคราะห์ส่วนของกรอบอาคารแต่ละส่วน ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณความร้อนถ่ายเทเข้ามาในอาคารเป็นปริมาณมาก แล้วทำการปรับปรุงกรอบอาคารส่วนนั้น

จากการวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร ส่วนของอาคารที่เราจะทำการปรับปรุงแก้ไข คือส่วนของหลังคาอาคาร เพราะการปรับปรุงส่วนของหลังคาอาคารไม่ทำให้สภาพแวดล้อมของอาคารเสียไปมากนัก และสามารถทำได้ง่ายกว่าการปรับปรุงผนังของอาคาร โดยเราจะบุฉนวนกันความร้อนชนิด ใยแก้วชนิดหุ้ม Metalize Film ไว้ใต้หลังคาอาคาร เหตุที่เราเลือกฉนวนกันความร้อนชนิดนี้เนื่องจาก ฉนวนกันความร้อนชนิดนี้มีราคาที่ไม่สูงเกินไปนัก มีน้ำหนักเบา สามารถติดตั้งได้ง่าย ไม่อมความชื้น และกันน้ำได้ดี

ส่วนของผนังอาคารนอกจากจะปรับปรุงได้ยากแล้ว ในส่วนของผนังอาคารที่เป็นกระจกไม่สามารถที่จะติดฟิล์มกรองแสงได้ทุกตำแหน่ง เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ต้องการโชว์สถานที่ และบริเวณภายนอกอาคาร ทั้งยังต้องมีการลงทุนที่สูงมากอีกด้วย

5.1.2 แนวทางการลดการใช้พลังงานโดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบภายในอาคาร

ในกรณีของอาคารที่มีการใช้งานแล้ว การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบภายในอาคารจะเน้นการบำรุงรักษาและการใช้งานระบบต่างๆ รวมถึงการปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์ในระบบที่มีผลตอบแทนในระยะเวลาที่ไม่นานเกินไป โดยที่การปรับปรุงต้องไม่มีผลกระทบต่อส่วนต่าง ๆ ของอาคาร และการใช้งานของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารเฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล ในระบบแสงสว่างของอาคาร มีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบธรรมดาอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีการสูญเสียพลังงานที่บัลลาสต์ประมาณ ตัวละ 10 W ซึ่งถ้าหากเราสามารถจะเปลี่ยนบัลลาสต์ชนิดธรรมดา เป็นบัลลาสต์ที่มีค่าความสูญเสียต่ำ ก็จะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารไปได้เป็นปริมาณที่มาก

เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร ควรจะมีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า ระบบทำความเย็น และระบบความร้อนภายในอาคาร ให้มีประสิทธิภาพที่สูง จะทำให้ลดการใช้พลังงานภายในอาคารไปได้มาก และควรจะมีการอบรมบุคคลากรในระดับผู้บริหาร และผู้ดูแลการใช้พลังงาน เพื่อทำให้การประหยัดการใช้พลังงานภายในอาคารได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งถ้าหากสามารถบริหารค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดภายในอาคารแล้ว จะทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าที่ต้องสูญเสียโดยไปโดยเปล่าประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์การทำงาน

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานโดยใช้อาคารประเภทโรงแรมเป็นกรณีศึกษา คือได้ใช้อาคารโรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล เป็นสถานที่ในการศึกษาและเก็บบันทึกข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ โดยเป็นการออกแบบในเชิงปรับปรุงซึ่งในการเก็บข้อมูลจะต้องดำเนินการตรวจวัดตัวอุปกรณ์ที่ใช้งานในอาคารและในแต่ละอาคารจะมีลักษณะการออกแบบเพื่อการใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนั้นอาคารอื่น ๆ หรืออาคารใหม่ที่จะทำการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารจะต้องพิจารณาเป็นเฉพาะเพื่อที่จะได้ทำการออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานมากที่สุด หลังจากที่ได้ทำการตรวจวัดแล้วจะนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ประเมินผลการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นข้อมูลการใช้พลังงานในปัจจุบันของอาคาร แล้วทำการเปรียบเทียบข้อมูลจากการประเมินผลการใช้พลังงานกับมาตรฐานตามที่พระราชบัญญัติส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 กำหนด หากในส่วนใดที่เกินมาตรฐานกำหนดจะเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงโดยทำการคำนวณผลหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการวิเคราะห์ จุดคุ้มทุนเพื่อเป็นการเปรียบเทียบถึงความเป็นไปได้ในการดำเนินการปรับปรุง หลังจากที่ได้ดำเนินการปรับปรุงแล้วจะทำการประเมินผลการดำเนินการจริงโดยมีการติดตั้งศูนย์การวิเคราะห์และบันทึกผลการใช้พลังงานในอาคารโดยมีเจ้าหน้าที่ด้านอนุรักษ์พลังงานของอาคารเป็นผู้ควบคุม

