

การจัดการพลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต

นายสุวเดช แก้วช่วย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2552

DRU

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดการพลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอศถานุเคราะห์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต
ชื่อผู้เขียน	นายสุวเดช แก้วช่วย
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิเกะ บุนนาค
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	พ.ศ. 2551

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอศถานุเคราะห์ ที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต ซึ่งเป็นอาคารประเภทสถานศึกษา โดยเป็นหอสมุดกลางของมหาวิทยาลัย เปิดใช้งานในปี พ.ศ. 2545 เป็นอาคารสูง 5 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยรวม 22,700 m² แบ่งเป็นพื้นที่ปรับอากาศ 14,900 m² และพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 7,800 m² มีจำนวนผู้ใช้อาคาร ประมาณ 1,551 คน ทั้งประเภทประจำสำนักงานและประเภทหมุนเวียน เวลาทำการของอาคาร วันจันทร์ - เสาร์ เวลา 07.30 - 17.00 น. การศึกษาจะมุ่งเน้นที่ระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอศถานุเคราะห์ ลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 ต่อปี โดยทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้านต่าง ๆ ของอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอศถานุเคราะห์ ให้ครอบคลุมทุกด้าน เช่น ข้อมูลการใช้พลังงานเชิงปริมาณและค่าใช้จ่าย โดยจัดทำเป็นตารางการใช้พลังงานเพื่อดูแนวโน้มการใช้พลังงาน ตรวจสอบรูปแบบการใช้และตำแหน่งที่ใช้พลังงาน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการอนุรักษ์พลังงานในแต่ละบริเวณที่มีการใช้พลังงาน การวิเคราะห์หามาตรการในการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอศถานุเคราะห์ โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง และวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุนทุกมาตรการที่ได้กำหนด

ผลสรุปการศึกษาการจัดการพลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอศถานุเคราะห์ มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศดังนี้ 1) การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ 1.1) การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น 1.2) การลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็น 1.3) การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องส่งลมเย็น 1.4) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิ น้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น 1.5) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม 1.6) การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น 2) การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน 2.1) การติดตั้งระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ 2.2) การติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น

รวมผลประหยัดที่ได้ในระบบปรับอากาศ พลังงานไฟฟ้า 392,631 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 1,505,345 บาท/ปี และมีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างดังนี้ 1) การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ 1.1) การปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน 1.2) การลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างหอเกียรติคุณและหอประวัติ 1.3) การปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ 2) การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน 2.1) การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8 รวมผลประหยัดที่ได้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พลังงานไฟฟ้า 93,993 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 281,979 บาท/ปี รวมผลประหยัดที่ได้ในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้งสิ้น พลังงานไฟฟ้า 486,624 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 1,787,324 บาท/ปีข้อความเริ่มจากตรงนี้

Thesis Title	Energy Management in Surat Osathanugrah Library at Bangkok University, Rangsit Campus
Author	Mr. Suwadech Kaewchuay
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Tika Bunnag
Department	Engineering Management
Academic Year	2008

ABSTRACT

The research aims to study the energy used in the Surat Osathanugrah Library at Bangkok University, Rangsit Campus, which its type is an educational building. Surat Osathanugrah Library is a central library of the university opened in 2002. This building is five storeys high with 22,700 m² spaces divided into 2 kinds of space -- 14,900 m² space with an air conditioning and 7,800 m² space without an air conditioning. There are 1,551 people who use this building both permanently and temporarily and the office hours of library is from Monday to Saturday at 7.00-17.00 hrs. This study emphasizes the air conditioning system and lighting system to find the way enabling energy saving up to 15 % per year at Surat Osathanugrah library. The study covers all kinds of information about library. For example, quantitative data on energy use and its expenses were tabulated in order to find the direction of energy use. It is also to inspect the position and how energy is used so as to explore the possibility of energy saving in each area. The analysis of energy conservation measure in air conditioning system and lighting system is also studied to find the way to decrease the use of energy in Surat Osathanugrah Library by comparing data before and after adjustment of energy use and analyzing the payback period of every specified measure.

The study of energy management in Surat Osathanugrah Library by using energy conservation measure for air-conditioning system can be concluded as follows.

1. Using energy efficiently by the following methods;
 - 1.1 Reduction of working hours of chiller
 - 1.2 Reduction of working hours of pump and cooling tower
 - 1.3 Reduction of working hours of air handling unit

1.4 Temperature setting for cold water of chiller

1.5 Setting an appropriate temperature for air-conditioning areas

1.6 Preventive maintenance of cooling tower

2. Adjustment and installation of energy-saving tools;

2.1 Installation of automatic condenser tube cleaning system

2.2 Installation of ozone treatment for cooling tower

From those measures, the energy saving result of air conditioning system is 392,631 kWh per year which can be saved 1,505,345 Bath per year.

For the energy conservation measure for lighting system, it can be concluded as follow.

