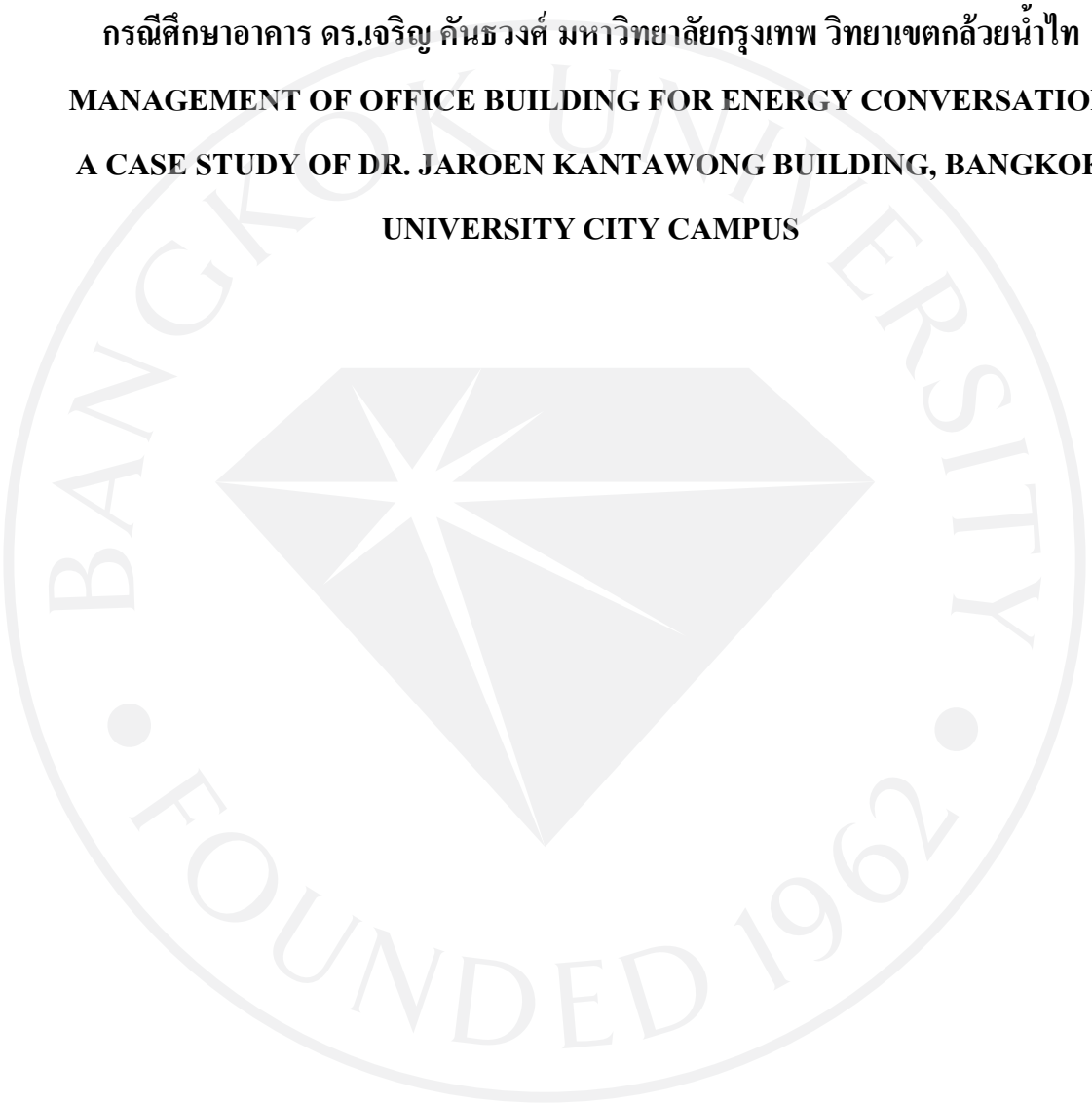
การจัดการอาคารสำนักงานเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
กรณีศึกษาอาคาร ดร.เจริญ คันธวงศ์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตกล้วยน้ำไท

MANAGEMENT OF OFFICE BUILDING FOR ENERGY CONVERSATION
A CASE STUDY OF DR. JAROEN KANTAWONG BUILDING, BANGKOK UNIVERSITY CITY CAMPUS



การจัดการอาคารสำนักงานเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
กรณีศึกษาอาคาร ดร.เจริญ คันธวงศ์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตกล้วยน้ำไท

MANAGEMENT OF OFFICE BUILDING FOR ENERGY CONVERSATION
A CASE STUDY OF DR. JAROEN KANTAWONG BUILDING, BANGKOK UNIVERSITY CITY CAMPUS

พรเทพ พินัยนิติศาสตร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ปีการศึกษา 2554

© 2555
พรเทพ พินัยนิติศาสตร์
สงวนลิขสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

อนุมัติให้วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการออกแบบภายใน

เรื่อง การจัดการอาคารสำนักงานเพื่อการอนุรักษ์ กรณีศึกษา อาคาร ดร.เจริญ คันธวงศ์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตกล้วยน้ำไท

ผู้วิจัย พรเทพ พินัยนิติศาสตร์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา [redacted]

(ดร.ภิรมย์ แจ่มใส)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม [redacted]

(รองศาสตราจารย์จันทนี เพชรานนท์)

ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย [redacted]

(อาจารย์วิรัตน์ รัตตากร)

ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก [redacted]

(ดร.พีรดร แก้วลาย)

[redacted]

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวพร หวังพิพัฒน์วงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 14 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2555

พรเทพ พินัยนิติศาสตร์. ปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต, มิถุนายน 2555, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
การจัดการอาคารสำนักงานเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (115 หน้า)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ดร.ภิรมย์ แจ่มใส

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาการใช้พลังงานในอาคาร ดร.เจริญคันธวงค์ ที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตกล้วยน้ำไท ซึ่งเป็นอาคารประเภทสำนักงาน และเป็นอาคารสถานศึกษา โดยเปิดใช้งานอย่างเป็นทางการเมื่อ วันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2548 เป็นอาคารสูง 16 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยรวม 65,700 m^2 เวลาทำการของอาคาร วันจันทร์ – วันอาทิตย์ เวลา 07.00 - 21.00น. การศึกษาจะมุ่งเน้นที่ระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานในอาคาร ดร.เจริญคันธวงค์ ลง โดยทำการศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ ของอาคารดร.เจริญคันธวงค์ ให้ครอบคลุมทุกด้าน เช่น ข้อมูลการใช้พลังงานเชิงปริมาณและค่าใช้จ่าย โดยจัดทำเป็นตารางการใช้พลังงานเพื่อดูแนวโน้มการใช้พลังงาน การวิเคราะห์หามาตรการในการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานในอาคาร และวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุนทุกมาตรการที่ได้กำหนด ผลสรุปการศึกษาการจัดการพลังงานในอาคาร ดร.เจริญคันธวงค์ มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศดังนี้ 1) การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ 1.1) การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น 1.2) การลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็น 1.3) การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องส่งลมเย็น 1.4) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น 1.5) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม 1.6) การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น รวมผลประหยัดที่ได้ในระบบปรับอากาศ พลังงานไฟฟ้า 204,684 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 466,494 บาท/ ปี และมีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างดังนี้ 1) การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ 1.1) การปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน 1.2) การลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่าง 1.3) การปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ 2) การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน 2.1) การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8 รวมผลประหยัดที่ได้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พลังงานไฟฟ้า 212,063 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 740,849 บาท/ ปี รวมผลประหยัดที่ได้ในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้งสิ้น พลังงานไฟฟ้า 416,747 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 1,207,343 บาท/ ปี

อนุมัติ :

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

BANGKOK UNIVERSITY
FOUNDED 1962

Pininetisart, P. M.A. (Interior Design Management), June 2012, Graduate School, Bangkok University.

Management of Office Building for Energy Conversation (115 pp.)

Thesis Advisor : Pirom Jamsai, Ph.D.

ABSTRACT

This objective of this study is to study the energy consumption in the Dr. Charoen Kanthawong Building at Bangkok University, Kluey Nam Thai Branch, which is used as an office and for education. The 16-storey-building has a utility space area of 65,700 sq.m. and was officially inaugurated on April 21, 2005. Its official hours are 07.00-21.00 from Monday-Sunday. The study focuses on the air-conditioning and lighting system to find solutions for saving energy consumption in Dr. Charoen Kanthawong Building by studying comprehensive information of the building such as quantitative data of energy consumption and expenses. The data is prepared in a table of energy consumption in order to study the trend and analysis of energy consumption in order to find measures and solutions for energy saving in air conditioning system and lighting system in the building and to find turnover period for all stipulated measures.

The findings of the study related to energy management in the Dr. Charoen Kanthawong Building suggest measures for energy saving in air-conditioning system as follows:

1. Effective Usage
    1.1 Decrease working hours of water dispenser;
    1.2 Decrease working hours of water pump and cooling tower;
    1.3 Decrease working hours of air handling unit;
    1.4 Change setting of cool water temperature of water dispenser;
    1.5 Set appropriate temperature in the air conditioned area.
    1.6 Maintenance of cooling tower.

From the above measures in the air conditioning system we can save 204,684 kWh per annum amounting to 466,494 Baht per annum.

Measures for energy saving in lighting system are as follows:

From the above measures, in lighting system we can save 212,063 kWh per annum amounting to 740,849 Baht per annum. We, therefore, can save 416,747 kWh per annum in air conditioning system and lighting system amounting to 1,207,343 Baht per annum.

Approved : _____

Thesis Advisor

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยความร่วมมืออย่างดียิ่งของบุคลากรในฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ในการให้ข้อมูลด้านต่าง ๆให้ขอเสนอแนะและอำนวยความสะดวกในการสำรวจการใช้พลังงานในอาคารดร.เจริญคันธวงค์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขต กล้วยน้ำไท

ขอขอบคุณ ดร.ภิรมย์ แจ่มใส และรองศาสตราจารย์จันทนี เพชรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอขอบคุณ อาจารย์นายสุวเดช แก้วช่วยรวมถึงอาจารย์ ดร.พีรดร แก้วลายและ อาจารย์วิรัตน์ รัตตากร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเป็นกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณกำลังใจจากครอบครัวและเพื่อน ๆ ที่ทำให้ผู้ทำวิทยานิพนธ์นี้ดำเนินการแล้วเสร็จทุกอย่างมาได้ด้วยดี ขอบคุณมากครับ

นายพรเทพ พินัยนิติศาสตร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ซ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 ขั้นตอนการวิจัย	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 แนวคิดทฤษฎีและหลักเกณฑ์สภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เกี่ยวกับอาคารเรียน	6
2.2 แสงสว่างในพื้นที่ปฏิบัติงาน	9
2.3 การระบายอากาศ	12
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	40
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย	40
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	65
3.3 การประเมินผลการวิจัย	67
บทที่ 4 ผลการศึกษา	69
4.1 การจัดการพลังงานในระบบปรับอากาศ	83
4.2 การจัดการพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	96
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา	110
5.1 สรุปผลการศึกษา	110

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 แนวทางในการออกแบบโคมไฟ	113
5.3 ข้อเสนอแนะ	114
บรรณานุกรม	115
ภาคผนวก ก : รายการคำนวณผลการประหยัดพลังงานในแต่ละมาตรการ	118
ภาคผนวก ข : อุปกรณ์ภายในระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง	128
ประวัติเจ้าของผลงาน	154
ข้อตกลงว่าด้วยการอนุญาตให้สิทธิในวิทยานิพนธ์	

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 : แสดงมาตรฐานความเข้มของแสงที่ใช้ในประเทศต่าง ๆ 10

ตารางที่ 2.2 : แสดงมาตรฐานความเข้มของแสงภายในห้องต่าง ๆ 11

ตารางที่ 2.3 : อัตราการระบายอากาศโดยวิธีกล 12

ตารางที่ 2.4 : อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับภาวะอากาศ 13

ตารางที่ 2.5 : ตารางระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์สบาย สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ตามมาตรฐาน IES 15

ตารางที่ 2.6 : การเปรียบเทียบคุณสมบัติของบัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กแบบธรรมดา บัลลาสต์โลว์ลอสต์ และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 20

ตารางที่ 2.7 : มาตรฐานความสว่าง (มาตรฐาน IES) 21

ตารางที่ 2.8 : การใช้พลังงานระบบทำน้ำเย็น 26

ตารางที่ 2.9 : ตารางแสดงคุณสมบัติของคอมเพรสเซอร์ชนิดต่างๆ 27

ตารางที่ 2.10 : แสดงประสิทธิภาพหอยโข่งทำความเย็น 28

ตารางที่ 2.11 : มาตราฐานเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ 29

ตารางที่ 2.12 : มาตราฐานเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ 29

ตารางที่ 3.1 : รวมการใช้พลังงานระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศในแต่ละชั้น 57

ตารางที่ 3.2 : ตารางการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารดร. เจริญ คันธวงค์ ระหว่างปี 2548 – 2551 58

ตารางที่ 3.3 : แผนงานตรวจวัดและการบำรุงรักษา 64

ตารางที่ 5.1 : สรุปผลการศึกษาการจัดการพลังงานในอาคารดร. เจริญ คันธวงค์ 112

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 : ค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 2

ภาพที่ 2.1 : องศามุมมองภายในห้องเรียน ขนาด 7.00 × 9.00 m. 17

ภาพที่ 2.2 : หลักการของเครื่องทำความเย็น 25

ภาพที่ 2.3 : ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานโดยเฉพาะ 37

ภาพที่ 3.1 : แผนผังอาคาร 9 ดร.เจริญ คันธวงค์ 41

ภาพที่ 3.2 : ภาพอาคาร 9 ดร.เจริญ คันธวงค์ 41

ภาพที่ 3.3 : แปลนอาคารชั้น1 42

ภาพที่ 3.4 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 1 42

ภาพที่ 3.5 : แปลนอาคารชั้น 2 43

ภาพที่ 3.6 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 2 43

ภาพที่ 3.7 : แปลนอาคารชั้น 3 44

ภาพที่ 3.8 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 3 44

ภาพที่ 3.9 : แปลนอาคารชั้นที่ 4 45

ภาพที่ 3.10 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 4 45

ภาพที่ 3.11: แปลนอาคารชั้นที่ 5 46

ภาพที่ 3.12 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 5 46

ภาพที่ 3.13 : แปลนอาคารชั้นที่ 6 47

ภาพที่ 3.14 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 6 47

ภาพที่ 3.15 : แปลนอาคารชั้นที่ 7 48

ภาพที่ 3.16 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 7 48

ภาพที่ 3.17 : แปลนอาคารชั้นที่ 8 49

ภาพที่ 3.18 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 8 49

ภาพที่ 3.19 : แปลนอาคารชั้นที่ 9 50

ภาพที่ 3.20 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 9 50

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.21 : แปลนอาคารชั้นที่ 10 51
ภาพที่ 3.22 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 10 51
ภาพที่ 3.23 : แปลนอาคารชั้นที่ 11 52
ภาพที่ 3.24 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 11 52
ภาพที่ 3.25 : แปลนอาคารชั้นที่ 12 53
ภาพที่ 3.26 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 12 53
ภาพที่ 3.27 : แปลนอาคารชั้นที่ 14 54
ภาพที่ 3.28 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 14 54
ภาพที่ 3.29 : แปลนอาคารชั้นที่ 15 55
ภาพที่ 3.30 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 15 55
ภาพที่ 3.31 : แปลนอาคารชั้นที่ 16 56
ภาพที่ 3.32 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 16 56
ภาพที่ 3.33 : สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารดร. เจริญ คันธวงค์ 58
ภาพที่ 3.34 : ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ที่ใช้ในอาคาร 59
ภาพที่ 3.35 : ติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง 60
ภาพที่ 3.36 : ติดตั้งมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง (SCHP) 61
ภาพที่ 3.37 : วัดค่าแสงเพื่อหาค่าความสว่างภายในห้องเรียนแบบ A 62
ภาพที่ 3.38 : วัดค่าแสงเพื่อหาค่าความสว่างภายในห้องเรียนแบบ A 63
ภาพที่ 3.39 : ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) 65
ภาพที่ 3.40 : เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) 65
ภาพที่ 3.41 : ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter) 66
ภาพที่ 3.42 : ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System) 66
ภาพที่ 3.43 : ระบบควบคุมเครื่องทำน้ำเย็น (Carrier Comfort Network) 67

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.1 : แปลนอาคารชั้น1 69
ภาพที่ 4.2 : แปลนอาคารชั้น 2 70
ภาพที่ 4.3 : แปลนอาคารชั้น 3 71
ภาพที่ 4.4 : แปลนอาคารชั้น 4 72
ภาพที่ 4.5 : แปลนอาคารชั้น 5 73
ภาพที่ 4.6 : แปลนอาคารชั้น6 74
ภาพที่ 4.7 : แปลนอาคารชั้น7 75
ภาพที่ 4.8 : แปลนอาคารชั้น8 76
ภาพที่ 4.9 : แปลนอาคารชั้น9 77
ภาพที่ 4.10 : แปลนอาคารชั้น10 78
ภาพที่ 4.11 : แปลนอาคารชั้น11 79
ภาพที่ 4.12 : แปลนอาคารชั้น12 80
ภาพที่ 4.13 : แปลนอาคารชั้น14 81
ภาพที่ 4.14 : แปลนอาคารชั้น15 82
ภาพที่ 4.15 : แปลนอาคารชั้น16 83
ภาพที่ 4.16 : เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) 84
ภาพที่ 4.17 : การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) 85
ภาพที่ 4.18 : ปั๊มน้ำ (Pump) และหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) 87
ภาพที่ 4.19 : การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็น 87
ภาพที่ 4.20 : เครื่องส่งลมเย็น (AHU) 89
ภาพที่ 4.21 : การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานเครื่องส่งลมเย็น (AHU) 89

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.22 : วัฏจักรทำความเย็น 90
ภาพที่ 4.23 : การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) 91
ภาพที่ 4.24 : การประหยัดพลังงานโดยการปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) 91
ภาพที่ 4.25 : วัฏจักรทำความเย็น 92
ภาพที่ 4.26 : การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม 93
ภาพที่ 4.27 : การประหยัดพลังงานโดยการปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม 93
ภาพที่ 4.28 : การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) 95
ภาพที่ 4.29 : การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) 95
ภาพที่ 4.30 : แสดงการประหยัดพลังงานที่ได้โดยการลดชั่วโมงการทำงาน 97
ภาพที่ 4.31 : ภายในอาคารเรียนบริเวณโถงลิฟต์ 98
ภาพที่ 4.32 : แสดงช่วงเวลาเปิด-ปิดแสงสว่างที่คาดว่าจะประหยัดได้ 98
ภาพที่ 4.33 : ภาพบรรยากาศภายในห้องเรียน Type - A 101
ภาพที่ 4.34 : ภาพบรรยากาศภายในห้องเรียน Type - B 102
ภาพที่ 4.35 : วัดค่าความสว่างพื้นที่ทำงาน 819 lx. 103
ภาพที่ 4.36 : วัดค่าความสว่างพื้นที่ทำงาน 859 lx. 104
ภาพที่ 4.37 : วัดค่าความสว่างพื้นที่ทำงาน 859 lx.. 105
ภาพที่ 4.38 : วัดค่าความสว่างพื้นที่ทำงาน 849 lx. 106
ภาพที่ 4.39 : วัดค่าความสว่างพื้นที่ทำงาน 1173 lx. 107
ภาพที่ 4.40 : วัดค่าความสว่างรวมทั้งห้อง 759 lx. 108
ภาพที่ 4.41 : กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างหลอด T8เดิมและหลอด T5 ห้องเรียน Type A 109
ภาพที่ 4.42 : กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างหลอด T8เดิมและหลอด T5 ห้องเรียน Type B 109
ภาพที่ 5.1 : สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารดร.เจริญ คันธวงค์ 110

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมา

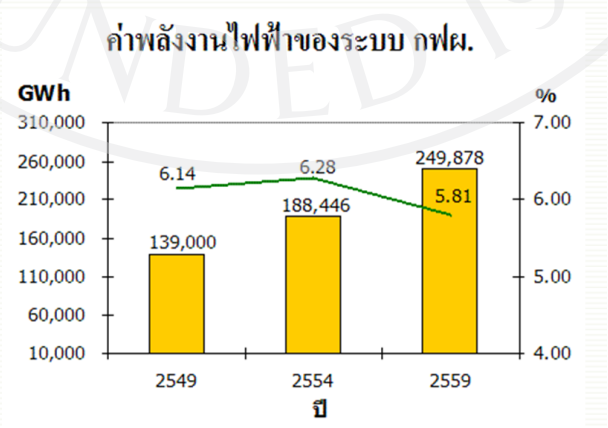
จากการวิกฤติการณ์ด้านพลังงานที่มีผลกระทบไปทั่วโลก ปริมาณความต้องการด้านพลังงานมีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และการประชุมโลกร้อนที่เดนมาร์ก (11-17 มกราคม 2553) ผู้นำประเทศที่เข้ารวมจำนวน 65ชาติจาก 191 ชาติ เพื่อเข้ารวมหารือถึงข้อตกลงและมาตรการลดภาวะโลกร้อน ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรอบโลก จัดขึ้นที่ประเทศเดนมาร์ก เพื่อหาข้อตกที่จะแทนพิธีสารเกียวโตที่จะหมดลงในปี พ.ศ. 2555 แต่ผลการประชุมยังหาข้อยุติไม่ได้ และอาจต้องเลื่อนไปเป็นการประชุมครั้งต่อไปเนื่องจากมีประเด็นเรื่องผลประโยชน์ที่ยังหาข้อยุติไม่ได้

การประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานทดแทนเป็นแนวโน้มที่ทุกประเทศต้องกำหนดเข้าไปในนโยบายหรือแผนพัฒนาแห่งชาติ แต่ก็ไม่ง่ายที่จะเปลี่ยนแปลงจากนโยบายไปสู่ระดับปฏิบัติการ เพราะการประหยัดพลังงานมีผลให้ความสะดวกสบายลดลงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ส่วนการใช้พลังงานทดแทนอาจ เริ่มต้นด้วยการลงทุนและคุณภาพของพลังงานที่อาจยังไม่เทียบเท่าพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล การยึดหลักของปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียงเป็นทางออกของการลดภาวะโลกร้อนที่ดำเนินการอย่างสมเหตุสมผลอาจเสนอให้ ลดการเปิดไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น ลดการใช้กระดาษ ลดการเผาพลาญ ลดการอุปโภคและบริโภคให้เป็นปกติวิสัย น่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดโลกร้อนได้

ปัจจุบันปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วของน้ำมันโลกมีทั้งหมด 1,208 พันล้านบาร์เรล เหลือใช่ได้อีกประมาณ 40ปี (อัตราส่วนระหว่างปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วกับปริมาณการผลิตในปี 2006 หรือ R-P ratio เท่ากับ 40.5) ปริมาณน้ำมันสำรองทั่วโลกในปี 2551 รายงานโดยอ้างการเปิดเผยของบริษัท บีพีพีแอลซี (BP PLC) ผู้ผลิตน้ำมันรายใหญ่อันดับ 2 ของยุโรป ว่า ในปี 2551 ปริมาณน้ำมันสำรองทั่วโลกลดลง โดยมีสำรองน้ำมันของรัสเซีย นอร์เวย์ และสาธารณรัฐประชาชนจีนที่เป็นแกนนำในการปรับตัวลงขณะที่ปริมาณน้ำมันสำรองทั่วโลกอยู่ที่ระดับ 1.258 ล้านล้านบาร์เรล เมื่อสิ้นสุดปี 2551ลดลงจาก 1.261ล้านล้านบาร์เรลในปี 2550 แม้ว่าปริมาณน้ำมันในเวียดนาม อินเดีย และอียิปต์จะปรับตัวสูงขึ้น ส่วนซาอุดิอาระเบีย มีปริมาณน้ำมันสำรองมากที่สุดในโลกอยู่ที่ระดับ 2.641แสนล้านบาร์เรลในปี 2551 ลดลงเล็กน้อยจาก 2.642 แสนล้านบาร์เรลในปี 2550 โดยผู้ผลิตน้ำมันรายใหญ่ทั่วโลกต่างพยายามหาน้ำมันมาสำรองไว้ เนื่องจากการขุดบ่อน้ำมันใหม่ๆ เริ่มยากขึ้น และบ่อน้ำมันที่มีอยู่เดิมในอังกฤษและเม็กซิโกก็เริ่มลดน้องลง ในขณะที่รัสเซียก็เพิ่งผ่านกฎหมายจำกัดการถือครองแหล่งพลังงานในประเทศของชาวต่างชาติ ทั้งนี้ บริษัท แซนฟอร์ด ซี .

เบิร์นสโตน์ แอนด์ โค. (Sanford C. Bernstein & Co.)เปิดเผยว่าในช่วง 6ปีที่ผ่านมา ไม่มีบริษัทผลิตน้ำมันขนาดใหญ่แม้แต่รายเดียวที่เพิ่มปริมาณน้ำมันสำรองด้วยการสำรวจแหล่งน้ำมันใหม่หรือขยายแหล่งน้ำมันที่มีอยู่เดิม อาทิ บริษัท รอยัล ดัตช์ เชลล์ พีแอลซี (Royal Dutch Shell Plc) บริษัทน้ำมันรายใหญ่ที่สุดของยุโรป ดังนั้นในแต่ละประเทศต่างมีวิธีลดปริมาณการใช้น้ำมัน โดยหันมาใช้พลังงานทดแทนต่าง ๆ มาใช้เพื่อลดการใช้พลังงานจากน้ำมันที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศที่มีอยู่อย่างจำกัด การพัฒนาพลังงานทางเลือกจึงเป็นสิ่งจำเป็นและการใช้พลังงานจากธรรมชาติในรูปแบบต่างๆ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานนิวเคลียร์ ยังต้องใช้เทคโนโลยีที่มีราคาแพงและใช้ได้อย่างจำกัด ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ และส่งผลให้ราคาด้านพลังงานเพิ่มสูงขึ้น จนส่งผลกระทบอย่างรุนแรงในหลายภาคส่วน ในประเทศไทยนั้น นายทรงภพ พลจันทร์ อธิบดีกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ กล่าวว่า ขณะนี้ไทยมีการผลิตก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทยประมาณ 3,600-3,700 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน และนำเข้าจากสหภาพพม่า ประมาณ 1,100 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน ทำให้ไทยมีความสามารถในการจัดส่งก๊าซจากพื้นที่พัฒนาร่วมอ่าวไทย และสหภาพพม่า รวม 4,800 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน ขณะที่การใช้ก๊าซของไทยมีเพียง 4,300-4,400 ลูกบาศก์ฟุตต่อวัน ซึ่งอีก3เดือนข้างหน้าก๊าซจากแหล่งอื่นๆและในปี 2556 แหล่งก๊าซ N9 จะเข้าระบบ ขณะที่อีก 4ปีข้างหน้า มีแผนนำเข้าก๊าซธรรมชาติเหลว LNG มาใช้ในการผลิตไฟฟ้าจำนวน 5 ล้านตัน หรือประมาณ 700 ล้านลูกบาศก์ฟุต และในปี 2559 จะนำเข้าเพิ่มอีก 5ล้านตัน รวมนำเข้า 1,400 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน ทำให้ในช่วงเวลาดังกล่าวไทยมีความสามารถในการผลิตและนำเข้าก๊าซสูงสุด 7,400 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน ซึ่งความต้องการที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อาจจะส่งผลกระทบต่อการขาดแคลนพลังงานของไทยในอนาคตได้ (ตระกูล พุ่มเสนาะ, 2555)

ภาพที่ 1.1 : ค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย



ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2554). *แนวโน้มสถิติความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด(พีค) 2549-2559.* สืบค้น วันที่ 24 เมษายน 2554, จาก http://www.egat.co.th/.

ซึ่งเมื่อการใช้ก๊าซธรรมชาติเพื่อผลิตไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 68 เพื่อทดแทนน้ำมันจากร้อยละ 81 ลดลงเป็นร้อยละ 7 แทน ทั้งนี้นั้นการวางแผนการใช้พลังงานของประเทศจึงเป็นสิ่งจำเป็น และภาครัฐจึงมีการออกมาตรการประหยัดพลังงานต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ประชาชนใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า และกฎหมายที่ออกมาเพื่อควบคุมการใช้และอนุรักษณ์พลังงาน พ.ศ.2535 มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 3 เมษายน พ.ศ.2535 โดยกำหนดกลุ่มเป้าหมายคือ โรงงานและอาคารธุรกิจ ซึ่งต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นระบบ โดยภาครัฐจะให้การสนับสนุนทางการเงิน

นอกจากกฎกระทรวงแล้วรัฐบาลยังจำเป็นต้องแสวงหาแนวทางในการแก้ไขปัญหานี้ โดยเน้นให้มีการจัดหาแหล่งพลังงานไฟฟ้าทดแทนให้เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ และในขณะเดียวกันจำเป็นต้องกำหนดมาตราการในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพสูงสุดควบคู่กันไป เพื่อให้เกิดความสมดุลในการบริหารและการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554)

แผนอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุม และตรวจสอบ วิเคราะห์ การปฏิบัติตามเป้าหมายได้ครอบคลุมถึงโรงงานและอาคารทั่วไปที่กำลังใช้งาน โดยจัดไว้เป็นส่วนหนึ่งในแผนงานภาคบังคับของแผนงานอนุรักษ์พลังงานดังกล่าว และอาคาร ทั่วไปที่กำลังใช้งานและอยู่ในข่ายการควบคุม โดยจัดไว้เป็นส่วนหนึ่งในแผนงานภาคบังคับของแผนงานอนุรักษ์พลังงานดังกล่าว ซึ่งอาคารในข่ายอาคารควบคุมเหล่านี้สามารถได้รับการสนับสนุนเงินจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ในฐานะที่ทางมหาวิทยาลัยกรุงเทพซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาระดับสูงของประเทศไทย จึงควรให้ความร่วมมือในการอนุรักษ์พลังงาน เป็นที่มาของแนวความคิดที่จะทำการวิจัยเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ สำหรับขอบเขตของงานวิจัยนี้ จะเป็นงานสำรวจและตรวจสอบ วิเคราะห์ตามแนวทางวิชาชีพการออกแบบตกแต่งภายใน โดยคำนึงถึง วัสดุที่ใช้ระบบแสงสว่างภายใน จัดวางตำแหน่ง และพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารเรียน ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และสอดคล้องกับมาตรการในการประหยัดพลังงานกฎกระทรวงที่ควบคุมการใช้พลังงาน และผลการวิจัยของสถานศึกษานี้ สามารถใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าและระบบปรับอากาศภายในอาคาร ดร.เจริญ คันธวงศ์เรียนเพื่อการประหยัดพลังงาน

1.2.2 ศึกษาแนวทางในการลดการใช้พลังงานภายในอาคาร ดร.เจริญ คันธวงค์

1.2.3 เพื่อประเมินความเหมาะสมทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนของมาตรการประหยัดพลังงาน

1.2.4 เสนอแนวทางออกแบบอาคารการศึกษาเพื่อการประหยัดพลังงาน (ปรับปรุงพัฒนาจากเดิม)

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานเฉพาะภายในส่วนสถานศึกษา ดร. เจริญ คันธวงค์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพเท่านั้น

1.3.2 ศึกษาเฉพาะในส่วนระบบแสงสว่างและระบบปรับอาคารภายในอาคาร ดร. เจริญ คันธวงค์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

1.3.3 ศึกษามาตรการจัดการพลังงานภายในอาคารและเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนของมาตรการที่เสนอแนะ

1.3.5 ศึกษาการออกแบบตำแหน่งแสงสว่างและปรับเปลี่ยนหลอดไฟภายในห้องเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงาน

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1.4.1 ศึกษากฎระเบียบข้อบังคับอาคาร ทฤษฎีวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องที่ทำการศึกษา

1.4.2 ศึกษาวัสดุอุปกรณ์และแสงไฟประเภทต่าง ๆ ระบบปรับอากาศที่เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อการประหยัดพลังงาน

1.4.3 สำรวจและเก็บข้อมูลการใช้งานจริง และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของพนักงานภายในสถานศึกษาที่ทำการศึกษา

1.4.4 สำรวจเก็บข้อมูลรูปแบบการจัดวางแปลนและวัสดุที่ใช้ และอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารสถานศึกษาที่ทำการศึกษา

1.4.5 นำมาตรการประหยัดพลังงานต่าง ๆ ที่ศึกษามาทำการทดลอง และประเมินผลจุดคุ้มทุนในการลงทุน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อเป็นแนวทางในการใช้พลังงานภายในอาคารสถานศึกษา ดร.เจริญ คันธวงค์ มหาวิทยลัยกรุงเทพอย่างมีประสิทธิภาพ โดยศึกษาเรื่องระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่างภายนอาคาร ซึ่ง 2 ระบบหลังของการใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร การจัดวางตำแหน่งไฟฟ้าและมาตราการที่จะส่งผลต่อการประหยัดพลังงานและให้เกิดสภาวะอยู่สบาย สอดคล่องกับสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อผู้ใช้ภายในอาคาร การจัดการอาคารที่ส่งผลต่อการประหยัดพลังงาน โดยการนำทฤษฎีการออกแบบและเทคโนโลยีและอุปกรณ์ต่าง ๆ สมัยใหม่ที่ศึกษานำมาผนวกกับข้อกำหนดการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะเป็นกรณีศึกษาเพื่อตรวจสอบวิเคราะห์และหาแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมสนับสนุนให้มีการรณรงค์ประหยัดพลังงานและใช้พลังงานที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในอนาคต

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

พลังไฟฟ้า หมายถึง ความต้องการไฟฟ้าจริงที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรใช้ในการทำงานในเวลาหนึ่ง ๆ มีหน่วยเป็น วัตต์ (W) หรือ กิโลวัตต์ (kw)

ค่าพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ค่าธรรมเนียมที่คิดจากปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งเดือน อัตราค่าพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมงถูกกำหนดจากต้นทุนในการจัดหาและผลิตไฟฟ้า โดยมีอัตราแตกต่างกันในแต่ละประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า

Demand Chage เป็นค่าธรรมเนียมที่คิดจากจำนวนความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดของเดือนนั้น เช่น ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 คือธุรกิจขนาดกลาง (30-1,999 กิโลวัตต์) ที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3เดือน สุดท้ายไม่เกิน 355,000 หน่วยต่อเดือน ที่ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 12-24 กิโลโวลท์ขึ้นไป มีค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้ากิโลวัตต์ละ210 บาท

Chilled Water System คือ เครื่องปรับอากาศที่ใช้ทำน้ำเย็นเป็นตัวกลาง ในการถ่ายทอดความร้อนอีกทอดหนึ่ง ในระบบจะต้องมีเครื่องทำความเย็น เพื่อทำน้ำเย็นก่อน แล้วจึงใช้เครื่องสูบน้ำจ่ายน้ำเย็นหมุนเวียนในระบบ เพื่อทำความเย็นให้แก่ส่วนต่าง ๆ ภายในอาคาร

พฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หมายถึง การกระทำหรือการใช้งานต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าในสถานศึกษา รวมทั้งความคิดที่จะกระทำในเรื่องการใช้เท่าที่จำเป็นในประโยชน์ใช้สอยได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

แรงจูงใจในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ความต้องการที่จะแสดงพฤติกรรมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยมีสิ่งเร้าหรือตัวกระตุ้น ได้แก่ ผู้บริหาร นโยบายของมหาวิทยาลัย ในเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างถูกต้อง

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สำหรับงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและมาตรฐานข้อกำหนดของอาคารสถานศึกษา เพื่อเปรียบเทียบกับห้องเรียนของทางมหาวิทยาลัย เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบปรับปรุงในอนาคต

2. ศึกษาข้อมูลระบบแสงสว่าง ผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานและเปรียบเทียบกับระบบแสงสว่างเดิมภายในอาคาร ดร.เจริญ คันธวงศ์

3. ศึกษาข้อมูลอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่างและแนวทางในการประหยัดพลังงาน เพื่อนำมาเปรียบเทียบ หากนำมาใช้ภายในอาคาร ดร.เจริญ คันธวงศ์

4. ข้อมูลอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานภายในอาคาร

2.1 แนวคิดทฤษฎีและหลักเกณฑ์สภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เกี่ยวกับอาคารเรียน

2.1.1 ความหมายของสภาพแวดล้อม

คำว่าสภาพแวดล้อม สภาวะแวดล้อม ภาวะแวดล้อม และสิ่งแวดล้อม ต่างเป็นคำที่มุ่งแทนคำภาษาอังกฤษคำเดียวกันและมีความหมายเหมือนกัน คือ หมายถึง สภาพภายนอกที่มีอิทธิพลต่อชีวิตและการพัฒนาอินทรีย์ (บัณฑิต จุลาลัย, 2554) ยูเนสโก (UNESCO) ได้ให้ความหมายไว้ว่าเป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวมนุษย์ทั้งที่เป็นธรรมชาติ และสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น รวมทั้งสภาพแวดล้อมทางสังคมของมนุษย์ด้วย ซึ่งให้กินความถึงสิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น ระเบียบแบบแผนของสังคม ประเพณี วัฒนธรรม ค่านิยม ความเชื่อ ศาสนา (วินัย วีระวัฒนานนท์, 2541) สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงให้ความหมายสภาพแวดล้อมว่าเป็นสภาพรอบตัว ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ (บัณฑิต จุลาสัย, 2554) และคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้ให้ความหมายไว้ว่าเป็นทุกสิ่งทุกอย่าง ซึ่งอยู่รอบตัวมนุษย์ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีอิทธิพลเกี่ยวโยงกัน เป็นปัจจัยในการเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ผลกระทบจากปัจจัยหนึ่งจะมีส่วนเสริมสร้างหรือทำลายอีกส่วนหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งเป็นวงจรที่เกี่ยวข้องกันไปทั้งระบบ สภาพแวดล้อมจึงหมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวมนุษย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น อาจอยู่ในลักษณะของรูปธรรมและนามธรรม ซึ่งสามารถสัมผัสได้และมีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ทั้งหลาย

2.1.2 ความหมายของสภาพแวดล้อมสถาบันอุดมศึกษา

สภาพแวดล้อมสถาบันอุดมศึกษา (College Milieu or Atmosphere) หมายถึง ลักษณะใด ๆ ก็ตามของสถาบันการศึกษา เป็นสิ่งเร้าอันทรงศักยภาพที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาของการศึกษา ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นพฤติกรรม เหตุการณ์ สภาพการณ์ แนวความคิด และลักษณะทางกายภาพที่เป็นสิ่งบังคับให้ทุกคนในสังคมสถาบันอุดมศึกษาต้องปฏิบัติตามเช่น ลักษณะของบริเวณ อาคาร สถานที่ สภาพเหตุการณ์ การขัดแย้ง การประสานงาน แนวความคิด ปรัชญา อุดมการณ์อันหลายหลาย พฤติกรรม การทำตามกฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับ และการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้เป็นสภาพแวดล้อม ในสถาบันที่เสริมสร้างให้นักศึกษาเกิดความต้องการในการพัฒนาบุคลิกภาพและความสามารถของตน ได้ให้ความหมายไว้ว่าเป็นการรับรู้และความประทับใจของนักศึกษาที่มีต่อลักษณะต่าง ๆ ของสถาบัน ได้แก่ ชื่อเสียงสถาบัน การบริหาร บรรยากาศในการเรียนการสอน พฤติกรรมเกี่ยวกับเพื่อน และอาคารสถานที่ซึ่งมีอิทธิพลต่อชีวิตความเป็นอยู่และพัฒนาการของมวลสมาชิกในสถาบันลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้สามารถสังเกตุเห็นได้ ตรวจสอบได้ ดังนั้น สภาพแวดล้อมสถาบันอุดมศึกษาจึงหมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักศึกษาในสถาบันทั้งที่เป็นรูปธรรม นามธรรม ปรากฏการณ์ทั้งหลาย กฎเกณฑ์ ระเบียบวินัย ค่านิยม ทัศนคติ การปฏิสัมพันธ์ บริเวณอาคารสถานที่ ตลอดจนกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมวลสมาชิกในสถาบัน ซึ่งสามารถสัมผัสด้วย กลิ่น เสียง แสง สี รส และความรู้สึกได้ และส่งผลต่อการพัฒนาในด้านสติปัญญา ร่างกาย อารมณ์ สังคม และจิตใจของนักศึกษาในสถาบัน (อรรณพ คุณพันธ์, 2521)

2.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของมนุษย์กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ

ในทางจิตวิทยาสภาพแวดล้อม (Environmental Psychology) ซึ่งเป็นวิชาที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของมนุษย์และสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ถือว่าสภาพแวดล้อมทางกายภาพเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-Made Environment) เป็นสิ่งที่นักวิชาการให้ความสนใจมาก มนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของสภาพแวดล้อมและไม่อาจแยกออกจากสภาพแวดล้อมที่มนุษย์เองได้สร้างขึ้น ดังนั้น ทั้งสภาพแวดล้อมและมนุษย์ต่างก็มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน กล่าวคือ มนุษย์สร้างสภาพแวดล้อมทางกายภาพขึ้นตามความต้องการของมนุษย์ ในขณะเดียวกันสภาพแวดล้อมทางกายภาพนั้นก็มีผลกระทบต่อพฤติกรรมของมนุษย์

พฤติกรรมของมนุษย์จะแตกต่างกันไปในสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่แตกต่างกัน ในกรณีที่มนุษย์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้ พฤติกรรมของมนุษย์จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการปรับให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เป็นต้นว่า พฤติกรรมของนักเรียนใน

ห้องเรียนที่จัดเป็นห้องเรียนรวม หรือในกรณีที่มนุษย์สามารถทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงเพื่อให้สอดคล้องกับควงต้องการของมนุษย์ เช่น อาจมีการทาสีให้ดูสดใด ติดรูปภาพประกอบให้มีชีวิตชีวา ติดพัดลม และอื่น ๆ ในห้องเรียนเพื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นต้น

จากการพัฒนาการศึกษาในปัจจุบันนั้น มีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงระบบการศึกษาอย่างต่อเนื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแตกต่างจากเดิม ดังนั้น การจัดสภาพแวดล้อมทางด้านกายภาพที่เหมาะสมต่อการพัฒนานักศึกษานั้น ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ อย่างเช่น สถานที่ตั้ง การออกแบบ การตกแต่ง การเลือกใช้วัสดุและครุภัณฑ์ ตลอดจนการใช้พื้นที่ใช้สอยบริเวณส่วนต่าง ๆ ภายในอาคาร ให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักศึกษา

แต่ก่อนอาคารเรียนโดยทั่วไปจะมีรูปแบบเป็นมาตรฐาน กำหนดรูปร่าง ขนาด พื้นที่ และหน้าที่ไว้อย่างละเอียดถี่ถ้วน ปัจจุบันต้องเตรียมอาคารไว้เพื่อรับความคิดใหม่ ๆ ทางการศึกษาด้วยพื้นที่จึงต้องยืดหยุ่นได้ ความสามารถในการออกแบบสร้างสรรค์อาคารเรียนจึงมีมากขึ้น เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับความสามารถในการออกแบบสร้างสรรค์อาคารเรียนจึงมีมากขึ้น เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับความไวต่อการรับรู้ของมนุษย์ ซึ่งต้องการของแปลก ๆ ใหม่ ๆ ปัจจุบันอาคารเรียนจะเปลี่ยนจากรูปสี่เหลี่ยมเป็นแท่งยาวกลายเป็นอาคารทรงกลม รูปหกเหลี่ยม และรูปแบบอื่น ๆ ที่สามารถให้ประโยชน์ใช้สอยได้ดี และยังน่าทึ่งตื่นตาตื่นใจ หลังคาและเพดานก็ไม่จำเป็นต้องแบนราบ อาจจะมีโครงสร้างที่เอื้อต่อการควบคุมแสง เสียง และรูปแบบทางสถาปัตยกรรม พื้นที่นอกอาคารอาจจะมีความสำคัญมากไปกว่าเดิมบริเวณสถาบันการศึกษาไม่เพียงแต่จะเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ และมีคุณค่าทางการศึกษาเท่านั้น ยังให้ประโยชน์ในการสังสรรค์ร่วมกันระหว่างนักศึกษาและคณะครู คณะครูต่อคณะครู หรือนักศึกษาต่อนักศึกษาในบรรยากาศที่สบายสวยงามและอบอุ่น