จากการเข้าศึกษาอาคารตัวอย่าง การควบควบคุมและดูแลการใช้พลังงานในอาคารจะต้องเป็นไปในลักษณะเฉพาะของแต่ละอาคารตามเหตุผลข้างต้นและการดำเนินการปรับปรุงจะต้องได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของอาคารก่อน การทำการบันทึกค่าจะต้องใช้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมากที่สุดโดยต้องดำเนินการวัดทั้งหมด การดำเนินการปรับปรุงจะมีปัญหาบ้างตรงลักษณะอาคารที่ได้ทำการออกแบบไว้เริ่มแรกและการที่จะทำการปรับปรุงจะต้องดำเนินการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงวัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติมซึ่งบางอย่างการดำเนินการทำได้ยาก เช่นการปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมจะต้องดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ส่องเข้ามาในอาคารให้ลดลงซึ่งอาจจะต้องสูญเสียในส่วนของทิวทัศน์ของอาคารเป็นต้น แต่ก็สามารถที่จะเลือกวิธีดำเนินการได้หลายวิธีและก่อนดำเนินการได้มีการประเมินผลการปรับปรุงโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการดำเนินการ ดังนั้นจึงสามารถที่จะเลือกวิธีการในการดำเนินงานปรับปรุงอาคารนั้น ๆ ให้เหมาะสมที่สุด

สำหรับการพัฒนาปริญญานิพนธ์นี้ต่อไป ควรจะเป็นการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณค่าใช้พลังงานมากกว่า เพื่อที่จะได้ใช้ให้เหมาะสมกับอาคารแต่ลักษณะมากที่สุดอันจะเป็นการดำเนินการประเมินผลการประหยัดพลังงานได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

รายการเครื่องมือวัดที่ใช้ในการดำเนินงาน

1. ด้านไฟฟ้า

ตารางแสดงรายการเครื่องมือวัดที่ใช้ในการดำเนินงานด้านไฟฟ้า

No.	รายการ	ยี่ห้อ	รุ่น	SERAIL No.
1	เครื่องบันทึกพลังงานไฟฟ้า (kW RECORDER METER)	AST BRAVO	MS 4/66	-
2	เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า,กระแสไฟฟ้า (kW,VOLT,AMP METER)	ELCONTROL	VIP SYSTEM	111701
3	เครื่องวัดตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (POWER FACTOR METER)	ELCONTROL	NANOVIP	11912
4	เครื่องวัดและบันทึกกระแสไฟฟ้า	ELCONTROL	MICROVIP 3 KIT	4254

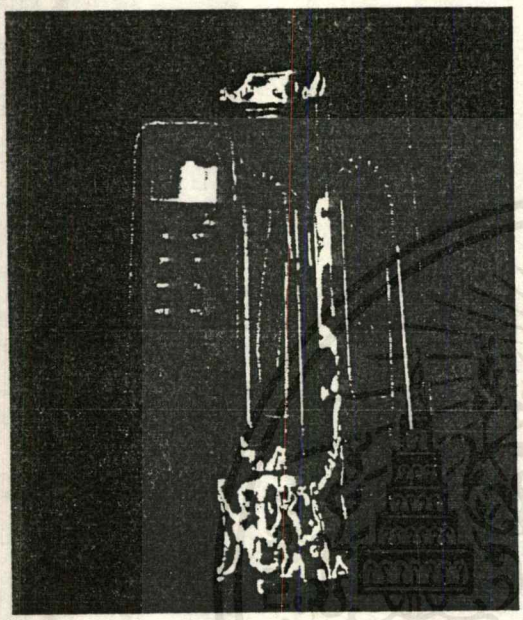
2.ด้านความร้อน

ตารางแสดงรายการเครื่องมือวัดที่ใช้ดำเนินการด้านความร้อน

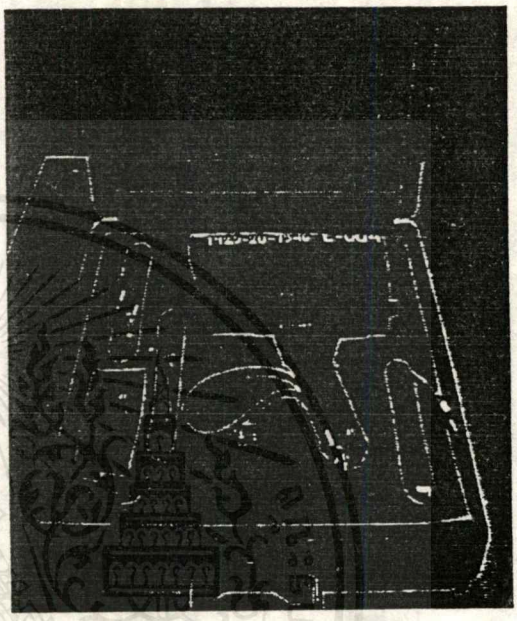
No.	รายการ	ยี่ห้อ	รุ่น	SERAIL No.
1	เครื่องวัดปริมาณการไหลของน้ำในท่อ (FLOW METER)	PANAMETRICS	PT-868	2547
2	เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพน้ำ	JENWAY	4330	1075
3	เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้	KANE-WAY	QUINTOX 9006	PO14416X146
4	เครื่องวัดอุณหภูมิความชื้น, ความเร็วลมและคาร์บอนไดออกไซด์	OMEGA	HHF710	4200-97-03149
5	เครื่องวัดค่าความส่องสว่าง (LUX METER)	TES	TES-1334	970110752