ชี้ให้เห็นว่า การใช้ประโยชน์จากอาคารสถานที่ทางการศึกษามักจะมีตัวแปรต่าง ๆ มาเกี่ยวข้อง และมีอิทธิพลซึ่งกันและกัน ถ้าตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนแปลงก็จะกระทบกระเทือนตัวแปรอื่น ๆ ด้วย ตัวแปรดังกล่าวได้แก่ บรรยากาศทางการเมือง การออกแบบของสถาปนิก การวางแผนทางการเงิน เนื้อหา และกระบวนการในการเรียนการสอน นอกจากนี้สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนการสอนจะเป็นการสนับสนุนทำให้การเรียนการสอนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งว่า สถาบันการศึกษาจะต้องคำนึงถึงหลักของการจัดสภาพแวดล้อมด้านกายภาพให้เอื้อต่อการพัฒนานักศึกษา และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดตามปรัชญาของสถาบันการศึกษาของตน (วิจิตร วรุตบางกูร, 2521)

ดังนั้น สถาบันอุดมศึกษาจึงต้องมีเอกลักษณ์ในการจัดสภาพแวดล้อมด้านกายภาพภายในสถาบันให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1) ปัจจัยภายนอก ได้แก่ ลักษณะทำเลที่ตั้ง ความสวยงามและความคงทน และสภาพแวดล้อมที่เงียบสงบ เป็นต้น

2) ปัจจัยภายใน ได้แก่ การออกแบบที่เหมาะสมกับกิจกรรมและการใช้สอย ความยืดหยุ่นในการใช้งาน อากาศที่ดี ปราศจากเสียงรบกวน มีแสงสว่างเพียงพอ เป็นต้น

ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาอย่างแท้จริงที่เอื้อต่อการพัฒนานักศึกษาในด้านสติปัญญา ร่างกาย อารมณ์ สังคม และจิตใจ

2.2 แสงสว่างในพื้นที่ปฏิบัติงาน

สายตาและการมองเห็นนับได้ว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียน ดังนั้น แสงสว่างในห้องเรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

2.2.1 แสงประดิษฐ์ (Indirect Light)

แสงประดิษฐ์หรือแสงไฟฟ้า เป็นแสงที่ใช้ภายในอาคารแทนแสงธรรมชาติหรือเมื่อแสงธรรมชาติมีความสว่างไม่พอ ผู้ใช้อาคารส่วนใหญ่มักเคยชินกับแสงธรรมชาติมากกว่าแสงประดิษฐ์ เรื่องแสงสว่างที่ใช้กับอาคารพบว่า ผู้ใช้อาคารประมาณ 80% ให้ความเห็นว่าแสงธรรมชาติเพียงพอแล้ว ด้วยเหตุผลที่สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อมนุษย์ มนุษย์จึงสามารถปรับตัวให้เข้ากับระดับแสงสว่างที่เป็นอยู่จนเกิดความเคยชิน ดังนั้น ควรมีการปรับแสงสว่างภายในอาคารให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน การใช้ระบบแสงสว่าง (Lighting System) ที่ใช้หลอด ฟูลออเรส เซนต์ ขนาด 40W × 2 จำนวน 10 จุดต่อพื้นที่ขนาด 64.8 ตารางเมตร จะคำนวณหาค่ากำลังส่องสว่างได้ประมาณ 26.6 ฟุตแคนเดิล (ในกรณีที่ไม่ได้รับแสงธรรมชาติ) และถ้าวัดโดย Photometer (ตัวเลขที่ต่างกันเกิดจากความมากน้อยของการบำรุงรักษาดวงโคมที่ใช้) ได้ค่ากำลังส่องสว่างประมาณ 24.5 ฟุตแคนเดิล ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานประมาณ 18 % (มาตรฐานทั่วไปประมาณ 30-50 ฟุตแคนเดิล F.E.A., อเมริกา) แต่จากการวัดค่าระดับแสงสว่างในอาคารที่ได้รับการออกแบบให้มีหน้าต่างเปิดตลอด วัดค่าความส่องสว่างได้ถึง 31 ฟุตแคนเดิล ที่ระยะห่างจากหน้าต่าง 5 เมตร (สำนักงานนโยบายและพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2554)

สำนักงาน เป็นที่สำหรับบริหารงาน เป็นที่จัดเกี่ยวกับเอกสาร ที่ซึ่งพนักงานทำงาน เป็นที่ซึ่งมีกิจกรรมการโต้ตอบด้านเอกสาร และเก็บเอกสาร เป็นสถานที่ทีทำงานซึ่งมีรูปแบบที่แน่นอน เป็นที่ทำเกี่ยวกับบัญชี การสั่งงาน การจ่ายค่าแรงงานตลอดจนการทำให้บริษัทดำเนินงานได้ (ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และ สมชาย หิรัญกิตติ, 2538)

ภายในสำนักงานนอกจากประกอบด้วยบุคลากรที่เป็นฝ่ายจัดระบบงานที่เป็นส่วนกลางของหน่วยงานแล้ว ยังต้องมีวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ สำหรับการทำงาน และมีการวางแผนการจัดสถานที่สำหรับทำงาน การติดต่องาน และการจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการทำงาน มีผลทำให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีระหว่าง งาน (Work) คน (People) และสถานที่ (Place) (นภาพรรณ สุทธะพินทุ , 2548)

เพื่อให้เกิดความสมดุลของแสงสว่างภายในบริเวณหนึ่ง ๆ การติดตั้งแสงสว่างควรพิจารณาตามหลักเกณฑ์ต่อไปนี้ คือ

1. ในบริเวณกว้างใหญ่ ความสว่างโดยรอบจะต้องมีความสว่างไม่ต่ำกว่า 1 ใน 3 ของความสว่างที่จุดทำงานซึ่งต้องใช้สายตา
2. บริเวณที่อยู่ใกล้หรืออยู่ติดกับจุดทำงาน ไม่ควรมีความสว่างเกินกว่า 3 เท่าของบริเวณหรือจุดที่ทำงาน
3. บริเวณใด ๆ ที่มองเห็นได้ไม่ควรมีความสว่างเกินกว่า 5 เท่าของความสว่างของจุดที่ทำงาน

ตารางที่ 2.1 : แสดงมาตรฐานความเข้มของแสงที่ใช้ในประเทศต่าง ๆ

บริเวณกิจกรรม		ระดับความเข้มของแสงเป็นลักซ์			
		อังกฤษ	อัฟริกา	ญี่ปุ่น	สหรัฐฯ
ห้องเรียน ห้องบรรยาย (บริเวณโต๊ะ)		300	215	200	215
ห้องเรียน ห้องบรรยาย (บริเวณกระดานชอล์ก)		400	215	500	215
ห้องปฏิบัติการ		400	215	200	215
ห้องเย็บปักถักร้อย		600	223	1000	323
ห้องศิลป์		600	223	500	323
โรงฝึกงาน	- งานหยาบ	200	108	-	-
	- งานปานกลาง	400	215	-	215
	- งานละเอียด	900	323	500	323
งานไม้	- งานช่างไม้	200	215	-	215
	- งานประกอบ	400	323	500	323

(ตารางมีต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) : แสดงมาตรฐานความเข้มของแสงที่ใช้ในประเทศต่าง ๆ

บริเวณกิจกรรม	ระดับความเข้มของแสงเป็นลักซ์			
	อังกฤษ	อัฟริกา	ญี่ปุ่น	สหรัฐฯ
ห้องสมุด - บริเวณชั้น	-	-	200	-
- บริเวณโต๊ะทำงาน	600	215	200	323
สำนักงาน	400	215	100	215
ห้องพักครู	200	-	100	108
บันได, ห้องน้ำ	100	32	50	108

ที่มา : UNESCO. (2554). Spectral Irradiance. สืบค้น วันที่ 25 มิถุนายน2554, จาก http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001287/128772e.pdf.

ตารางที่ 2.2 : แสดงมาตรฐานความเข้มของแสงภายในห้องต่าง ๆ

ห้อง	กำลังส่องสว่าง (Lux)	ประเภทหลอด	ลักษณะการส่อง
ห้องผู้อำนวยการ	200	FL.	SD.
ห้องธุรการ	200	FL.	SD.
ห้องพยาบาล	200	FL.	SD.
ห้องแนะแนว	200	FL.	SD.
ห้องเรียน	200	FL.	SD.
ห้องโสตทัศนศึกษา	100	FL.	SD.
ห้องเขียนแบบ	300	FL.	SD.
ห้องน้ำ-ส้วม	50	IL.	GD.
ทางเดิน	50	IL.	GD.
บันได	50	IL.	GD.
โรงฝึกงานช่างต่าง ๆ	200	FL.	D.
ห้องเก็บเครื่องมือ	20	IL.	GD.
บริเวณหน้ากระดานดำ	500	FL.	D.

ที่มา : UNESCO. (2554). Spectral Irradiance. สืบค้น วันที่ 25 มิถุนายน2554, จาก http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001287/128772e.pdf.

หมายเหตุ FL. = หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Light)

IL. = หลอดธรรมดา (Incandescent Light)

SD. = การส่องแบบกึ่งโดยตรง (Semi – Direct)

GD. = การส่องแบบกระจายทั่วไป (General – Diffusing)

D. = การส่องแบบโดยตรง (Direct)

ความสมดุลของแสงภายในอาคารเรียนนั้น อยู่ที่การจัดแสงภายในให้มีความสว่างทั่วถึงและมีความแตกต่างกันน้อย การติดตั้งแหล่งแสง เช่น หลอดไฟฟ้าแขวน อยู่บนเพดาน แสงจากหลอดไฟฟ้า จะให้แสงสว่างขึ้นไปบนเพดานด้วย ซึ่งจะลดความแตกต่างของแสงบนเพดาน และด้านล่างระหว่างขอบดวงไฟ มีส่วนช่วยให้แสงกระจายออกไปเท่า ๆ กัน ขนาดของหลอดไฟ ความเข้มของแสงแต่ละหลอด เป็นปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความสว่างในบริเวณนั้น ๆ ทั้งสิ้น จุดที่ไม่ควรลืมก็คือ รอบเพดาน ควรติดตั้งแหล่งแสงไว้รอบ ๆ เพดานเช่นเดียวกับบริเวณตรงกลาง การออกแบบให้ดีจะช่วยเพิ่มแสงสว่างของผนังห้อง และปรับสมดุลของแสงสว่างบริเวณกระดานชอล์กและป้ายนิเทศให้มองเห็นได้ชัดเจน และทั่วถึงยิ่งขึ้น

แสงมีบทบาทมากกว่าที่จะทำให้เรามองเห็นวัตถุได้เท่ากัน แสงยังช่วยทำให้เกิดอารมณ์และบรรยากาศ การติดตั้งระบบแสงสว่างที่ใช้ประโยชน์ ประหยัด และมีประสิทธิภาพดีจะต้องเข้าใจผู้ใช้อาคารด้วย การออกแบบโดยไม่คำนึงถึงความต้องการของมนุษย์ จะทำให้คุณค่าของบริเวณเสียไป ดังนั้นผู้ออกแบบจะต้องสร้างสรรค์ให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานควบคู่ไปกับความสวยงาม

2.3 การระบายอากาศ

ตารางที่ 2.3 : อัตราการระบายอากาศโดยวิธีกล

ลำดับ	สถานที่ (ประเภทการใช้)	อัตราการระบายอากาศไม่น้อยกว่าจำนวนเท่าของปริมาตรของห้องใน 1 ชั่วโมง
1	อาคารเรียน	7

ที่มา : ณัฐวุฒิ วลัยกนก. (2544). *การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ*. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในกรณีที่จัดให้มีการระบายอากาศด้วยระบบการปรับภาวะอากาศต้องมีการนำอากาศภายนอกเข้ามาในพื้นที่ ที่ปรับภาวะอากาศจากภายในพื้นที่ปรับภาวะอากาศ ออกไปไม่น้อยกว่าอัตราที่กำหนด

ตารางที่ 2.4 : อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับภาวะอากาศ

ลำดับ	สถานที่ (ประเภทการใช้)	ลูกบาศก์เมตร / ชั่วโมง / ตารางเมตร
1	ห้องเรียน	4

ที่มา : ณัฐวุฒิ วลัยกนก. (2544). *การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ*. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สภาวะความสบาย

1. การถ่ายเทความร้อนระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

โดยปกติร่างกายของมนุษย์จะมีการถ่ายเทความร้อนกับสิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา เพื่อที่จะรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้อยู่ที่ 37° C (98.6° F) การผลิตพลังงานความร้อนของร่างกายมนุษย์เกิดมาจากขบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) พลังงานนี้ประมาณ 20% เท่านั้นที่ถูกนำมาใช้งาน ที่เหลือจะถ่ายเทให้กับสิ่งแวดล้อมด้วย การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ประมาณ 45% , การพาความร้อน (Convection) ประมาณ 30% , การระเหยของเหงื่อ (Evaporation) ประมาณ 25% ส่วนการนำความร้อน (Conduction) มีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตร “ความสมดุลความร้อนของร่างกาย” (The Body’s Heat Balance) ได้ดังนี้

$M + C_r + C_v + R - E$

เมื่อ M = ความร้อนที่ผลิตได้จากขบวนการ Metabolism

C_r = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการนำ

C_v = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการเผา

R = การเพิ่มหรือการระบายความร้อนโดยการแผ่รังสี

E = การระบายความร้อนโดยการระเหย

2.3.1 ภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ

แม้ว่ามนุษย์เราทั่ว ๆ ไป จะมีชีวิตอยู่ได้ไม่ว่าสภาพภูมิอากาศจะเลวร้ายอย่างไรก็ตาม แต่ร่างกายจะรู้สึกสบายที่สุดเพียงช่วงในอุณหภูมิแคบ ๆ เท่านั้น B.Stein จึงได้ให้นิยามไว้ว่า “สภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ” (Thermal Comfort) หมายถึง การที่ตัวเราไม่รู้สึกอยู่ในสภาวะไม่น่าสบายหรือไม่รู้สึกตัวเองว่าเราได้สูญเสียความร้อนหรือได้รับความร้อนจากสภาพแวดล้อม และจากการศึกษาวิจัยของ P.O. Fanger (2) ในเรื่องตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อ Thermal Comfort มีด้วยกัน 6 ตัวแปร แบ่งออกเป็นดังนี้

2.3.1.1 ตัวแปรทางด้านบุคคล 2 ตัวแปร ได้แก่ อัตราการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) และผลกระทบของเสื้อผ้า (Clothing Effect)

2.3.1.2 ตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อม 4 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature), ความชื้นสัมพันธ์ (Relative Humidity) อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (Mean radiant Temperature) และความเร็วลม (Wind Speed)

2.3.2 ช่วงสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ

ในช่วงเวลาที่อยู่ในสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Comfort) นั้นเรียกว่า “ เขตสภาวะสบาย ” (Comfort Zone) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิอากาศกับตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อม ทั้ง 3 คือ อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (MRT) , ความชื้นสัมพันธ์ และความเร็วลม

สำหรับค่าอุณหภูมิที่บ่งบอกถึง ช่วงสภาวะสบายของประเทศไทยนั้น เราสามารถคำนวณหาค่าสภาวะความสบาย (Comfort Zone) ได้ ซึ่งช่วงอุณหภูมิสบายจะอยู่ที่ประมาณ 22.7-25.7 ET° C และเมื่อนำไปเทียบกับค่าอุณหภูมิสบายที่ได้ทำการทดลองโดย F.P. Ellis (3) ณ ประเทศสิงค์โปร์จะอยู่ที่ประมาณ 22.7-25.5 ET° C จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้มาจากทั้งสองวิธีมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ ในการกำหนดเขตสภาวะความสบายได้ อย่างไรก็ดีค่าอุณหภูมิความสบายนี้ ไม่ใช่ค่ามาตรฐานตายตัว เพียงเป็นค่าที่สามารถใช้ประเมินผล และนำไปสู่วิธีการออกแบบแก้ไข เพื่อให้สภาพแวดล้อมภายในอยู่สบาย โดยให้ตัวแปรที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิความสบายจะขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย เช่น ความชอบและความคุ้นเคยของบุคคล , ลักษณะทางกายภาพและจิตใจ , ระดับกิจกรรมที่ทำอยู่ , เสื้อผ้าที่สวมใส่ เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้จะยึดค่าอุณหภูมิตามสบายนี้เป็นมาตรฐานวัดความสบายทางอุณหภูมิ โดยจะยึดค่าสูงสุดและต่ำสุดเป็นเกณฑ์ ในการศึกษาขั้นต่อ ๆ ไป

2.3.3 ภาวะความสบายทางด้านสายตา (Visual Comfort)

โดยปกติตาของมนุษย์สามารถจะปรับระดับของแสงได้ในระดับหนึ่ง แต่ถ้าแสงสว่างมากเกินไปจะทำให้รู้สึกว่าแสงจ้า (Glare) หากมืดเกินไปก็จะทำให้มองเห็นไม่ชัด เกิดปัญหาในการมอง ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาวะความสบายทางสายตา ได้แก่

2.3.3.1 ปัจจัยทางด้านตัวบุคคล ได้แก่ สภาพของสายตาซึ่งเกี่ยวพันไปถึงอายุด้วย

2.3.3.2 ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา ได้แก่ สีของแสง ลักษณะการใช้แสง ฯลฯ

2.3.3.3 ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ ขนาดของวัตถุ , ความเข้มของแสงที่ส่องไปยังวัตถุ, ความเข้มของแสงที่เทียบกับฉากอ้างอิง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความรวดเร็วในการมองอีกด้วย

ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมดังกล่าว หากมีความเหมาะสม จะทำให้มนุษย์เกิดความสบายทางสายตา (Visual Comfort) โดยทั่วไปมาตรฐานวัดความสบายทางด้านสายตานั้น จะกำหนดไว้ที่ค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่วัตถุ เนื่องจากตัวแปรทางด้านขนาดของวัตถุ และความเข้มของแสงเทียบกับความเข้มของฉากอ้างอิงนั้น จะแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะทั่วไปของแต่ละกิจกรรมที่เกิดขึ้น

2.3.4 ระดับความสบายทางด้านแสงสว่าง

อ้างอิงมาตรฐานความสว่างจาก “สมาคมวิศวกรรมแสงสว่างสหรัฐอเมริกา” (Illumnition Engineering Society : IES) มาเป็นเกณฑ์ในการวัดค่าความสบายทางด้านแสงสว่าง ซึ่งจะทำให้ทราบถึงขอบเขตของระดับความสว่างของแต่ละพื้นที่ ที่มีกิจกรรมแตกต่างกัน ค่าระดับความสว่างที่กำหนดจะเป็นผลสู่แนวทางในการออกแบบและแก้ปัญหา ในขั้นต่อไป

จากมาตรฐานความสว่างของ สมาคมวิศวกรรมแสงสว่างสหรัฐอเมริกา (IES) ได้กำหนดระดับความสว่างไว้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำสุด , พอดี และสูงสุด ตามแต่กิจกรรมของอาคารประเภทต่าง ๆ ไว้หลายประเภท แต่ในที่นี้จะแสดงค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้เท่านั้น

ตารางที่ 2.5 : ตารางระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์สบาย สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ตามมาตรฐาน IES

ประเภทของอาคารและกิจกรรม		ระดับค่าความสว่าง (Lux)		
		ต่ำสุด	พอดี	สูงสุด
- สำนักงาน	ห้องคอมพิวเตอร์	300	500	750
	ห้องทำงานทั่ว ๆ ไป	300	500	750

(ตารางมีต่อ)

ตารางที่ 2.5(ต่อ) : ตารางระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์สบาย สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ตามมาตรฐาน IES

ประเภทของอาคารและกิจกรรม		ระดับค่าความสว่าง (Lux)		
		ต่ำสุด	พอดี	สูงสุด
-โรงเรียน	ห้องประชุม	300	500	750
	ห้องเรียนทั่วไป	300	500	750
	กระดานดำ	300	500	750
	ห้องเขียนแบบ	500	750	1000
	ห้องทดลองวิทยาศาสตร์	300	500	750
	ห้องศิลปะ	300	500	750
	โรงฝึกงาน	300	500	750
-ห้องสมุด	ชั้นวางหนังสือ	150	200	300
	โต๊ะอ่านหนังสือ	300	500	750
	เคาน์เตอร์ยืม-คืน	200	300	500
	ถ่ายเอกสาร	200	300	500
-พื้นที่ทั่ว ๆ ไป	ทางเดิน	50	100	150
	บันได , ลิฟท์	100	150	200

ที่มา : สมาคมไฟฟ้าแสงสว่าง. (2554). *ระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์สบาย*. สืบค้น วันที่ 17 มิถุนายน 2554, จาก http://www.tieathai.org/.

วิเคราะห์สัดส่วนของห้องเรียน จะใช้เกณฑ์ในการวิเคราะห์ดังนี้

1. จำนวนนักเรียนต่อห้อง

1.1 ใช้ค่ามาตรฐานโดยคิดพื้นที่ 1.80 m^2. / นักเรียน 1 คน

1.2 จำนวนนักเรียนต่อห้อง ประมาณ 40 คน

2. การจัดที่นั่งและมุมการมองกระดานดำ

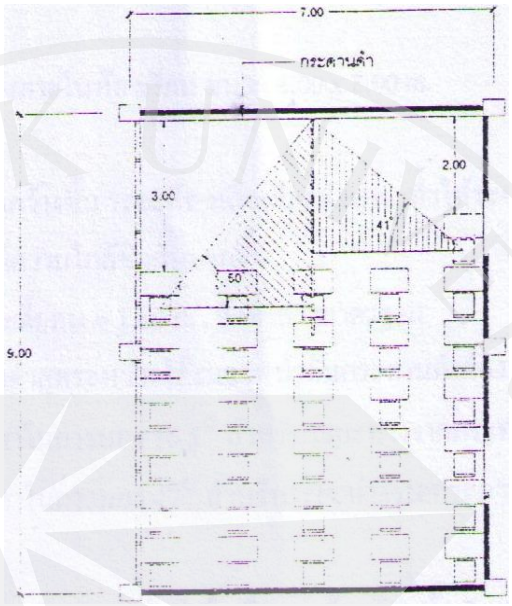
2.1 แบบของตำแหน่งที่นั่งควรมีปรับเปลี่ยนและโยกย้ายได้

2.2 มุมการมองกระดานดำ ของนักเรียนที่นั่งแถวหน้าริมซ้ายและขวา จะต้องมากกว่า 40° (เพราะถ้ามีมุมมองน้อยกว่านี้อาจทำให้เกิดสายตาเอียงได้)

ตรวจสอบขนาดห้องเรียน ที่ส่วนใหญ่ใช้กันในปัจจุบัน มี 2 ขนาด ได้แก่

1. ห้องเรียน ขนาด 7.00 × 9.00 m.

ภาพที่ 2.1 : องศามุมมองภายในห้องเรียน ขนาด 7.00 × 9.00 m.



ที่มา : สุภัทร พันธ์พัฒนกุล. (2554). *ขนาดห้องเรียนมาตรฐาน*. สืบค้น วันที่ 18 มิถุนายน 2554, จาก http://design.obec.go.th/.

ข้อดี 1. โต๊ะแถวหน้าสามารถเว้นระยะห่างจากกระดานดำ ได้ต่ำสุดที่ 2.00 m.

2. มีมุมมองในการมองกระดานดำที่ดี

2.1 องศาในการมอง 41° สำหรับระยะห่างจากกระดานดำ 2.00 m.

2.2 องศาในการมอง 50° สำหรับระยะห่างจากกระดานดำ 3.00 m.

ข้อเสีย 1. พื้นที่เฉลี่ยต่อคน = 1.50 m^2. ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน

2.3.5 ระบบแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้า จะใช้ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 25 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร ซึ่งการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

2.3.5.1 การเลือกหลอดแสงสว่าง

1) พิจารณาประสิทธิภาพของแสงโดยดูที่ค่าลูเมนต่อวัตต์ ถ้ายิ่งมากยิ่งดีและมีประสิทธิภาพสูง (ลูเมน คือปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจากหลอดแสงสว่าง ส่วนวัตต์ คือ พลังไฟฟ้าที่ใช้ในการกำเนิดแสง) โดยหลอดไส้มีค่า 8 ลูเมนต่อวัตต์ หลอดแสงจันทร์ 26-58 ลูเมนต่อ

วัตต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ 30-83 ลูเมนต่อวัตต์ หลอดเมทัลฮาไลด์ 67-448 ลูเมนต่อวัตต์ และหลอดโซเดียมความดันสูง 74-132 ลูเมนต่อวัตต์

2) อายุการใช้งาน หลอดแสงสว่างราคาถูกอายุจะสั้น จึงต้องเปลี่ยนบ่อย ๆ ซึ่งอาจจะเสียค่าใช้จ่ายแพงกว่าหลอดแสงสว่างราคาแพงแต่อายุการใช้งานนานกว่า เช่น หลอดไส้ราคาถูกกว่าหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ แต่อายุการใช้งานสั้นกว่า เป็นต้น

3) สีของแสงที่มาจากหลอดแสงสว่างต้องเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน เช่น สีคลูไวท์ (แสงสว่างค่อนไปทางสีขาว) หรือเดย์ไลท์ (แสงสว่างสีขาว) เหมาะสมกับห้องทำงาน ห้องเรียน ซุปเปอร์มาเก็ตในห้างสรรพสินค้า ส่วนสีวอร์มไวท์ (แสงสว่างค่อนไปทางสีส้ม) เหมาะสำหรับห้องนอน ห้องจัดเลี้ยง ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

สำหรับการเลือกใช้หลอดที่มีประสิทธิภาพสูงของอาคารพาณิชย์ ควรเลือกใช้หลอดไฟตามประเภทของอาคาร เช่น สำนักงานและโรงงานและโรงงานก็ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ร่วมกับโคมไฟที่สะท้อนแสงได้ดี ส่วนตามโรงแรมควรเลือกใช้หลอดคอนแพคฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งถูกนำมาใช้แทนหลอดไส้ จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากเนื่องจากค่าไฟลดลงและอายุการใช้งานนานกว่า8เท่าส่วนตามห้างสรรพสินค้าและร้านขายเสื้อผ้ามักใช้ทักสเตนฮาโลเจนซึ่งมีประสิทธิภาพการส่องสว่างสูง ซึ่งเหมาะกับงานแสดงสินค้าร่วมกับหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งเหมาะกับบริเวณทั่วไป ทั้งนี้

2.3.5.2 ชนิดของหลอดแสงสว่าง

1) หลอดไส้ เป็นหลอดแสงสว่างราคาถูก สีของแสงดี ติดตั้งง่าย ให้แสงสว่างทันทีเมื่อเปิดสามารถติดอุปกรณ์เพื่อปรับหรือหรี่แสงได้แต่มีประสิทธิภาพแสงต่ำมาก อายุการใช้งานสั้น ไฟฟ้าที่ป้อนให้หลอดจะถูกเปลี่ยนเป็นความร้อนมากว่าร้อยละ 90 จึงไม่ประหยัดพลังงาน แต่เหมาะสมกับการใช้งานประเภทที่ต้องการหรี่แสง เช่น ห้องจัดเลี้ยงตามโรงแรม ส่วนหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ไม่สามารถหรี่แสงได้

2) หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดที่มีประสิทธภาพแสงและอายุการใช้งานมากกว่าหลอดไส้หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้มากมีขนาด 36 วัตต์ แต่ยังมีหลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง (หลอดซุปเปอร์ลักซ์) ซึ่งมีราคาต่อหลอดแพงกว่า แต่ให้ปริมาณแสงมากกว่าร้อยละ 20 ใน ขนาดการใช้กำลังไฟฟ้าที่เท่ากัน

3) หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานและเพื่อใช้แทนหลอดไส้ที่ใช้กันมาแต่ดั้งเดิม มีขนาด กะทัดรัดและมีกำลังส่องสว่างสูง หลอดชนิดนี้เหมาะสมในการให้แสงสว่างทั่วไปที่

ต้องการความสวยงาม มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ประมาณ 8 เท่า หรือ 8,000 ชั่วโมง และการใช้พลังงานของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์จะน้อยกว่าหลอดไส้ ประมาณ 4 เท่า

4) หลอดเมทัลฮาไลด์ ประสิทธิภาพสูง คุณภาพแสงดี แต่ต้องใช้เวลาอุ่นหลอดเมื่อเปิด เหมาะกับการใช้ส่องสินค้าในห้างสรรพสินค้า

5) หลอดโซเดียมความดันสูง ประสิทธิภาพสูง แต่คุณภาพแสงไม่ดี มักใช้กับไฟถนน คลังสินค้าไฟส่องบริเวณที่เปลี่ยนหลอดยาก พื้นที่นอกอาคาร

6) หลอดโซเดียมความดันต่ำ มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่คุณภาพแสงเพี้ยนมาก เหมาะสมกับไฟถนน ไฟรักษาความปลอดภัย

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการเปลี่ยนหลอดไส้มาใช้หลอดประเภทคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือบัลลาสต์ชนิดแดนเหล็ก จะสามารถลดค่าภาระความร้อนในบริเวณพื้นที่ที่มีการปรับอากาศลงด้วย

2.3.5.3 การเลือกบัลลาสต์

บัลลาสต์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปิดติดและควบคุมไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เหมาะสม ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 ชนิดหลัก ๆ คือ

1) บัลลาสต์ขนาดลวดแกนเหล็กแบบธรรมดา บัลลาสต์ชนิดนี้เป็นบัลลาสต์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งเป็นส่วนหน้าของวงจรสตาร์ทสำหรับหลอดฟ้า เมื่อเริ่มป้อนไฟฟ้าให้กับวงจร ตัวสวิตซ์ไบเมทัลในสตาร?เตอร์จะอยู่ในตำแหน่งปิด เมื่อกระแสไหลผ่านไส้หลอดโดยผ่านทางสวิตซ์ไบเมทัลซึ่งจะทำให้ไส้หลอดปล่อยอิออนเข้าสู่หลอด ในที่สุดเมื่อสวิตซ์ไบเมทัลร้อนมากขึ้นและเปิดวงจร ตัวเหนี่ยวนำจะพยายามที่จะรักษาระดับของกระแสไฟฟ้าที่ไหลและกำเนิดแรงดันสูงตกคร่อมหลอด และผลจากการที่มีอิออนออกมาอย่างต่อเนื่องหลอดก็จะ Strike ทันทีที่เกิดการ Discharge ขึ้นซึ่งตามธรรมชาติของขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก เมื่อผ่านกระแสไฟ แกนเหล็กจะเกิดการอิ่มตัวทำให้มีกำลังสูญเสียขึ้น เรียกว่า Ballast Losses บัลลาสต์ชนิดขดลวดสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วนใหญ่อยู่ในปัจจุบันเป็นแบบ Induction (ค่า Power Factor ของบัลลาสต์ชนิดนี้มีค่าประมาณ 0.5) โดยบัลลาสต์ชนิดนี้จะมีพลังงานสูญเสียประมาณ 10-14 วัตต์

2) บัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กแบบประสิทธิภาพสูง หรือบัลลาสต์โลว์ลอส (Low Lost Ballast) เป็นบัลลาสต์ที่พัฒนาโดยใช้แกนเหล็กและขดลวดที่มีคุณภาพดี มีความต้านทานของขดลวดน้อยลง ทำให้เกิดกำลังสูญเสียของขดลวดและกำลังสูญเสียจากการอิ่มตัวของแกนเหล็กน้อยลง ซึ่งการสูญเสียพลังงานโดยรวมจะลดลงเหลือ 5-6 วัตต์ต่อตัว

3) บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) เป็นบัลลาสต์ที่ทำด้วยชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีการสูญเสียพลังงานน้อยประมาณ 1-2 วัตต์ สามารถขับดันหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ตั้งแต่ 1-4 หลอด

อย่างไรก็ตามมาตรฐาน IEC 929 แนะนำให้บัลลาสต์อิเลคทรอนิคส์ควรมีความถี่ไม่ต่ำกว่า 25 kHZ เพื่อป้องกันการรบกวนของความถี่เสียงและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยสามารถเปิดติดทันที ไม่กระพริบ ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ ทำให้อายุการใช้งานของหลอดแสงสว่างนานขึ้น 2 เท่าของหลอดแสงสว่างที่ใช้ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา นอกจากนี้ยังมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าบัลลาสต์แบบธรรมดา 30-50 % ทั้งนี้ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีการสูญเสียพลังงานน้อยลงกว่าการใช้บัลลาสต์แบบขดลวดแกนเหล็กธรรมดาที่ต่อกับหลอดไฟ ประมาณ 11 วัตต์ต่อหลอด โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ต่อกับบัลลาสต์ชนิดแดนเหล็กแบบธรรมดา 10 วัตต์ จะใช้พลังงาน 46 วัตต์ หากเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ จะใช้พลังงานเพียง 35 วัตต์ [12], [13] นอกจากนี้ยังประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ เพราะมีร้อนจากไฟฟ้าแสงสว่างเกิดขึ้นน้อยอีกด้วย ทั้งนี้ การเปรียบเทียบคุณสมบัติของบัลลาสต์ทั้ง 3 ชนิด แสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 : การเปรียบเทียบคุณสมบัติของบัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กแบบธรรมดา บัลลาสต์โลว์ลอสต์ และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

หลอดไฟที่ใช้	บัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กแบบธรรมดา	บัลลาสต์โลว์ลอสต์	บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W
Lamp Consumption	36 W	36 W	32 W
Ballast Loss	10 W	6 W	4 W
System consumption	46 W	42 W	36 W
Comparison Index	100 %	91 %	78 %

ที่มา : เกษร เพ็ชราช. (2539). *การจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

2.3.5.4 การเลือกโคมไฟแสงสว่าง

โคมประสิทธิภาพสูงจะไม่ดูดกลืนหรือกักแสงไว้ แต่จะช่วยในการลดจำนวนหลอดแสงสว่างลงได้ในขณะที่ความสว่างคงเดิม เช่น จากเดิมใช้หลอดไฟ 4 หลอดต่อ 1 โคม จะลดลงเหลือ 2 หลอดต่อ 1 โคม โดยที่แสงสว่างที่ส่องลงมาจะยังเท่าเดิม โดยทั่วไปมักใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ตามอาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า ซึ่งการออกแบบระบบแสงสว่างให้เหมาะสมนั้น ระดับความสว่างควรอยู่ในมาตรฐานความสว่าง (มาตรฐาน IES) ดังตาราง 2.2 และควรออกแบบให้กำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

ตารางที่ 2.7 : มาตรฐานความสว่าง (มาตรฐาน IES)

ลักษณะพื้นที่ใช้งาน	ความสว่าง (ลักซ์)
1. พื้นที่ทำงานทั่วไป	300-700
2. พื้นที่ส่วนกลาง ทางเดิน	100-200
3. ห้องเรียน	300-500
4. ร้านค้า หรือศูนย์การค้า	300-750
5. โรงแรง	
- บริเวณทางเดิน	300
- ห้องครัว	500
- ห้องพัก ห้องน้ำ	100-300
6. โรงพยาบาล	
- บริเวณทั่วไป	100-300
- ห้องตรวจรักษา	500-1,000

ที่มา : เกษร เพ็ชราช. (2539). *การจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

การเลือกอุปกรณ์แสงสว่างให้เหมาะสมกับสำนักงาน บริเวณที่ทำงานควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และโคมไฟประสิทธิภาพสูง บริเวณทางเดินหน้าลิฟท์ ควรใช้หลอดแคมแพคฟลูออเรสเซนต์กับบัลลาสต์อิเล็กทรนิกส์ ทางหนีไฟ ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์กับบัลลาสต์อิเล็กทรนิกส์และโคมไฟธรรมดา และบริเวณลานจอดรถ ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์

กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และโคมไฟธรรมดา ส่วนสถานศึกษา ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และโคมไฟประสิทธิภาพสูง

ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ จะสามารถประหยัดพลังงานของไฟฟ้าแสงสว่างได้ร้อยละ 1-5 โดย

1. ปิดไฟในเวลาพักเที่ยงหรือเมื่อเลิกใช้งาน

2. ถอดหลอดไฟในบริเวณที่มีความสว่างมากเกินความจำเป็น ทั้งนี้ ควรถอดบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ออกด้วย

3. บำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ ตรวจสอบการทำงานและความสว่าง ทำความสะอาดสม่ำเสมอทุก ๆ 3-6 เดือน

4. ปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน จะสามารถประหยัดพลังงานของไฟฟ้าแสงสว่างได้ร้อยละ 25-30 โดย

5. เลือกใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง เช่น เลือกใช้หลอดที่มีประสิทธิภาพสูง อาทิ หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 และ 36 วัตต์ ชนิดไตรฟอสฟอร์ (หลอดซุปเปอร์ลักซ์) ซึ่งจะให้แสงสว่างมากว่าฟลอดผอมธรรมดาถึงร้อยละ 30 แต่ใช้ไฟฟ้าเท่าเดิม เลือกใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้ ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็ก ทำให้การใช้ไฟฟ้าลดลงจาก 10 วัตต์เหลือเพียง 1-2 วัตต์ นอกจากนี้ยังช่วยยืดอายุการใช้งานของหลอดไฟถึง 2 เท่า ใช้โคมประสิทธิภาพสูงจะช่วยลดจำนนหลอดไฟจาก 4 หลอดใน 1 โคม เหลือ 2 หลอด โดยที่ความสว่างยังคงเดิม

6. ปรับปรุงระบบแสงสว่าง เช่น ติดตั้งสวิตช์ไฟให้สะดวกในการเปิดปิด (ควรอยู่ที่ประตูทางเข้าออก) และควรแยกสวิตช์ควบคุมเป็นแถว ไม่ควรมีสวิตช์เดียวควบคุมการเปิดปิดทั้งชั้น ควรติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างให้ใช้เฉพาะที่เท่านั้น ใช้แสงธรรมชาติช่วยในบริเวณทำงานริมหน้าต่างและระเบียงทางเดิน

7. ใช้ระบบควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อเปิดปิดไฟอัตโนมัติ เช่น ห้องประชุม และห้องผู้บริหาร ใช้อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติตามเวลา เช่น บริเวณที่ทำงาน ทางออก และห้องน้ำ และใช้อุปกรณ์หรี่แสง เช่น บริเวณที่ทำงานริมหน้าต่าง

2.3.6 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศ จะใช้ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 60 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในอาคาร ซึ่งระบบปรับอากาศที่ใช้กันอยู่ทั่วไป สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. ระบบอากาศทั้งหมด (All-Air System)

2. ระบบน้ำและอากาศ (Water-Air System)

3. ระบบน้ำทั้งหมด (All Water System)

4. ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว (Unitary Air Conditioner System)

ชนิดของเครื่องปรับอากาศ แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. เครื่องปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water System) แบ่งออกเป็น

1.1 เครื่องปรับอากาศส่วนกลาง (Central Air Conditioner)

1.2 เครื่องขดท่อและพัดลม (Fan Coil Unit)

2. เครื่องปรับอากาศหน่วยเดียว

สำหรับอาคารเรียน เครื่องปรับอากาศที่ใช้กันมากมักเป็นเครื่องทำน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยน้ำและเครื่องปรับอากาศแบบชุดระบายความร้อนด้วยอากาศหรือน้ำ ซึ่งการออกแบบระบบปรับอากาศของอาคาร ควรเลือกใช้เครื่องปรับอากาศชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงมีความสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าต่อตันความเย็นต่ำ โดยการกำหนดค่าเป็นหมายเลขเพื่อแสดงการใช้พลังงาน เช่น เบอร์ 1 ถึงเบอร์ 5 ความหมายคือ เบอร์ 1 สิ้นเปลืองพลังงานมาก และเบอร์ 5 จะสิ้นเปลืองพลังงานน้อยสุด หมายเลข 1-5 ที่บอกถึงความประหยัดพลังงานนั้น กำหนดจากค่า EER ซึ่งย่อมาจาก Energy Efficiency Ratio ถ้า EER มีค่าสูงแสดงว่าประหยัดไฟฟ้ามากขึ้น ค่า EER มีหน่วยเป็น BTU/ h ต่อวัตต์ โดย

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

การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบปรับอากาศที่ใช้งาน จะประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์ สมรรถนะการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ (Coefficient of Performance, COP) และอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio, EER) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ (Coefficient of Performance, COP) เป็นค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพของวัฏจักรในการทำความเย็น คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณความเย็นของระบบอัดของเครื่องทำความเย็นที่สามารถทำได้มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ความเย็นต่อพลังงานกำลังเพลาที่เครื่องอัดต้องการมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ โดยทั่วไปจะพิจารณาสำหรับเครื่องปรับอากาศหรือระบบปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็น

ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) เป็นต้น ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio, EER) เป็นค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพของวัฏจักรในการทำความเย็นคืออัตราส่วนระหว่างปริมาณความเย็นที่เครื่องปรับอากาศสามารถทำได้มีหน่วยเป็นบีทียูต่อชั่วโมงต่อพลังงานที่กำลังเพลาที่เครื่องอัดต้องการมีหน่วยเป็นวัตต์ โดยทั่วไปจะแสดงในรูปของประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กชนิดหน่วยเดียว (Unity) ได้แก่ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) แบบติดหน้าต่าง (Window Type) และแบบชุดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Package) เป็นต้น

การลดภาระทำความเย็น ก่อนจะประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ เราต้องเข้าใจแหล่งที่มาของภาระทำความเย็น และควรหาวิธีลดภาระทำความเย็นให้ได้มากที่สุดเสียก่อน ภาระทำความเย็นของระบบปรับอากาศมาจากสองแหล่ง คือ ความร้อนจากภายนอกอาคาร ซึ่งเป็นความร้อนจากดวงอาทิตย์และจากระบบระบายอากาศรวมถึงการรั่วซึมของอากาศภายนอก และความร้อนจากภายในอาคาร ซึ่งประกอบด้วยความร้อนจากอุปกรณ์แสงสว่าง อุปกรณ์สำนักงาน ความร้อนจากร่างกายของคนเรา

ดังนั้น ถ้าต้องการลดภาระทำความเย็นควรหาทางลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้าสู่ตัวอาคาร และใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงรวมทั้งปรับปรุงการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากความร้อนจากแสงอาทิตย์ มีอิทธิพลต่อภาระทำความเย็นอย่างมาก ดังนั้นการลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้าสู้อาคาร จึงมีความสำคัญเป็นอันดับแรก

สูตรคำนวณความสามารถในการทำความเย็น

$$\text{ประสิทธิภาพ (Energy Efficiency Ratio : EER)} = \frac{\text{ความสามารถในการทำความเย็น (บีทียู/ชั่วโมง)}}{\text{พลังไฟฟ้า (วัตต์)}}$$

(กิโลจูล/ ชั่วโมง) = 72 CMM ($h_r - h_s$)

h_r คือ เอนทาลปีของลมกลับ (กิโลจูล/ กิโลกรัม)

h_s คือ เอนทาลปีของลมจ่าย (กิโลจูล/ กิโลกรัม)

(หมายเหตุ : 1 กิโลจูล/ ชั่วโมง = 0.95 บีทียู/ ชั่วโมง)

พลังไฟฟ้าจะรวมทั้ง พลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ พัดลม อุปกรณ์ควบคุมที่เครื่องปรับอากาศใช้ทั้งหมด ค่า EER ยิ่งมาก ยิ่งประหยัดไฟฟ้าได้มาก

ตัวอย่าง 4.7 การประหยัดพลังงานโดยใช้เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนประสิทธิภาพสูง

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนธรรมดาขนาด 1 ตันมีความเย็น มี EER = 8.6 ในขณะที่เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงที่มีขนาดเท่ากันมี EER = 10.6

เครื่องปรับอากาศ 1 ตันความเย็น = 12,632 กิโลจูล/ ชั่วโมง หรือ 12,000 บีทียู/ ชั่วโมง

ดังนั้น พลังไฟฟ้าที่ใช้

เครื่องปรับอากาศธรรมดา 12,000/ 8.6 = 1,395 วัตต์

เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง 12,000/ 10.6 = 1,132 วัตต์

ประหยัดพลังไฟฟ้า = 1,395 - 1,132 = 263 วัตต์ (0.263กิโลวัตต์)

คอมเพรสเซอร์ทำงาน = 2,000 ชั่วโมง/ ปี

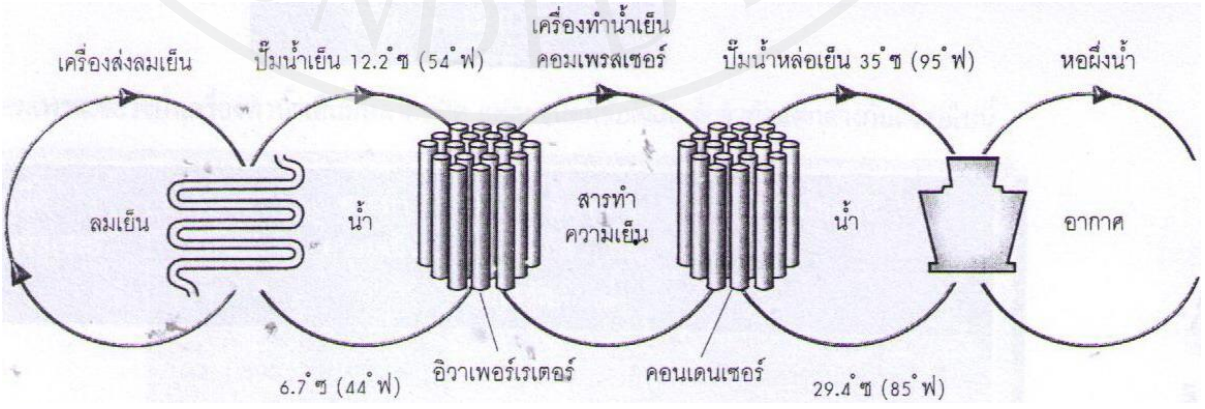
ประหยัดพลังไฟฟ้า = 0.263 × 2,000 = 526 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ ปี

เครื่องปรับอากาศแบบส่วนกลาง

เป็นเครื่องปรับอากาศที่ใช้น้ำเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน โดยมีเครื่องสูบน้ำส่งจ่ายน้ำหมุนเวียนในระบบทั้งทางด้านน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น ในด้านน้ำเย็นจะมีเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit : AHU) หรือเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit : FCU) เป็นอุปกรณ์ส่งจ่ายลมเย็น ในด้านน้ำหล่อเย็น ความร้อนจะถูกระบายออกสู่ภายนอกโดยใช้น้ำผ่านหอผึ่งน้ำ หรือใช้อากาศผ่านพัดลมระบายความร้อน

เครื่องปรับอากาศแบบส่วนกลางระบายความร้อนด้วยอากาศ จะใช้พลังงานมากกว่าระบายความร้อนด้วยน้ำ แต่ระบบความร้อนด้วยอากาศมีขนาดเล็กกว่าจึงเหมาะสมกับอาคารที่มีพื้นที่ติดตั้งระบบปรับอากาศที่จำกัด

ภาพที่ 2.2 : หลักการของเครื่องทำความเย็น



ที่มา : สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ. (2541). *การประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

ตารางที่ 2.8 : การใช้พลังงานระบบทำน้ำเย็น

ระบายความร้อนด้วยอากาศ		ระบายความร้อนด้วยน้ำ	
คอมเพรสเซอร์	ร้อยละ 80 - 85	คอมเพรสเซอร์	ร้อยละ 75 - 80
เครื่องสูบน้ำเย็น	ร้อยละ 3 - 6	เครื่องสูบน้ำเย็น	ร้อยละ 3 - 6
พัดลมระบายความร้อน	ร้อยละ 4 - 6	เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น	ร้อยละ 3 – 6
เครื่องส่งลมเย็น	ร้อยละ 5 - 10	หอผึ่งน้ำ	ร้อยละ 2 - 3
		เครื่องส่งลมเย็น	ร้อยละ 6 - 10

ที่มา : สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ. (2541). *การประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น

$$\text{ประสิทธิภาพ (Coefficient of Performance : COP)} = \frac{\text{พลังไฟฟ้าที่ใช้ของส่วนทำน้ำเย็น (กิโลวัตต์)}}{\text{ความสามารถในการทำความเย็น (ตันความเย็น)}}$$

โดย

ความสามารถในการทำความเย็น (ตัน) = $F \times \triangle T / 50.4$

F คือ อัตราการไหลของน้ำเย็น (ลิตร/ นาที)

$\triangle T$ คือ อุณหภูมิแตกต่างของน้ำเย็นที่ไหลเข้าและออกจากส่วนทำน้ำเย็น (°c)

50.4 คือ ค่าคงที่จากการแปลงหน่วย $\frac{(60 \text{ วินาที} \times 3.52 \text{ กิโลวัตต์/ ตัน})}{(4.19 \text{ กิโลจูล/กก. °c} \times 1 \text{ กก./ ลิตร})}$

พลังไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์

ถ้า COP (กิโลวัตต์/ ตัน) ยิ่งต่ำ จะยิ่งประหยัดพลังงาน จริงๆแล้ว COP ก็เหมือน EER เพียงแต่เครื่องทำน้ำเย็นมีขนาดใหญ่ ค่าบีทียู/ช.ม. จึงมาก ดังนั้นให้หน่วยตันจะสะดวกกว่า

$$EER = 12/ COP$$

คอมเพรสเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็นมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีข้อดี และข้อจำกัด แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.9 : ตารางแสดงคุณสมบัติของคอมเพรสเซอร์ชนิดต่าง ๆ

ชนิด คอมเพรสเซอร์	ขนาด (ตัน)	สารทำความเย็น	ประสิทธิภาพที่พิกัด (กิโลวัตต์/ตัน)	คุณลักษณะ
หอยโข่ง (Centrifugal)	100-1,500	R-123 R-134a R-140a R-22	0.49- 0.68	เหมาะกับอาคารขนาดใหญ่ ประสิทธิภาพดีถ้าทำงานใกล้พิกัดแต่ที่โหลดต่ำกว่าร้อยละ 50 ของพิกัดจะเกิดการเซิร์จ (Surge) คืออาการที่น้ำยาไหลเข้าและย้อนกลับจากคอมเพรสเซอร์เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำยาลดลงในขณะที่ความดันและอุณหภูมิคอมเพรสเซอร์สูง
ลูกสูบ (Reciprocating)	1-400	R-22	0.8-1.0 (ระบายความร้อนด้วยน้ำ) 1.4-1.6 (ระบายความร้อนด้วยอากาศ)	เหมาะกับการติดตั้งบนดาดฟ้าของอาคาร (Roof Top) ใช้คอมเพรสเซอร์หลายชุดมาประกอบกันแต่มีส่วนเคลื่อนที่เป็นส่วนประกอบมากจึงต้องการการบำรุงมาก
สกรู (Screw)	40-1,100	R-22 R-134a	0.61-0.70 (ระบายความร้อนด้วยน้ำ) 1.1-1.3 (ระบายความร้อนด้วยอากาศ)	มีหลายขนาด ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ประสิทธิภาพดีในช่วงโหลดต่ำ (Part Load) ประสิทธิภาพตอบสนองได้ดีต่ออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ลดลง

ที่มา : สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ. (2541). *การประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

ตารางที่ 2.10 : แสดงประสิทธิภาพหอยโข่งทำความเย็น

รายการ	อาคาร ก		อาคาร ข		อาคาร ค	
	หอยโข่ง 500 ตัน	หอยโข่ง 300 ตัน	หอยโข่ง 500 ตัน	หอยโข่ง 300 ตัน	หอยโข่ง 500 ตัน	หอยโข่ง 300 ตัน
ที่ภาระทำความเย็น 700 ตัน						
ภาระทำความเย็น (1)	500	200	500	200	500	200
พลังไฟฟ้า (2)	400	170	325	135	325	133
ประสิทธิภาพ (3) = (2) / (1)	0.8	0.85	0.65	0.65	0.65	0.665
พลังงานไฟฟ้า (4) = (2) × 3,000	1,200,000	510,000	975,000	405,000	975,000	399,000
ที่ภาระทำความเย็น (5)	-	150	-	150	-	150
พลังงานไฟฟ้า (6)	-	130	-	104	-	99
ประสิทธิภาพ (7) = (6) / (5)	-	0.866	-	0.693	-	0.66
พลังงานไฟฟ้า (8) = (6) × 5,000	-	650,000	-	520,000	-	495,000

ที่มา : สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ. (2541). *การประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

อาคาร ข และ ค ใช้พลังงานน้อยกว่าอาคาร ก เนื่องจากใช้เครื่องทำน้ำเย็นที่ประสิทธิภาพสูง อาคาร ค ใช้พลังงานน้อยกว่าอาคาร ข เนื่องจากเครื่องทำน้ำเย็นชนิดสกูรมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องทำน้ำเย็นแบบหอยโข่งที่โหลดต่ำ ดังนั้นนอกจากเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูงแล้ว ควรพิจารณาประเภทและขนาดของเครื่องทำน้ำเย็นให้เหมาะสมกับภาระทำความเย็นและลักษณะการใช้งานที่ต้องการด้วย

มาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับอาคารควบคุมตามกฎกระทรวง ออกตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 แสดงดังตารางต่อไปนี้

คารางที่ 2.11 : มาตราฐานเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชนิด	อาคารใหม่ (กิโลวัตต์/ตัน)	อาคารเก่า (กิโลวัตต์/ตัน)
1. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่งขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	0.75	0.90
ขนาดเกินกว่า 250 ตัน ถึง 500 ตัน	0.70	0.84
ขนาดเกินกว่า 500 ตัน	0.67	0.80
2. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ		
ขนาดไม่เกิน 35 ตัน	0.98	1.18
ขนาดเกินกว่า 35 ตัน	0.91	1.10
3. ส่วนทำน้ำเย็นแบบสกูร	0.70	0.84
4. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (Package Unit)	0.88 (EER = 13.63)	1.06 (EER = 11.32)

ที่มา : สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ. (2541). *การประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

ตารางที่ 2.12 : มาตราฐานเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

ชนิด	อาคารใหม่ (กิโลวัตต์/ตัน)	อาคารเก่า (กิโลวัตต์/ตัน)
1. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง		
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็นข	1.40	1.61
ขนาดเกินกว่า 250 ตัน	1.20	1.38
2. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ		
ขนาดไม่เกิน 50 ตัน	1.30	1.50
ขนาดเกินกว่า 50 ตัน	1.25	1.44

(ตารางมีต่อ)

ตารางที่ 2.12 (ต่อ) : มาตราฐานเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

ชนิด	อาคารใหม่ (กิโลวัตต์/ตัน)	อาคารเก่า (กิโลวัตต์/ตัน)
3. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด	1.37 (EER = 8.76)	1.58 (EER = 7.59)
4. เครื่องปรับอากาศ แบบติดหน้าต่าง / แยกส่วน	1.40 (EER = 8.57)	1.61 (EER = 7.45)

ที่มา : สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ. (2541). *การประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

การควบคุมการใช้งานะบรบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบปรับอากาศส่วนใหญ่จะออกแบบให้มีขนาดพิกัดใหญ่เกินกว่าภาระทำความเย็นจริง เพื่อสำรองไว้สำหรับความไม่แน่นอนของสภาพอากาศ จำนวนผู้อาศัยหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำให้เกิดภาระต่อการทำความเย็น ดังนั้นถ้าสามารถควบคุมระบบปรับอากาศให้ทำงานได้เหมาะสมกับความต้องการจริง ก็จะช่วยประหยัดพลังงาน

วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศดังนี้

1. การประหยัดพลังงานโดยใช้งานอุปกรณ์ที่มีอยู่ในระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ จะสามารถประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศได้ร้อยละ 5-10 โดย

1.1 ควบคุมความดันด้านคอนเดนเซอร์ให้ต่ำที่สุด โดยลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ในระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Chiller) ซึ่งระบบความร้อนด้วยคอนเดนเซอร์ออกที่หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) โดยน้ำก่อนเข้าคอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิ 32.2 ^{O}C และออกที่อุณหภูมิ 38.8 ^{O}C มีผลทำให้อุณหภูมิควบแน่นเท่ากับ 40.6 ^{O}C โดยใช้มาตรฐานของอากาศที่ผ่านหอผึ่งน้ำ เท่ากับ 35 ^{O}C กระเปาะแห้งและ 28.3 ^{O}C กระเปาะเปียก ถ้าอุณหภูมิกระเปาะเปียกต่ำ จะได้น้ำหล่อเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำลง ประสิทธิภาพของการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นจะสูงขึ้น พลังงานที่ต้องใช้ในการทำความเย็นของเครื่องอัดต่อภาระความร้อนที่เท่ากันจะลดลง โดยการเปิดหอผึ่งน้ำที่ใช้สำรองเพิ่มขึ้น 1 ชุด จากการใช้งานปกติ เช่น เมื่ออุณหภูมิกระเปาะเปียกของบรรยากาศเป็น 28.3 ^{O}C ถ้าน้ำหล่อเย็นที่ทางเข้าของหอผึ่งน้ำมีอุณหภูมิ 37.8 ^{O}C น้ำหล่อเย็นที่ทางออกมีอุณหภูมิ30.6 ^{O}C ซึ่งโดยทั่วไปจะสามารถลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นลงได้ประมาณ 3-5 %

1.2 ควบคุมความดันด้าน Evaporator ให้สูงที่สุดโดยเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็น ในระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็นหล่อเย็นด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) หรือแบบเครื่องทำน้ำเย็นหล่อเย็นด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) ในบางช่วงเวลาที่ภาระรวมของอาคารต่ำลง เครื่องส่งลมเย็นจะหรี่น้ำเย็นให้ผ่านขดท่อทำความเย็นต่ำลง แต่น้ำเย็นที่ทางเข้าของเครื่องส่งลมเย็นยังมีอุณหภูมิประมาณ 7.2 ^{O}C ดังนั้น จะสามารถประหยัดพลังงานที่เครื่องทำน้ำเย็นลงได้ โดยปรับแต่งเทอร์โมสตัทที่เครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้นได้ประมาณ 1.7-2.8 ^{O}C ทำให้อุณหภูมิน้ำเย็นที่ทางออกเปลี่ยนเป็น 10 ^{O}C มีผลให้พลังงานที่ต้องใช้ลดลงเป็น 0.25 กิโลวัตต์/กิโลวัตต์ความเย็น จากเดิม 0.26 กิโลวัตต์/กิโลวัตต์ความเย็น ซึ่งการตั้งเทอร์โมสตัทของเครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้น จะทำให้ Evaporating Temperature สูงขึ้น และความดันด้าน Evaporator สูงขึ้น เป็นผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นสูงขึ้นด้วย

ในการปรับตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทให้เหมาะสม โดยทั่วไปจะมีจุดปรับตั้งอุณหภูมิระหว่าง 24-25 ^{O}C และค่าผลต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคารควรไม่เกิน 10 ^{O}C หากความแตกต่างของอุณหภูมิสูงมากเกินไปอาจทำให้ผู้ผ่านเข้า-ออกจากอาคารมีสภาพช็อกความเย็น (Cold Shock) ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิในการปรับอากาศสำหรับระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว นอกจากนี้ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (2542) ได้เสนอแนะให้มีกาตั้งอุณหภูมิที่ 78 ^{O}F (25 ^{O}C) ในบริเวณที่ทำงานทั่วไปและพื้นที่ส่วนกลาง ตั้งอุณหภูมิที่ 75 ^{O}F (24 ^{O}C) ในบริเวณพื้นที่ทำงานใกล้หน้าต่างกระจก ตั้งอุณหภูมิที่ 72 ^{O}F (22 ^{O}C ในห้องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการปรับเพิ่มอุณหภูมิทุก ๆ 1 ^{O}C จะช่วยประหยัดพลังงานประมาณร้อยละ 10 ของเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิที่เหมาะสมของการใช้งานระบบปรับอากาศสำหรับอาคารทั่วไปในประเทศไทย คือ 76-80 ^{O}F ดังนั้นถ้าตั้งอุณหภูมิของเทอร์โมสตัทไว้ที่ 78 ^{O}F จะช่วยประหยัดพลังงานได้ดีที่สุด

1.3 การใช้ Return Air และ Outside Air การนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาถ่ายเทอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศ ควรนำเข้ามาไม่เกิน 10 % ของปริมาณลมที่ส่งจ่ายในแต่ละพื้นที่ การนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามามากเกินไปจะสิ้นเปลืองพลังงานในระบบปรับอากาศ เช่น การนำอากาศจากภายนอกที่มีอุณหภูมิ 35^{O}C และมีความชื้นสัมพัทธ์ 60% เข้ามาในพื้นที่ปรับอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที คิดเป็นภาระความร้อนได้ 750 วัตต์ แต่ในบางช่วงของฤดูหนาว อากาศภายนอกมีอุณหภูมิประมาณ18.6^{O}Cและความชื้นสัมพัทธ์60%สามารถเข้ามาได้โดยจะช่วยลดภาระของเครื่องปรับอากาศลงได้

1.4 การลดชั่วโมงการทำงาน ได้แก่ ปิดเครื่องทำน้ำเย็น ก่อนเวลาเลิกงาน 15-30 นาที เนื่องจากน้ำเย็นในระบบยังมีความเย็นเพียงพอ ควรปิดเครื่องส่งลมเย็นหรือเครื่องปรับอากาศ

แบบชุดในเวลาพักเที่ยงหรือในบริเวณที่เลิกใช้งาน ควรปิดพัดลมระบายอากาศในห้องน้ำหลังเลิกงานและวันหยุด

1.5 ควรบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอโดยการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ การทำความสะอาดและตรวจสอบรอยรั่วตามขอบกระจกและผนังทุก ๆ 3-6 เดือน เช่น ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศทุก ๆ เดือน ทำความสะอาดแผงท่อทำความเย็นและแผงท่อระบายความร้อนทุก ๆ 6 เดือน หากพบว่าสารทำความเย็นรั่วต้องรีบตรวจหารอยรั่วแล้วทำการแก้ไขพร้อมเติมให้เต็มโดยเร็ว ทำการปรับแต่งคุณภาพน้ำใน Cooling Tower, Evaporator Condenser ให้ปราศจากตะกรัน

1.6 ปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่เลิกใช้งาน อย่านำสิ่งของไปวางกีดขวางทางลมเข้าและลมออกของ Condensing unit และ Fan coil unit หลีกเลี่ยงการนำเครื่องครัวหรือภาชนะที่มีผิวหน้าร้อนจัดเข้าไปในห้องอาหารที่มีปรับอากาศ และควรปิดประตู หน้าต่างให้สนิทขณะใช้งาน

2. ปรับปรุงและดูแลอุปกรณ์เพื่อช่วยในประหยัดพลังงาน

2.1 การปรับแต่งสายพานพัดลมของคอยล์ทำความเย็นให้มีความตึงพอเหมาะ ทำการหล่อลื่นเฟืองของ Cooling Tower และแบริ่งของบัคคอยล์ทำความเย็นทุก ๆ อย่างสม่ำเสมอ ซ่อมฉนวนท่อลมเย็นและท่อน้ำเย็นที่ฉีกขาด อุดรูรั่วของท่อลมเย็น เพื่อให้การส่งลมเย็นเป็นไปอย่างทั่วถึง เปลี่ยนมอเตอร์ของ Chilled water pump, Condenser Water pump และเครื่องเป่าลมเย็นที่มีขนาดใหญ่เกินไปป้องกันน้ำรั่วออกจาก Gland ของ Chiller Water Pump ปรับแต่งอุปกรณ์ควบคุมเครื่องปรับอากาศให้ทำงานถูกต้องอยู่เสมอ

ขั้นตอนการประหยัดพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ระบุถึงการดำเนินงานการประหยัดพลังงานไว้ดังนี้

การบำรุงรักษาหรือการดูแลเบื้องตน (House Keeping)

การประหยัดพลังงานโดยวิธีนี้ เป็นการปรับแต่งเครื่องและการทำงานต่าง ๆ เช่น การกำหนดให้มีกรรมวิธีดูแลบำรุงรักษาที่ถูกต้องและขั้นตอนการทำงานที่เหมาะสม วิธีการต่าง ๆ เหล่านี้ มักจะไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นหรือเป็นมาตรการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่มีระยะเวลาคืนทุนสั้น ๆ คือน้อยกว่า 4 เดือน

การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ (Major Change Equipment)

เมื่อการตรวจวิเคราะห์ในขั้นต้นแสดงให้เห็นว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มากโดยการเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์ โดยจะต้องประเมินค่าตอบแทนทางการเงินที่ได้จากการดำเนินการตามมาตรการดังกล่าวและหากผลการวิเคราะห์มีความสอดคล้องและเข้ากับหลักเกณฑ์การลงทุนของฝ่ายบริหารแล้วมาตรการดังกล่าวก็จะมีการเสนอเพื่อขอความเห็นชอบ โดยปกติมาตรการต่าง ๆ ในข้อนี้ จะมีการลงทุนสูง โดยมีระยะเวลาคืนทุน 2-5 ปี

แนวทางการประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารธุรกิจ อาจแบ่งแยกได้เป็นส่วนดังนี้ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ประกอบด้วย

1) ระบบปรับอากาศ

2) ระบบแสงสว่าง

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

1. การปรับปรุงในส่วนระบบน้ำเย็น โดยเลือกเครื่องทำน้ำเย็นที่มีประสิทธิภาพสูง (ค่ากิโลวัตต์ต่อตันต่ำ) ติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กแบบแยกส่วนที่มีค่า ERR สูง (เบอร์ 5) สำหรับบริเวณที่มีการทำงานในช่วงเย็นหรือในวันหยุด เพื่อลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องทำน้ำ ทำการปรับปรุงฉนวนท่อน้ำเย็น เพื่อลดความร้อนที่ถ่ายเทเข้าไปสู้น้ำเย็น ซึ่งช่วยให้เครื่องทำน้ำเย็นใช้ไฟฟ้าลดลง

2. การปรับปรุงในส่วนระบบส่งลมเย็น โดยใช้เทอร์โมสตัทชนิดอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความแม่นยำในการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งความถูกต้องในการควบคุมอุณหภูมิ 1 ^{O}C จะประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศถึงร้อยละ 10 ควรใช้แผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง ช่วยลดความสกปรกที่ขดน้ำเย็นเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องส่งลมเย็นและทำให้คุณภาพในที่ทำงานดีขึ้น นอกจากนี้ควรใช้อุปกรณ์ควบคุมปริมาณลมพร้อมกับติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์พัดลมของเครื่องส่งลมเย็น เพื่อขจัดปัญหาภาวะไม่สมดุลของลมที่จ่ายในแต่ละพื้นที่ทำงาน ในขณะเดียวกันเป็นการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย

3. การใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ สามารถกำหนดชั่วโมงการทำงานของระบบปรับอากาศได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ สามารถเก็บบันทึกและรายงานสถานะการใช้งานของการประหยัดพลังงานโดยการออกแบบอาคารและระบบปรับอากาศให้เหมาะสม

สำหรับกระจกใสซึ่งนิยมใช้ในอาคารเก่า ความร้อนจากภายนอกจะผ่านทะลุเข้าตัวอาคารได้มาก (ร้อยละ 83) แต่มีแสงสว่างที่ตามองเห็นทะลุผ่านสูง (ร้อยละ 88) ดังนั้น กระจกใสจะให้แสงสว่างเข้ามามาก แต่ในขณะเดียวกันก็จะมีปริมาณความร้อนผ่านเข้ามามากด้วย ดังนั้น วิธีป้องกันความร้อนที่ผานกระจกใส คือ ติดฟิล์มกรองแสงที่ผิวกระจกด้านใน ซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้อนความร้อนได้สูงถึงร้อยละ 72

มาตรการประหยัดพลังงานและการสนับสนุนด้านการเงิน

แผนงานการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานของภาครัฐอีกโครงการหนึ่ง คือ โครงการนำร่องการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานและอาคารภายใต้ความดูแลรับผิดชอบของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ร่วมกับศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย โดยได้รับการสนับสนุนจาก

กองทุนการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยเสนอมาตรการ 10 มาตรการ ในการประหยัดพลังงานของอาคารและโรงงาน ได้แก่

1) อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องสูบน้ำ
2) ฉนวนกันความร้อนในท่อและผนังต่าง ๆ
3) อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ที่ใช้ในเครื่องอัดอากาศ
4) อุปกรณ์สำหรับการนำความร้อนทิ้งมาใช้ใหม่
5) อุปกรณ์ควบคุมปริมาณอากาศสำหรับการเผาไหม้
6) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจากอากาศสู่อากาศ
7) มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
8) แผ่นสะท้อนแสงและโคมฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง
9) อุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าสำหรับแสงสว่าง
10) อุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า

โดยสนับสนุนเงินลงทุนร้อยละ 30 ของเงินลงทุนค่าอุปกรณ์รวมค่าติดตั้งตามจริงแต่ไม่เกิน 30 % ของ ราคารกลางที่กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานกำหนด มีเงื่อนไขการให้เงินสนับสนุนว่า โครงการนั้นจะต้องมีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 7 ปี ก่อนได้รับการสนับสนุน

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน

ความเข้าใจในเรื่องค่าเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายพลังงานได้อย่างไร
ดัชนีการใช้พลังงานคืออะไร มีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานอย่างไร
ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายพลังงานมีอะไรบ้าง การเลือกและใช้กราฟช่วยในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพได้อย่างไร
ประโยชน์ของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน และเทคนิคในการเลือกใช้มีอะไรบ้าง
ทำความเข้าใจกับค่าใช้จ่ายพลังงาน
ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเป็นค่าใช้จ่ายพลังงานหลักของอาคาร ส่วนค่าใช้จ่ายพลังงานของโรงงาน นอกจากจะมาจกค่าไฟฟ้าแล้วยังมาจากเชื้อเพลิง เพื่อใช้ผลิตพลังงานความร้อน สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าและเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมผลิตเหล็กจะใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก ส่วนอุตสาหกรรมอาหารจะใช้พลังงานความร้อนมากกว่า เป็นต้น

1. ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

“ใบแจ้งค่าไฟฟ้า” เป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญอันดับแรกที่ต้องทำความเข้าใจ ใบแจ้งค่าไฟฟ้าจะบอกให้เราทราบว่า ต้องเสียค่าไฟฟ้าเดือนละเท่าไร เป็นค่าใช้จ่ายอะไรบ้าง

ความหมายของค่าไฟฟ้าที่สำคัญที่ควรทราบ

พลังไฟฟ้า คือ ความต้องการไฟฟ้าจริงที่อุปกรณ์ หรือ เครื่องจักรใช้ในการทำงานในเวลาหนึ่ง ๆ มีหน่วยเป็น วัตต์ (W) หรือ กิโลวัตต์ (kW)

พลังไฟฟ้าปรากฏ คือ พลังไฟฟ้ารวมที่ระบบไฟฟ้าจ่ายให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลทแอมป์ (VA) หรือ กิโลโวลท์แอมป์ (kVA)

พลังไฟฟ้าเสมือน คือ พลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรชนิดเหนี่ยวนำ (Inductive Load) ไม่ได้ใช้ในการให้กำลังงานแต่ใช้ในการสร้างสนามแม่เหล็ก เช่น พลังไฟฟ้าที่ไหลผ่านแกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้า หรือ ผ่านช่องว่างอากาศ (Air Gap) ของมอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ เป็นต้น มีหน่วยเป็น วาร์ (VAR) หรือ กิโลวาร์ (kVAR)

พลังงานไฟฟ้า คือ พลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรใช้ในการทำงานในระยะเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็นวัตต์ชั่วโมง (Wh) หรือกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) หรือหน่วย หรือยูนิต

พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง) = พลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) × จำนวนชั่วโมงใช้งาน (ชั่วโมง)

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ หรือค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor : PF) คือ อัตราส่วนของพลังไฟฟ้าจริงกับพลังไฟฟ้าปรากฏ มีค่าจาก 0 ถึง 1

$$\text{ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์} = \text{พลังไฟฟ้าจริง/พลังไฟฟ้าปรากฏ} \quad \text{———— (1)}$$

$$kVAR^2 = kVA^2 - kW^2 \quad \text{———— (2)}$$

2. ค่าดัชนีการใช้พลังงาน EUI

ดัชนีการใช้พลังงานช่วยในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานได้อย่างไร

วิธีที่ง่ายที่สุดในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน คือ สังเกตลักษณะการเพิ่มหรือลดของการใช้พลังงานเมื่อเทียบกับเวลาโดยดูจากข้อมูลการใช้พลังงานรายเดือนในอดีตอย่างน้อย 1 ปี ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากใบแจ้งค่าใช้จ่ายพลังงาน

แต่การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานดังกล่าวจะบอกให้ทราบเพียงว่าเดือนใดหรือปีใดมีการใช้พลังงานสูงหรือต่ำผิดปกติ ปริมาณการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอาจมีสาเหตุมาจากปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้นหรือเครื่องจักรทำงานผิดพลาด ซึ่งเราไม่สามารถวิเคราะห์ได้จากข้อมูลการใช้พลังงานในอดีตเพียงอย่างเดียวได้ ดังนั้น เรามักใช้ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Use Index : EUI) ช่วยในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน

ดัชนีการใช้พลังงาน คือ อัตราส่วนของพลังงานที่ใช้กับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานนี้ยากที่จะควบคุมและมักจะแตกต่างกันตามกิจกรรมในการใช้พลังงาน

ประโยชน์ของค่าดัชนีการใช้พลังงาน

1. ใช้เปรียบเทียบการใช้พลังงานในอดีตกับปัจจุบันของอาคารหรือโรงงานนั้น ๆ

2. ใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการใช้พลังงานเบื้องต้นของอาคารหรือโรงงานประเภทเดียวกันและมีกิจกรรมการใช้พลังงานเหมือนกัน

3. ใช้ประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานเบื้องต้นของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ติดตั้งเพื่อใช้ในการประหยัดพลังงาน

4. ใช้เปรียบเทียบศักยภาพการประหยัดพลังงานเบื้องต้นของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรจากผู้ผลิตหลาย ๆ ราย เพื่อให้ผู้ซื้อนำไปกระกอบการตัดสินใจในการจัดซื้อ

ดัชนีการใช้พลังงานสำหรับอาคาร มักจะแสดงถึงพลังงานที่ใช้กับขนาดของอาคารหรือจำนวนผู้อาศัย เช่น

$$\frac{\text{พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง, เมกะจูล หรือ บาท/เดือน)}}{\text{พื้นที่ปรับอากาศ (ตารางเมตร)}}$$

หรือ

$$\frac{\text{พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง, เมกะจูล หรือ บาท/เดือน)}}{\text{จำนวนผู้อาศัย (คน) หรือร้อยละของห้องที่จำหน่ายต่อเดือนของโรงแรม (\%)}}$$

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน

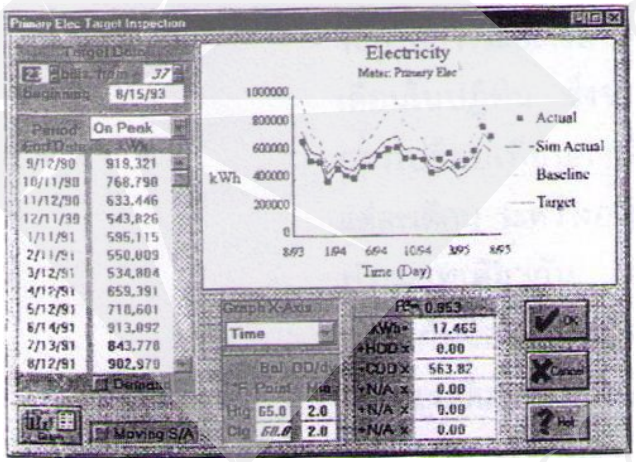
เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานมีมาก และมีปัจจัยแวดล้อมหลายอย่างที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายพลังงาน จึงทำให้การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานมีความซับซ้อนและใช้เวลามาก ดังนั้นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงช่วยให้การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานมีความสะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การเลือกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานขึ้นอยู่กับระดับความต้องการในการใช้งาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน คือโปรแกรมสเปรดชีต (Spread Sheet Software) เช่น Microsoft Excel เนื่องจากใช้ง่าย

และรู้จักกันอย่างแพร่หลาย แต่ก็มีข้อจำกัด คือต้องเสียเวลาสร้างกราฟและวิเคราะห์ข้อมูลเอง ต้องสร้างสูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์เอง และโปรแกรมไม่สามารถทำนายลักษณะการใช้พลังงานในอนาคตได้

ส่วนโปรแกรมอีกประเภท คือ โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานโดยเฉพาะ (Energy Accounting Software) โปรแกรมนี้จะวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน โดยใช้ข้อมูลจากใบแจ้งค่าพลังงานประกอบกับปัจจัยแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน จุดเด่นของโปรแกรมเฉพาะนี้ คือ ใช้ง่าย สามารถทำนายลักษณะการใช้พลังงานในอนาคตโดยใช้ข้อมูลในอดีต ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการจัดทำงบประมาณสำหรับค่าใช้จ่ายพลังงานล่วงหน้าได้ มีโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าและมีกราฟแสดงผลให้เลือกหลากหลายรูปแบบ

ภาพที่ 2.3 : ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานโดยเฉพาะ



ที่มา : สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ. (2541). *การประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิจัยศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยงานวิจัยดังนี้

อเนก เทศทอง (2541) ศึกษาการจัดการไฟฟ้าในอาคารโรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีโรงเรียนที่ศึกษาจำนวน 21 โรงเรียน คือ กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่และกลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่มีดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวม 54 kWh/ คน/ ปี และ 13 kWh/m^2/ ปี สำหรับโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวม 54 kWh/ คน/ ปี และ 24.3 kWh/m^2/ ปี ซึ่งแนวทางการประหยัดการใช้ไฟฟ้าที่ผู้วิจัยได้นำเสนอมี 3 มาตรการ

คือ มาตรการแรก ลดกำลังไฟฟ้าในอุปกรณ์ที่ติดตั้ง อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น หลอดไฟฟ้า ตู้เย็น โทรทัศน์ และเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างโดยใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง สามารถลดกำลังไฟฟ้าได้ร้อยละ 10,9,13 และ 33 ตามลำดับ ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ออุปกรณ์ 1 หน่วย มาตรการที่สอง ลดระยะเวลาการใช้ไฟฟ้าโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมอุปกรณ์ช่วยคุม ได้แก่ Timer Switch, ON-OFF Switch, Movement Sensor Switch, Thermostat มาตรการที่สาม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบุคลากรต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ ชุดเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร กาต้มน้ำร้อน และสว่านไฟฟ้า ซึ่งหากนำมาตรทั้งสามมาใช้จะสามารถประหยัดไฟฟ้าของทั้งสองกลุ่มโรงเรียนลงได้ 37,375 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 61,668.75 บาท ซึ่งมีค่า 23 % เมื่อเทียบกับการใช้ไฟฟ้าปี พ.ศ. 2539

สุริยา แก้วอาษา (2542) ได้ศึกษาการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารของสถาบันราชภัฏสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และวิทยาลัยเทคนิคของจังหวัดสกลนคร โดยศึกษาอาคารตัวอย่างจำนวน 12 อาคาร จากการศึกษาพบว่า อาคารทั้ง 12 อาคารมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกัน โดยอาคารตัวอย่างของสถาบันราชภัฏสกลนคร คือ อาคารวิทยบริการ อาคารศูนย์คอมพิวเตอร์และภาษา อาคารกาญจนาภิเษก อาคารมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 186336,202428, 69804 และ 56448 kWh/ ปี ตามลำดับ และมีค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 59.34,107.10, 15.34 และ 26.16 kWh/m^2/ ปี ตามลำดับ สำหรับอาคารตัวอย่างของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตสกลนคร คือ อาคารอำนวยการ อาคารคณะวิชาบริหารธุรกิจ อาคารคณะวิชาไฟฟ้าและอาคารคณะวิศวกรรมโยธา มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 56880, 194112, 209556 และ 96552 kWh/ ปี ตามลำดับ และมีค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 69.88, 37.68, 52.20 และ 40.65 kWh/ m^2/ ปี ตามลำดับ ส่วนอาคารตัวอย่างของวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร คือ อาคารอำนวยการ อาคารเรียน 3 อาคารปฏิบัติการ อาคารคณะวิชาไฟฟ้าประมาณ 78912, 14616, 53208 และ 80604 kWh/ ปี ตามลำดับ และมีค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 40.59, 13.53, 33.26 และ 40.76 kWh/ m^2/ ปี ตามลำดับ

มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ผู้วิจัยได้นำเสนอคือ อาคารของวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร โดยการใช้ Timer Switch จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 10,673.38 kWh/ ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 19,745.75 บาท/ ปี และมีอัตราผลตอบแทนในการลงทุน (EIRR) มากกว่า 9 % สำหรับอาคารของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตสกลนคร เสนอให้ปลดหลอดไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออก การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ และเทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์ จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ Timer Switch สามารถประหยัดได้ 269,074.76 บาท/ ปี และเสนอแนะให้ใช้มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ Timer Switch สามารถประหยัดได้ 40,920.85 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 75,703.58 บาท/ ปี EIRR มากกว่า 9 % และสถาบันราชภัฏสกลนคร เสนอให้ใช้หลอดไฟฟ้าชนิด

ประหยัดพลังงาน โคมไฟฟ้าสะท้อนแสงบัลลาสต์อิเล็กทอรนิกส์ และเทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์ จะสามารถประหยัดได้ 86,817.34 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 159,622.04 บาท/ ปี และเสนอแนะให้ใช้มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ Timer Switch สามารถประหยัดได 21,438.92 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 39,662.00 บาท/ ปี EIRR มากกว่า 9%

วิไลวรรณ ทองศรี (2544) ได้ทำการศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม พบว่า นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 65.8 นักศึกษามีทัศนคติ ในระดับดีต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 77.4 และมีแรงจูงใจต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 60.4 นักศึกษาได้การรับรู้ข่าวสารต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 61.0 นอกจากนี้พบว่านักศึกษามีพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 72.7

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

ศึกษาการใช้พลังงานในอาคารดร.เจริญ คันธวงค์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ การศึกษาจะมุ่งเน้นที่ระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานในอาคารลง โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการประเมินผลการวิจัยดังนี้

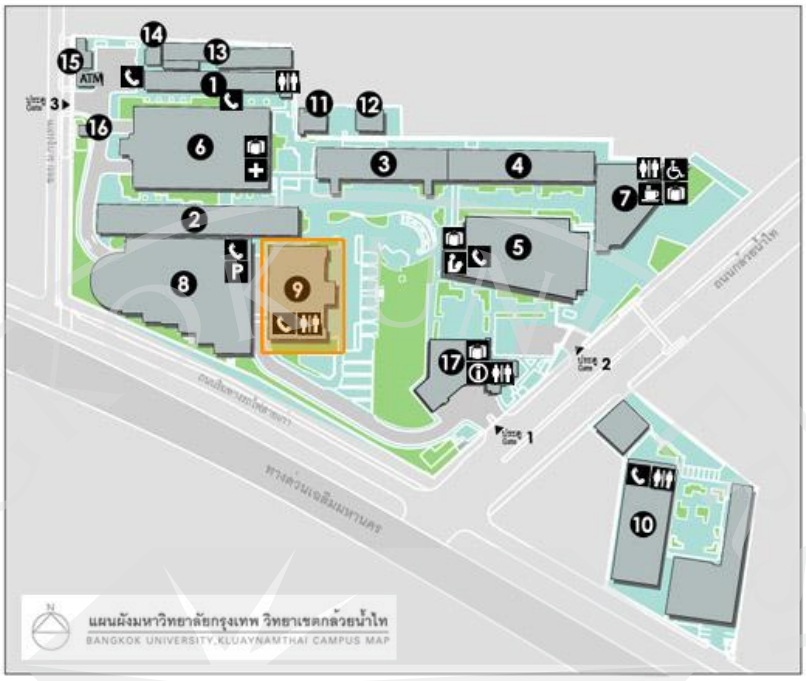
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยจะทำการศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ ของอาคารดร. เจริญ คันธวงค์ ให้ครอบคลุมทุกด้าน เช่น ข้อมูลการใช้พลังงานเชิงปริมาณและค่าใช้จ่าย โดยจัดทำเป็นตารางการใช้พลังงานเพื่อดูแนวโน้มการใช้พลังงาน ตรวจสอบรูปแบบการใช้และตำแหน่งที่ใช้พลังงาน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการอนุรักษ์พลังงานในแต่ละบริเวณที่มีการใช้พลังงาน การวิเคราะห์หามาตรการในการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานใน อาคารดร. เจริญ คันธวงค์ โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง และวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุนทุกมาตรการที่ได้กำหนด โดยทำการศึกษาข้อมูลแบ่งได้เป็นตอน ๆ ดังนี้

3.1.1 ข้อมูลทั่วไป

อาคารดร. เจริญ คันธวงค์ ตั้งอยู่ที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตกล้วยน้ำไท เลขที่ 119 ซอยสุขุมวิท 40 (ซอยบ้านกล้วยใต้) แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร รวมพื้นที่ 25 ไร่ 3 งาน 49 ตารางวา เป็นสถานที่เรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 3-4 ภาคปกติ นักศึกษาวิทยาลัยนานาชาติทุกชั้นปี นักศึกษาปริญญาโทและเอก และนักศึกษาภาคพิเศษ สถานที่ทำการของสำนักงานอธิการบดี วิทยาลัยนานาชาติ บัณฑิตวิทยาลัย คณะวิชาต่างๆ ห้องปฏิบัติการ ห้องเรียน ห้องสัมมนา สำนัก ศูนย์คอมพิวเตอร์ศูนย์กีฬาในร่มและหน่วยงานบริการอื่นๆ เริ่มเปิดใช้อาคารเมื่อปีพ.ศ. 2535 จัดพิธีเปิดอย่างเป็นทางการเมื่อ วันที่ 21เมษายน พ.ศ. 2548

ภาพที่ 3.1 : แผนผังอาคาร 9 ดร.เจริญ คันธวงค์

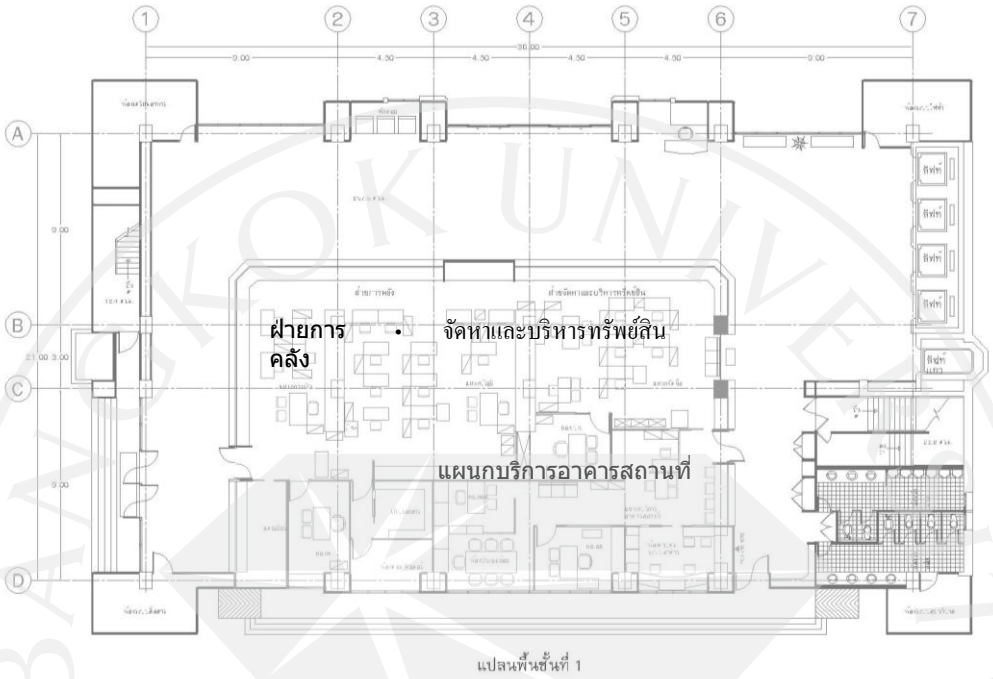


ที่มา : *ภาพอาคาร 9 ดร.เจริญ คันธวงค์* (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จาก http://www.bu.ac.th/th/.