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

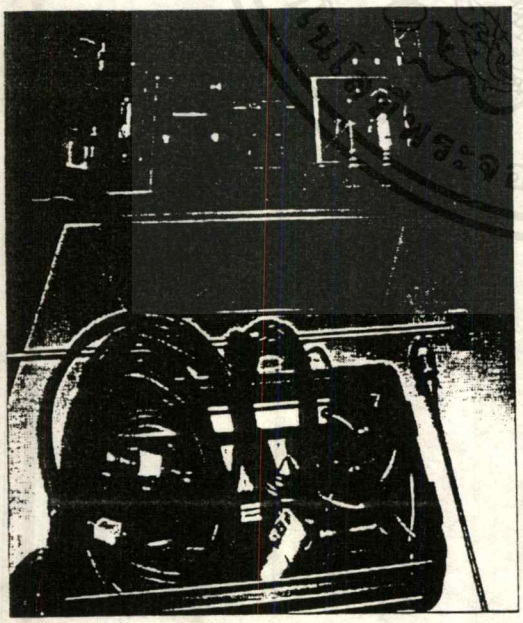
เครื่องมือตรวจวัดทางด้านความร้อน



เครื่องวัดประสิทธภาพการเผาไหม้

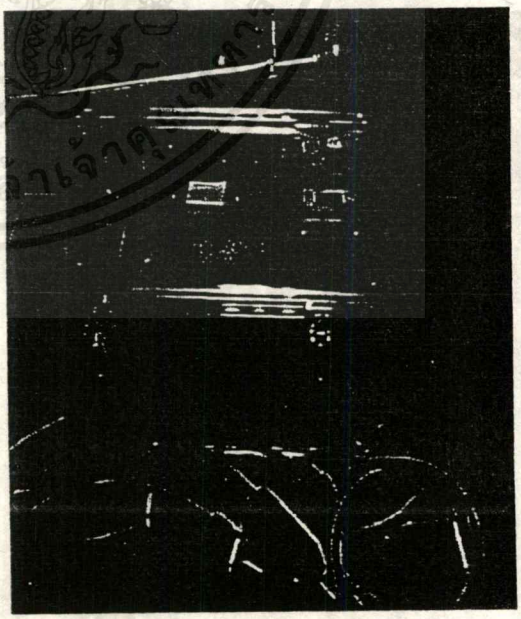


เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้



เครื่องวัดอุณหภูมิผิวโดยมีหัววัด 2 แบบ

(POCKET THERMOMETER)

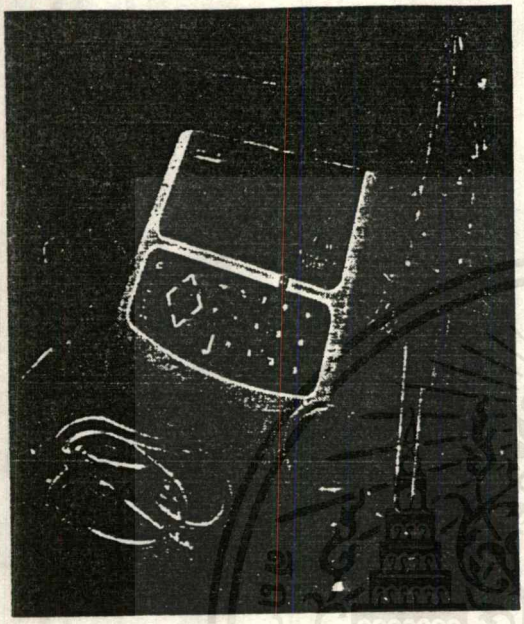


เครื่องวัดอุณหภูมิแบบใช้รังสี

(RADIATION THERMOMETER)

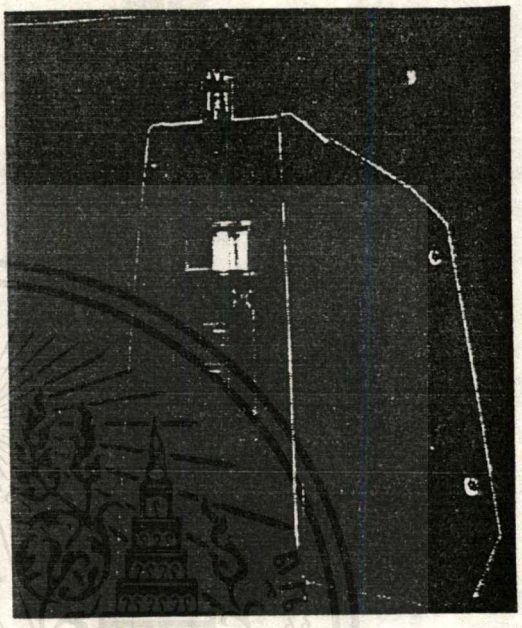
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือตรวจวัดทางด้านความร้อน (ต่อ)



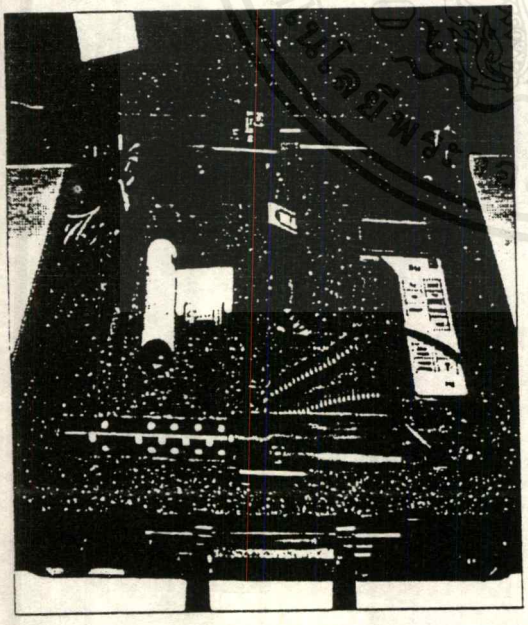
เครื่องวัดสภาพความเป็นกรดด่าง

(pH METER)

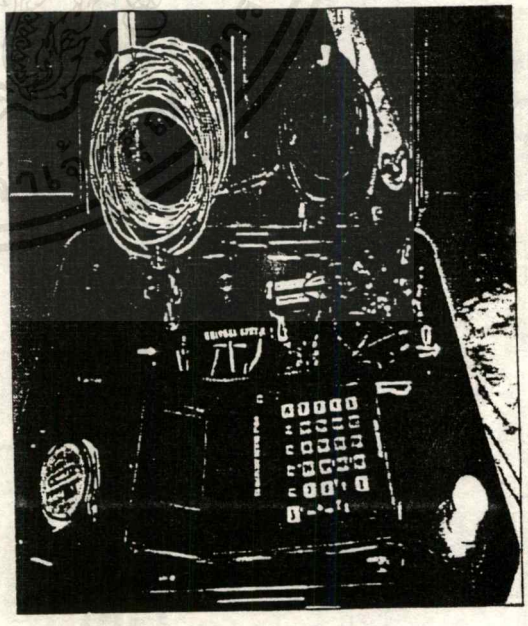


เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

(THERMOMETFR.HYGROMETER)



เครื่องวัดอุณหภูมิ,ความชื้น,คาร์บอนไดออกไซด์

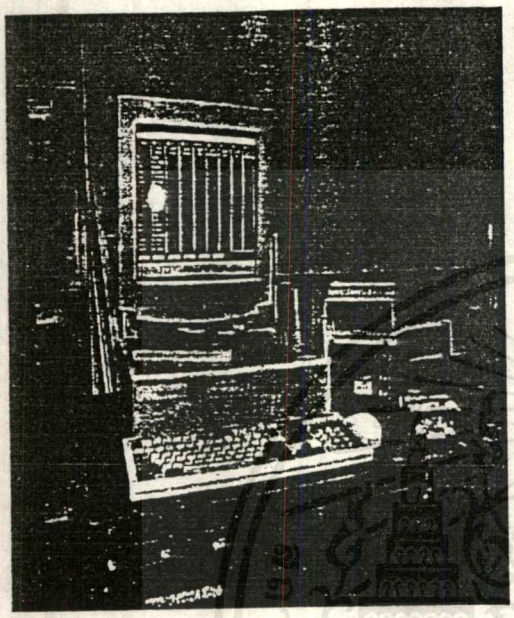


เครื่องวัดปริมาณการไหลของน้ำในท่อ

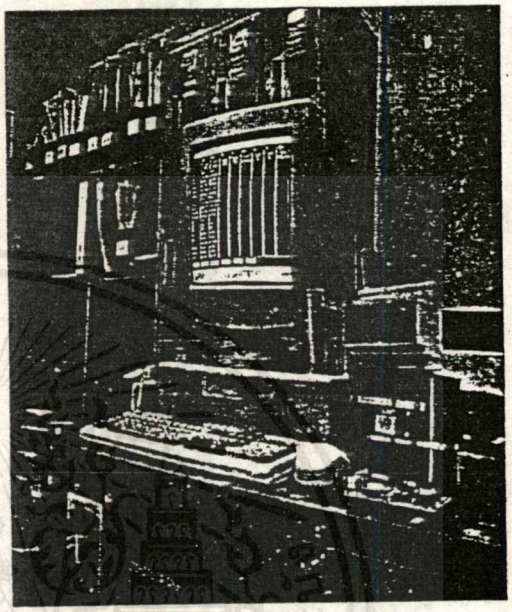
(FLOW METER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