ภาพที่ 3.2 : ภาพอาคาร 9 ดร.เจริญ คันธวงค์

อาคารดร.เจริญ คันธวงค์ เป็นอาคารสูง 16 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยรวม 65,700 m^2 โดยมีพื้นที่แต่ละชั้นดังนี้

ภาพที่ 3.3 : แปลนอาคารชั้น1

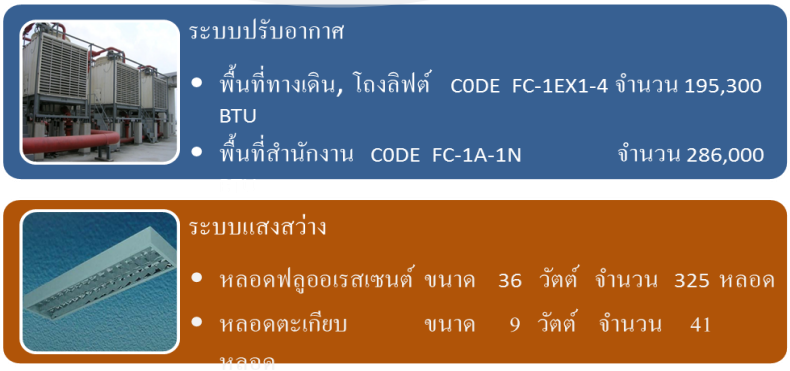


ที่มา : *แปลนอาคาร 9.* (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

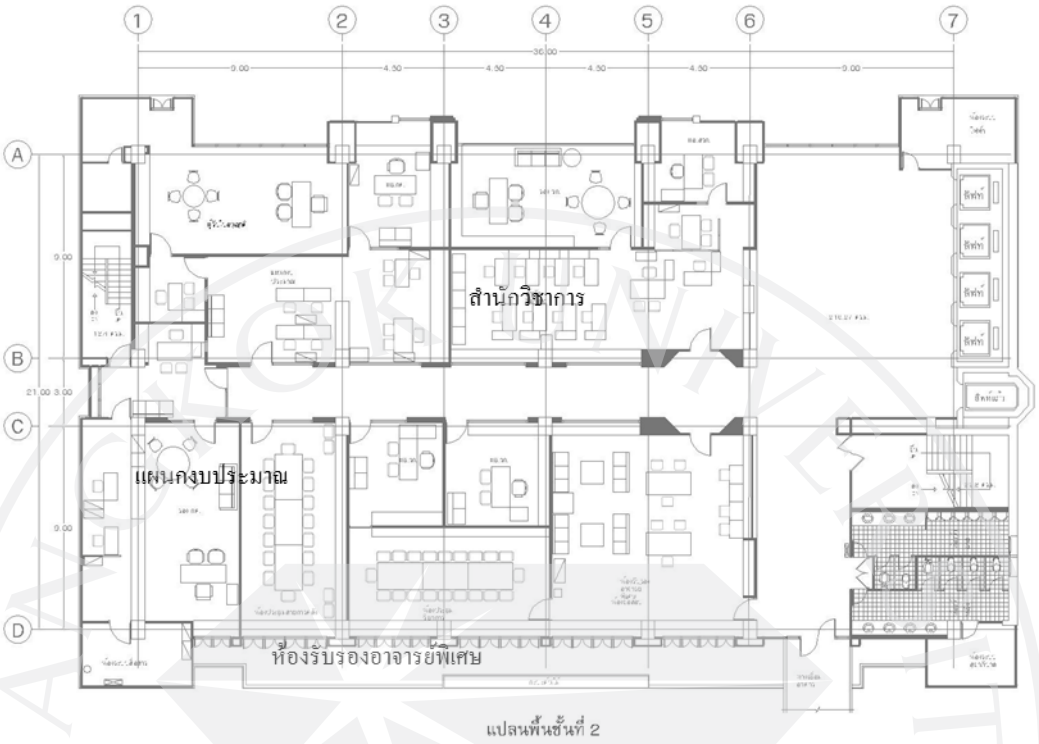
ชั้น 1 พื้นที่ 5,800 m^2 ประกอบไปด้วย

ฝ่ายการคลัง, ฝ่ายจัดการบริหารทรัพย์สิน , แผนบริการอาคารสถานที่ โถงนิทรรศการ ที่นั่งพักผ่อนของนักศึกษาในห้องปรับอากาศ และสวนหย่อมภายในอาคาร

ภาพที่ 3.4 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 1



ภาพที่ 3.5 : แปลนอาคารชั้น 2

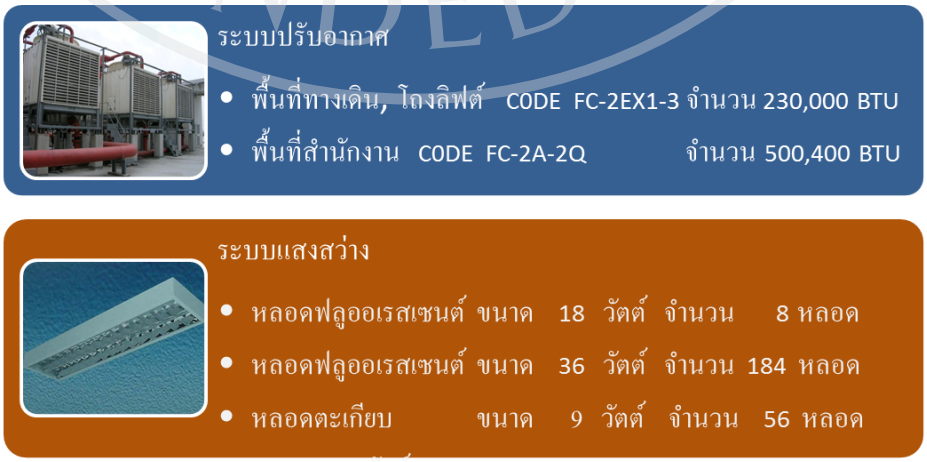


ที่มา : *แปลนอาคาร 9.* (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

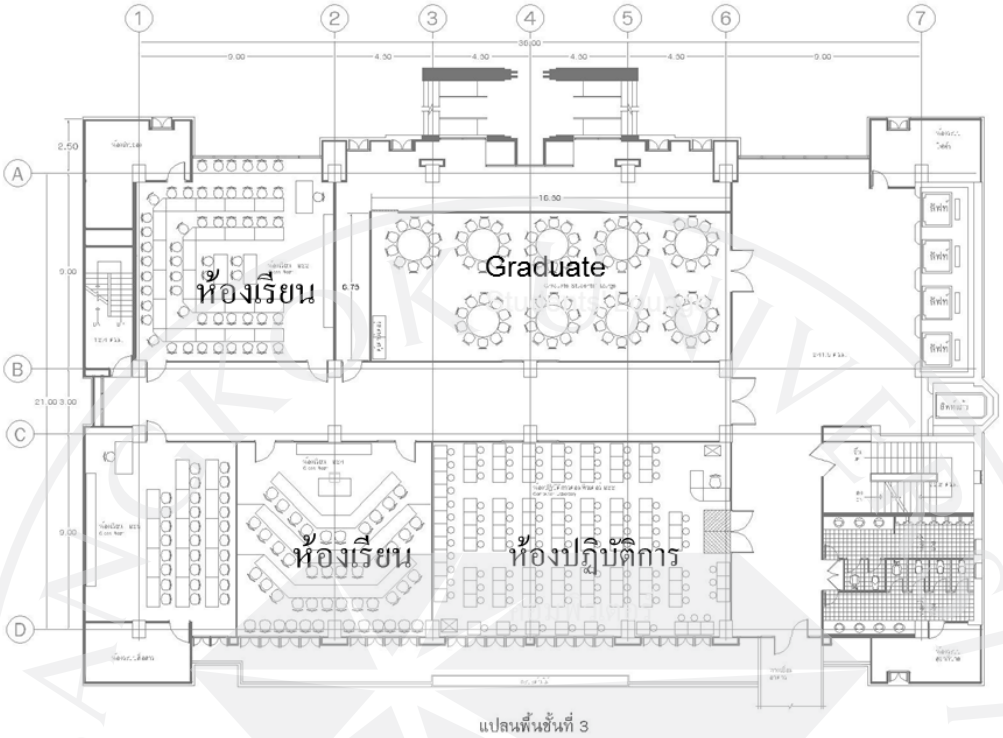
ชั้น 2 พื้นที่ 3,000 m^2

หอเกียรติคุณ, ห้องจัดนิทรรศการสำหรับนักศึกษา แผนกงบประมาณ สำนักวิชาการ,ห้องรับรองอาจารย์พิเศษ

ภาพที่ 3.6 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 2



ภาพที่ 3.7 : แปลนอาคารชั้น 3

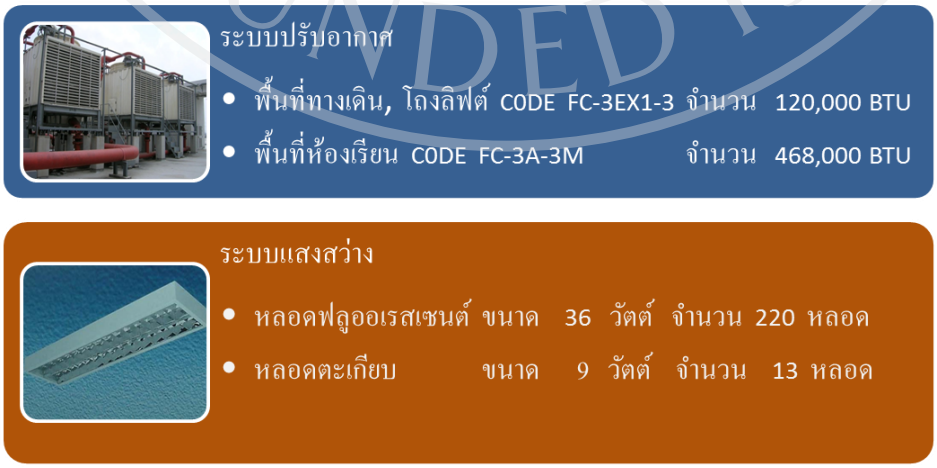


ที่มา : *แปลนอาคาร 9.* (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

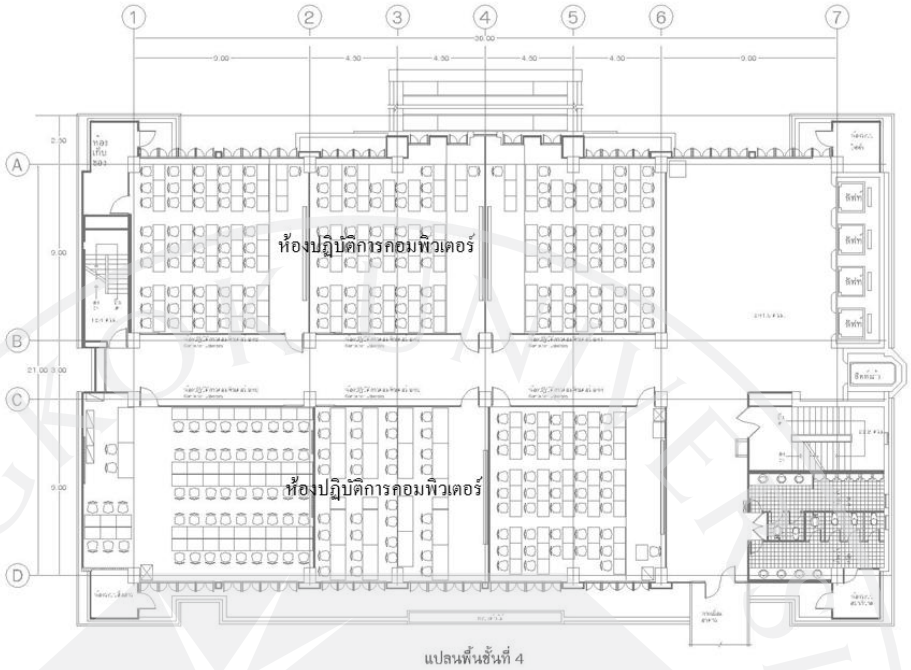
ชั้น 3 พื้นที่ 5,300 m^2 ประกอบไปด้วย

สำนักงาน ห้องคัดแยกหนังสือ ห้องเรียนรวม

ภาพที่ 3.8 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 3



ภาพที่ 3.9 : แปลนอาคารชั้นที่ 4

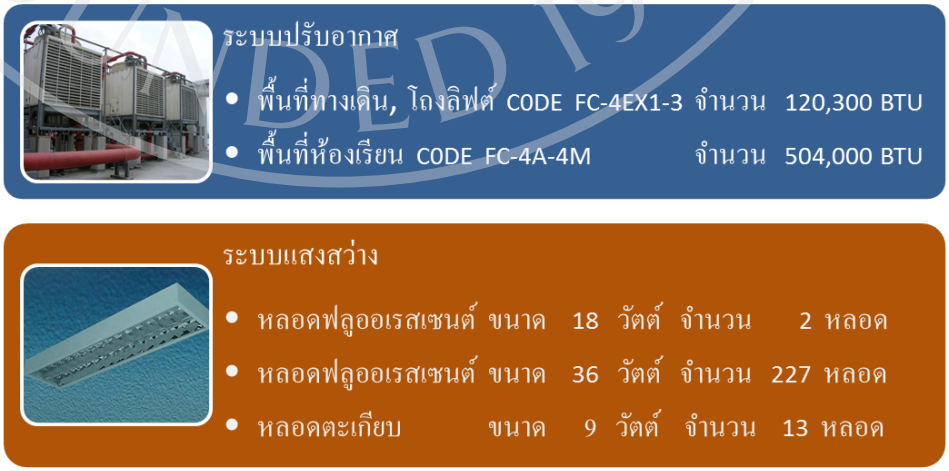


ที่มา : *แปลนอาคาร 9.* (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

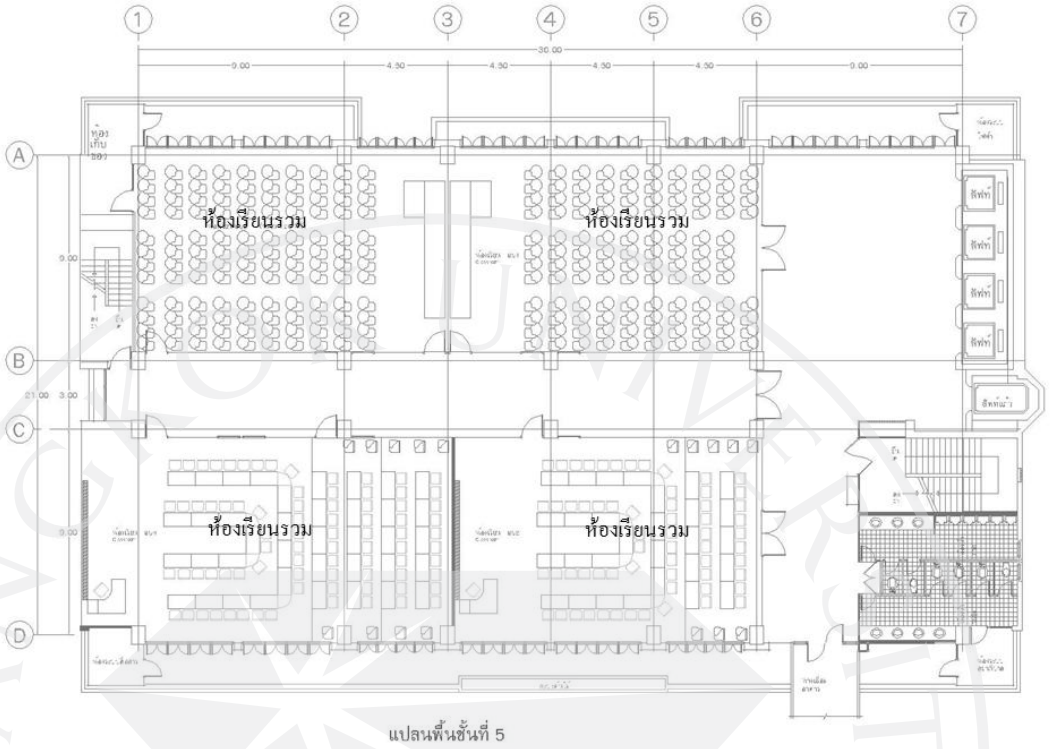
ชั้น 4 พื้นที่ 4,300 m^2

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ห้องบริการอินเตอร์เน็ต

ภาพที่ 3.10 ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 4



ภาพที่ 3.11 : แปลนอาคารชั้น5

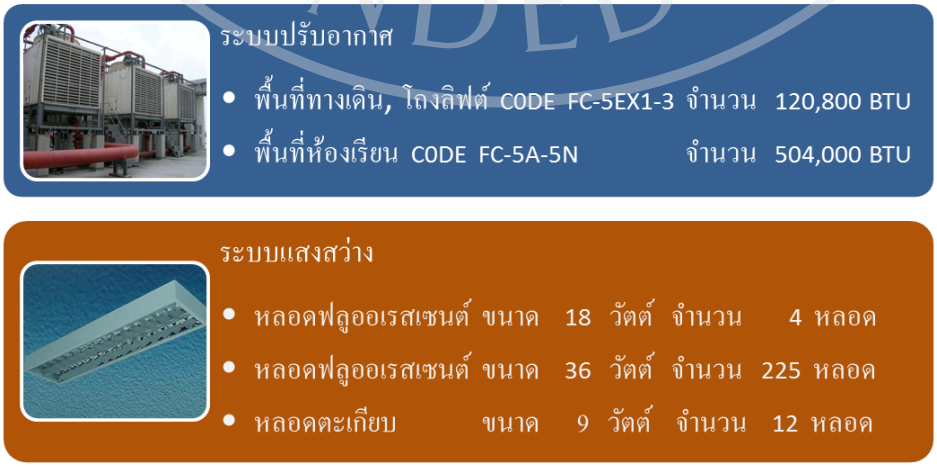


ที่มา : *แปลนอาคาร 9.* (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

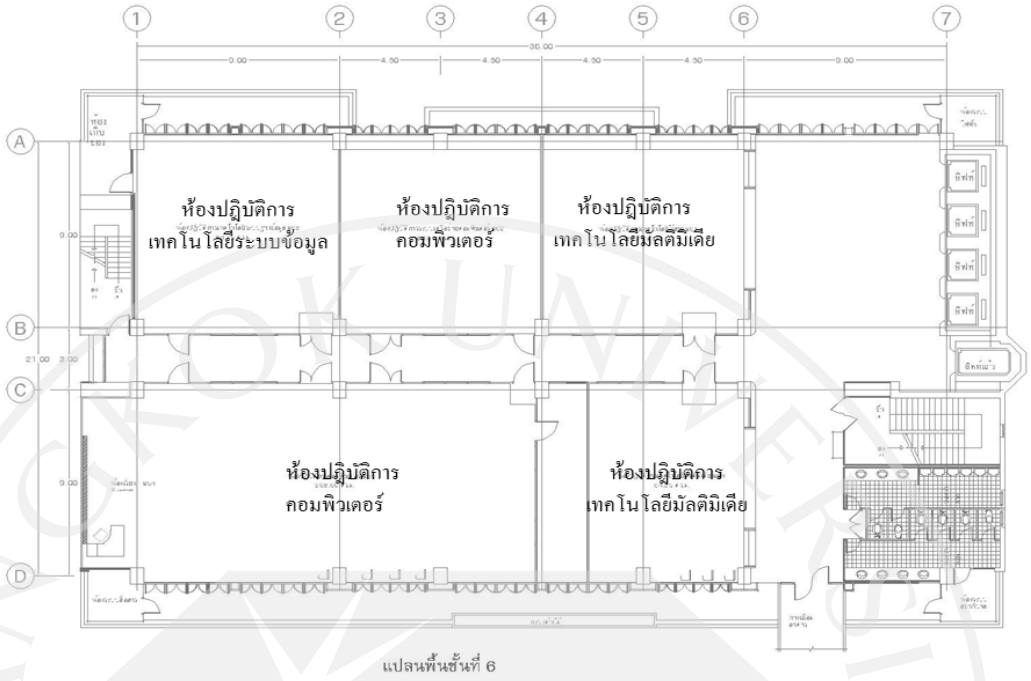
ชั้น 5 พื้นที่ 4,300 m^2

ห้องบรรยายรวม

ภาพที่ 3.12 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 5



ภาพที่ 3.13 : แปลนอาคารชั้น 6

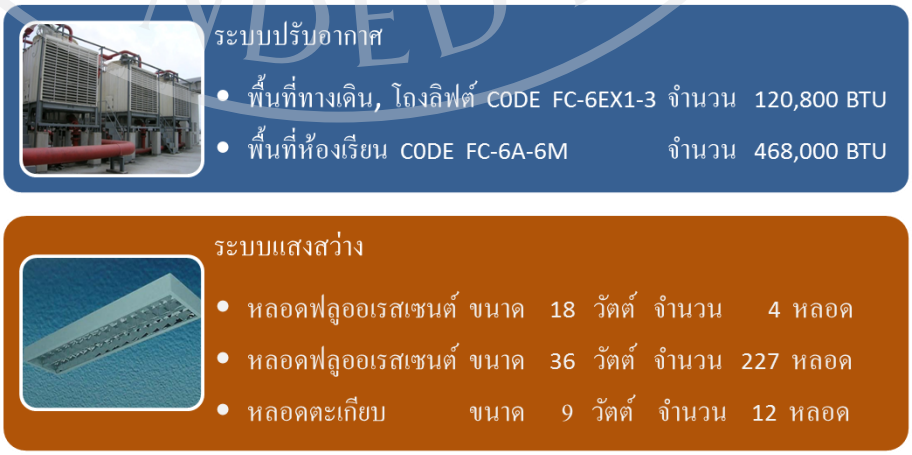


ที่มา : *แปลนอาคาร 9.* (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

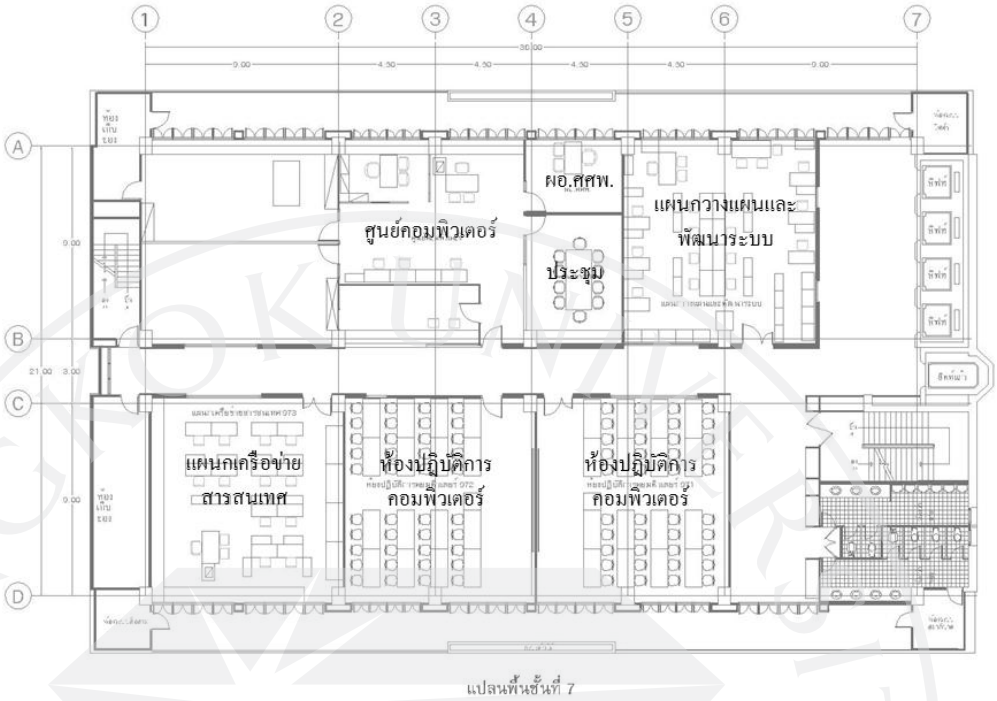
ชั้น 6 พื้นที่ 4,300 m^2

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีระบบข้อมูล ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีมัลติมีเดีย ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ภาพที่ 3.14 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 6



ภาพที่ 3.15 : แปลนอาคารชั้น7



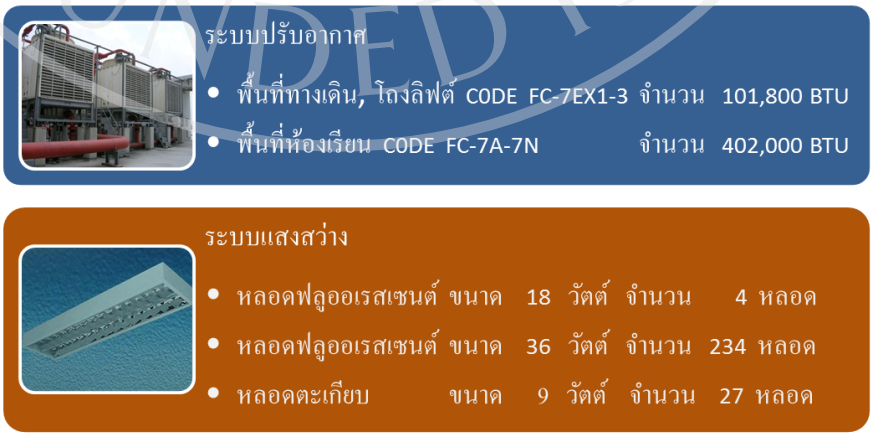
ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ชั้น 7 พื้นที่ 4,300 m^2

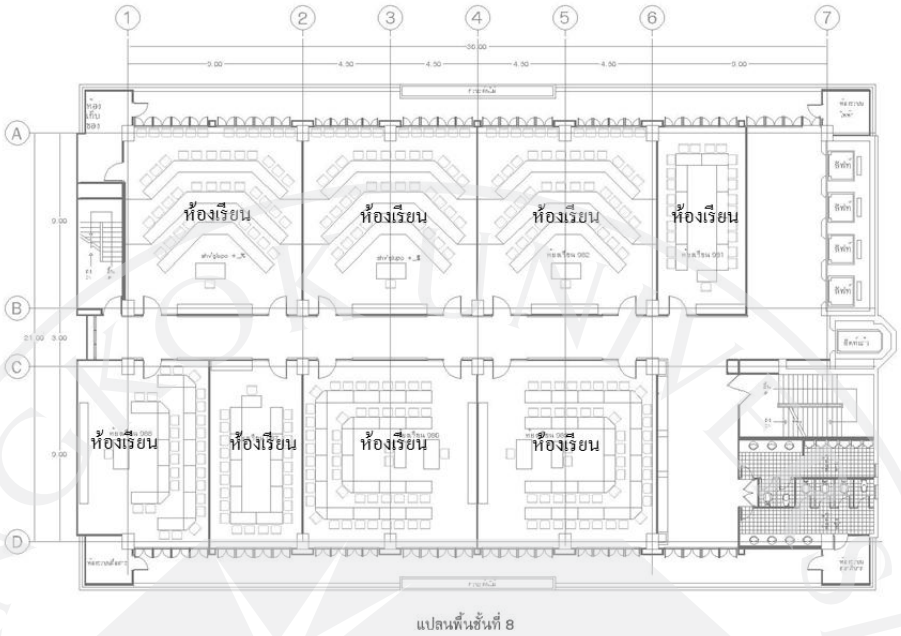
ศูนย์คอมพิวเตอร์

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ แผนกวางแผนและพัฒนาระบบ แผนกเครือข่ายสารสนเทศ

ภาพที่ 3.16 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 7



ภาพที่ 3.17 : แปลนอาคารชั้น8

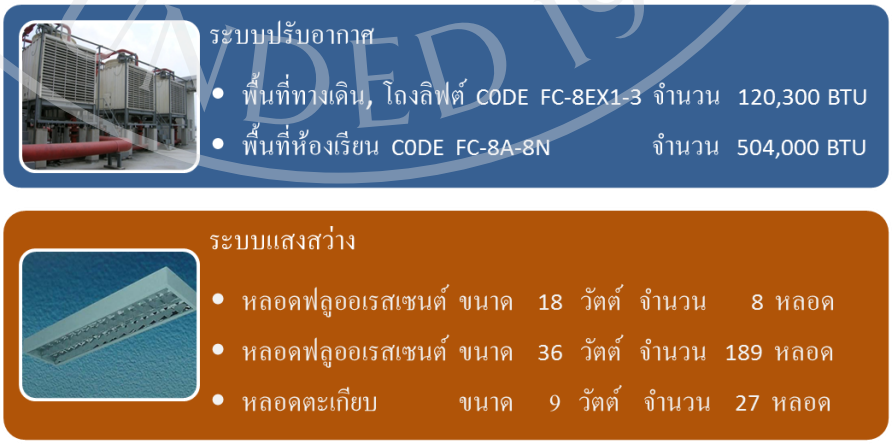


ที่มา : *แปลนอาคาร 9.* (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

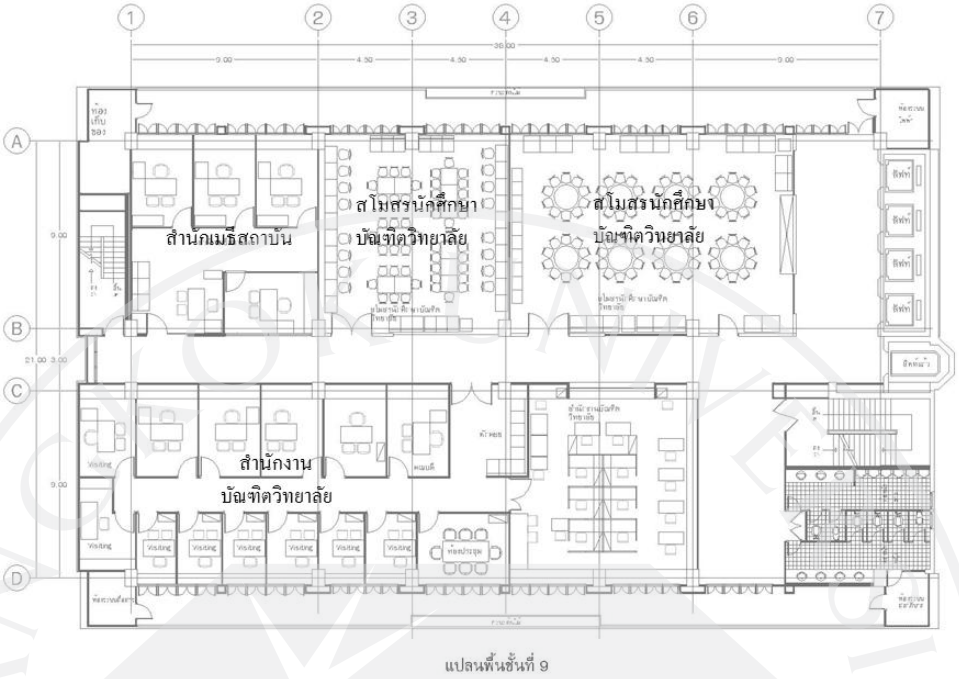
ชั้น 8 พื้นที่ 4,300 m^2

ห้องเรียน

ภาพที่ 3.18 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 8



ภาพที่ 3.19 : แปลนอาคารชั้น9

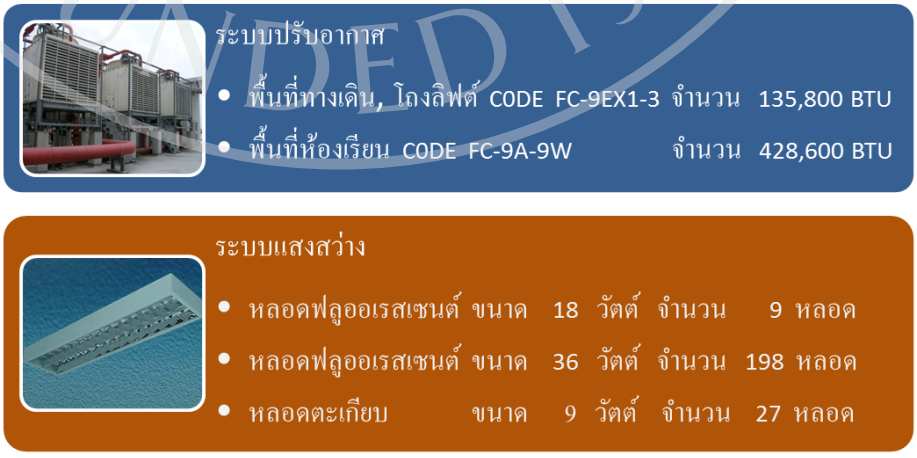


ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

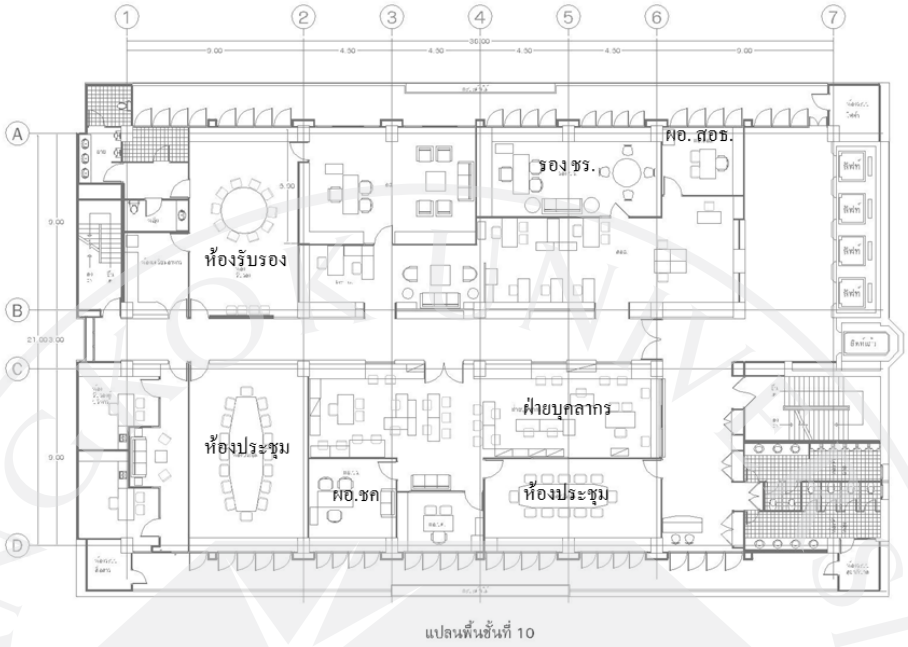
ชั้น 9 พื้นที่ 4,300 m^2

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย สำนักเมธีสถาบัน สโมสรนักศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย

ภาพที่ 3.20 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 9



ภาพที่ 3.21 : แปลนอาคารชั้น10

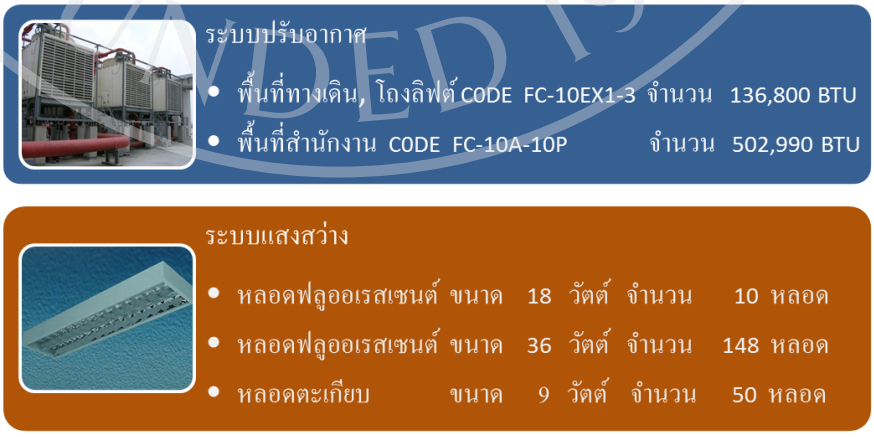


ที่มา : *แปลนอาคาร 9.* (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

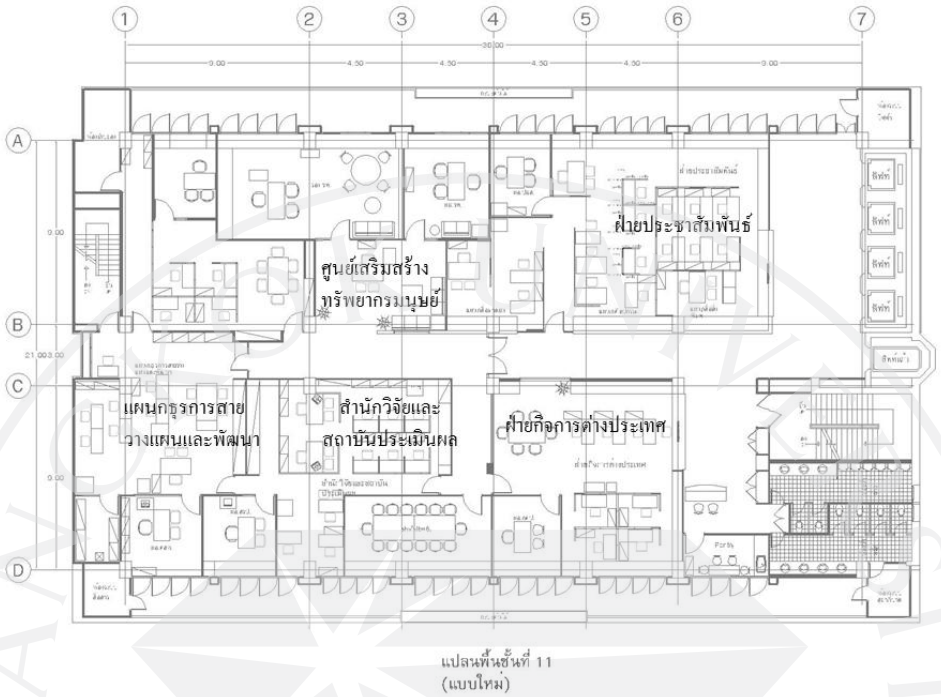
ชั้น 10 พื้นที่ 4,300 m^2

ผอ.บค. ฝ่ายบุคลากร ผอ.สอธ.