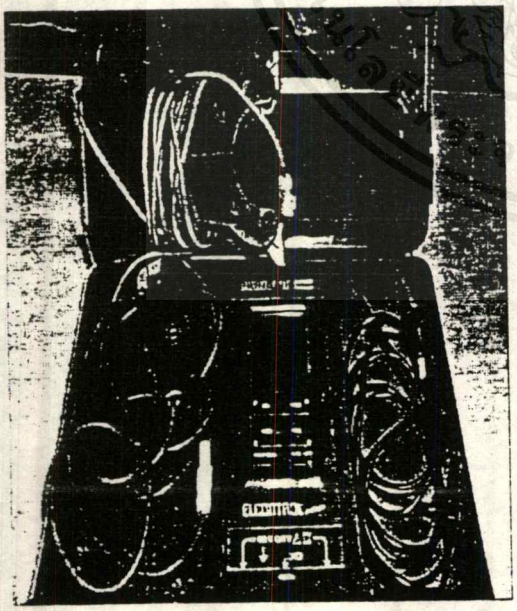
เครื่องมือตรวจวัดทางด้านไฟฟ้า



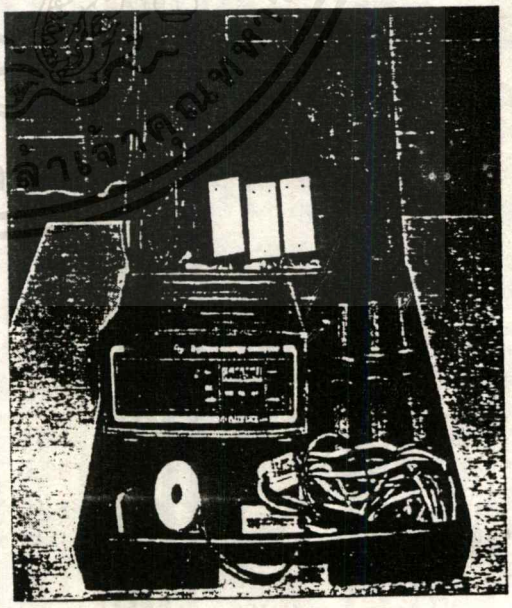
เครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้า
(COMPUTER,POWER METER C.T.)



เครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้า
(COMPUTER,POWER METER C.T.)



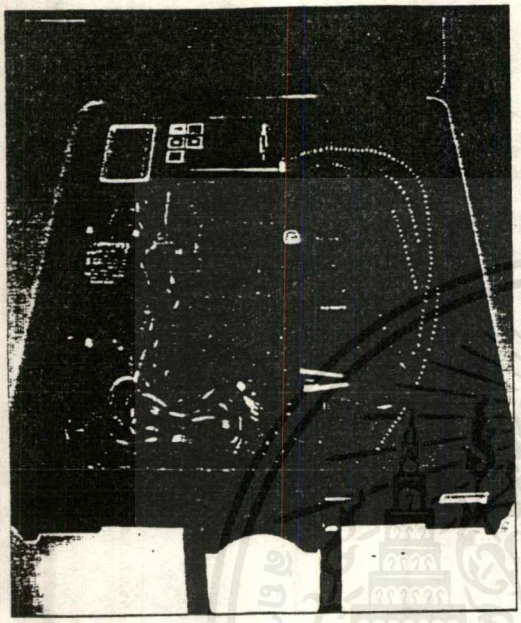
เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า,แรงดันไฟฟ้า,กระแสไฟฟ้า
(NANOVIP,CLAMP 100 A/1 V)



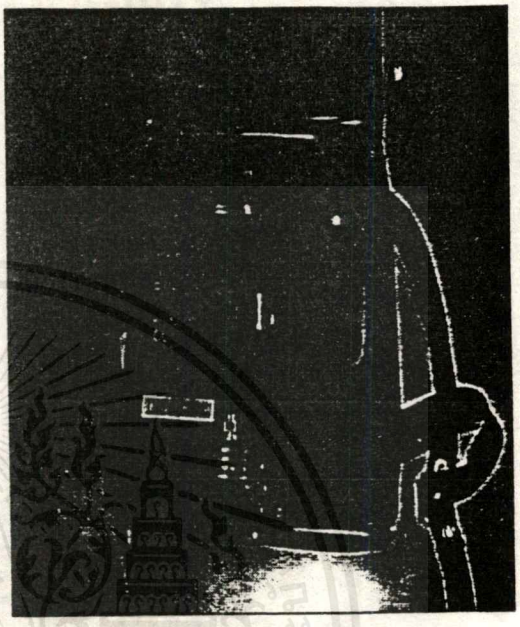
เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า,แรงดันไฟฟ้า,กระแสไฟฟ้า
ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (MICROVIP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือตรวจวัดทางด้านไฟฟ้า (ต่อ)

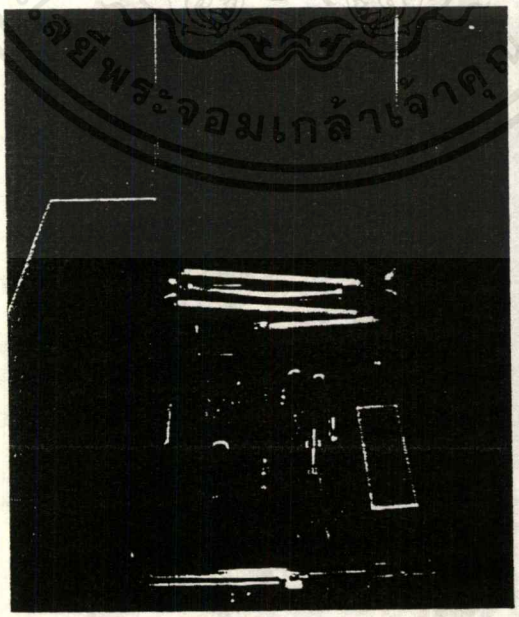


เครื่องวัดความเร็วรอบ



เครื่องวัดความเข้มของแสง

(LUX METER)



เครื่องวัดความเร็วลม,อุณหภูมิ,ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีก็เพราะได้รับความเมตตาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณทวีศักดิ์ ศิริสืบ คุณเจริญ เทพรังศฤษฎ์ คุณดนัย ชูเพ็ชร คุณนาฏธิชัย ศรีทัด คุณอภิสิทธิ์ เตียวเจริญ คุณนฤนารถ ล่ำสัน และเจ้าหน้าที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิต แผนกตรวจวัดการใช้พลังงาน ทุกท่านที่ได้กรุณาให้ข้อมูลและคำแนะนำตลอดจนอำนวยความสะดวกในการเข้าศึกษาและเก็บข้อมูลทำปริญญานิพนธ์เป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณสมชาย ศรีพุทธศาสน์ หัวหน้าแผนกช่าง โรงแรม เฟลิกซ์ อโนมา สวิส โฮเต็ล ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. "ระบบการจัดการพลังงานในอาคาร"

[2] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. "ระบบควบคุมปิด - เปิดไฟฟ้าแสงสว่าง"

[3] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. "อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ" กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ ทีซีจี พริ้นติ้ง, 2539.

[4] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. "การวิจัยประยุกต์ประกอบการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ" กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ดาวฤกษ์, 2539.

[5] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. "การควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด". พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2538.

[6] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. "แนวทางการประหยัดพลังงานในที่อยู่อาศัย". พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , 2538.

[7] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. " บุฉนวนกันความร้อน ช่วยประหยัดพลังงาน". พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , 2539.

[8] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. "บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง".

[9] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. "คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน". กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. "ระบบปรับอากาศ". กรุงเทพมหานคร.

[11] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. "ระบบการทำความเย็นแบบดูดซึม". กรุงเทพมหานคร.

[12] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. "ระบบเก็บความเย็นด้วยน้ำแข็ง". กรุงเทพมหานคร.

[13] พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน,กรม. "เอกสารประกอบการอบรมเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน".กรกฎาคม,2537, กทม.

[14] วัชรพงษ์ วิไลลักษณ์. "การจัดการระบบสำหรับอาคารพิเศษ". ปริญญานิพนธ์การศึกษา 2537. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้