ภาพที่ 3.22 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 10



ภาพที่ 3.23 : แปลนอาคารชั้น 11

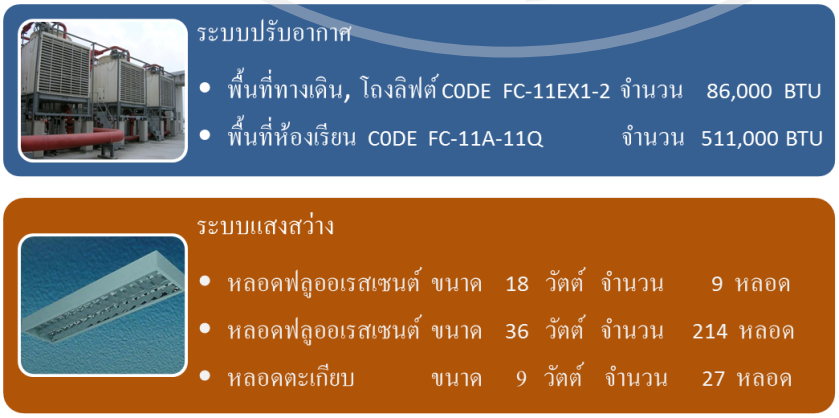


ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

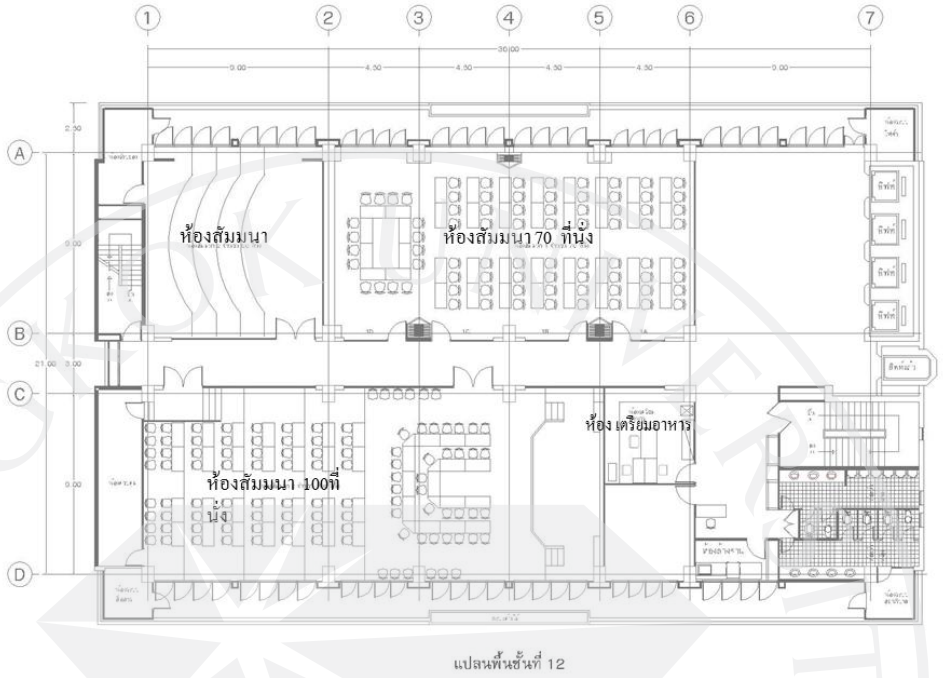
ชั้น 11 พื้นที่ 4,300 m^2

สำนักวิจัยและสถาบันประเมินผล แผนกธุรการสายวางแผนและพัฒนา ศูนย์เสริมสร้างทรัพยากรมนุษย์ ฝ่ายประชาสัมพันธ์

ภาพที่ 3.24 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 11



ภาพที่ 3.25 : แปลนอาคารชั้น12

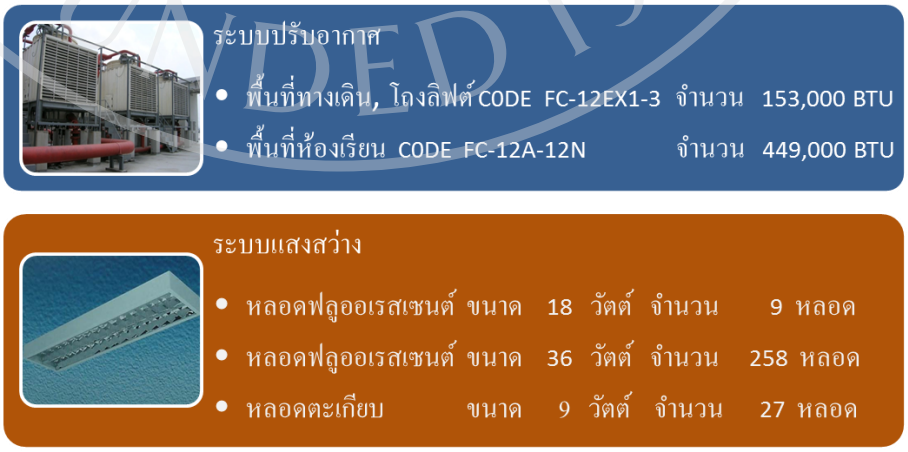


ที่มา : *แปลนอาคาร 9.* (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

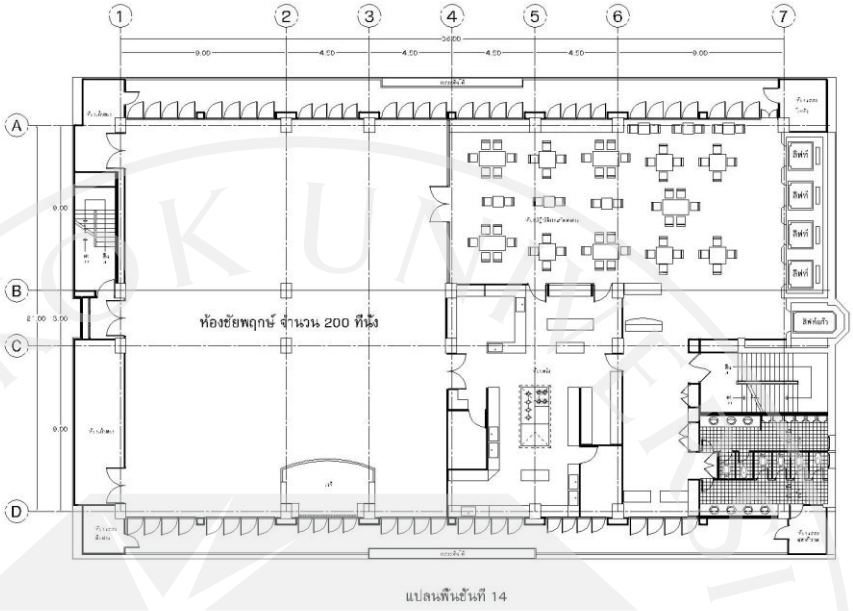
ชั้น 12 พื้นที่ 4,300 m^2

ห้องสัมมนา

ภาพที่ 3.26 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 12



ภาพที่ 3.27 : แปลนอาคารชั้น 14

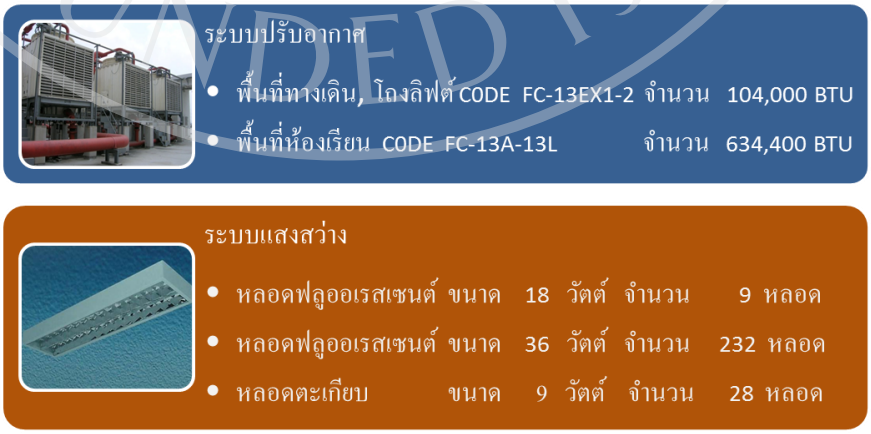


ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

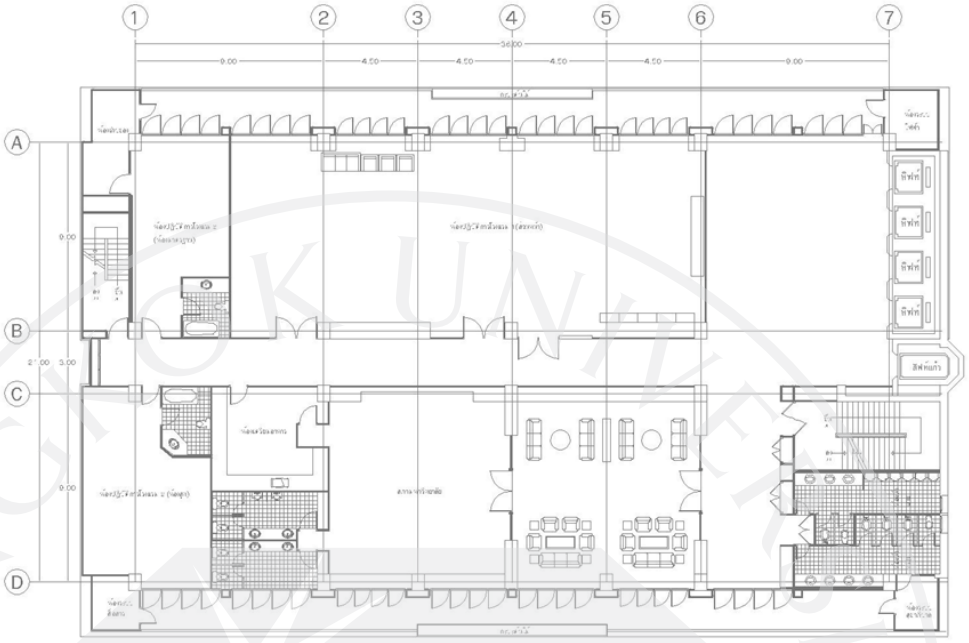
ชั้น 14 พื้นที่ 4,300 m^2

ห้องปฏิบัติการภัตตาคาร

ภาพที่ 3.28 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 14



ภาพที่ 3.29 : แปลนอาคารชั้น15



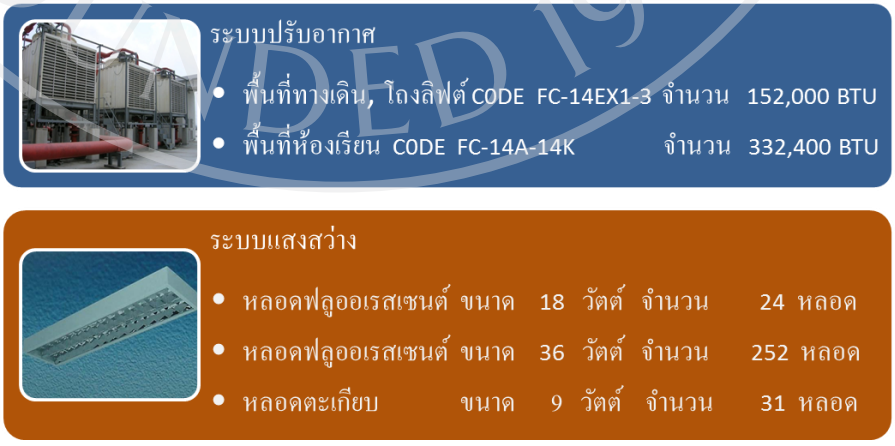
แปลนพื้นชั้นที่ 15

ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

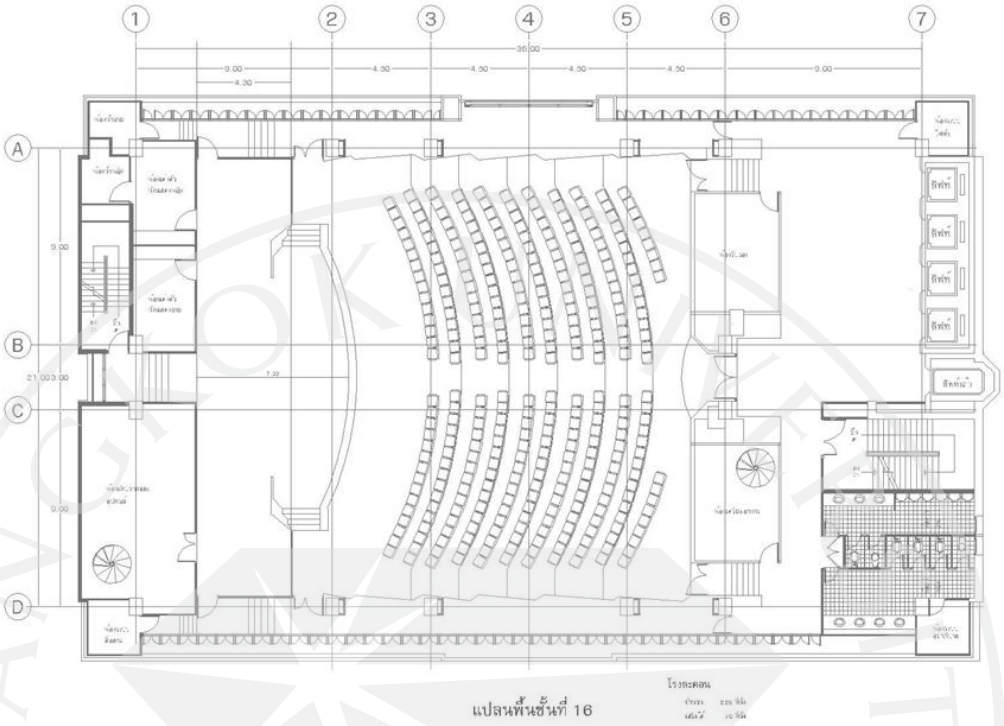
ชั้น 15 พื้นที่ 4,300 m^2

สภามหาวิทยาลัย ห้องปฏิบัติการโรงแรม

ภาพที่ 3.30 : ค่าการใช้พลังงาน ชั้น 15



ภาพที่ 3.31 : แปลนอาคารชั้น16

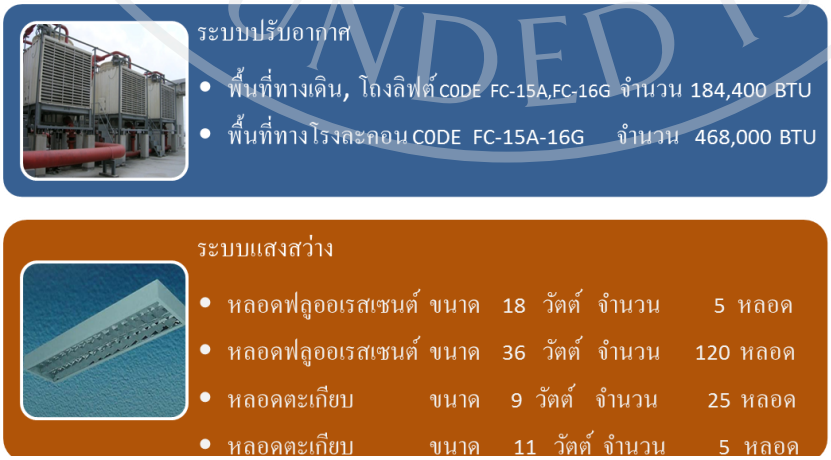


ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ชั้น 16 พื้นที่ 4,300 m^2

โรงละคอน จำนวน336 ที่นั่ง

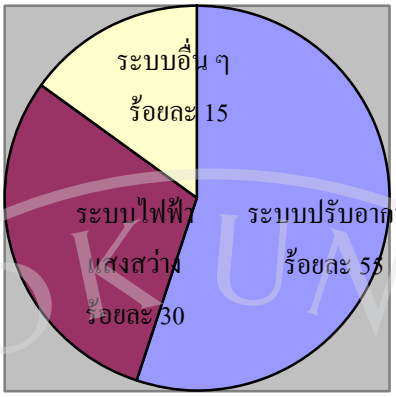
ภาพที่ 3.32 : แปลนอาคารชั้น 16



ตารางที่ 3.1 : รวมการใช้พลังงานระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศในแต่ละชั้น

ชั้น	การใช้พลังงาน ระบบแสงสว่าง (วัตต์)	การใช้พลังงานระบบ ปรับอากาศ (วัตต์)	รวมการใช้ พลังงาน (วัตต์)
ชั้นที่1	15,319	62,559	77,878
ชั้นที่2	9,192	94,952	104,144
ชั้นที่3	10,237	76,440	86,677
ชั้นที่4	10,615	81,159	91,774
ชั้นที่5	10,570	81,224	91,794
ชั้นที่6	10,662	76,544	87,206
ชั้นที่7	11,119	65,494	76,613
ชั้นที่8	9,161	81,159	90,320
ชั้นที่9	9,603	73,372	82,975
ชั้นที่10	7,538	83,172	90,710
ชั้นที่11	10,339	77,610	87,949
ชั้นที่12	13,363	78,260	91,623
ชั้นที่14	12,426	95,994	108,420
ชั้นที่15	12,543	62,972	75,515
ชั้นที่16	8,440	84,812	93,252
รวม (วัตต์)			1,336,850

ภาพที่ 3.33 : สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารดร.เจริญ คันธวงค์



ที่มา : *แปลนอาคาร 9.* (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานตั้งแต่เปิดอาคารจนถึงปัจจุบันมีการใช้พลังงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.2 : ตารางการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารดร. เจริญ คันธวงค์ ระหว่างปี 2548 – 2551

ปี	เฉลี่ยต่อเดือน (kwh)	รวมต่อปี (kwh)	ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี
2548	151,212	1,814,544	5,443,632	ลดลงร้อยละ 18.62
2549	146,455	1,757,455	5,272,365	ลดลงร้อยละ 21.18
2550	155,845	1,870,134	5,610,402	ลดลงร้อยละ 16.13
2551	152,258	1,827,098	5,481,294	ลดลงร้อยละ 18.06

การใช้พลังงานของอาคาร (ตารางที่ 3.1) ในปี 2548 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,229,680 kWh/ ปี ซึ่งในปี 2548 นี้ ยังอยู่ในช่วงการปรับตั้งอุปกรณ์งานระบบต่าง ๆ ให้ทำงานตามวัตถุประสงค์ตามที่ได้ออกแบบไว้ จึงยังไม่ได้เริ่มดำเนินการจัดการพลังงานในระบบต่าง ๆ ในปี 2546 เริ่มมีการศึกษาการใช้พลังงานใน อาคารดร. เจริญ คันธวงค์ เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานลงโดยที่ใช้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของปี 2548 เป็นปีฐานเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในปี 2546 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,992,776 kWh/ ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 10.63 ในปี 2547 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,899,495 kWh/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 14.81

1) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

กำลังไฟฟ้าส่องสว่างติดตั้งพื้นที่ใช้สอยรวม 7.05 W/m^2 (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 16 W/m^2)

กำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ใช้งานจริง 4.73 W/m^2

2) ระบบปรับอากาศ

ประเภทของระบบ ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศใหม่ 18.00 ลูกบาศก์เมตร/ ชั่วโมง/ คน

ภาระการทำความเย็นรวม 116.20 W/ m^2 (เฉพาะพื้นที่ปรับอากาศ)

- เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง

สมรรถนะการทำความเย็น 0.648 kW/ ton (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 0.70 kW/ton)

- เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง

สมรรถนะการทำความเย็น 0.70 kW/ ton (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 0.75 kW/ton)

ข้อมูลด้านใช้พลังงาน

1) ระบบปรับอากาศ เป็นระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยน้ำระบบส่งน้ำเย็นเป็นแบบ Primary - Secondary Loop

ภาพที่ 3.34 : ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ที่ใช้ในอาคาร

ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

2) เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นเครื่องทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพสูง จำนวน 3 เครื่อง แบ่งเป็น ขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง โดยมีรายละเอียดและการทำงานดังนี้

1) การเดินเครื่อง

(1) ในเวลาทำการปกติ ในฤดูร้อน เดินเครื่อง ขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง

(2) เวลาทำการปกติในฤดูฝนและฤดูหนาว เดินเครื่อง ขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง หรือในบางช่วงที่อุณหภูมิภายนอกต่ำจะเดินเครื่องขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง

3) การควบคุม

ในการควบคุมเครื่อง Chiller จะใช้โปรแกรม Carrier Comfort Network ซึ่งโปรแกรมจะทำหน้าที่ในการตรวจสอบภาระการทำความเย็นในขณะที่มีการเดินเครื่อง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของ Load โปรแกรมจะสั่งเพิ่มหรือลดการทำงานของ Chiller ซึ่งทำให้ง่ายในการควบคุม

สมรรถนะการทำความเย็น (kW/ ton)

เครื่องปรับอากาศ ขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง สมรรถนะการทำความเย็น เท่ากับ

ค่ามาตราฐาน (kW/ton)	ค่าที่ตรวจวัดได้ (kW/ton)
<0.70	0.648

เครื่องปรับอากาศ ขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง สมรรถนะการทำความเย็น เท่ากับ

ค่ามาตราฐาน (kW/ton)	ค่าที่ตรวจวัดได้ (kW/ton)
<0.75	0.70

สมรรถนะอุปกรณ์

ติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง

ภาพที่ 3.35 : ติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง

ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ติดตั้งมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง (SCHP) ใช้งานร่วมกับระบบ VSD (Variable speed drive) เดิมมอเตอร์จะทำงานที่ 100 % ไม่ว่าโหลดจะน้อยหรือมาก แต่เมื่อใช้ร่วมกับระบบ VSD มอเตอร์จะทำงานตามโหลดที่เกิดขึ้นจริง

ภาพที่ 3.36 : ติดตั้งมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง (SCHP)

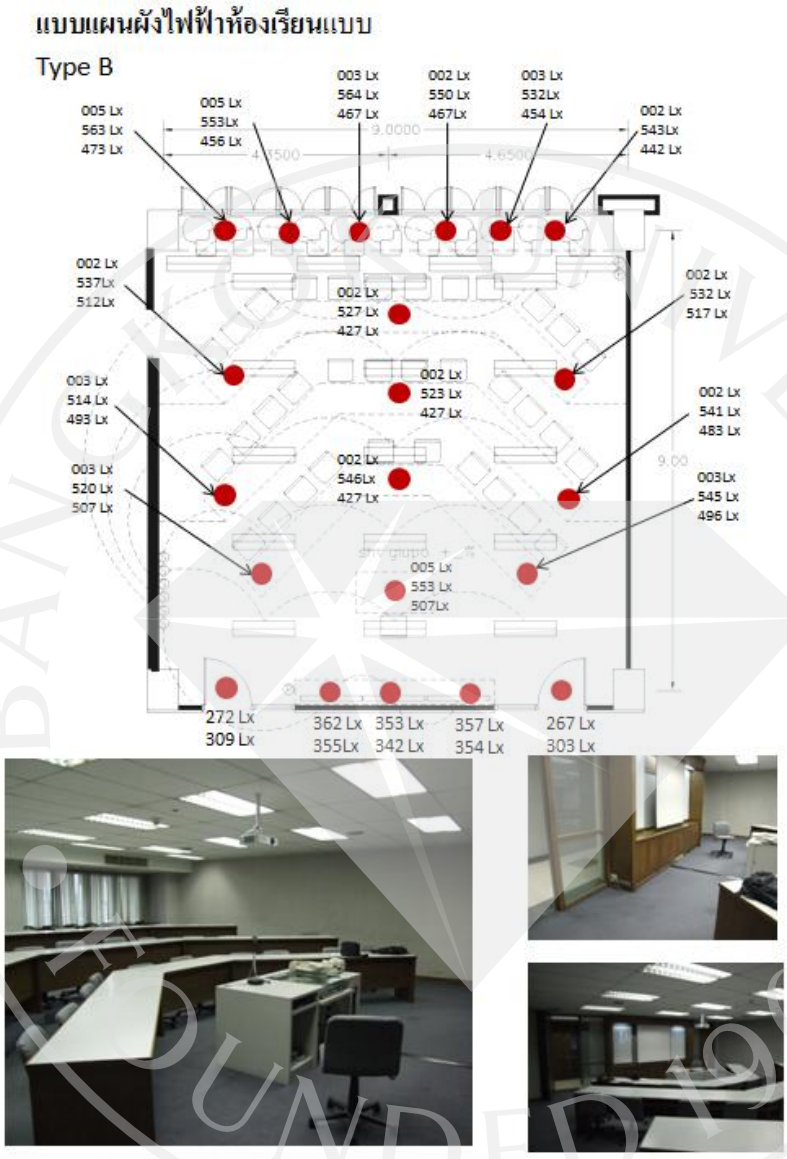
SCHP1 SCHP2		/ SCHP3
Manufacture	WORTHINGTON	/ WORTHINGTON
Model	8LR-12(B)	/ MEN 80-65-250L
Capacity	1824 GPM.	/ 240 GPM
Speed	1450 RPM	/ 1450 RPM
Head	70 ft	/ 70 ft
Power Input	50 Hp	/ 7.5 Hp

ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

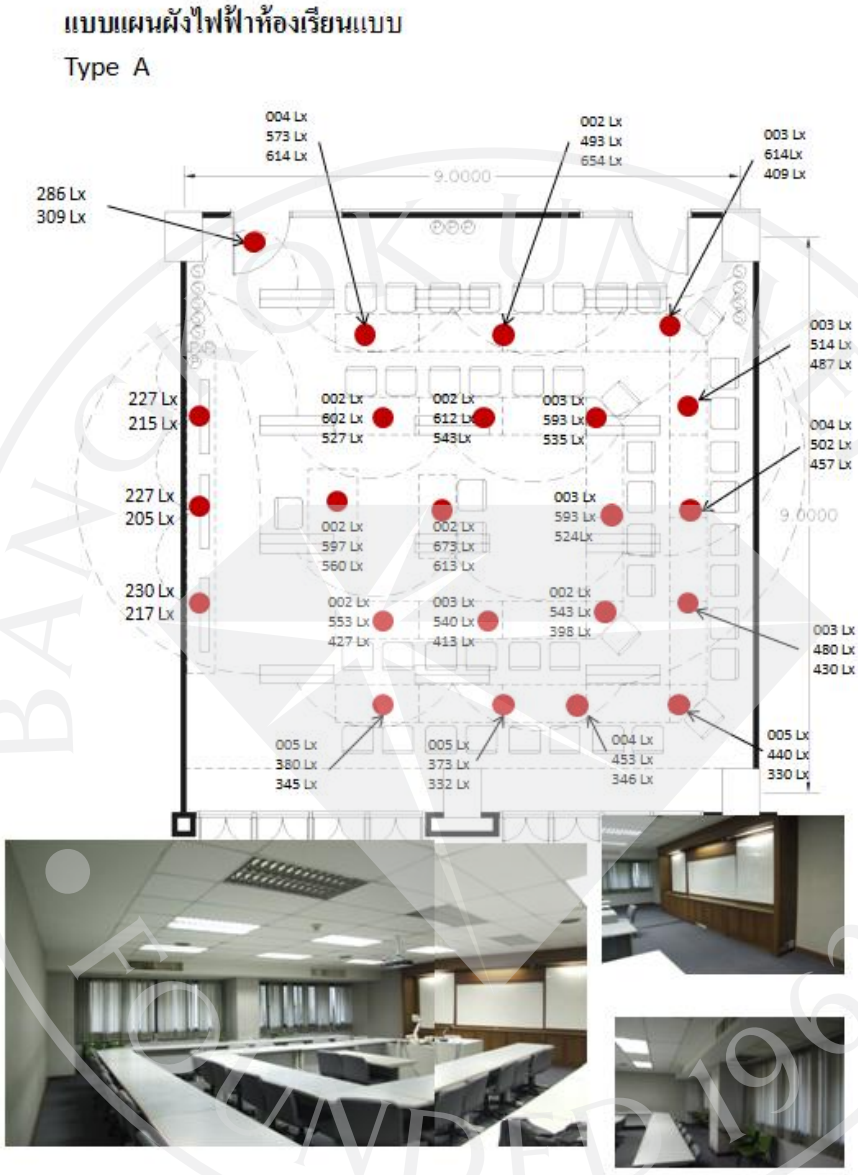
4. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

สมรรถนะอุปกรณ์ อาคารดร. เจริญ คันธวงค์ ใช้ชุดโคมไฟเป็นชนิดที่ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง (Reflection) และใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ และติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดประสิทธิภาพสูง (High Lumen) 36 W

ภาพที่ 3.37 : วัดค่าแสงเพื่อหาค่าความสว่างภายในห้องเรียนแบบ A



ภาพที่ 3.38 :วัดค่าแสงเพื่อหาค่าความสว่างภายในห้องเรียนแบบ A



อัตราการใช้กระแสไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 1 x 36 W จำนวน 1 ชุด

บัลลาสต์ชนิดขดลวดธรรมดา	บัลลาสต์ชนิดอิเลคทรอนิกส์
0.21 A	0.17 A

การควบคุม ในการควบคุมการเปิด - ปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการควบคุม คือการนำ โปรแกรม TWO WIRE REMOTE เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการควบคุมการเปิด - ปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

5) การบำรุงรักษาและแผนงานตรวจวัด

มหาวิทยาลัย ได้ว่าจ้างผู้รับเหมาภายนอก (Out Source) ในการบำรุงรักษางานระบบต่างๆ ภายในอาคาร ผู้ปฏิบัติงานจะประจำที่อาคารตลอดเวลาทำการปกติ จำนวน 4 คน โดยมีวิศวกร จำนวน 1 คน และเจ้าหน้าที่ช่าง 3 คน และมีบุคลากรของมหาวิทยาลัยจำนวน 2 คน ทำการควบคุมและดูแลการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3.3 : แผนงานตรวจวัดและการบำรุงรักษา

ลำดับที่	รายละเอียด	รอบการตรวจเช็ค
1	CHILLER	Daily
2	PUMP	Daily
3	COOLING TOWER	Weekly
4	AIR HANDLING UNIT	Weekly
5	SPLIT TYPE	Monthly
6	EXHAUST FAN	Monthly
7	GENERATOR	Weekly
8	RECORD ENERGY	Daily
9	PRECISION AIR	Monthly
10	BOOSTER PUMP	Daily
11	FIRE PUMP	Weekly
12	WASTE WATER TREATMENT	Weekly
13	WATER COOLED PIPE	Monthly
14	EMERGENCY LIGHT	Monthly

ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) ผลิตภัณฑ์ FLUKE รุ่น 175 ใช้สำหรับวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ของเครื่องจักรอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน ±(1.0%+3) และ ±(1.5%+3) ตามลำดับ

ภาพที่ 3.39 : ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)

2. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ผลิตภัณฑ์ FLUKE รุ่น 51-2 ใช้สำหรับวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในพื้นที่ปรับอากาศของอาคารให้มีค่าอุณหภูมิการใช้งานที่เหมาะสม เพื่อลดภาระการทำความเย็นและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน ±(0.05%+0.3°C)

ภาพที่ 3.40 : เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

3. ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter) ผลิตภัณฑ์ DIGICON รุ่น LX50 ใช้สำหรับวัดค่าความสว่าง ในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคาร มีค่าความสว่างเพียงพอต่อการใช้งานโดยไม่จำเป็นต้องเปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่นั้น ๆ หรือไม่ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน ±(0.01Lux)

ภาพที่ 3.41 : ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter)

4. ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System) ผลิตภัณฑ์ ANDOVER ใช้ในการควบคุมการเปิด - ปิดเครื่องส่งลมเย็น (AHU) ตามเวลาที่ตั้งไว้ในแต่ละวัน โดยอัตโนมัติ สามารถกำหนดเวลาล่วงหน้าเป็นรายปี รวมถึงวันหยุด และใช้ในการปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศของอาคารให้มีค่าอุณหภูมิการใช้งานที่เหมาะสม และยังสามารถควบคุมระบบอื่น ๆ เช่น ระบบระบายอากาศ ระบบป้องกันอัคคีภัย ระบบรักษาความปลอดภัย และระบบส่งจ่ายน้ำภายในอาคาร เป็นต้น ให้ทำงานโดยอัตโนมัติและทำงานสอดคล้องสัมพันธ์กัน ทำให้ง่ายในการควบคุมและประหยัดแรงงานคน

ภาพที่ 3.42 : ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System)

ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

5. ระบบควบคุมเครื่องทำน้ำเย็น (Carrier Comfort Network) ผลิตภัณฑ์ CARRIER ใช้ในการควบคุมการทำงานของ Chilled Water Plant ทั้งระบบโดยบังคับให้เครื่อง Chiller, Chilled Water Pump, Condenser Water Pump และ Cooling Tower ทำงานน้อยตัวที่สุดและ Chiller แต่ละตัวจะทำงานที่ใกล้ Full Load มากที่สุด เพื่อทำให้ประสิทธิภาพของระบบโดยรวมสูงที่สุด

ภาพที่ 3.43 : ระบบควบคุมเครื่องทำน้ำเย็น (Carrier Comfort Network)

ที่มา : *แปลนอาคาร 9*. (ม.ป.ป.) สืบค้น วันที่ 20 กันยายน 2554, จากฐานข้อมูลฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

3.3 การประเมินผลการวิจัย

ในการเก็บข้อมูลลักษณะการใช้งานของเครื่องจักรอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ ประกอบด้วย เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ปั๊มน้ำ (Pump) หอผึ่งเย็น (Cooling Tower) เครื่องส่งลมเย็น (AHU) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศ การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) การบำรุงรักษาท่อคอนเดนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) และลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วย การใช้ไฟแสงสว่างในส่วน โถงหน้าลิฟต์ ห้องน้ำ ห้องเรียน ห้องประชุม และบริเวณพื้นที่อ่านหนังสือ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หามาตรการในการอนุรักษ์พลังงาน โดยการคำนวณผลการประหยัดพลังงานจากค่ากำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน จำนวนวันทำงานต่อปี และประเมินผลโดยเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ก่อนและหลังการปรับปรุง ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี รวมถึงเงินลงทุนและระยะเวลาคืนทุน ทุกมาตรการที่ได้กำหนด โดยมีเงื่อนไขการใช้งานที่เหมือนกัน รวมถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีผลกระทบ เช่น การใช้พื้นที่ เวลาในการใช้

งาน จำนวนผู้ใช้อาคาร การเพิ่มหรือลดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน สภาพอากาศ และอัตราค่าพลังงาน เป็นต้น ซึ่งจะถูกปรับให้สอดคล้องกับเงื่อนไขการใช้งานที่เหมือนกัน

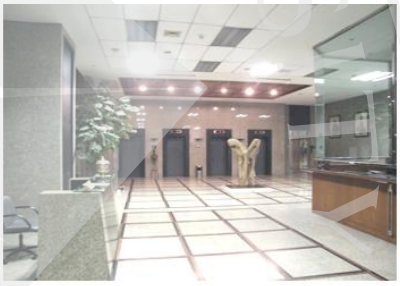
บทที่ 4

ผลการศึกษา

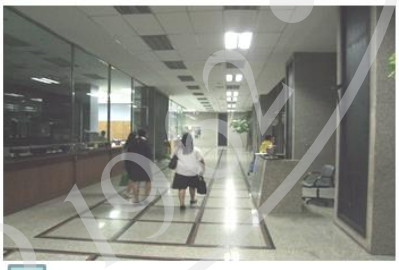
การศึกษาการจัดการพลังงานในอาคาร ดร.เจริญ คันธวงค์ เพื่อเป็นข้อมูลในการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกมาตรการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร ดร. เจริญ คันธวงค์ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

อาคารดร.เจริญ คันธวงค์ เป็นอาคารสูง 16 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยรวม 65,700 m^2 เปิดทำการ วันจันทร์ - เสาร์ โดยจะ เปิดตามตารางสอน เริ่มตั้งแต่เวลา 8.30 น – 22 .00 น. โดยมีพื้นที่แต่ละชั้นดังนี้

ภาพที่ 4.1 : แปลนอาคารชั้น1



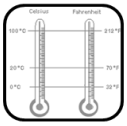
1



2

ชั้นที่1 พื้นที่ 5,800 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 350-400 Lx.



ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 24-25 C°

ภาพที่ 4.2 : แปลนอาคารชั้น 2

1

ชั้นที่2 พื้นที่ 3,000 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 250-350 Lx.

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 24-25 c°

ภาพที่ 4.3 : แปลนอาคารชั้น 3

ชั้นที่3 พื้นที่ 5,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 300-500 Lx.

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 21-22 c°

ภาพที่ 4.4 : แปลนอาคารชั้น 4

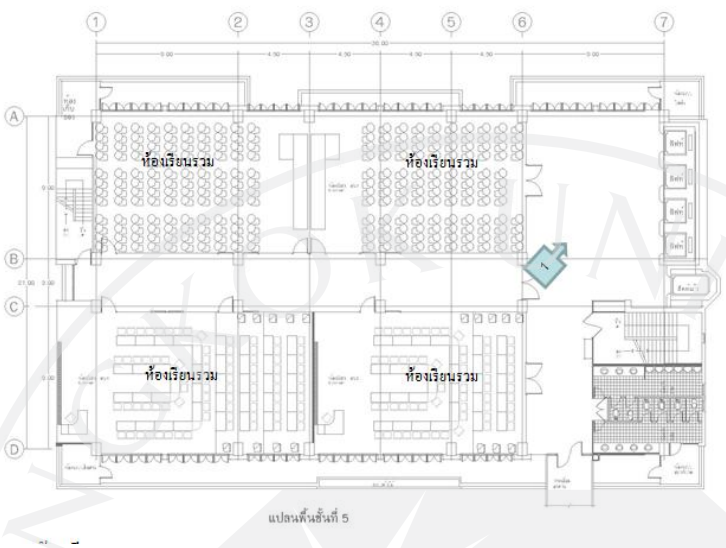
1

ชั้นที่ 4 พื้นที่ 4,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 200-300 Lx.

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 22-24 c°

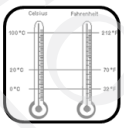
ภาพที่ 4.5 : แปลนอาคารชั้น 5



1

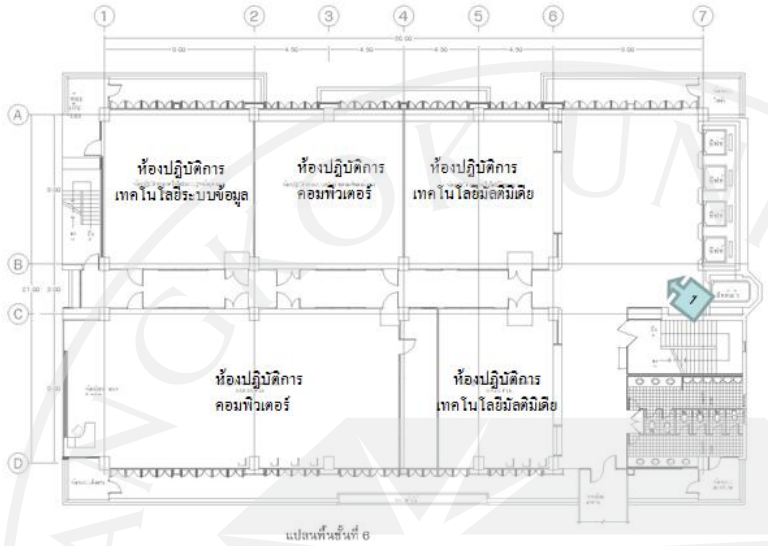
ชั้นที่ 5 พื้นที่ 4,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 250 - 400 Lx.



ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 22 c°

ภาพที่ 4.6 : แปลนอาคารชั้น6



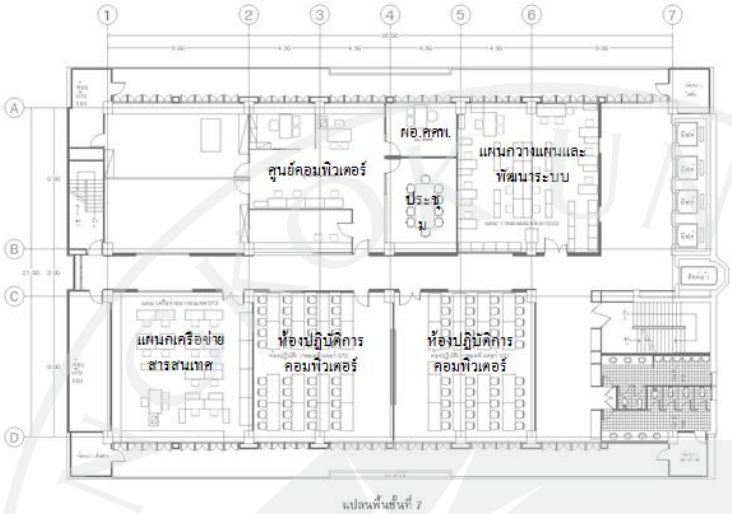
1

ชั้นที่ 6 พื้นที่ 4,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 200-300 Lx.

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 21-22 c°

ภาพที่ 4.7 : แปลนอาคารชั้น 7



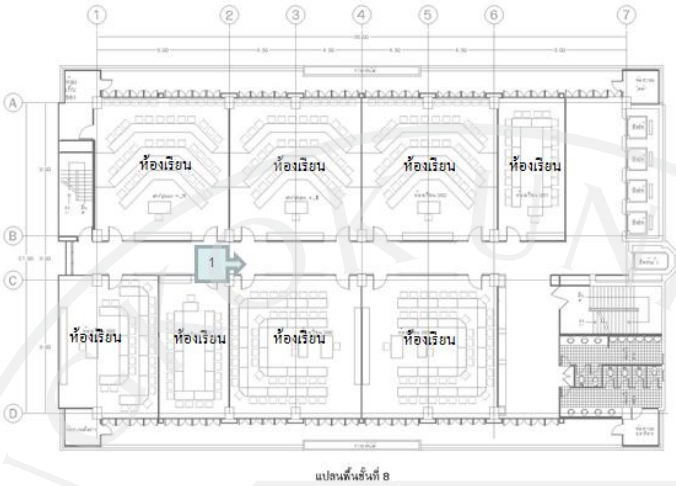
1

ชั้นที่ 7 พื้นที่ 4,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 200-350 Lx.

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 21-22 c°

ภาพที่ 4.8 : แปลนอาคารชั้น8

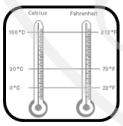


แปลนพื้นชั้นที่ 8

1

ชั้นที่ 8 พื้นที่ 4,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 300-350 Lx.



ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 22-23 c°

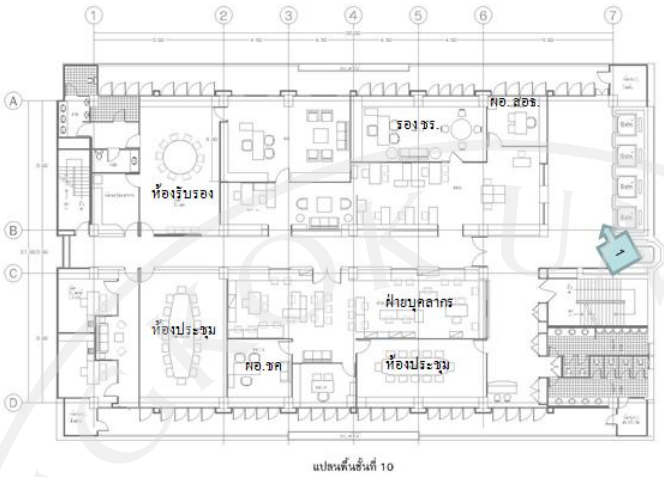
ภาพที่ 4.9 : แปลนอาคารชั้น9

ชั้นที่ 9 พื้นที่ 4,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 200-300 Lx.

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 22-24 C°

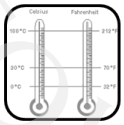
ภาพที่ 4.10 : แปลนอาคารชั้น10



1

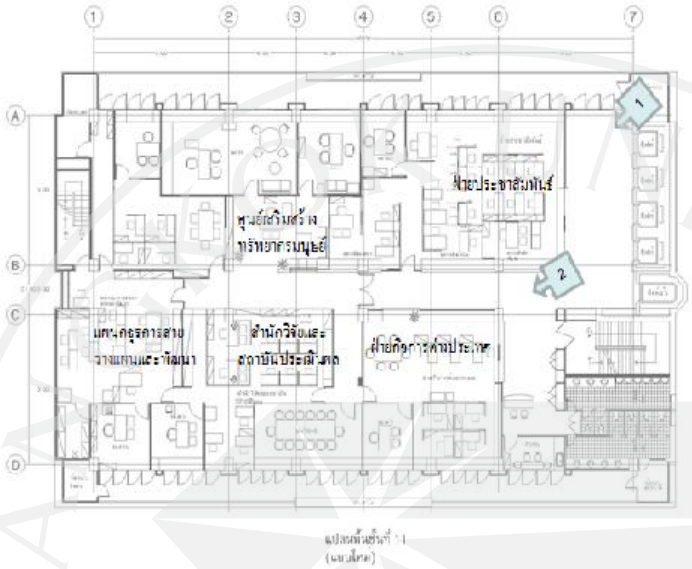
ชั้นที่ 10 พื้นที่ 4,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 150-300 Lx.

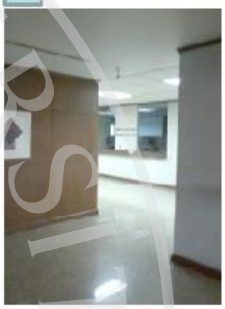


ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 22-24 c°

ภาพที่ 4.11 : แปลนอาคารชั้น11



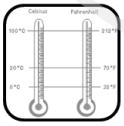
1



2

ชั้นที่ 11 พื้นที่ 4,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 200 - 300 Lx.



ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 23-25 c°

ภาพที่ 4.12 : แปลนอาคารชั้น12

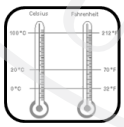
แปลนพื้นชั้นที่ 12

1

2

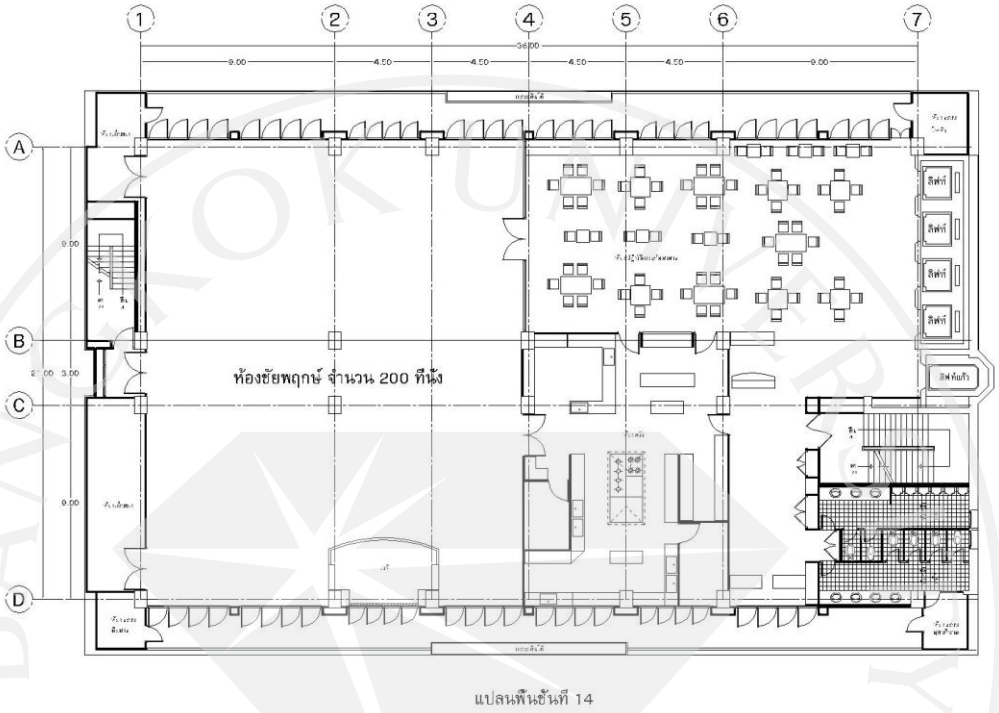
ชั้นที่ 12 พื้นที่ 4,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 150-300 Lx.



ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 22 c°

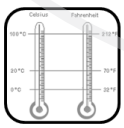
ภาพที่ 4.13 : แปลนอาคารชั้น14



แปลนพื้นชั้นที่ 14

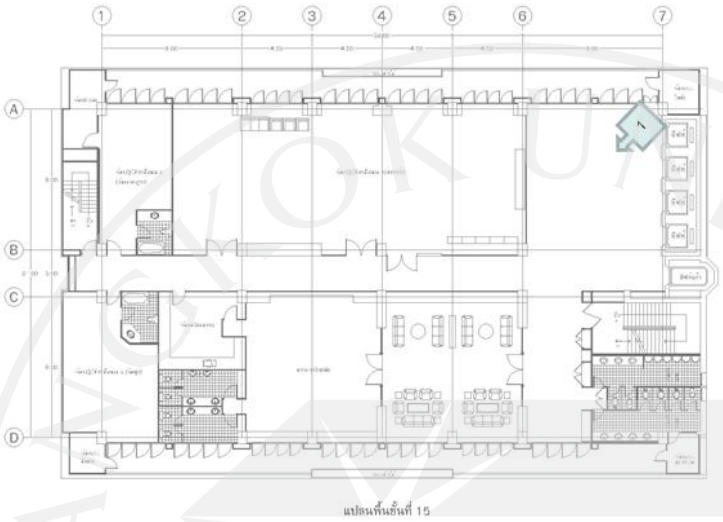
ชั้นที่ 14 พื้นที่ 4,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 200-300 Lx.



ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 23-24 c°

ภาพที่ 4.14 : แปลนอาคารชั้น15



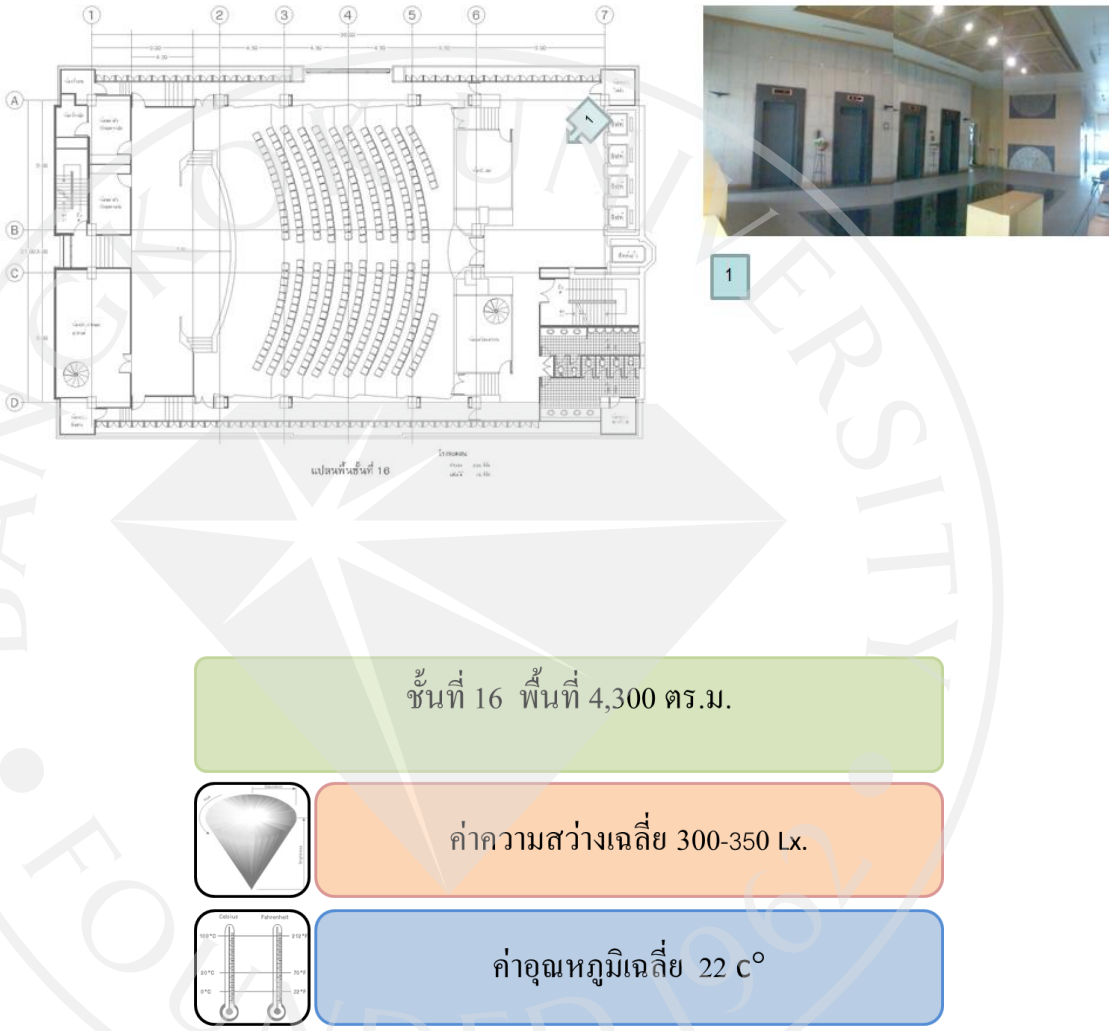
1

ชั้นที่ 15 พื้นที่ 4,300 ตร.ม.

ค่าความสว่างเฉลี่ย 200-300 Lx.

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 23-24 c°

ภาพที่ 4.15 : แปลนอาคารชั้น16



4.1 การจัดการพลังงานในระบบปรับอากาศ

ศึกษาการจัดการพลังงานในระบบปรับอากาศ เพื่อกำหนดมาตรการในการลดการใช้พลังงานในอาคาร ดร.เจริญ คันธวงค์ โดยการใช้งานอุปกรณ์ที่มีอยู่ในระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.1 มาตรการ การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 340 ton จำนวน 3 เครื่อง โดยปกติอาคารมีการเปิด – ปิดเครื่องทำน้ำเย็นตามเวลาดังนี้

เวลาเปิด 07.30 น. เปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 340 ton จำนวน 1 เครื่อง

เวลาปิด 21.30 น. ปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 340 ton จำนวน 1 เครื่อง

2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

อาคารเปิดทำการเวลา 08.00 – 22.00 น. ในเวลา 07.30 น. เปิดเครื่องทำน้ำเย็นก่อนอาคารเปิดทำการ 30 นาที และปิดเครื่องทำน้ำเย็น เวลา 21.30 น. ก่อนอาคารปิดทำการ 30 นาที แต่เนื่องจากน้ำเย็นในระบบยังมีความเย็นเพียงพอจ่ายโหลด จึงเลื่อนเวลาปิดเครื่องทำน้ำเย็นให้เร็วขึ้น 60 นาที ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้อาคาร จึงปรับเวลาการเปิด - ปิดเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ดังนี้

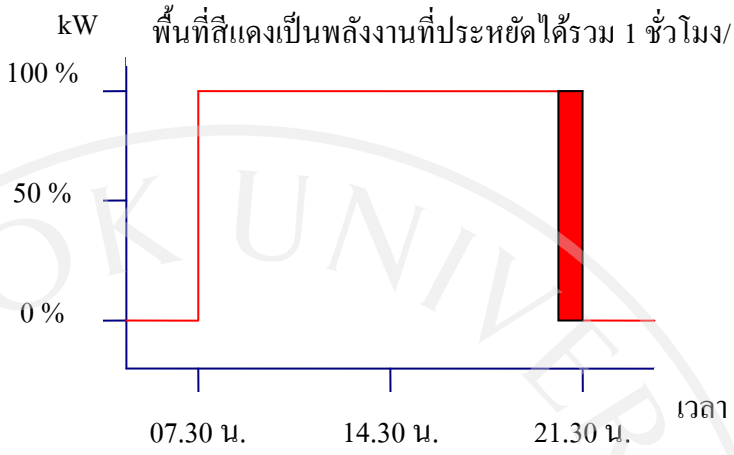
เวลาเปิด 07.30 น. เปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 340 ton จำนวน 1 เครื่อง

เวลาปิด 21.30 น. ปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 340 ton จำนวน 1 เครื่อง

ภาพที่ 4.16 : เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

ภาพที่ 4.17 : การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

3) สภาพหลังปรับปรุง



การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

เครื่องทำน้ำเย็น ขนาด 340 ton จำนวน 1 เครื่อง 238 kW

ชั่วโมงการใช้งานลดลง	1 ชั่วโมง/ วัน
จำนวนวันทำงาน 3	00 วัน/ ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	238 x 1 x 300
	71,400 kWh/ ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.50 บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	71,400 x 3.50
	249,900 บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	71,400 kWh/ ปี
เงินที่ประหยัดได้	249,900 บาท/ ปี

เงินลงทุนมาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.1.2 มาตรการการลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำ(Pump) และหอผึ่งเย็น(Cooling Tower)

1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยมี Chilled Water Pump ขนาด 20 Hp จำนวน 4 เครื่อง, Condenser Water Pump ขนาด 20 Hp

จำนวน 4 เครื่อง และ Cooling Tower ขนาด 400 ton จำนวน 3 เครื่อง โดยปกติอาคารมีการเปิด - ปิดปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็นตามเวลาดังนี้

เวลาเปิด 07.30 น.

เปิด Chilled Water Pump ขนาด 20 Hp จำนวน 1 เครื่อง

เปิด Condenser Water Pump ขนาด 20 Hp จำนวน 2 เครื่อง

เปิด Cooling Tower ขนาด 400 ton จำนวน 2 เครื่อง

เวลาปิด 21.30 น.

ปิด Chilled Water Pump ขนาด 20 Hp จำนวน 1 เครื่อง

ปิด Condenser Water Pump ขนาด 20 Hp จำนวน 2 เครื่อง

ปิด Cooling Tower ขนาด 400 ton จำนวน 2 เครื่อง

2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

อาคารเปิดทำการเวลา 08.00 – 22.00 น. ในเวลา 07.30 น. เปิดปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็นก่อนอาคารเปิดทำการ 30 นาที และปิดปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็น เวลา 21.30 น. ก่อนอาคารปิดทำการ 30 นาที แต่เนื่องจากน้ำเย็นในระบบยังมีความเย็นเพียงพอจ่ายโหลด จึงเลื่อนเวลาปิดปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็นให้เร็วขึ้น 60 นาที ตามการปรับเวลาการเปิด – ปิดเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็น โดยไม่มีผล กระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้อาคาร จึงปรับเวลาการเปิด – ปิดปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็นใหม่ดังนี้

เวลาเปิด 07.30 น.

เปิด Chilled Water Pump ขนาด 20 Hp จำนวน 1 เครื่อง

เปิด Condenser Water Pump ขนาด 20 Hp จำนวน 2 เครื่อง

เปิด Cooling Tower ขนาด 400 ton จำนวน 2 เครื่อง

เวลาปิด 20.30 น.

ปิด Chilled Water Pump ขนาด 20 Hp จำนวน 1 เครื่อง

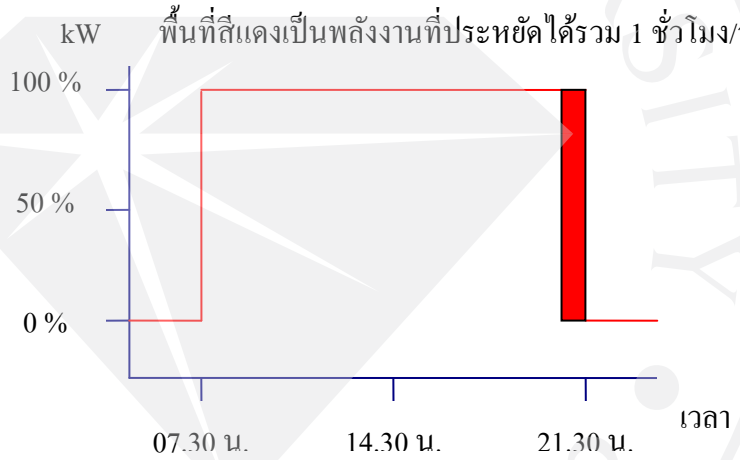
ปิด Condenser Water Pump ขนาด 20 Hp จำนวน 2 เครื่อง

ปิด Cooling Tower ขนาด 400 ton จำนวน 2 เครื่อง

ภาพที่ 4.18 : ปั๊มน้ำ (Pump) และหอผึ่งเย็น(Cooling Tower)

ภาพที่ 4.19 : การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็น

3) สภาพหลังปรับปรุง



การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

Chilled Water Pump ขนาด 20 Hp 1 เครื่อง	14.92 kW
Condenser Water Pump ขนาด 20 Hp 2 เครื่อง	29.84 kW
Cooling Tower ขนาด 400 ton 2 เครื่อง	11.00 kW
รวม	55.76 kW

ชั่วโมงการใช้งานลดลง	1 ชั่วโมง/ วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/ ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	55.76 x 1 x 300
	16,728 kWh/ ปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.50 บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	16,728 x 3.50
	58,548 บาท/ ปี
ผลประหยัดที่ได้	
พลังงานไฟฟ้า	16,728 kWh/ ปี
เงินที่ประหยัดได้	58,548 บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.1.3 มาตรการ การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องส่งลมเย็น (AHU)

1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยมีเครื่องส่งลมเย็นติดตั้งตามพื้นที่ต่าง ๆ ภายในอาคารรวมทั้งหมด 9 เครื่อง แบ่งเป็นขนาด 10 Hp จำนวน 4 เครื่อง ขนาด 5 Hp จำนวน 3 เครื่อง ขนาด 3 Hp จำนวน 1 เครื่อง ขนาด 1 Hp จำนวน 1 เครื่อง โดยปกติอาคารมีการเปิด – ปิดเครื่องส่งลมเย็นตามพื้นที่การใช้งาน ดังนี้

เวลาเปิด 07.30 น. เปิดเครื่องส่งลมเย็น จำนวน 9 เครื่อง

เวลาปิด 21.30 น. ปิดเครื่องส่งลมเย็น จำนวน 9 เครื่อง

2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

อาคารเปิดทำการเวลา 08.00 – 22.00 น. ในเวลา 07.30 น. เปิดเครื่องส่งลมเย็นจำนวน 9 เครื่อง และเวลา 21.30 น. ปิดเครื่องส่งลมเย็นจำนวน 9 เครื่อง จึงปรับเวลาปิดเครื่องส่งลมเย็นให้เร็วขึ้น 30 นาที ตามการปรับเวลาการปิดเครื่องทำน้ำเย็น ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องส่งลมเย็น โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้อาคาร จึงปรับเวลาการเปิด - ปิดเครื่องส่งลมเย็นใหม่ตามพื้นที่การใช้งาน ดังนี้

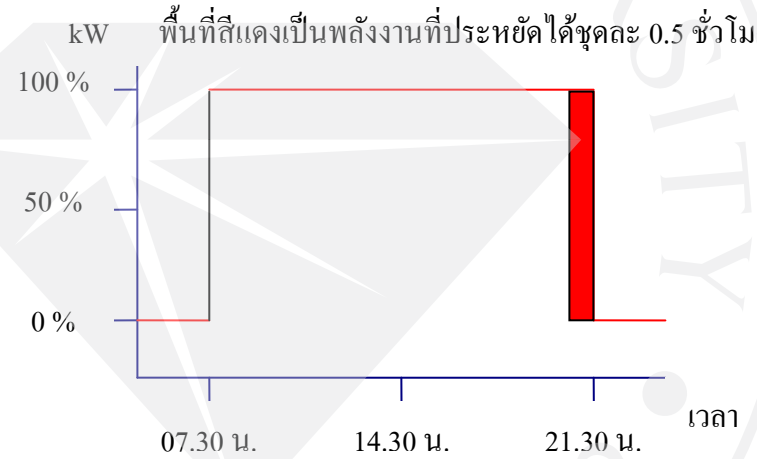
เวลาเปิด 07.30 น. เปิดเครื่องส่งลมเย็น จำนวน 9 เครื่อง

เวลาปิด 21.00 น. ปิดเครื่องส่งลมเย็น จำนวน 9 เครื่อง

ภาพที่ 4.20 : เครื่องส่งลมเย็น (AHU)

ภาพที่ 4.21 : การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานเครื่องส่งลมเย็น (AHU)

3) สภาพหลังปรับปรุง



การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

เครื่องส่งลมเย็น จำนวน 9 เครื่อง	44 kW
ชั่วโมงการใช้งานลดลง	0.50 ชั่วโมง/ วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/ ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	44 x 0.50 x 300
	6,600 kWh/ ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.50 บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	6,600 x 3.50
	23,100 บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	6,600	kWh/ ปี
เงินที่ประหยัดได้	23,100	บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.1.4 มาตรการ การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

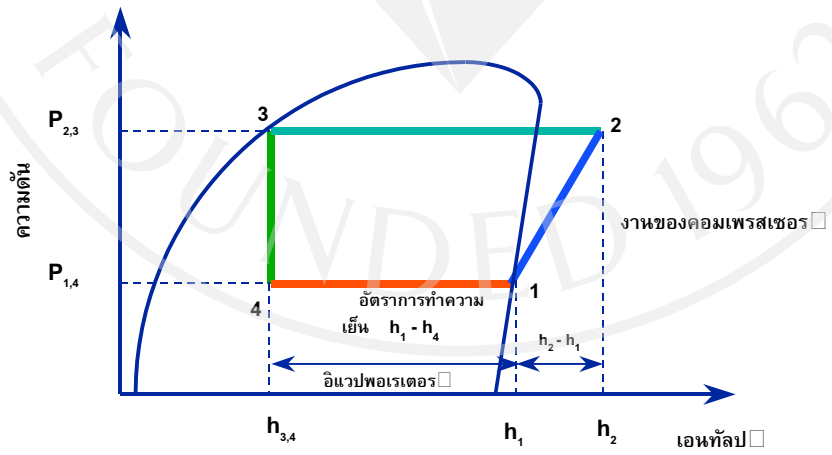
1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 340 ton จำนวน 3 เครื่อง ระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยทำการเปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 340 ton จำนวน 1 เครื่อง เดิมตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นจ่ายโหลดที่ 44 º F

2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการตรวจสอบอุณหภูมิแตกต่างระหว่างน้ำเย็นไป-กลับอยู่ในช่วง 5-6 º F ตลอดเวลา แสดงว่าเครื่องทำน้ำเย็นทำงานที่สภาวะโหลดน้อย ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นจ่ายโหลดเดิมที่ตั้งไว้ที่ 44 º F เพิ่มขึ้นได้อีก 2-3 º F เพื่อให้มีภาระการทำความเย็นที่เหมาะสมและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น

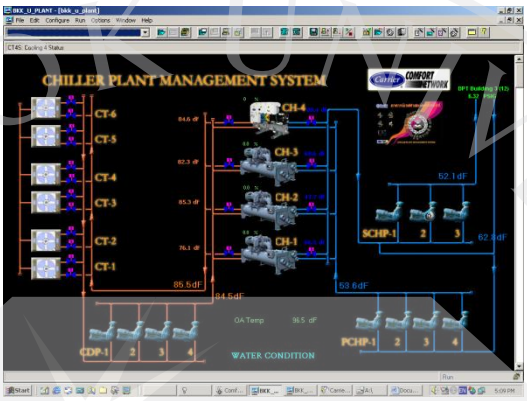
ภาพที่ 4.22 : วัฏจักรทำความเย็น



จะเห็นว่าในวัฏจักรทำความเย็น เมื่ออุณหภูมิ/ความดันในอิแวปเปอร์เรเตอร์เพิ่ม งานของเครื่องอัดจะลดลงโดยที่ h_2-h_1 จะมีค่าลดลง

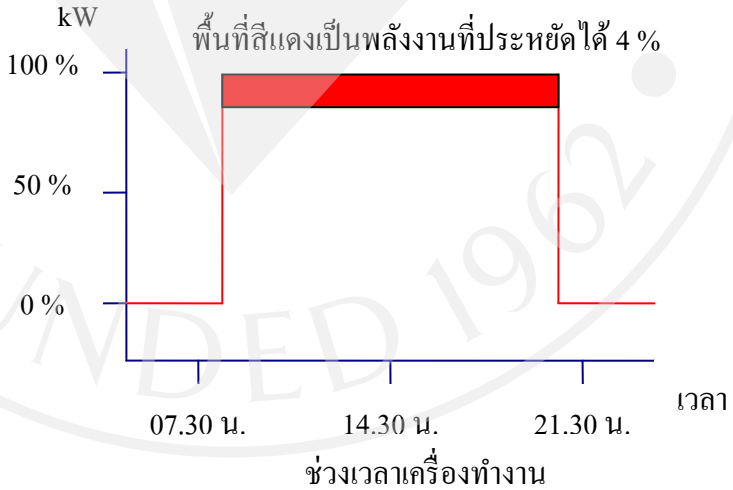
ดำเนินการปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นจ่ายโหลดเพิ่มขึ้นจากที่ 44 ° F เป็นที่ 46 ° F ที่ชุดควบคุมและสังเกตุเห็นว่าเปอร์เซ็นโหลดของเครื่องทำน้ำเย็นลดลงได้ประมาณ 4 % ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้งาน

ภาพที่ 4.23 : การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)



ภาพที่ 4.24 : การประหยัดพลังงานโดยการปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

3) สภาพหลังปรับปรุง



การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการประหยัดโดยเฉลี่ย	9.52 kW	
ชั่วโมงการใช้งาน	14 ชั่วโมง/	วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/	ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	9.52 x 14 x 300	
	39,984 kWh/	ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.50	บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	39,984 x 3.50	
	139,944	บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า 39,984 kWh/ ปี

เงินที่ประหยัดได้ 139,944 บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.1.5 มาตรการ การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม

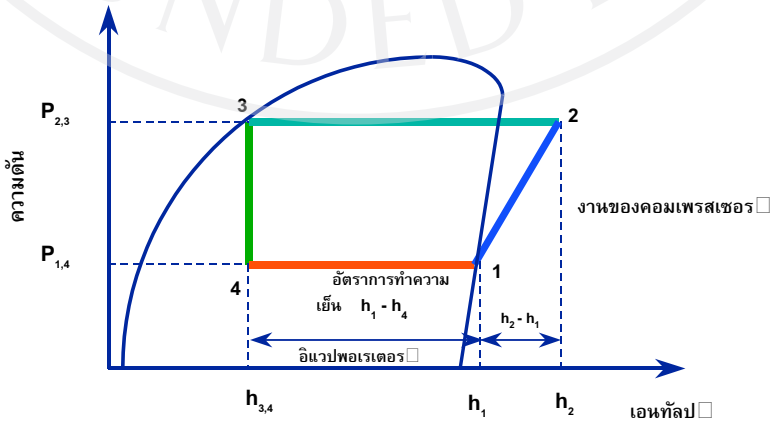
1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 340 ton จำนวน 3 เครื่อง ระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยทำการเปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 340 ton จำนวน 1 เครื่อง จากการตรวจสอบค่าอุณหภูมิการใช้งานภายในพื้นที่ปรับอากาศของอาคาร พบว่ามีการปรับตั้งค่าอุณหภูมิอยู่ที่ 22 ° C

2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

โดยปกติค่าอุณหภูมิการใช้งานภายในพื้นที่ปรับอากาศที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 23 - 25 ° C ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าอุณหภูมิเดิมที่ตั้งไว้ที่ 22 ° C เพิ่มขึ้นได้อีก 1 - 3 ° C เพื่อให้มีภาระการทำความเย็นที่เหมาะสมและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น

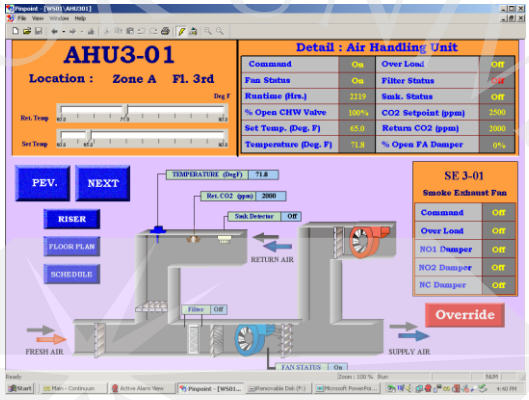
ภาพที่ 4.25 : วัฏจักรทำความเย็น



จะเห็นว่าในวัฏจักรทำความเย็น เมื่ออุณหภูมิ ความดันในอิแวปเปอร์เรเตอร์เพิ่ม งานของเครื่องอัดจะลดลงโดยที่ h_2-h_1 จะมีค่าลดลง

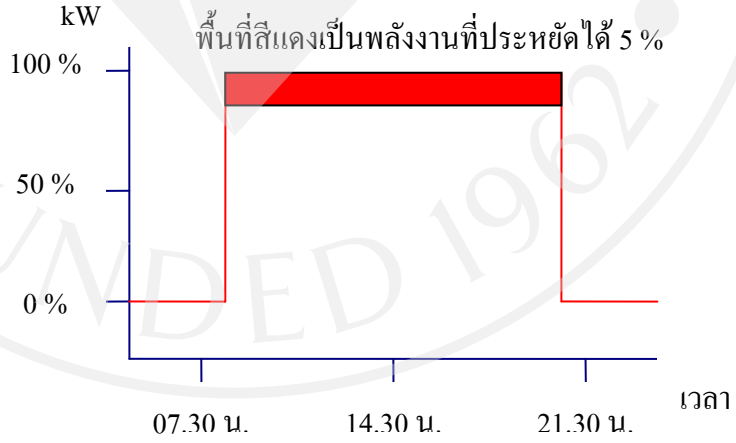
ดำเนินการปรับตั้งค่าอุณหภูมิการใช้งานภายในพื้นที่ปรับอากาศของอาคารเพิ่มขึ้นจากที่ 22 ° C เป็นที่ 25 ° C ในทุกพื้นที่และสังเกตเห็นว่าเปอร์เซ็นต์โหลดของเครื่องทำน้ำเย็นลดลงได้ประมาณ 5 % ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้งาน

ภาพที่ 4.26 : การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม



ภาพที่ 4.27 : การประหยัดพลังงานโดยการปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม

3) สภาพหลังปรับปรุง



การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการประหยัดโดยเฉลี่ย	11.90 kW	
ชั่วโมงการใช้งาน	14 ชั่วโมง/	วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/	ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	11.90 x 14 x 300	
	49,980 kWh/	ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.50	บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	49,980 x 3.50	
	174,930	บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	49,980 kWh/	ปี
เงินที่ประหยัดได้	174,930	บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.1.6 มาตรการการบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 340 ton จำนวน 3 เครื่อง มีหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ขนาด 400 ton จำนวน 3 เครื่อง ระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยทำการเปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 340 ton จำนวน 1 เครื่อง เปิดหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ขนาด 400 ton จำนวน 2 เครื่อง

2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

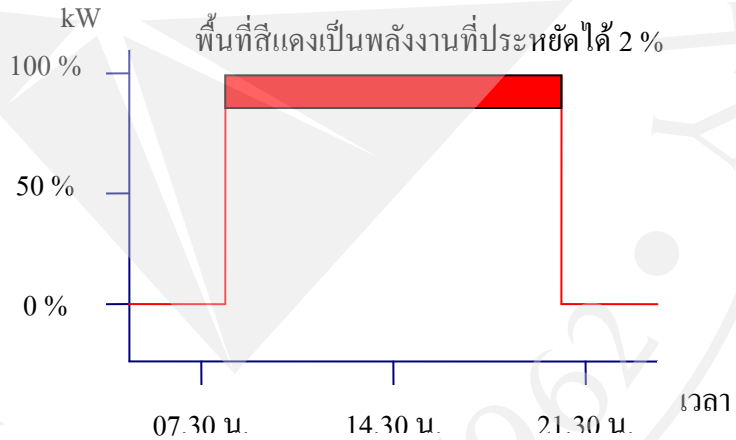
หอผึ่งเย็นเป็นระบบเปิด ที่ Filler หอผึ่งเย็นจะมีตะกรันอุดตันและตะไคร่น้ำเกาะ สภาพ แวดล้อมจะทำให้ประสิทธิภาพการระบายความร้อนน้อยลงตามเวลา ซึ่งจะต้องมีการบำรุงรักษาอยู่เสมอ อาคารได้มีแผนการทำงานในการล้าง Filler หอผึ่งเย็น ทุกๆ 6 เดือนโดย ภายหลังการล้างทำให้อุณหภูมิน้ำระบายเข้าเครื่องทำน้ำเย็นลดต่ำกว่าเดิม 2-3 º F

ผลประหยัดจากการที่สามารถลดอุณหภูมิน้ำระบายเข้าเครื่องทำน้ำเย็นลงได้ ทำให้เปอร์เซ็นต์โหลดของเครื่องทำน้ำเย็นลดลงได้ประมาณ 2 % ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้งาน

ภาพที่ 4.28 : การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

ภาพที่ 4.29 : การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

3) สภาพหลังปรับปรุง



ช่วงเวลาเครื่องทำงาน

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการประหยัดโดยเฉลี่ย	4.76 kW
ชั่วโมงการใช้งาน	14 ชั่วโมง/ วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/ ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	4.76 x 14 x 300
	19,992 kWh/ ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.50 บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	19,992 x 3.50

69,972 บาท/ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า 19,992 kWh/ ปี

เงินที่ประหยัดได้ 69,972 บาท/ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบำรุงรักษาจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.2 การจัดการพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ศึกษาการจัดการพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อกำหนดมาตรการในการลดการใช้พลังงานในอาคาร ดร. เจริญ คันธวงค์ โดยการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2.1 มาตรการ การปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน

อาคารมีการเปิดไฟแสงสว่างในส่วนสำนักงานเวลา 08.30 - 17.00 น. บุคลากรมีการพักกลางวัน ช่วงเวลา คือ เวลา 12.00 - 13.00 น. จากการตรวจสอบลักษณะการทำงานในส่วนสำนักงาน พบว่ามีการปิดไฟบางส่วน ซึ่งถ้ามีการปิดไฟแสงสว่างในสำนักงานที่ไม่มีการติดต่อในช่วงพักเที่ยงจะช่วยในการประหยัดพลังงานภายในอาคารได้ 1ชั่วโมง

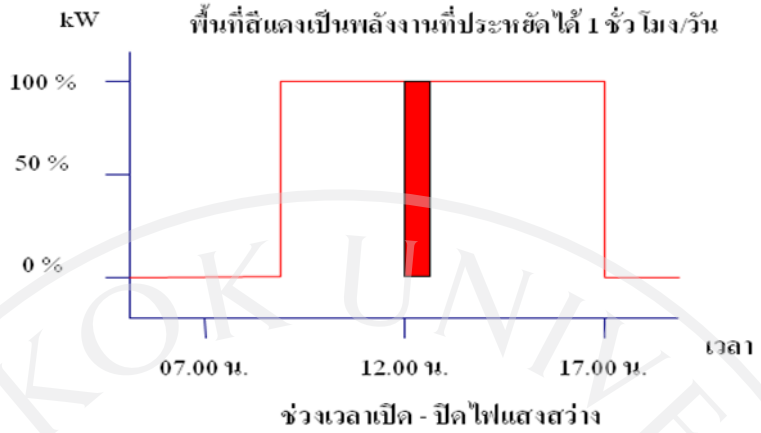
1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการเปิดไฟแสงสว่างในส่วนของสำนักงานเวลา 08.30 - 17.00 น. บุคลากรมีการพักกลางวัน ช่วงเวลา คือ เวลา 12.00 - 13.00 น.

2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการตรวจสอบลักษณะการทำงานในส่วนสำนักงาน พบว่ามีการปิดไฟบางส่วน ซึ่งถ้ามีการปิดไฟแสงสว่างในสำนักงานที่ไม่มีการติดต่อในช่วงพักเที่ยงจะช่วยในการประหยัดพลังงานภายในอาคารได้ 1ชั่วโมง

ภาพที่ 4.30 : แสดงการประหยัดพลังงานที่ได้โดยการลดชั่วโมงการทำงาน



การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการประหยัดโดยเฉลี่ย	10.02 k	w./ ชั่วโมง
ชั่วโมงการหยุดการใช้ไฟฟ้า 1 ชั่วโมง/		วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/	ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	10.02 x 1 x 300	
	3,006 k	w.h/ ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.50	บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	3,006 x 3.50	
	10,521	บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	3,006 k	wh/ ปี
เงินที่ประหยัดได้	10,521	บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.2.2. มาตรการปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ

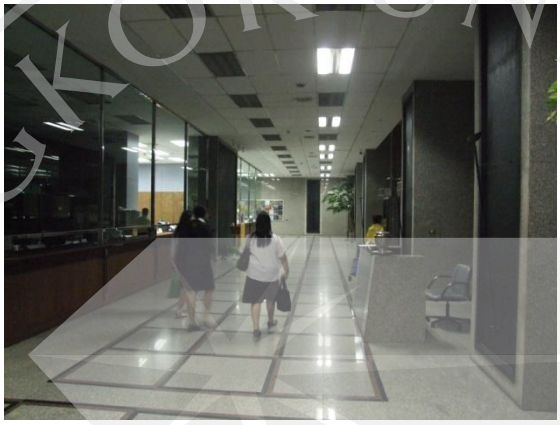
1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการเปิดไฟบริเวณโถงทางเดินตลอดเวลา จากการสำรวจพบว่าบริเวณช่วงเวลา 08.00 - 17.00 น. บริเวณดังกล่าวมีแสงสว่างพอสมควร เนื่องจากบริเวณดังกล่าวได้รับแสงจากทางหน้าต่างไม่ส่งผลกระทบกับแสงบริเวณทางเดินมากนัก และเมื่อปิดไฟและเก็บข้อมูลแสงที่ได้ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

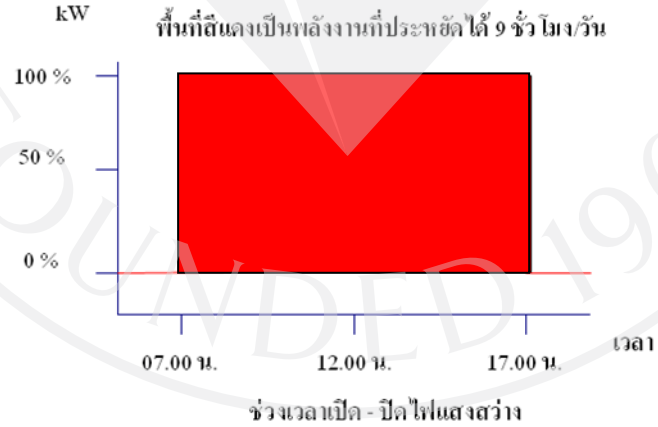
2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ปิดไฟแสงสว่างโถงหน้าลิฟต์ตั้งแต่ เวลา 08.00 - 17.00 น. จากการตรวจสอบพบว่าสามารถเปิดช่องแสงโดยอาศัยแสงธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคาร ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งาน โดยสามารถลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างได้ 9 ชั่วโมง จำนวนหลอดไฟประเภทไฮโดรเจน จำนวน 150 หลอด และหลอดไฟฟลูออเรสเซ็นต์ 104 หลอด

ภาพที่ 4.31 : ภายในอาคารเรียนบริเวณโถงลิฟต์



ภาพที่ 4.32 : แสดงช่วงเวลาเปิด-ปิดแสงสว่างที่คาดว่าจะประหยัดได้



การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการประหยัดโดยเฉลี่ย	11.24 k	W
ชั่วโมงการใช้งาน	9 ชั่วโมง/	วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/	ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	11.24x 9 x 300	
	30,358 k	Wh/ ปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.50	บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	30,358 x 3.50	
	106,253	บาท/ ปี
ผลประหยัดที่ได้		
พลังงานไฟฟ้า	30,358 kWh/	ปี
เงินที่ประหยัดได้	106,253	บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.2.3 มาตรการ การเปลี่ยนหลอดไฟประหยัดพลังงาน (T5)ภายในอาคาร

1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

จากการสำรวจพบว่าจำนวนการใช้แสงไฟภายในอาคารมีใช้บริเวณห้องเรียนมากที่สุดเพราะฉะนั้นหากประหยัดในส่วนห้องเรียนได้ก็จะช่วยให้ประหยัดพลังงานเป็นอย่างมาก เวลาที่เปิดไฟโดยเฉลี่ย 08.00 - 22.00 น.

2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการศึกษาพบว่าหลอดประหยัด T5 มีความประหยัดมากกว่าหลอดประหยัดไฟเดิม T8 จากการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลในห้องเรียนจริง ที่มีการเปลี่ยนหลอดแล้วพบว่ามีค่าความสว่างแสงที่ใกล้เคียงกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้คำนวณค่าแสง ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนหลอดไฟภายในห้องเรียน จะไม่มีผลในเรื่องของคุณภาพแสงภายในห้องเรียน ผลลัพธ์จากคำนวณประหยัดพลังงาน

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน		
กำลังไฟฟ้าจากการประหยัดโดยเฉลี่ย	42.61 kW/ ชั่วโมง	
ชั่วโมงการใช้งาน	14 ชั่วโมง/	วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/	ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	42.61x 14 x 300	
	178,962 kWh/	ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.50	บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	626,367 บาท/ปี	
ผลประหยัดที่ได้		
พลังงานไฟฟ้า	178,962 kWh/	ปี
เงินที่ประหยัดได้	626,367	บาท/ ปี

เงินลงทุน	235,700	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	2.73	ปี

4.3 การออกแบบปรับตำแหน่งไฟให้เหมาะสมกับตำแหน่งโต๊ะในห้องเรียน

แนวทางในการศึกษาและออกแบบ

เนื่องจากปัจจุบัน แสงในห้องเรียนมีความเข้มของแสงไม่เท่ากัน อาจจะไม่เพียงพอ หรือ เข้มมากในบางพื้นที่ หากมีการวางตำแหน่งที่เหมาะสมจะทำให้การใช้พลังงานเกิดประโยชน์สูงสุดและ เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนภายในอาคาร

ขั้นตอนที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล โดย ทำการออกแบบห้องเรียนร่วมที่มีขนาดมาตราฐาน โดยเลือก 2แบบที่เหมาะสม ทำการเก็บข้อมูลแสงสว่างใน ใน 3 ลักษณะ

1 ทำการปิดแสงภายในห้องเรียนแล้ววัดผล

ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนหลอดไฟเดิมจาก หลอด T8 เป็นหลอดไฟ T5

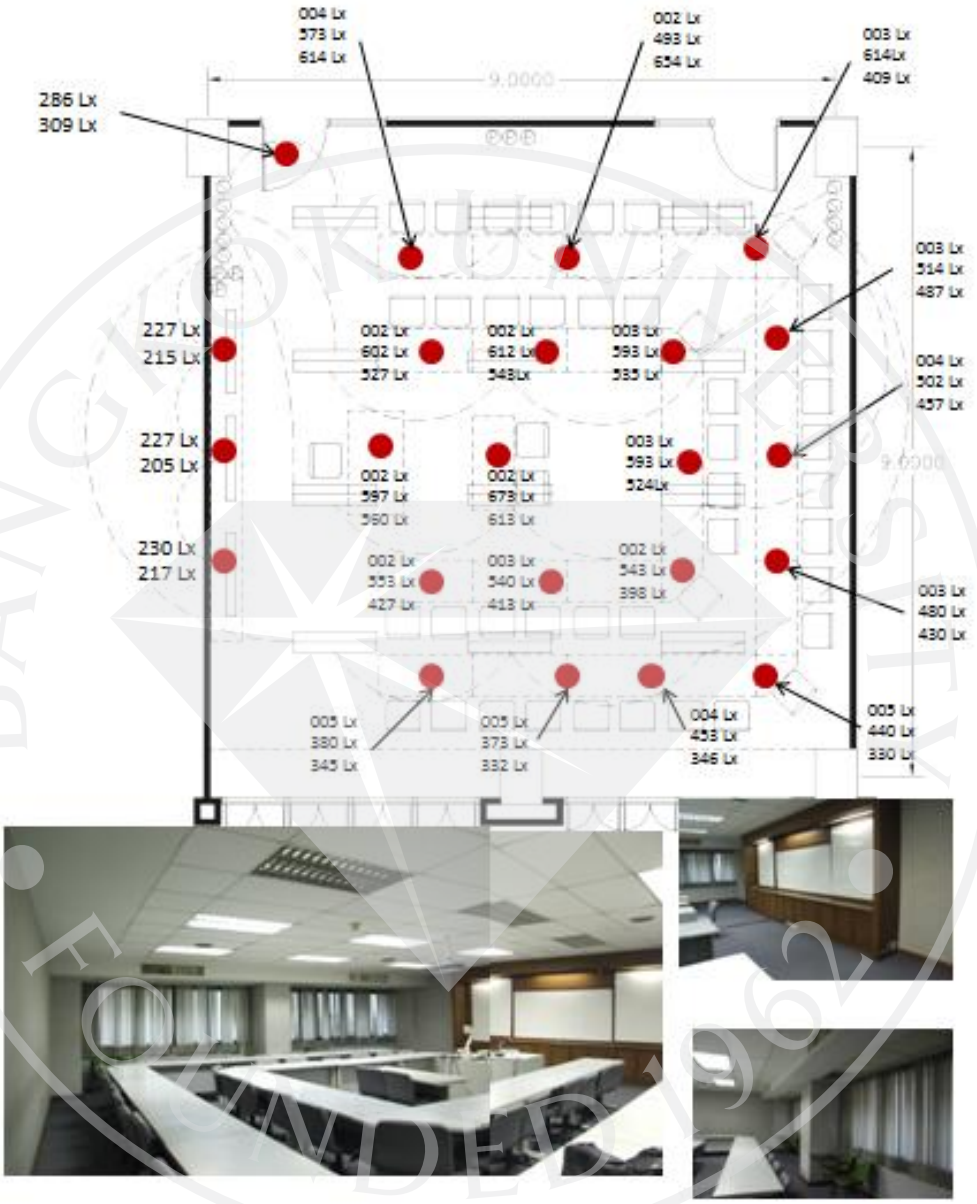
ขั้นตอนที่ 3 เปลี่ยนตำแหน่งหลอดไฟให้อยู่บริเวณโต๊ะเรียน เป็นหลอดไฟ T5

แบบแผนผังไฟฟ้าห้องเรียนแบบ Type - A

แบ่งการเก็บค่าแสงเป็น 3ช่วง

1. ปิดไฟภายในห้องวัดแสง
2. เช้า 9.00น.
3. เย็น 17.00น.

ภาพที่ 4.33 : ภาพบรรยากาศภายในห้องเรียน Type - A

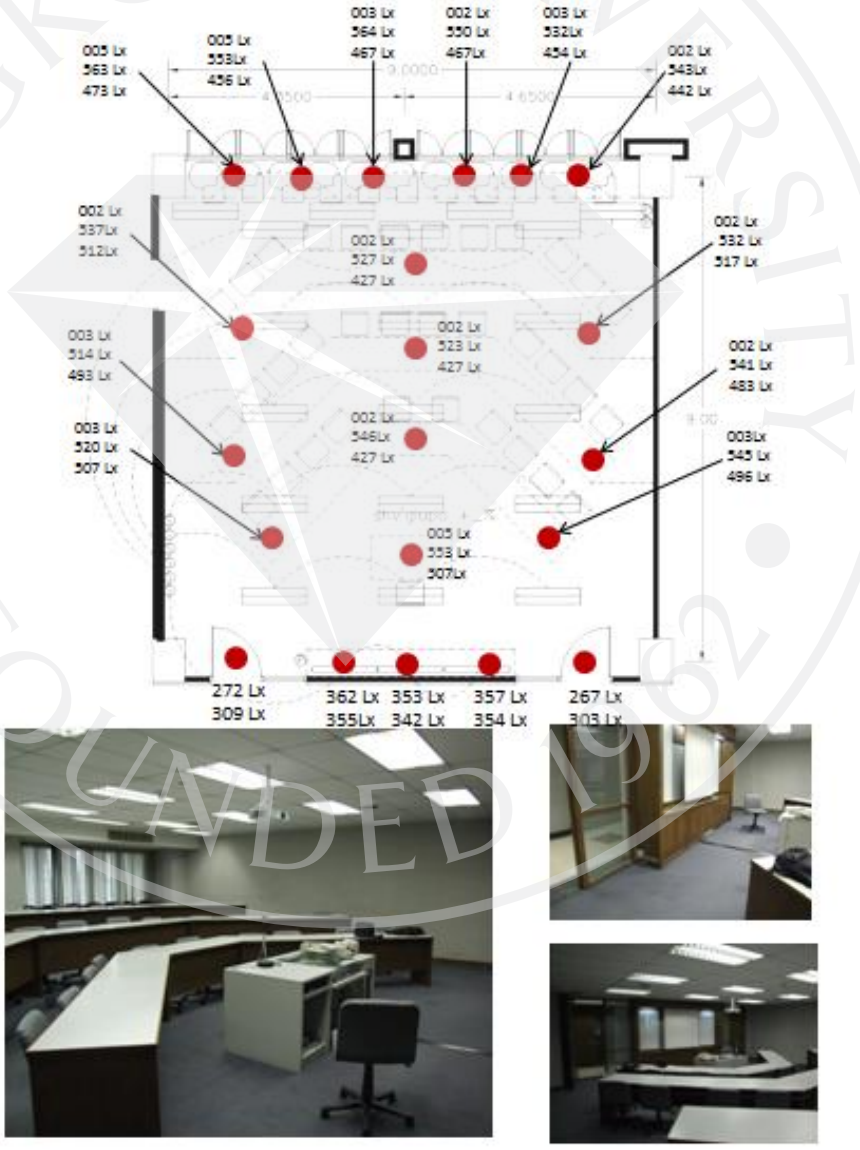


แบบแผนผังไฟฟ้าห้องเรียนแบบ Type B

แบ่งการเก็บค่าแสงเป็น 3ช่วง

4. ปิดไฟภายในห้องวัดแสง
5. เช้า 9.00น.
6. เย็น 17.00น.

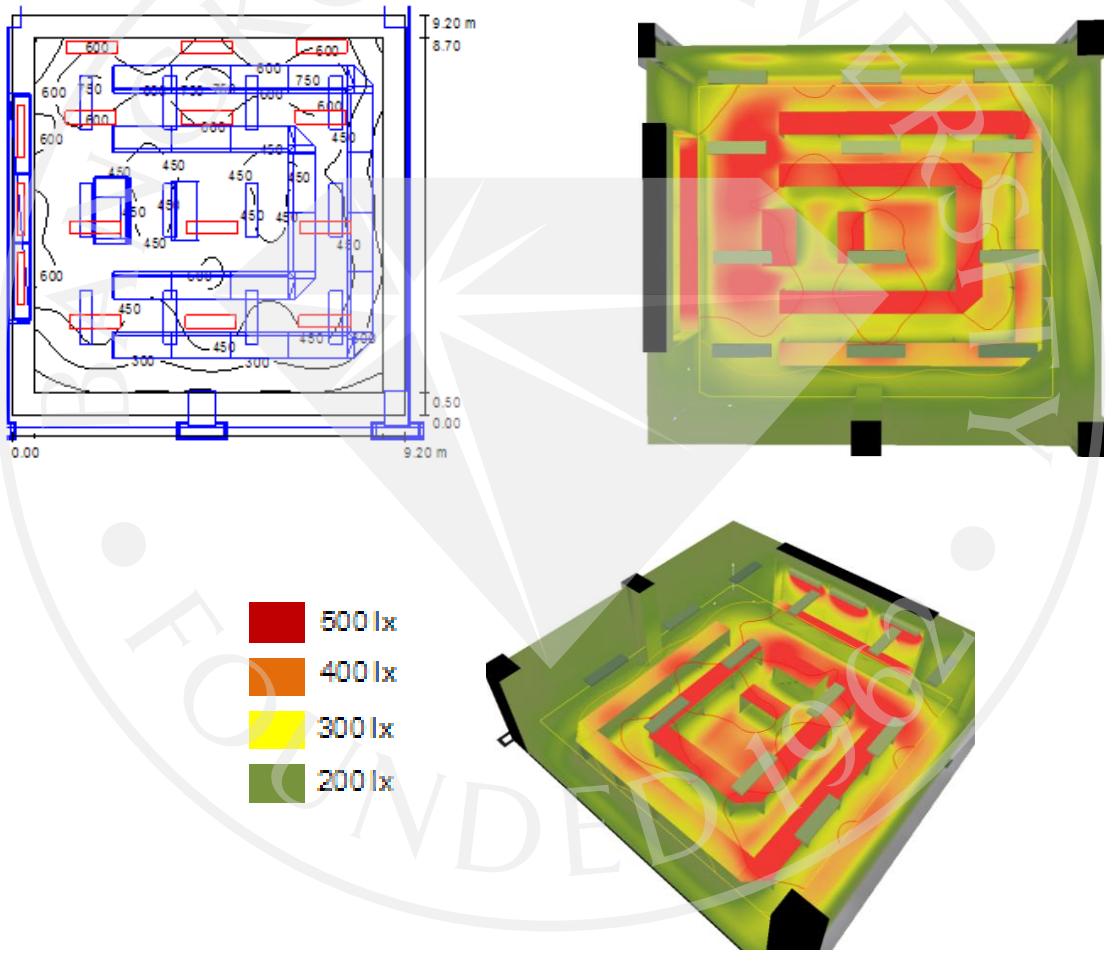
ภาพที่ 4.34 : ภาพบรรยากาศภายในห้องเรียน Type - B



แปลนห้องเรียนแบบ Type - A

- จัดตำแหน่งไฟ แบบเดิม
- หลอดฟลูออเรสเซ็นต์มาตรฐาน T8 แบบเดิม
- จำนวนโคมแบบรีเฟส 11โคม 22 หลอด
- หลอดไฟหน้าชั้น 3หลอด โคมกระจกขุ่น

ภาพที่ 4.35 : วัดค่าความสว่างพื้นที่ทำงาน 819 lx.



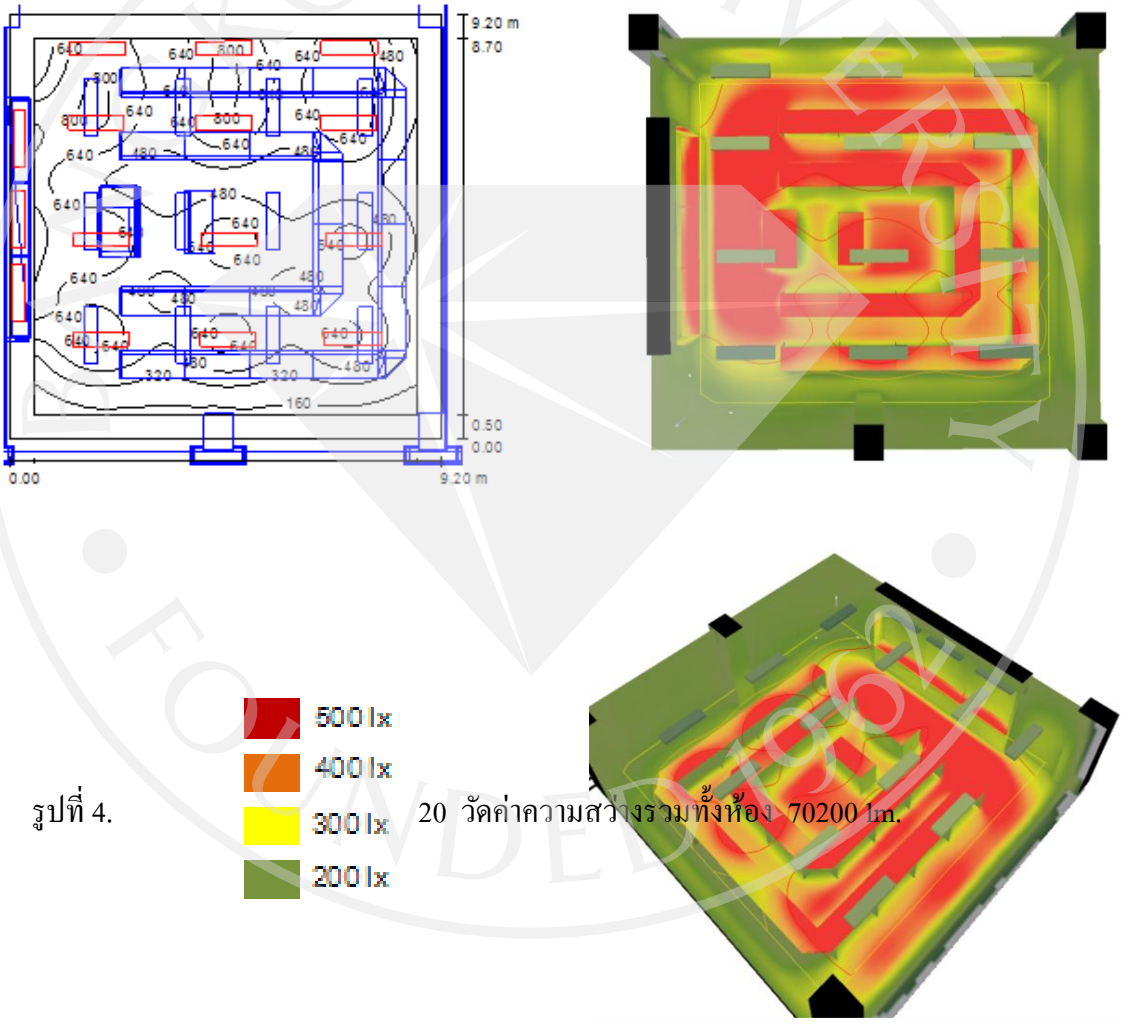
วิเคราะห์เปรียบเทียบ

เนื่องจากการจัดผัดไฟเดิมตำแหน่งไฟยังไม่สอดคล้องกับตำแหน่งโต๊ะเรียนภายในห้องจึงทำให้แสงไม่ทั่วถึง ในส่วนด้านหน้าห้องเรียน ความเข้มของแสงมากกว่าด้านหลังของห้องเรียน

แปลนห้องเรียนแบบ Type – A

- จัดตำแหน่งไฟ แบบเดิม
- หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ มาตรฐาน T5 (ใหม่)
- จำนวนโคมแบบรีเฟส 11โคม 22 หลอด
- หลอดไฟหน้าชั้น 3หลอด โคมกระจกขุ่น

ภาพที่ 4.36 : วัดค่าความสว่างพื้นที่ทำงาน 859 lx.



รูปที่ 4. 20 วัดค่าความสว่างรวมทั้งห้อง 70200 lm.

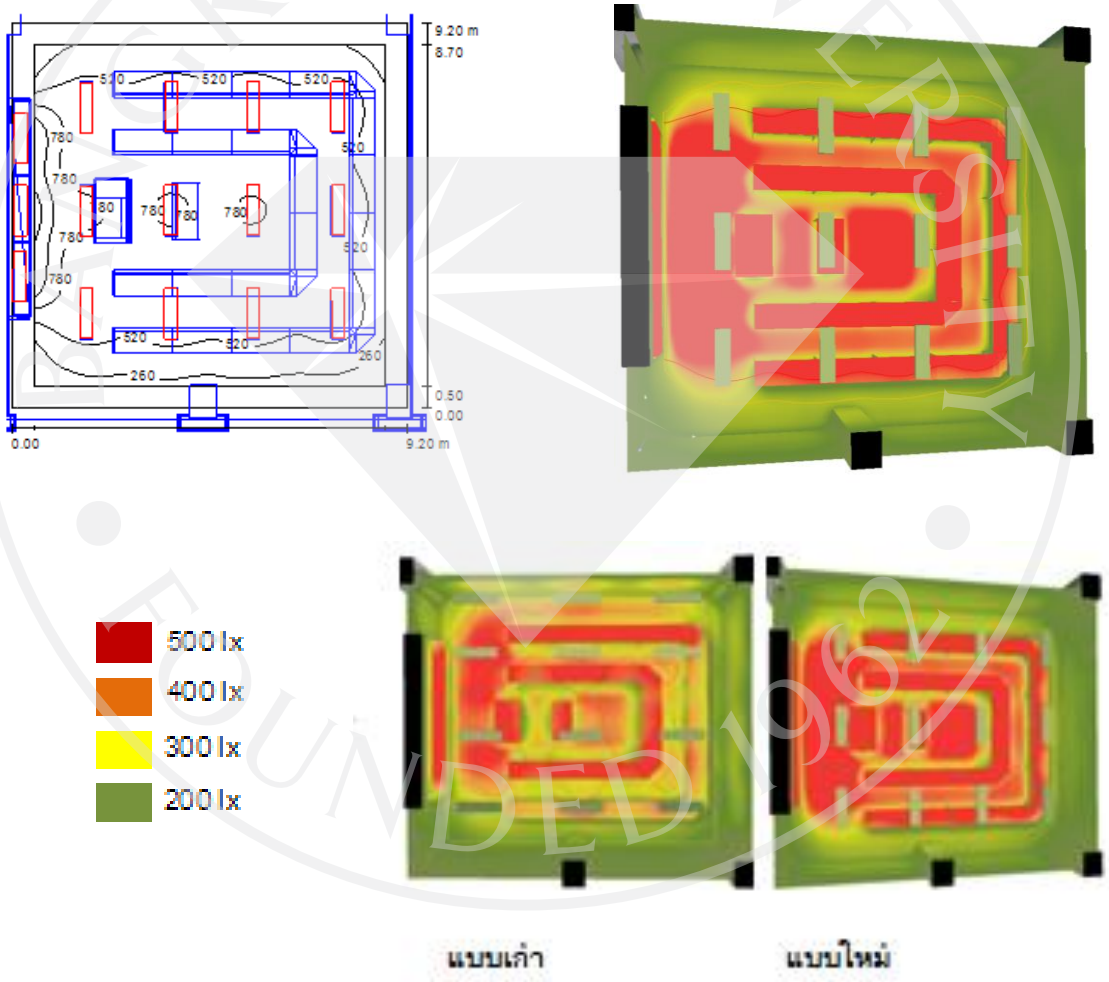
วิเคราะห์เปรียบเทียบ

จากการเปลี่ยนหลอดไฟพบว่า ภายในห้องมีแสงสว่างที่เพิ่มขึ้นและโดยทั่วแต่ตำแหน่งโต๊ะเรียน ความเข้มของแสงยังไม่สม่ำเสมอ จะสว่างจ้า เป็นบางช่วง

แปลนห้องเรียนแบบ Type – A

- จัดตำแหน่งไฟ ใหม่ (แนวขวาง)
- หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ มาตรฐาน T5 (ใหม่)
- จำนวนโคมแบบรีเฟส 11โคม 22 หลอด
- หลอดไฟหน้าชั้น 3หลอด โคมกระจกขุ่น

ภาพที่ 4.37 : วัดค่าความสว่างพื้นที่ทำงาน 859 lx..



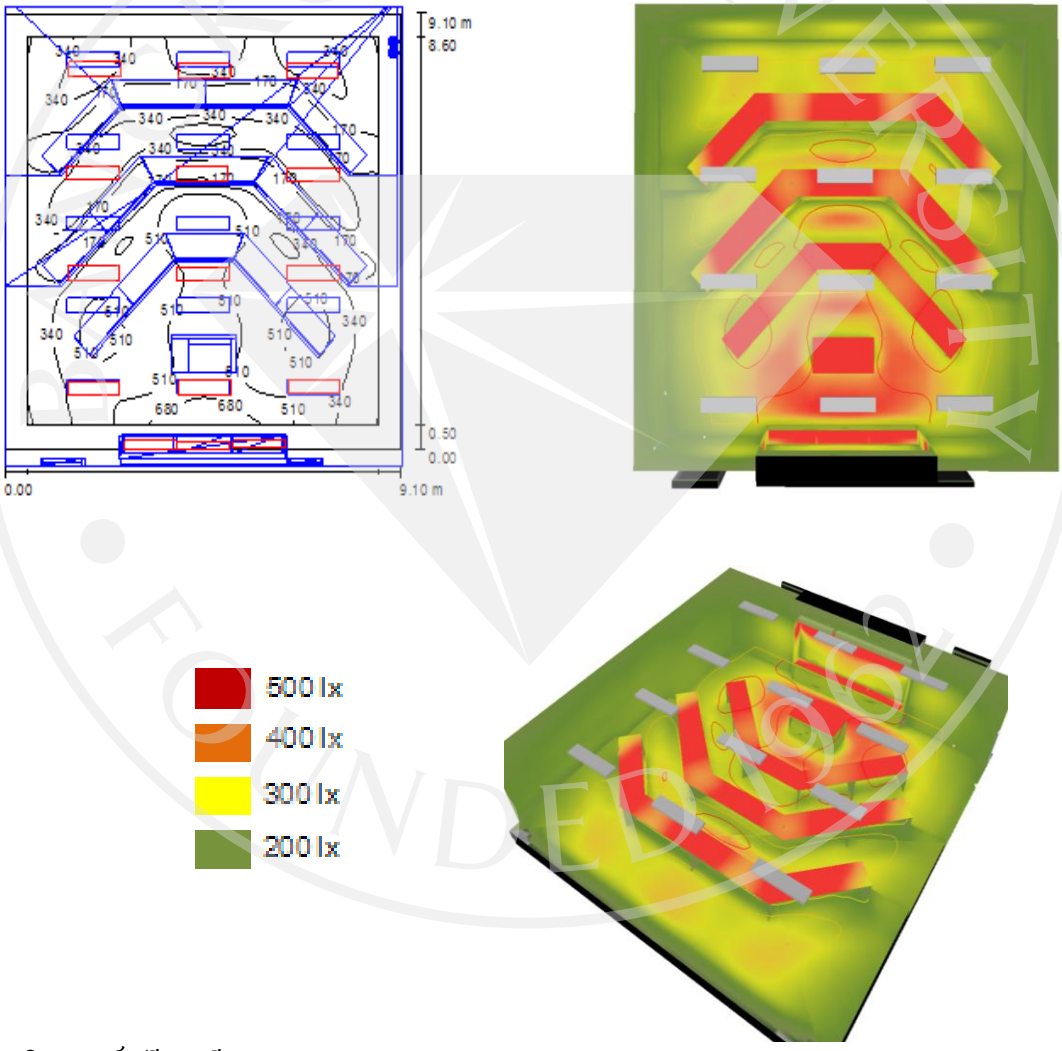
วิเคราะห์เปรียบเทียบ

เปลี่ยนหลอดไฟ เป็นหลอดT5 และทำการออกแบบวางตำแหน่งไฟ ใหม่แล้ววัดผล พบว่า บริเวณโต๊ะเรียนมาค่าความสว่างที่สม่ำเสมอทั่วทั้งห้อง

แปลนห้องเรียนแบบ Type - B

- จัดตำแหน่งไฟแบบเดิม
- หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ มาตรฐาน T8 (เดิม)
- จำนวนโคมแบบรีเฟส 12โคม 22 หลอด
- หลอดไฟหน้าชั้น 3หลอด โคมกระจกขุ่น

ภาพที่ 4.38 : วัดค่าความสว่างพื้นที่ทำงาน 849 lx.



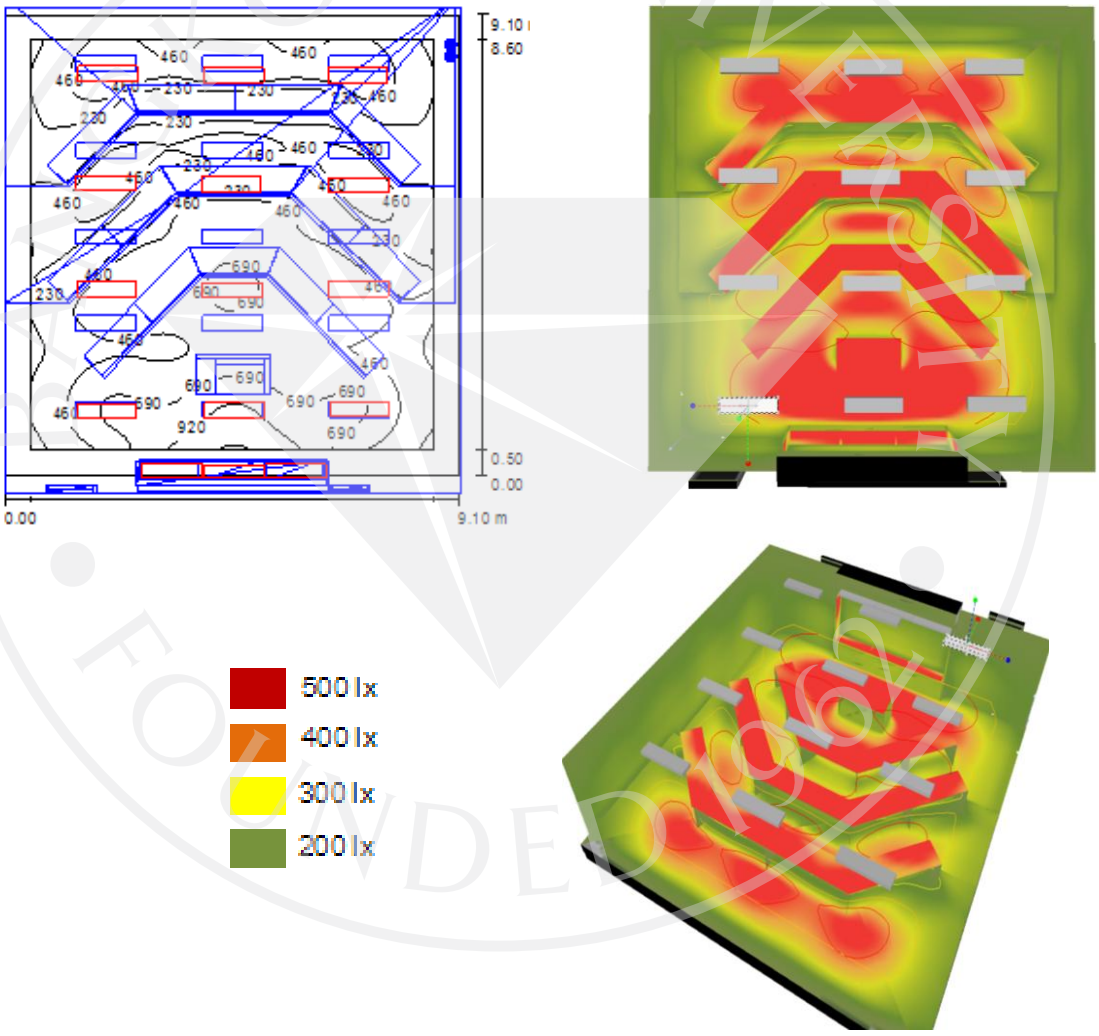
วิเคราะห์เปรียบเทียบ

ภายในห้องเรียน การกระจายแสงยังไม่สม่ำเสมอบริเวณโต๊ะเรียน

แปลนห้องเรียนแบบ Type – B

- จัดตำแหน่งไฟแบบเดิม
- หลอดฟลูออเรสเซ็นต์มาตรฐาน T5 (ใหม่)
- จำนวนโคมแบบรีเฟส 12โคม 22 หลอด
- หลอดไฟหน้าชั้น 3หลอด โคมกระจกขุ่น

ภาพที่ 4.39 : วัดค่าความสว่างพื้นที่ทำงาน 1173 lx.



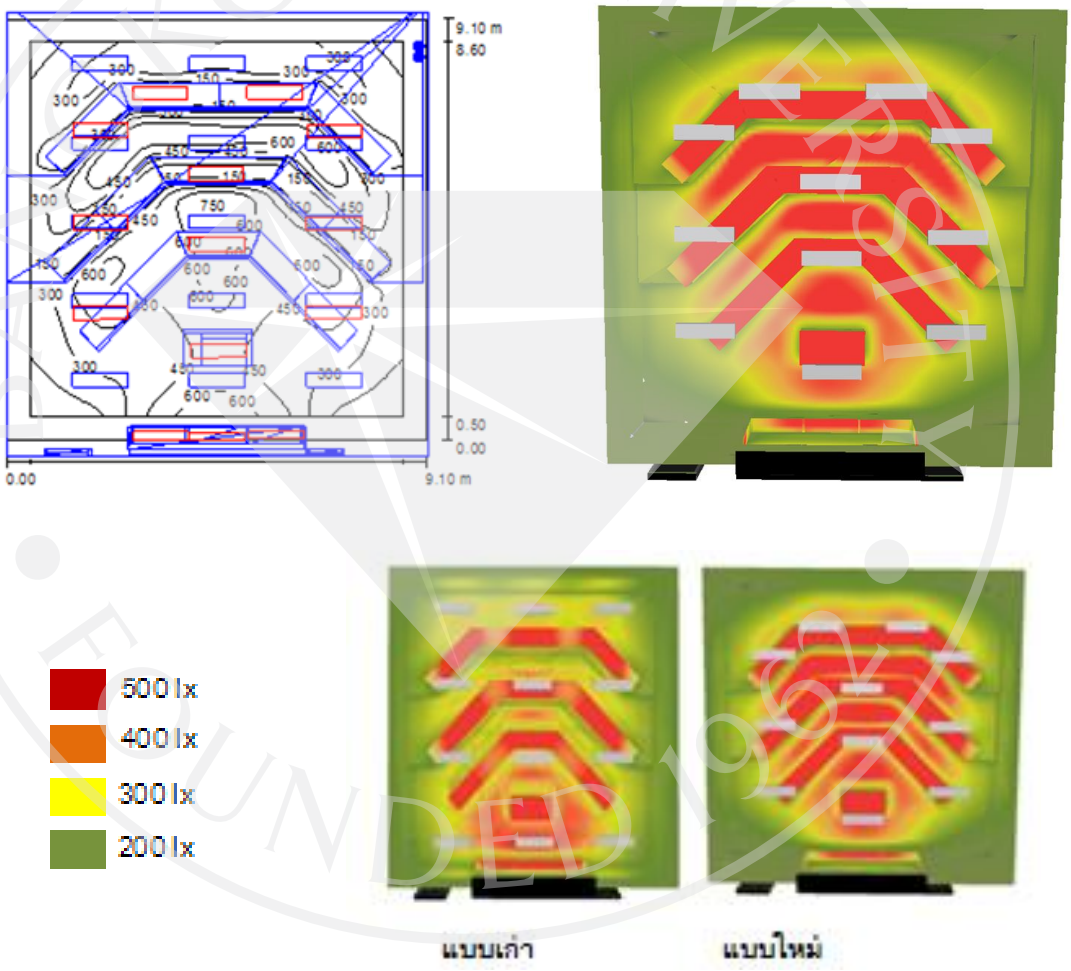
วิเคราะห์เปรียบเทียบ

จากการเปลี่ยนหลอดไฟพบว่า ภายในห้องมีแสงสว่างที่เพิ่มขึ้นและโดยทั่วแต่ตำแหน่งโต๊ะเรียน ความเข้มของแสงยังไม่สม่ำเสมอ จะสว่างจ้า เป็นบางช่วง โดยเฉพาะด้านหน้าห้องเรียน

แปลนห้องเรียนแบบ Type – B

- จัดตำแหน่งไฟแบบใหม่
- หลอดฟลูออเรสเซ็นต์มาตรฐาน T5 (ใหม่)
- จำนวนโคมแบบรีเฟส 11โคม 22 หลอด
- หลอดไฟหน้าชั้น 3หลอด โคมกระจกขุ่น

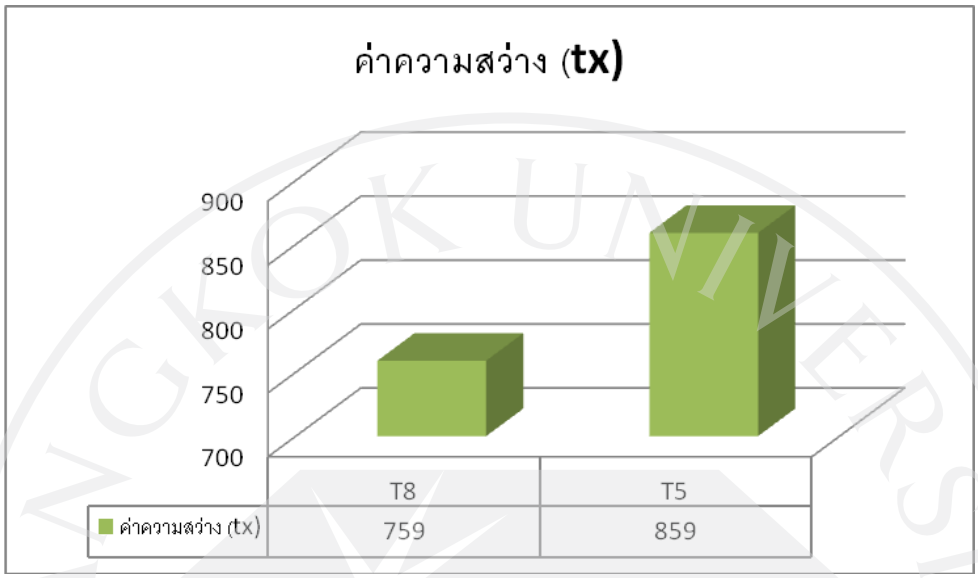
ภาพที่ 4.40 : วัดค่าความสว่างรวมทั้งห้อง 759 lx.



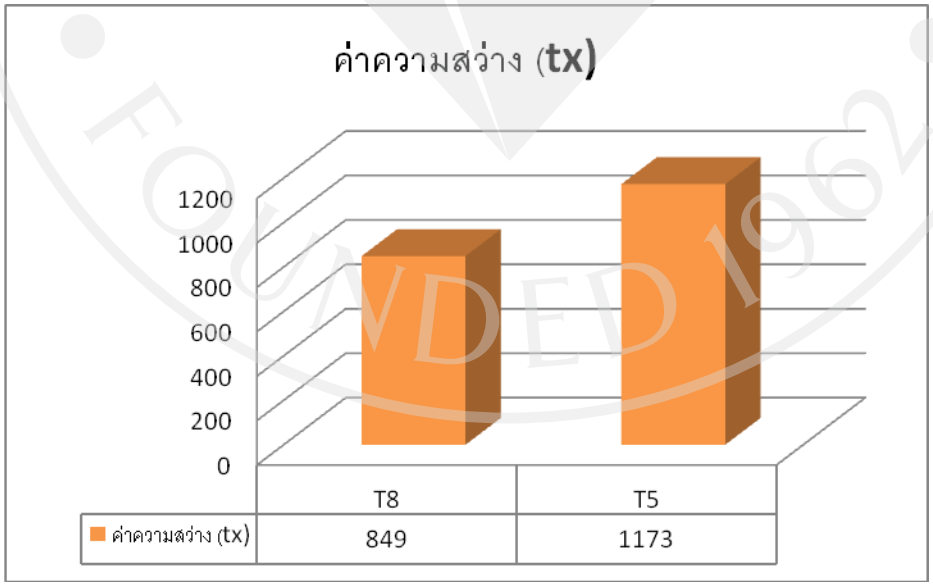
วิเคราะห์เปรียบเทียบ

เปลี่ยนหลอดไฟ เป็นหลอดT5 และทำการออกแบบวางตำแหน่งไฟ ใหม่แล้ววัดผล พบว่า บริเวณโต๊ะเรียน สามารถลดจำนวนโคมได้ 1โคม และค่าความสว่างที่โต๊ะเรียนสม่ำเสมอทั่วทั้งห้อง

ภาพที่ 4.41 : กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างหลอด T8เดิมและหลอด T5 ห้องเรียน Type A



ภาพที่ 4.42 : กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างหลอด T8เดิมและหลอด T5 ห้องเรียน Type B



บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

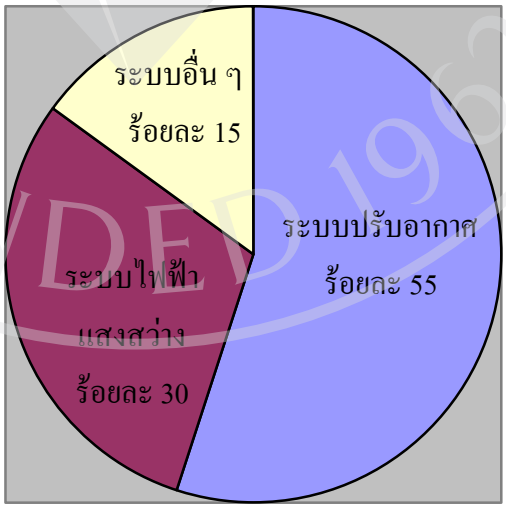
5.1 สรุปผลการศึกษา

อาคารดร. เจริญ คันธวงค์ เป็นอาคารสูง 16 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยรวม 65,700 m^2 อาคารดร. เจริญ คันธวงค์ เริ่มเปิดใช้อาคารเมื่อปีพ.ศ. 2535 จัดพิธีเปิดอย่างเป็นทางการเมื่อ วันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2548 ทั้งประเภทประจำสำนักงานและอาคารเรียน เวลาทำการของอาคาร วันจันทร์ - เสาร์ เวลา 07.00 - 21.00 น.

อาคารดร. เจริญ คันธวงค์ มีระบบปรับอากาศ เป็นระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ภาระการทำความเย็นรวม 116.20 W/ m^2 โดยติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง ขนาด 340 ton จำนวน 2 เครื่อง สมรรถนะการทำความเย็น 0.648 kW/ ton (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 0.70 kW/ ton) สมรรถนะการทำความเย็น 0.70 kW/ ton (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 0.75 kW/ ton) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง กำลังไฟฟ้าส่องสว่างติดตั้งพื้นที่ใช้สอยรวม 7.05 W/ m^2 (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 16 W/ m^2) กำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ใช้งานจริง 4.73 W/ m^2

อาคารดร. เจริญ คันธวงค์ มีสัดส่วนการใช้พลังงานในระบบต่าง ๆ ดังภาพที่ 5.1

ภาพที่ 5.1 : สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารดร. เจริญ คันธวงค์



การใช้พลังงานของอาคารดร. เจริญ คันธวงค์ ตั้งแต่เริ่มเปิดใช้อาคารในปี 2535 เริ่มมีการศึกษาการใช้ อาคารดร. เจริญ คันธวงค์ เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานลงไม่ต่ำกว่า

ร้อยละ 15 ต่อปี โดยที่ใช้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของปี 2545 เป็นปีฐานเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในปี 2546 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,992,776 kWh/ ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 10.63 ในปี 2547 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,899,495 kWh/ ปี

มาตราการที่นำเสนอในจัดการพลังงานภานในอาคารดร. เจริญ คันธวงค์ หากมีการนำมาใช้คาดว่าจะช่วยในอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศดังนี้

1) การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1) การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ผลประหยัดที่คาดว่าจะได้พลังงานไฟฟ้า 71,400 kWh/ ปีคิดเป็นเงิน 249,000 บาท/ ปี

1.2) การลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำ(Pump) และหอผึ่งเย็น(Cooling Tower) ผลที่คาดว่าจะประหยัดได้ พลังงานไฟฟ้า 16,728 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 58,548 บาท/ ปี

1.3) การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องส่งลมเย็น (AHU) ผลที่คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานไฟฟ้า 6,600 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 23,100 บาท/ ปี

1.4) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ผลคาดว่าจะประหยัดได้ พลังงานไฟฟ้า 39,984 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 139,944 บาท/ ปี

1.5) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม ผลที่คาดว่าประหยัดได้ พลังงานไฟฟ้า 49,980 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 174,930 บาท/ ปี

1.6) การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ผลที่คาดว่าจะประหยัดได้ พลังงานไฟฟ้า 19,992 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 69,972 บาท/ ปี

รวมผลที่คาดว่าจะประหยัดได้ในระบบปรับอากาศ

พลังงานไฟฟ้า 204,684 kWh/ปี

คิดเป็นเงิน 466,494 บาท/ปี

การจัดการพลังงานในอาคารดร. เจริญ คันธวงค์ มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างดังนี้

1) การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1) การปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน ผลคาดว่าจะประหยัดได้ พลังงานไฟฟ้า 30,358 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 106,253 บาท/ ปี

1.2) การการปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ ลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างบริเวณโถงหน้าลิฟต์ ผลคาดว่าจะประหยัดได้ พลังงานไฟฟ้า 30,358 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 106,253บาท/ ปี

2) การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

2.1) การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8 ผลคาดว่าจะประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 178,962 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 626,367 บาท/ ปี เงินลงทุน 235,700 บาท ระยะเวลาคืนทุน 2.73 ปี

2.2) การติดตั้งหลอดLEDแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ผลคาดว่าจะประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 369,894 kWh/ ปี คิดเป็นเงิน 1,294,629 บาท/ ปี

สรุปผลการศึกษาการจัดการพลังงานในอาคาร ในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 : สรุปผลการศึกษาการจัดการพลังงานในอาคารดร. เจริญ คันธวงค์

มาตรการ	ผลการประหยัดพลังงาน			เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
	kW	kWh/ปี	บาท/ปี		
ระบบปรับอากาศ					
1. การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ					
1.1 การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น	238.00	71,400	249,900	-	-
1.2 การลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็น	55.76	16,728	58,548	-	-
1.3 การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องส่งลมเย็น	44.00	6,600	23,100	-	-
1.4 การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น	9.52	39,984	139,944	-	-
1.5 การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม	11.90	49,980	174,930	-	-
1.6 การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น	4.76	19,992	69,972	-	-
รวมระบบปรับอากาศ	363.94	204,684	716,394	-	-

(ตารางมีต่อ)

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) : สรุปผลการศึกษาการจัดการพลังงานในอาคารดร. เจริญ คันธวงค์

มาตรการ	ผลการประหยัดพลังงาน			เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
	kW	kWh/ปี	บาท/ปี		
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง					
1. การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ					
1.1 การปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน	9.142	2,743	8,229	-	-
1.2 การปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ	11.24	30,358	106,253	-	-
รวม	20.382	33,101	114,482	-	-
2. การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน					
2.1 การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8 (Option 1)	42.61	178,962	626,367	235,700	2.73
2.1 การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด LEDแทนชนิด T8 (Option 2)	88.07	369,894	1,294,629	941,673	0.77
รวมระบบไฟฟ้าแสงสว่าง				-	-
รวมทั้งสิ้น (Option 1)	62.992	212,063	740,849	-	-
รวมทั้งสิ้น (Option 2)	20470	402,995	1,409,111		

5.2 แนวทางในการออกแบบโคมไฟ

จากการทำการศึกษาและเก็บข้อมูล และใช้เครื่องมือในการคำนวนเพื่อช่วยในการออกแบบ ซึ่งผลที่ได้จากการเปลี่ยนหลอดไฟและปรับเปลี่ยนตำแหน่งหลอดไฟทำให้การกระจายแสงภายในห้องเรียน มีประสิทธิภาพได้ผลดีกว่า ตำแหน่งเดิม และคาดว่าถ้านำไปปรับปรุงในอนาคต จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และการใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

นอกจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ได้ดำเนินการไปแล้วทั้งในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ยังมีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบอื่น ๆ ที่มีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานในอาคารดร. เจริญ คันธวงค์ ซึ่งจะทำการศึกษาต่อไปในอนาคต ดังเช่นมาตรการดังต่อไปนี้

1. การลดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยจัดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเริ่มเดินเครื่องจักรอุปกรณ์ขนาดใหญ่ เช่น มอเตอร์ และกระจายการทำงานของโหลดออกไปจากช่วงเวลาที่เกิดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดแล้วทำตารางกำหนดช่วงเวลาทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ตามลำดับงานโดยแบ่งการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ออกเป็นชุดให้แต่ละชุดทำงานเหลื่อมเวลากัน เพื่อลดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

2. การใช้เครื่องควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดอัตโนมัติ (Automatic Demand Controller) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ แจ้งเหตุและบันทึกสภาพการใช้พลังไฟฟ้า และยังสามารถส่งสัญญาณควบคุมให้คอนแทคเตอร์ตัดโหลดที่มีความสำคัญน้อยออกจากระบบไฟฟ้าในกรณีที่มีแนวโน้มว่าค่าความต้องการพลังไฟฟ้าจะมีค่าสูงเกินค่าที่ตั้งไว้ เพื่อควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขณะเครื่องจักรอุปกรณ์ทำงานไม่ให้เกินขอบเขตที่กำหนดไว้

3. การติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ เพื่อปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน เพื่อลดปริมาณการสูญเสียพลังงานและยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

4. การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง เพื่อลดค่าไฟฟ้าในส่วนของค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด เมื่อต้องการซื้อมอเตอร์ตัวใหม่เพิ่มเติมหรือทดแทนมอเตอร์ที่หมดอายุการใช้งานและเมื่อต้องทำการซ่อมแซมมอเตอร์ด้วยค่าใช้จ่ายที่สูงกว่า 65 % ของราคามอเตอร์ใหม่

5. การบริหารจัดการในการใช้งานลิฟต์ เช่น ช่วงเวลาที่มีผู้ใช้อาคารน้อยเปิดลิฟต์ให้เหลือจำนวนตัวที่ใช้งานให้น้อยที่สุดตามความเหมาะสมกับปริมาณผู้ใช้อาคาร การจัดทำป้ายเพื่อปลูกจิตสำนึกในการใช้ลิฟต์ เช่น การเดินขึ้นบันไดแทนการใช้ลิฟต์

6. การปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์สำนักงานเมื่อเลิกใช้งานหรือช่วงพักกลางวัน เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

นอกจากมาตรการต่าง ๆ ที่กล่าวข้างต้นแล้วปัจจัยที่ส่งผลกับการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน ได้แก่ การสร้างจิตสำนึกของบุคลากรที่จะให้ความร่วมมือกับผู้บริหารในการประหยัด

พลังงาน รวมถึงการออกคำสั่งจากผู้บริหารให้บุคลากรปฏิบัติตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่หน่วยงานกำหนดขึ้น เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจภายในอาคารและสอบถามความคิดเห็นผู้ที่ใช้อาคารให้ข้อเสนอในเรื่องควรมีระบบควบคุมคุณภาพอากาศเพื่อและในบางช่วงเวลาอุณหภูมิภายในอาคารต่ำเกินไปทำให้ไม่รู้สึกสบายเท่าที่ควร จึงเสนอเป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อเป็นข้อมูลในการลดการใช้พลังงานของอาคารสถานศึกษาในประเทศไทยต่อไป

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

บรรณานุกรม

ตระกูล พุ่มเสนาะ. (2555). *วิกฤติพลังงานน้ำมันในโลกปัจจุบัน*. สืบค้น วันที่ 2 มีนาคม 2555, จาก http://www.marinerthai.com/articles/view.php?No=500901.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2554). *กรอบแนวทางการพัฒนากฎหมายในแผนพัฒนา ฉบับที่10*. สืบค้น วันที่ 10 ธันวาคม 2554 , จาก http://www.nesdb.go.th/Portals/0/news/plan/p10/plan10/book.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2554). *แนวโน้มสถิติความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด(พีค) 2549-2559* .สืบค้น วันที่ 24 เมษายน 2554, จาก http://www.egat.co.th/.

บัณฑิต จุลาสัย. (2554). *คำจำกัดความคำว่าสภาพแวดล้อม*. สืบค้น วันที่ 17 มิถุนายน 2554, จาก http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%B4%E0%B8%9E%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B5%E0%B8%A2:%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%84%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%A

อรรณพ คุณพันธ์. (2521). *การสรางแบบสำรวจจำแนกสภาพแว้ดล้อมมหาวิทยาลัยไทย*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิจิตร วรุตบางกูร. (2521). *การบริหารโรงเรียนและการนิเทศการศึกษาเบื้องต้น*. สมุทรปราการ: ขนิษฐการพิมพ์.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และ สมชาย หิรัญกิตติ. (2538). *การบริหารสำนักงานแบบใหม่* . กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.

นภาพรรณ สุทธะพินทุ. (2548). *ออกแบบตกแต่งภายใน*. กรุงเทพฯ: ส่งเสริมเทคโนโลยี.

UNESCO. (2554). *Spectral Irradiance*. สืบค้น วันที่ 25 มิถุนายน2554, จาก http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001287/128772e.pdf.

ณัฐวุฒิ วลัยกนก. (2544). *การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ*. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมาคมไฟฟ้าแสงสว่าง. (2554). *ระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์สบาย*. สืบค้น วันที่ 17 มิถุนายน 2554, จาก http://www.tieathai.org/.

สุภัทร พันธ์พัฒนกุล. (2554). *ขนาดห้องเรียนมาตรฐาน*. สืบค้น วันที่ 18 มิถุนายน 2554, จาก http://design.obec.go.th/.

เกษร เพ็ชราช. (2539). *การจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ. (2541). *การประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

สุวรรณ รุ่งเรืองนานา. (2541). *การวิเคราะห์โครงการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของรัฐ กรณีศึกษาอาคารกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อเนก เทศทอง. (2541). *การใช้พลังงานในอาคารโรงเรียนมัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อุไรวรรณ พูลสิน. (2545). *การอนุรักษ์พลังงานในอาคารนอกข่ายอาคารควบคุมสองแห่ง*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิไลวรรณ ทองศรี. (2544). *ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม*. กรณีศึกษา วิทยาลัยเทคนิคราชสิทธาราม, มหาวิทยาลัยมหิดล

สุริยา แก้วอาษา. (2542). *การประหยัดพลงงานไฟฟ้าในอาคาร*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

วินัย วีระวัฒนานนท์. (2541). *สิ่งแวดล้อมและการพัฒนา*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาการสาธารณสุขอาเซียน

ภาคผนวก ก.

(รายการคำนวณผลการประหยัดพลังงานในแต่ละมาตรการ)

รายการคำนวณผลการประหยัดพลังงานในแต่ละมาตรการ

ระบบปรับอากาศ

1. การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1 มาตรการ การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

เครื่องทำน้ำเย็น ขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง	246 kW
เครื่องทำน้ำเย็น ขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง	84 kW
รวม	330 kW

ชั่วโมงการใช้งานลดลง	1 ชั่วโมง/ วัน
จำนวนวันทำงาน 3	00 วัน/ ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	330 x 1 x 300
	99,000 kWh/ ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00 บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	99,000 x 3.00
	297,000 บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	99,000 kWh/ ปี
เงินที่ประหยัดได้	297,000 บาท/ ปี

เงินลงทุนมาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

1.2 มาตรการการลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำ(Pump) และหอผึ่งเย็น(Cooling Tower)

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

Primary Chilled Water Pump ขนาด 15 Hp 2 เครื่อง	22.38	kW
Secondary Chilled Water Pump ขนาด 50 Hp 1 เครื่อง	37.30	kW
Condenser Water Pump ขนาด 30 Hp 2 เครื่อง	44.76	kW
Cooling Tower ขนาด 7.5 Hp 4 เครื่อง	22.38	kW

รวม	126.82 kW
ชั่วโมงการใช้งานลดลง	1 ชั่วโมง/ วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/ ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	126.82 x 1 x 300
	38,046 kWh/ ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00 บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	38,046 x 3.00
	114,138 บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	38,046 kWh/ ปี
เงินที่ประหยัดได้	114,138 บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

1.3 มาตรการ การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องส่งลมเย็น (AHU)

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

เครื่องส่งลมเย็น จำนวน 35 เครื่อง	308 kW
ชั่วโมงการใช้งานลดลง	0.50 ชั่วโมง/ วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/ ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	308 x 0.50 x 300
	46,200 kWh/ ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00 บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	46,200 x 3.00
	138,600 บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	46,200 kWh/ ปี
เงินที่ประหยัดได้	138,600 บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

1.4 มาตรการ การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการประหยัดโดยเฉลี่ย	13.20 kW	
ชั่วโมงการใช้งาน	9 ชั่วโมง/	วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/	ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	13.20 x 9 x 300	
	35,640 kWh/	ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00	บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	35,640 x 3.00	
	106,920	บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	35,640 kWh/	ปี
เงินที่ประหยัดได้	106,920	บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

1.5 มาตรการ การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการประหยัดโดยเฉลี่ย	16.50 kW	
ชั่วโมงการใช้งาน	9 ชั่วโมง/	วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/	ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	16.50 x 9 x 300	
	44,550 kWh/	ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00	บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	44,550 x 3.00	
	133,650	บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	44,550 kWh/	ปี
เงินที่ประหยัดได้	133,650	บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

1.6 มาตรการ การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการประหยัดโดยเฉลี่ย	6.60 kW
ชั่วโมงการใช้งาน	9 ชั่วโมง/ วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/ ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	6.60 x 9 x 300
	17,820 kWh/ ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00 บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	17,820 x 3.00
	53,460 บาท/ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	17,820 kWh/ ปี
เงินที่ประหยัดได้	53,460 บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบำรุงรักษาจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

2. การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

2.1 มาตรการ การติดตั้งระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ (Ball Cleaning)

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการประหยัดโดยเฉลี่ย	26.40 kW
ชั่วโมงการใช้งาน	9 ชั่วโมง/ วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/ ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	26.40 x 9 x 300
	71,280 kWh/ ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00 บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	71,280 x 3.00
	213,840 บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

ค่าไฟฟ้า 213,840 บาท/ ปี

ค่าล้างท่อคอนเดนเซอร์ 35,000 บาท/ ปี

รวมเงินที่ประหยัดได้ 213,840 + 35,000

248,840 บาท/ ปี

เงินลงทุน 834,600 บาท

ระยะเวลาคืนทุน 3.35 ปี

2.2 มาตรการ การติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดโอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการประหยัดโดยเฉลี่ย 14.85 kW

ชั่วโมงการใช้งาน 9 ชั่วโมง/ วัน

จำนวนวันทำงาน 300 วัน/ ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 14.85 x 9 x 300

40,095 kWh/ ปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.00 บาท/ kWh

ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 40,095 x 3.00

120,285 บาท/ ปี

การคำนวณผลการประหยัดน้ำเติมเข้าสู่หอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

ค่าน้ำเติมจากการใช้สารเคมี

= อัตราการไหลของน้ำ x (เปอร์เซ็นต์การระบายน้ำ + เปอร์เซ็นต์การระเหยน้ำ) x จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน x จำนวนวันต่อปี x ค่าน้ำอ่อน (Soft water)

= 570 x (0.005 + 0.01) x 9 x 300 x 24

= 554,040 บาท/ ปี

ค่าน้ำเติมจากการใช้ระบบเครื่องกำเนิดโอโซน

= อัตราการไหลของน้ำ x (เปอร์เซ็นต์การระบายน้ำ + เปอร์เซ็นต์การระเหยน้ำ) x จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน x จำนวนวันต่อปี x ค่าน้ำประปา

= 570 x (0.0025 + 0.01) x 9 x 300 x 21

= 403,988 บาท/ ปี

ค่าน้ำเติมที่ประหยัดได้ 554,040 – 403,988

150,052 บาท/ปี

การคำนวณค่าไฟฟ้าจากการใช้ระบบเครื่องกำเนิดโอโซน

= กำลังไฟฟ้าที่ใช้ x จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน x จำนวนวันต่อปี x ค่าไฟฟ้า

= 6 x 9 x 300 x 3

= 48,600 บาท/ปี

ผลประหยัดที่ได้

ค่าไฟฟ้า	120,285	บาท/ปี
ค่าน้ำเติมเข้าสู่หอผึ่งเย็น	150,052	บาท/ปี
ค่าสารเคมีบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น	120,000	บาท/ปี
ค่าล้างท่อคอนเดนเซอร์	35,000	บาท/ปี
ค่าล้างหอผึ่งเย็น	36,000	บาท/ปี
รวมเงินที่ประหยัดได้	120,285 + 150,052 + 120,000 + 35,000 + 36,000	
	461,337	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าจากระบบเครื่องกำเนิดโอโซน	48,600	บาท/ปี
เงินที่ประหยัดได้ทั้งสิ้น	461,337 – 48,600	
	412,737	บาท/ปี
เงินลงทุน	1,129,920	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	2.73	ปี

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

1. การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1 มาตรการ การปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 W จำนวน 6 หลอด	0.114	kW
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W จำนวน 244 หลอด	9.028	kW
รวม	9.142	kW
ชั่วโมงการใช้งานลดลง	1 ชั่วโมง/	วัน

จำนวนวันทำงาน 300 วัน/ ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 9.142 x 1 x 300

2,743 kWh/ ปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.00 บาท/ kWh

ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 2,743 x 3.00

8,229 บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า 2,743 kWh/ ปี

เงินที่ประหยัดได้ 8,229 บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

1.2 มาตรการ การลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างหอเกียรติคุณและหอประวัติ

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 13 W 32 หลอด	0.416	kW
หลอดไส้ ขนาด 60 W จำนวน 4 หลอด	0.24	kW
หลอดเมทัลฮาไลด์ ขนาด 100 W จำนวน 4 หลอด	0.40	kW
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W จำนวน 46 หลอด	1.702	kW
รวม	2.758	kW

ชั่วโมงการใช้งานลดลง 4 ชั่วโมง/ วัน

จำนวนวันทำงาน 300 วัน/ ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 2.758 x 4 x 300

3,310 kWh/ ปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.00 บาท/ kWh

ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 3,310 x 3.00

9,930 บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า 3,310 kWh/ ปี

เงินที่ประหยัดได้ 9,930 บาท/ ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

1.3 มาตรการ การปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 13 W 222 หลอด	2.886	kW
ชั่วโมงการใช้งานลดลง	9 ชั่วโมง/	วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/	ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	2.886 x 9 x 300	
	7,793 kWh/	ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00	บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	7,793 x 3.00	
	23,379	บาท/ ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	7,793 kWh/	ปี
เงินที่ประหยัดได้	23,379 บาท/	ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

2. การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

2.1 มาตรการ การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

กำลังไฟฟ้า	หลอด T8	หลอด T5
หลอดฟลูออเรสเซนต์	18 W	14 W
บัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์	3 W	3 W
รวม	21 W	17 W
กำลังไฟฟ้าลดลง	4 W	
จำนวน	65 ชุด	

	4 x 65	
กำลังไฟฟ้าลดลงรวม	260 W	
กำลังไฟฟ้า	หลอด T8	หลอด T5
หลอดฟลูออเรสเซนต์	36 W	28 W
บัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์	3 W	3 W
รวม	39 W	31 W
กำลังไฟฟ้าลดลง	8 W	
จำนวน	3,678 ชุด	
	8 x 3,678	
กำลังไฟฟ้าลดลงรวม	29,424 W	
กำลังไฟฟ้าลดลงรวมทั้งสิ้น	260 + 29,424	
	29,684 W	
	29.684 kW	
ชั่วโมงการใช้งานลดลงเฉลี่ย	9 ชั่วโมง/	วัน
จำนวนวันทำงาน	300 วัน/	ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	29.684 x 9 x 300	
	80,147 kWh/	ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00	บาท/ kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	80,147 x 3.00	
	240,441	บาท/ ปี
ผลประหยัดที่ได้		
พลังงานไฟฟ้า	80,147 kWh/	ปี
เงินที่ประหยัดได้	240,441	บาท/ ปี
เงินลงทุน	859,638 บาท	
ระยะเวลาคืนทุน	3.57	ปี

ภาคผนวก ข.

(อุปกรณ์ภายในระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง)

WATER CHILLER SCHEDULE

CHILLER NO.		CH-1 to CH-2
TYPE		Hermetlc CENTRIFUGAL
QUANTITY (set)		3
NORMINAL COOLING CAPACITY (Tons)		340
CHILLER DATA	Water Flow Rate (GPM)	816
	Leaving Water Temperature (F)	45 F
	Entering Water Temperature (F)	55 F
	Approx Maximum Cooler Pressure Drop (F.T.W)	15
	Cooler Working Pressure	150 PSIG
	Cooler Foullng Factor	0.0005 FT F hr / BTU / hr
CONDENSER DATA	Water Flow Rate (GPM)	1020
	Leaving Water Temperature (F)	100 F
	Entering Water Temperature (F)	90 F
	Approx Maximum Cooler Pressure Drop (F.T.W)	20
	Cooler Working Pressure	150
	Cooler Foullng Factor	0.0005 FT 2 F hr / BTU / hr
Electrical DATA	Approx Maximum Power input KW PER TON.	0.7
	Taye of Compressure Motor Starer	AUTO TRANFORMER
	Fower Supply	380 / 3 / 50 Hz

CIRCULATING PUMP SCHEDULE

PUMP NO.		CHP 1 - CHP 4	CDP 1 - CDP 4
SERVICE		Chiller - Water	Condenser - Water
TYPE		Horizontal Split Case	Horizontal Split Case
QUANTITY (set)		4	4
Water Flow (GPM)		810	1020
Total Head Pressure (FT)		80	50
PUMP MOTOR	TEFC Motor HP (Min)	20	20
	Max. RPM	1450	1450
	Electrical Power S ply	380 / 3 / 50	380 / 3 / 50
Starter Type		Star - Deita	Star - Deita
SEAL		MECHANICAL	MECHANICAL

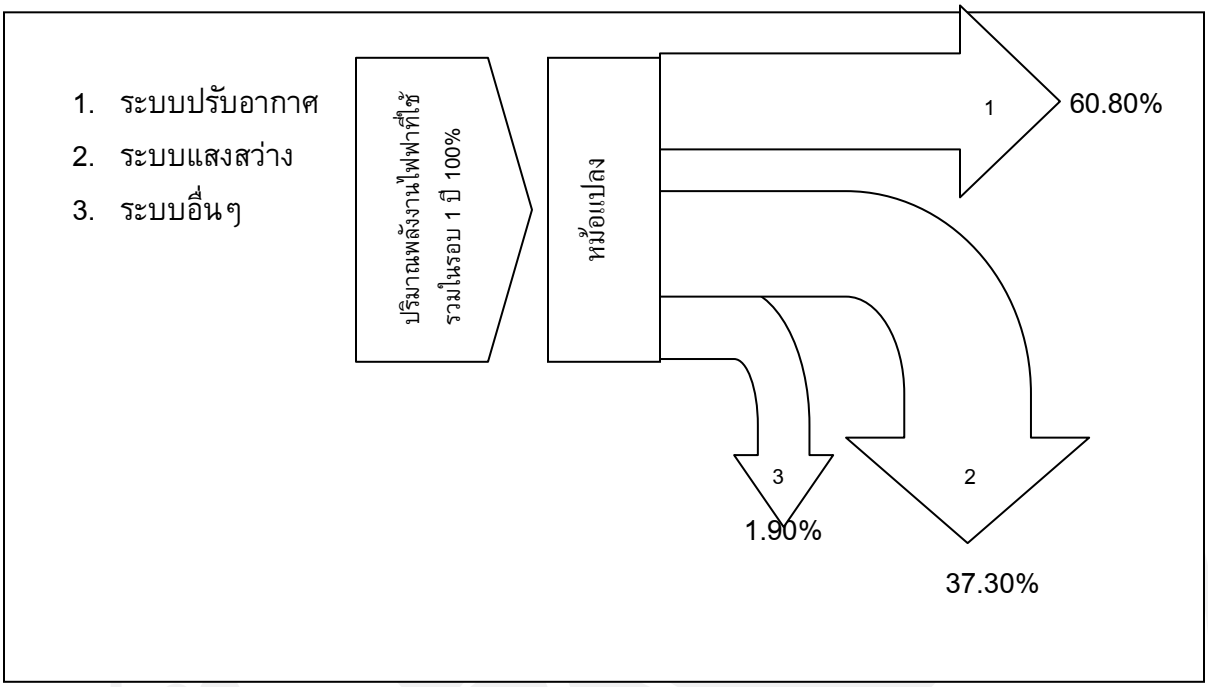
COOLING TOWER SCHEDULE

COOLING TOWER NO.	CT1 , CT2 , CT3
TYPE	INDUCED DRAFT COUNTER FLO
QUANTITY	3 SET
NORMINAL CAPACITY	400 TON
CONDENSER WATER FLOW PATE	1020 U.S GPM
CONDENSER WATER TEMPERATURE (IN / OUT)	100 / 90 F
AMBIENT TEMPERATURE (db / wb)	95 F db / 83 F wb
APPROX MAXIMUM POWER INPUT (kw)	5.5
TYPE OF MOTOR STATER	D.O.L
TOWER PRESSURE HEAD	15.0 FT WATER
ELECTRICAL POWER SOPPLY	380 V. / 3P / 50Hz

AIR HANDLING UNT

ลำดับ	อาคาร/ชั้น	CODE	Electrical Power	TEFC Motor HP (min)	FLA	BTU	MOTOR
1	อาคาร8 ห้องใต้ดิน	AHU-P1	380/3/50	1 HP	5.2 A	78,000	SUPER LINE SR-J
2	อาคาร8 โรงยิม	AHU-9G1	380/3/50	10 HP	16.0 A	480,000	SUPER LINE SF-J
3	อาคาร8 โรงยิม	AHU-9G2	380/3/50	10 HP	16.0 A	480,000	SUPER LINE SF-J
4	อาคาร8 โรงยิม	AHU-9G3	380/3/50	10 HP	16.0 A	480,000	SUPER LINE SF-J
5	อาคาร8 โรงยิม	AHU-9G4	380/3/50	10 HP	16.0 A	480,000	SUPER LINE SF-J
6	อาคาร9 โรงละคอน	AHU-15A	380/3/50	3 HP	8.2 A	195,000	SUPER LINE SF-J
7	อาคาร9 โรงละคอน	AHU-16B	380/3/50	5 HP	8.2 A	285,000	SUPER LINE SF-J
8	อาคาร9 โรงละคอน	AHU-16C	380/3/50	5 HP	8.2 A	285,000	SUPER LINE SF-J
9	อาคาร9 โรงละคอน	AHU-16D	380/3/50	5 HP	8.2 A	285,000	SUPER LINE SF-J

1. การทำสมดุย์พลังงาน



1) สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมในรอบ 1 ปี

	kWh/ปี	เปอร์เซ็นต์
1. ระบบปรับอากาศ	3,167,080	60.80
2. ระบบแสงสว่าง	1,942,060	37.30
3. ระบบอื่นๆ	100,860	1.90

2) สัดส่วนระบบปรับอากาศ

	kWh/ปี	เปอร์เซ็นต์
1. Chiller (Water Cooled)	872,590	27.55
2. Package Unit	521,057	16.45
3. SpitType	1,773,433	56.00

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดเครื่องปรับอากาศ	ขนาดตาม Name Plate	ค่าสมรรถนะในการทำความเย็น (kW/ton)			รหัสอุปกรณ์
				จากบริษัทผู้ผลิต	จากผลการตรวจวัด	ค่ามาตรฐาน	
	อาคาร 9						
	ชั้นที่ 1						
392	ห้อง BAS	split type	18,000	1.22	1.73	1.61	FCU - 392
393	ห้องฝ่ายอาคาร	split type	50,000	1.30	1.72	1.61	FCU – 393
394	ห้องไฟฟ้า	split type	32,000	1.28	1.70	1.61	FCU – 394
395	ห้องสื่อสาร	split type	18,000	1.22	1.73	1.61	FCU – 395
	ชั้นที่ 3						
396	โถงลิฟท์	split type	56,000	1.30	1.70	1.61	FCU – 396
397	โถงลิฟท์	split type	56,000	1.30	1.72	1.61	FCU – 397
	ชั้นที่ 7						
398	ศูนย์คอมพิวเตอร์	split type	35,000	1.28	1.71	1.61	FCU – 398
399	ศูนย์คอมพิวเตอร์	split type	35,000	1.28	1.72	1.61	FCU – 399
	ชั้นที่ 11						
400	ห้องธุรการ วางแผน	split type	18,000	1.22	1.71	1.61	FCU – 400
	ชั้นที่ 15						
401	โรงแรมจำลอง 2	split type	32,800	1.28	1.70	1.61	FCU – 401
402	โรงแรมจำลอง 3	split type	18,000	1.22	1.72	1.61	FCU – 402

จำนวนหลอดไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร 9

ชนิดหลอดไฟฟ้า	ชนิดโคมไฟฟ้า	ชนิดฝาครอบโคม	จำนวนหลอดต่อโคม (หลอด/โคม)	จำนวนโคม (โคม)	จำนวนวัตต์ (วัตต์/โคม)	กำลังไฟฟ้าสูญเสียในบัลลาสต์ (วัตต์/โคม)	วัตต์รวม (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้งาน (เฉลี่ย) (ชั่งโมง/วัน)
FL 1*18 W	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	1:1	105	18	10	2,940	13
FL 1*36 W	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	1:1	107	36	10	4,922	13
	ฝังเพดาน	Reflector	1:1	387	36	10	17,802	13
FL 2*36 W	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	2:1	6	72	20	552	13
	ฝังเพดาน	Reflector	2:1	1,143	72	20	105,156	13
	ฝังเพดาน	พริสเมติก	2:1	44	72	20	4,048	13
	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	2:1	41	72	20	3,772	13
	ฝังเพดาน	Reflector	3:1	97	108	30	13,386	13
รวม				1,930			152,578	
หลอดตะเกียบ	-	-	1:1	416	9	-	3,744	13
	-	-	1:1	5	11	-	55	13
สปอร์ตไลท์	-	-	1:1	19	250	-	4,750	13
	รวม			440			8,549	
	รวมทั้งหมด			2,370			161,127	

พื้นที่ใช้สอย 14,000.00 m^2

กำลังติดตั้งต่อพื้นที่ 11.51 W/m^2

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9)

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 1							
1	ห้องเตรียมอาหาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
2	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
3	ห้องแผนกการเงิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	15	3:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องแผนกบัญชี	ฟลูออเรสเซนต์	36	45	3:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
5	ห้องแผนกจัดซื้อ	ฟลูออเรสเซนต์	36	54	3:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
6	ห้องระบบไฟ	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
7	ห้องน้ำ	หลอดตะเกียบ	9	13	1:1	-	-	-
8	ฝ่ายอาคารสถานที่	ฟลูออเรสเซนต์	36	30	3:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
9	ห้อง ผอ.อส.	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	3:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
10	ห้อง BAS	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	3:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
11	ห้องเก็บเอกสาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	3	3:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
12	ห้องคอมพิวเตอร์	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	3:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
13	ห้อง ผอ.กค.	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	3:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
14	แคชเชียร์	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	3:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
15	ห้องระบบสุขาภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
16	ประชาสัมพันธ์	หลอดตะเกียบ	9	2	1:1	-	-	-
17	โถง	ฟลูออเรสเซนต์	36	114	3:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		หลอดตะเกียบ	9	26	1:1	-	-	-
18	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 1 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	325	หลอด รวม	14,950	วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	41	หลอด รวม	369	วัตต์
		รวมทั้งหมด จำนวน	366	หลอด รวม	15,319	วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 2							
1	ห้อง รอง กค.	หลอดตะเกียบ	9	13	1:1	-	-	-
2	ห้องพักผ่อน	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
3	ห้องน้ำ	หลอดตะเกียบ	9	14	1:1	-	-	-
4	ห้อง ผช.กค.	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
5	ห้อง รอง วก.	ฟลูออเรสเซนต์	36	12	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		หลอดตะเกียบ	9	4	1:1	-	-	-
6	ห้อง ผอ.สวส.	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
7	ห้องเลขา	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
8	สำนักวิชาการ	ฟลูออเรสเซนต์	36	20	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
9	แผนกงบประมาณ	ฟลูออเรสเซนต์	36	16	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
10	ห้องเลขา กค.	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
11	ห้อง หน.พัฒนาวิชาการ	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
12	ห้องพัฒนาวิชาการ	ฟลูออเรสเซนต์	36	16	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
13	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
14	ห้องจัดตารางสอน	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
15	ห้องประชุม	ฟลูออเรสเซนต์	36	12	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	18	8	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
16	ห้องรับรองอาจารย์พิเศษ	ฟลูออเรสเซนต์	36	36	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
17	ห้อง ผช.วก.	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
18	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
19	ห้องระบบสุขาภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
20	ห้องโถง	หลอดตะเกียบ	9	25	1:1	-	-	-
21	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	10	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 2 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18	วัตต์ จำนวน	8	หลอด รวม	224	วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	184	หลอด รวม	8,464	วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	56	หลอด รวม	504	วัตต์
		รวมทั้งหมด จำนวน	248	หลอด รวม	9,192	วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 3							
1	ห้องเก็บของ	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
2	ห้องเรียน (932)	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
3	ห้องแสดงนิทรรศการศิลปะ (931)	ฟลูออเรสเซนต์	36	36	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
5	ห้องน้ำ	หลอดตะเกียบ	9	13	1:1	-	-	-
6	ห้องระบบสุขภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
7	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (935)	ฟลูออเรสเซนต์	36	36	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
8	ห้องเรียน(934)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์		24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
9	ห้องเรียน(935)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	18	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
10	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
11	ห้องโถง	ฟลูออเรสเซนต์	36	27	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
12	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	13	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 3 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	220	หลอด รวม	10,120 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	13	หลอด รวม	117 วัตต์
รวมทั้งหมด จำนวน			233	หลอด รวม	10,237 วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 4							
1	ห้องเก็บของ	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
2	ห้องเรียน (941)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	36	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
3	ห้องเรียน (942)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	36	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องเรียน (943)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	66	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
5	ห้องเรียน (944)	ฟลูออเรสเซนต์	36	18	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
6	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
7	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
8	ห้องระบบสุขภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พลาสติกใส	ขดลวด
9	ห้องน้ำ	หลอดตะเกียบ	9	13	1:1	-	-	-
		ฟลูออเรสเซนต์	18	2	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
10	ห้องโถง	ฟลูออเรสเซนต์	36	28	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
11	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	13	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 4 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18	วัตต์ จำนวน	2	หลอด รวม	56 วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	227	หลอด รวม	10,442 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	13	หลอด รวม	117 วัตต์
รวมทั้งหมด จำนวน			248	หลอด รวม	10,615 วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 5							
1	ห้องเก็บของ	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	พรีสเมติก	ขดลวด
2	ห้องปฏิบัติการทางภาษา (951)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	36	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
3	ห้องปฏิบัติการทางภาษา (952)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	36	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องปฏิบัติการพิมพ์ดีด (953)	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ติดเพดาน	Reflector	ขดลวด
5	ห้องปฏิบัติการทางภาษา (954)	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
6	ห้องเรียน (955)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	12	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
7	ห้องปฏิบัติการสำนักจำลอง	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	18	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
8	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
9	ห้องระบบสุขภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
10	ห้องน้ำ	หลอดตะเกียบ	9	12	1:1	-	-	-
		ฟลูออเรสเซนต์	18	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
11	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
12	ห้องโถง	ฟลูออเรสเซนต์	36	28	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
13	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	13	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 5 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18 วัตต์ จำนวน	4 หลอด รวม	112 วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36 วัตต์ จำนวน	225 หลอด รวม	10,350 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9 วัตต์ จำนวน	12 หลอด รวม	108 วัตต์
	รวมทั้งหมด จำนวน	241 หลอด รวม	10,570 วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 6							
1	ห้องเก็บของ	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
2	ห้องปฏิบัติการศาลจำลอง (961)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
3	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (962)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (963)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
5	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (964)	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
6	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (965)	ฟลูออเรสเซนต์	36	3	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
7	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (966)	ฟลูออเรสเซนต์	36	3	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	30	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
8	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
9	ห้องระบบสุขภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
10	ห้องน้ำ	หลอดตะเกียบ	9	12	1:1	-	-	-
		ฟลูออเรสเซนต์	18	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
11	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
12	ห้องโถง	ฟลูออเรสเซนต์	36	28	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
13	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	13	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 6 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 4 หลอด รวม 112 วัตต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 227 หลอด รวม 10,442 วัตต์

หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	12 หลอด	รวม	108 วัตต์
	รวมทั้งหมด	จำนวน	243 หลอด	รวม	10,662 วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 7							
1	ห้องเก็บของ	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	พรีสเมติก	ขดลวด
2	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (971)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	30	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
3	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (972)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	30	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (973)	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	30	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
5	ห้องศูนย์คอมพิวเตอร์	ฟลูออเรสเซนต์	36	90	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
6	ห้อง ผอ.ศคพ.	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
7	ห้องน้ำ	หลอดตะเกียบ	9	12	1:1	-	-	-
		ฟลูออเรสเซนต์	18	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
8	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
9	ห้องระบบสุขภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
10	ห้องระบบไฟฟ้า	หลอดตะเกียบ	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
11	ห้องโถง	หลอดตะเกียบ	9	15	1:1	-	-	-
12	ไม่มีชื่อ	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
13	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	18	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 7 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18	วัตต์ จำนวน	4	หลอด รวม	112 วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	234	หลอด รวม	10,764 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	27	หลอด รวม	243 วัตต์
		รวมทั้งหมด จำนวน	265	หลอด รวม	11,119 วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 8							
1	ห้องเก็บของ	ฟลูออเรสเซนต์	18	2	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
2	ห้องเรียน (981)	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
3	ห้องเรียน (982)	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องเรียน (983)	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
5	ห้องเรียน (984)	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
6	ห้องเรียน (985)	ฟลูออเรสเซนต์	36	3	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
7	ห้องเรียน (986)	ฟลูออเรสเซนต์	36	3	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
8	ห้องเรียน (987)	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
9	ห้องเรียน (988)	ฟลูออเรสเซนต์	36	3	1:1	ติดเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	16	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
10	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
11	ห้องระบบสุขภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
12	ห้องน้ำ	ฟลูออเรสเซนต์	18	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		หลอดตะเกียบ	9	12	1:1	-	-	-
13	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
14	ห้องโถง	หลอดตะเกียบ	9	15	1:1	-	-	-
15	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	18	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 8 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18	วัตต์ จำนวน	8	หลอด รวม	224 วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	189	หลอด รวม	8,694 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	27	หลอด รวม	243 วัตต์
		รวมทั้งหมด จำนวน	224	หลอด รวม	9,161 วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 9							
1	ห้องเก็บของ	ฟลูออเรสเซนต์	18	2	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
2	สโมสรนักศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย	ฟลูออเรสเซนต์	36	32	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
3	ห้องเรียน (992)	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องเรียน (993)	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
5	ห้องสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
6	พักคอย	ฟลูออเรสเซนต์	36	12	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
7	ห้องประชุม	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
8	ห้องเจ้าหน้าที่	ฟลูออเรสเซนต์	36	52	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
9	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
10	ห้องระบบสุขภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
11	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
12	ห้องน้ำ	ฟลูออเรสเซนต์	18	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		หลอดตะเกียบ	9	12	1:1	-	-	-
13	ห้องโถง	หลอดตะเกียบ	9	15	1:1	-	-	-
14	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	18	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 9 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18 วัตต์ จำนวน	9 หลอด รวม	252 วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36 วัตต์ จำนวน	198 หลอด รวม	9,108 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9 วัตต์ จำนวน	27 หลอด รวม	243 วัตต์
	รวมทั้งหมด จำนวน	234 หลอด รวม	9,603 วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 10							
1	ห้องน้ำ	หลอดตะเกียบ	9	20	1:1	-	-	-
		ฟลูออเรสเซนต์	18	7	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
2	ห้องเตรียมอาหาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
3	ห้องรับรอง	ฟลูออเรสเซนต์	36	10	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องอธิการบดี	หลอดตะเกียบ	9	10	1:1	-	-	-
5	ห้องเลขา อธิการบดี	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
6	ห้องรอง บร.	ฟลูออเรสเซนต์	36	12	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
7	ห้อง สอธ.	ฟลูออเรสเซนต์	36	20	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
8	ห้อง ผอ. สอธ.	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
9	ฝ่ายบุคคลากร	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
10	ห้องประชุม	ฟลูออเรสเซนต์	36	26	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
11	ห้อง ผอ. บค.	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
12	ห้อง ผช. บร.	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
13	โครงการพิพิธภัณฑ์ศิลปะ	หลอดตะเกียบ	9	5	1:1	-	-	-
		ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:2	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
14	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
15	ห้องระบบสุขาภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
16	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
17	ห้องโถง	หลอดตะเกียบ	9	15	1:1	-	-	-
18	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	18	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	พริสเมติก	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	2	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 10 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18	วัตต์ จำนวน	10	หลอด รวม	280 วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	148	หลอด รวม	6,808 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	50	หลอด รวม	450 วัตต์
		รวมทั้งหมด จำนวน	208	หลอด รวม	7,538 วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 11							
1	ห้องเก็บของ	ฟลูออเรสเซนต์	18	2	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
2	ห้องผอ.ศสท.	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
3	ศูนย์ส่งเสริมสร้าง ฯ	ฟลูออเรสเซนต์	36	16	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้อง รอง วพ.	ฟลูออเรสเซนต์	36	12	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
5	ห้อง ผช. วพ.	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
6	ห้อง วพ	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
7	ห้อง ผอ. ปชส.	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
8	แผนกสื่อสิ่งพิมพ์	ฟลูออเรสเซนต์	36	24	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
9	แผนกศิลปกรรม	ฟลูออเรสเซนต์	36	16	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
10	ฝ่ายกิจกรรมต่างประเทศ	ฟลูออเรสเซนต์	36	16	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
11	แผนกสื่อมวลชน	ฟลูออเรสเซนต์	36	10	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
12	ห้อง ผอ. กตป.	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
13	สำนักวิจัย	ฟลูออเรสเซนต์	36	12	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
14	ห้องประชุม	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
15	ห้อง ผอ. สวป.	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
16	ห้องค้นคว้า	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
17	ห้องธุรการวางแผน	ฟลูออเรสเซนต์	36	28	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
18	ห้องคอมพิวเตอร์	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
19	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
20	ห้องระบบสุขาภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
21	ห้องน้ำ	ฟลูออเรสเซนต์	18	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		หลอดตะเกียบ	9	12	1:1	-	-	-
22	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
23	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	8	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	12	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
24	ห้องโถง	หลอดตะเกียบ	9	15	1:1	-	-	-

หลอดทั้งหมดของชั้น 11 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18	วัตต์ จำนวน	9	หลอด รวม	252 วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	214	หลอด รวม	9,844 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	27	หลอด รวม	243 วัตต์
รวมทั้งหมด จำนวน			250	หลอด รวม	10,339 วัตต์

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 12							
1	ห้องเก็บของ	ฟลูออเรสเซนต์	18	2	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
2	ห้องสัมมนา 1	ฟลูออเรสเซนต์	36	80	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
3	ห้องสัมมนา 2	ฟลูออเรสเซนต์	36	40	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องสัมมนา 3	ฟลูออเรสเซนต์	36	96	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		สปอร์ตไลท์	250	4	1:1	-	-	-
5	ห้องเตรียมอาหาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
6	ห้องรับรอง	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
7	ห้องควบคุม	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
8	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
9	ห้องระบบสุขภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
10	ห้องน้ำ	ฟลูออเรสเซนต์	18	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		หลอดตะเกียบ	9	12	1:1	-	-	-
11	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
12	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	18	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
13	ห้องโถง	หลอดตะเกียบ	9	15	1:1	-	-	-

หลอดทั้งหมดของชั้น 12 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18	วัตต์ จำนวน	9	หลอด รวม	252 วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	258	หลอด รวม	11,868 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	27	หลอด รวม	243 วัตต์
สปอร์ตไลท์ ขนาด	250	วัตต์ จำนวน	4	หลอด รวม	1,000 วัตต์
		รวมทั้งหมด จำนวน	298	หลอด รวม	13,363 วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 14							
1	ห้องเก็บของ	ฟลูออเรสเซนต์	18	2	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
2	ห้องชัยพฤกษ์	ฟลูออเรสเซนต์	36	132	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		หลอดตะเกียบ	9	13	1:1	-	-	-
		สปอร์ตไลท์	250	5	1:1	-	-	-
3	ห้องครัว	ฟลูออเรสเซนต์	36	40	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องปฏิบัติการภัตตาคาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	48	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		หลอดตะเกียบ	9	3	1:1	-	-	-
5	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
6	ห้องระบบสุขภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
7	ห้องน้ำ	ฟลูออเรสเซนต์	18	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		หลอดตะเกียบ	9	12	1:1	-	-	-
8	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
9	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 14 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18	วัตต์ จำนวน	9	หลอด รวม	252	วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	232	หลอด รวม	10,672	วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	28	หลอด รวม	252	วัตต์
สปอร์ตไลท์ ขนาด	250	วัตต์ จำนวน	5	หลอด รวม	1,250	วัตต์
รวมทั้งหมด จำนวน			274	หลอด รวม	12,426	วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 15							
1	ห้องเก็บของ	ฟลูออเรสเซนต์	18	2	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
2	ห้องปฏิบัติการโรงแรม 1	ฟลูออเรสเซนต์	36	100	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
3	ห้องปฏิบัติการโรงแรม 2	ฟลูออเรสเซนต์	36	26	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	18	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
4	ห้องปฏิบัติการโรงแรม 3	ฟลูออเรสเซนต์	36	16	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	18	3	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
5	ห้องเตรียมอาหาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
6	สภามหาวิทยาลัย	ฟลูออเรสเซนต์	36	80	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
7	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
8	ห้องระบบสุขภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
9	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
10	ห้องน้ำ	ฟลูออเรสเซนต์	18	12	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		หลอดตะเกียบ	9	16	1:1	-	-	-
11	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	18	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
12	ห้องโถง	หลอดตะเกียบ	9	15	1:1	-	-	-

หลอดทั้งหมดของชั้น 15 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18	วัตต์ จำนวน	24	หลอด รวม	672 วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	252	หลอด รวม	11,592 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	31	หลอด รวม	279 วัตต์
รวมทั้งหมด จำนวน			307	หลอด รวม	12,543 วัตต์

จำนวนหลอดไฟฟ้าของอาคารแยกตามชั้น (อาคาร 9) ต่อ

ลำดับที่	สถานที่	ชนิดหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอด	สภาพการใช้งาน (หลอดต่อโคม)	ลักษณะการติดตั้งโคม	ชนิดโคม	ชนิดบัลลาสต์
	ชั้น 16							
1	ห้องน้ำชาย	หลอดตะเกียบ	9	5	1:1	-	-	-
		ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
2	ห้องน้ำหญิง	หลอดตะเกียบ	9	7	1:1	-	-	-
		ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
3	ห้องแต่งตัวนักแสดงหญิง	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
4	ห้องแต่งตัวนักแสดงชาย	ฟลูออเรสเซนต์	36	4	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
5	ห้องเก็บของและอุปกรณ์	ฟลูออเรสเซนต์	36	5	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
6	ห้องระบบสื่อสาร	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
7	ห้องเวที	หลอดตะเกียบ	11	5	1:1	-	-	-
		ฟลูออเรสเซนต์	36	7	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
		ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
		สปอร์ตไลท์	250	10	1:1	-	-	-
8	ห้องรับรอง	ฟลูออเรสเซนต์	36	8	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
9	ห้องเตรียมอาหาร	ฟลูออเรสเซนต์	36	6	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
10	ห้องระบบสุขภิบาล	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
11	ห้องระบบไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์	18	1	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด
12	ห้องแสดง	ฟลูออเรสเซนต์	36	72	2:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
13	ห้องโถง	หลอดตะเกียบ	9	13	1:1	-	-	-
		ฟลูออเรสเซนต์	36	4	1:1	ฝังเพดาน	Reflector	ขดลวด
14	ทางเดิน	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	1:1	ติดเพดาน	เปิดโล่ง	ขดลวด

หลอดทั้งหมดของชั้น 16 มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18 วัตต์ จำนวน	5 หลอด รวม	140 วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36 วัตต์ จำนวน	120 หลอด รวม	5,520 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9 วัตต์ จำนวน	25 หลอด รวม	225 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	11 วัตต์ จำนวน	5 หลอด รวม	55 วัตต์
สปอร์ตไลท์ ขนาด	250 วัตต์ จำนวน	10 หลอด รวม	2,500 วัตต์
	รวมทั้งหมด จำนวน	165 หลอด รวม	8,440 วัตต์

หลอดทั้งหมดของอาคาร มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	18	วัตต์ จำนวน	105 หลอด รวม	2,940 วัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด	36	วัตต์ จำนวน	3,253 หลอด รวม	149,638 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	9	วัตต์ จำนวน	416 หลอด รวม	3,744 วัตต์
หลอดตะเกียบ ขนาด	11	วัตต์ จำนวน	5 หลอด รวม	55 วัตต์
สปอร์ตไลท์ ขนาด	250	วัตต์ จำนวน	19 หลอด รวม	4,750 วัตต์
	รวมทั้งหมด	จำนวน	3,798 หลอด รวม	161,127 วัตต์

ประวัติเจ้าของผลงาน

ชื่อ – นามสกุล พรเทพ พินัยนิติศาสตร์

อีเมล pronthep_23@hotmail.com

ประวัติการศึกษา ระดับปริญญาโท คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ระดับปริญญาตรี คณะคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ระดับอนุปริญญา วิทยาลัยช่างศิลป กรมศิลปากร

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปทุมคงคา

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปทุมคงคา

ระดับประถมศึกษา โรงเรียนพิบูลเวศม์

ระดับอนุบาล โรงเรียนอนุบาลกิตติมาศ

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ข้อตกลงว่าด้วยการอนุญาตให้ใช้สิทธิในวิทยานิพนธ์/สารนิพนธ์

วันที่ 14 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2555

ข้าพเจ้า (นาย/~~นาง/นางสาว~~) พรเทพ ฉันทนิติศาสตร์ อยู่บ้านเลขที่ 16/15
ซอย โปโล ถนน วิทยุ ตำบล/แขวง ลุมพินี
อำเภอ/เขต ปทุมวัน จังหวัด กทม รหัสไปรษณีย์ 10330
เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ รหัสประจำตัว 7506300018
ระดับปริญญา ☐ ตรี ☑ โท ☐ เอก
หลักสูตร ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการออกแบบภายใน คณะ บัณฑิตวิทยาลัย
ซึ่งต่อไปนี้เรียกว่า **"ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ"** ฝ่ายหนึ่ง และ

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ตั้งอยู่เลขที่ 119 ถนนพระราม 4 แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110 ซึ่งต่อไปนี้เรียกว่า **"ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ"** อีกฝ่ายหนึ่ง

ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ และ ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ ตกลงทำสัญญากันโดยมีข้อความดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิขอรับรองว่าเป็นผู้สร้างสรรค์และเป็นผู้มีสิทธิแต่เพียงผู้เดียวในงานสารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์หัวข้อ การจัดการอาคารสำนักงานเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษา ดร. เจริญ ตันรวงค์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพวิทยาเขตกลับน้ำไท

ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ (ต่อไปนี้เรียกว่า **"สารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์"**)

ข้อ 2. ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิตกลงยินยอมให้ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิโดยปราศจากค่าตอบแทนและไม่มีกำหนดระยะเวลาในการนำสารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์ ซึ่งรวมถึงแต่ไม่จำกัดเพียงการทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ต่อสาธารณชน ให้เช่าต้นฉบับหรือสำเนางาน ให้ประโยชน์อันเกิดจากลิขสิทธิ์แก่ผู้อื่น อนุญาตให้ผู้อื่นใช้สิทธิโดยจะกำหนดเงื่อนไขอย่างหนึ่งอย่างใดด้วยหรือไม่ก็ได้ ไม่ว่าทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน หรือการกระทำอื่นใดในลักษณะทำนองเดียวกัน

ข้อ 3. หากกรณีมีข้อขัดแย้งในปัญหาลิขสิทธิ์ในสารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์ระหว่างผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิกับบุคคลภายนอกก็ดี หรือระหว่างผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิกับบุคคลภายนอกก็ดี หรือมีเหตุขัดข้องอื่นๆ เกี่ยวกับลิขสิทธิ์ อันเป็นเหตุให้ผู้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิไม่สามารถนำงานนั้นออกทำซ้ำ เผยแพร่ หรือโฆษณาได้ ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิยินยอมรับผิดและชดใช้ค่าเสียหายแก่ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิในความเสียหายต่างๆ ที่เกิดขึ้นแก่ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิทั้งสิ้น

สัญญานี้ทำขึ้นสองฉบับ มีข้อความเป็นอย่างเดียวกัน คู่สัญญาได้อ่านและเข้าใจข้อความในสัญญานี้โดยละเอียดแล้ว จึงได้ลงลายมือชื่อให้ไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน และเก็บรักษาไว้ฝ่ายละฉบับ

ลงชื่อ.....ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ
(พรเทพ ฉันยนิศากรณ์)

ลงชื่อ.....ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ
(ดร.ชนิ่นนา ชอตสุทธิ)
ผู้อำนวยการสำนักหอสมุด

ลงชื่อ.....พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิวพร หวังพิพัฒน์วงศ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ลงชื่อ.....พยาน
(จินตนา แก้วพรหม)