1. Using energy efficiently by the following methods;

1.1 Turning off the lights at the whole office area during lunch time

1.2 Reduction of working hour of lighting in the Hall of Recognition and Bangkok University History Hall

1.3 Turning off the lights in area having enough natural light

2. Adjustment and installation of energy-saving tools

2.1 Installation of T5 fluorescent lamp instead of T8 fluorescent lamp

From those measures, the energy saving result of lighting system is 93,993 kWh per year which can be saved 281,979 Bath per year. Therefore, the total energy saving result of air-conditioning system and lighting system is 486,624 kWh per year which can be saved 1,787,324 Bath per year.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยความร่วมมืออย่างดียิ่งของบุคลากรในฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ในการให้ข้อมูลด้านต่าง ๆ และอำนวยความสะดวกในการสำรวจการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรณรัตน์ ผู้อำนวยการสาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ที่ให้โอกาสในการเข้าศึกษาเล่าเรียนสาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุนนาค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี รวมถึงอาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์, ดร.นุภาพ แยมไทรวัฒน์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชาติ โกมลสุทธิ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเป็นกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณกำลังใจจากบุคคลในครอบครัวและเพื่อนร่วมชั้นเรียนที่ทำให้ผู้ทำวิทยานิพนธ์ดำเนินการทุกอย่างมาได้จนถึงจุดนี้

นายสุวเดช แก้วช่วย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	๗
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.5 แผนการวิจัย.....	6
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
3. ระเบียบวิธีวิจัย	13
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย	13
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	36
3.3 การประเมินผลการวิจัย	39
4. ผลการศึกษา	40
4.1 การจัดการพลังงานในระบบปรับอากาศ.....	40
4.2 การจัดการพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....	56
5. สรุปผลการศึกษา	64
5.1 สรุปผลการศึกษา	64
5.2 ข้อเสนอแนะ	68
บรรณานุกรม	70

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	73
ภาคผนวก ก รายการคำนวณผลการประหยัดพลังงาน	
ในแต่ละมาตรการ.....	74
ภาคผนวก ข รายการอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ.....	84
ประวัติผู้เขียน.....	93

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต.....	4
1.2 แผนการวิจัย.....	6
3.1 ตารางการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ ระหว่างปี 2545 – 2551...	15
3.2 แผนงานตรวจวัดและการบำรุงรักษา.....	35
5.1 สรุปผลการศึกษการจัดการพลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์...	67

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
3.1 อาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต.....	14
3.2 สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ.....	15
3.3 ลักษณะของอาคารที่มีการถ่ายเทอากาศโดยธรรมชาติ.....	16
3.4 ธารน้ำล้นหน้าอาคารช่วยในการลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร.....	17
3.5 อาคารที่ถูกออกแบบให้สามารถนำแสงจากธรรมชาติเข้าไปใช้ในตัวอาคารได้....	17
3.6 ลักษณะภายนอกอาคาร.....	18
3.7 ลักษณะภายในอาคารชั้น 1 ออกแบบให้มีเพดานสูงโปร่ง.....	18
3.8 รูปทรงอาคาร.....	19
3.9 สภาวะแวดล้อมในอาคาร.....	20
3.10 การใช้พืช ต้นไม้ปกคลุมดินรอบอาคาร.....	20
3.11 ธารน้ำบริเวณทางเข้าอาคาร.....	21
3.12 แสดงทิศทางการไหล.....	22
3.13 แสดงทิศทางการตั้งอาคาร.....	23
3.14 รูปทรงกระบอกข้างบนเป็นโครงสร้างรูปเพชร.....	23
3.15 รูปทรงกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ออกแบบเพื่อ ลดการกระทบความร้อนจากภายนอกอาคาร.....	24
3.16 ตำแหน่งที่ตั้งพื้นที่บริการของอาคาร.....	24
3.17 ตำแหน่งทางเข้าอาคาร.....	25
3.18 แสดงวัสดุ และอุปกรณ์บังแดดของอาคาร ช่วยป้องกันความร้อนจากภายนอกผนังโดยรอบ ของอาคารใช้ Aluminium Composite Material (สีเทา) และ Laminated Glass (สีเขียว) มีคุณสมบัติ สะท้อนความร้อน ช่วยลดความร้อนก่อนเข้าสู่อาคาร.....	25
3.19 รูปด้านแสดงวัสดุโดยรอบอาคาร.....	26
3.20 แสดงแสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 08.00 น. – 12.00 น. และอุปกรณ์บังแดดทิศตะวันออก.....	26

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21 แสดงแสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 12.00 น. – 17.00 น. และอุปกรณ์บังแดดทิศตะวันตก.....	27
3.22 แสดงแสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 08.00 น. – 16.00 น. และอุปกรณ์บังแดดทิศใต้.....	27
3.23 แสดงลักษณะช่องแสงของอาคาร.....	28
3.24 ผังพื้นที่ชั้นที่ 4 แสดงการจัดพื้นที่ภายในอาคาร.....	28
3.25 การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารบริเวณโถงทางขึ้นอาคาร.....	29
3.26 การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารบริเวณลิฟท์ ห้องน้ำ บันไดหนีไฟ.....	29
3.27 แสดงพื้นที่หรือบริเวณที่ใช้แสงสว่างจากหลอดไฟ ร่วมกับแสงสว่างจากธรรมชาติ.....	30
3.28 แสดงความแตกต่างของแสงสว่างในแต่ละพื้นที่.....	30
3.29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Reflecting Pool ของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ และกระแสนลม	31
3.30 ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ที่ใช้ในอาคาร.....	31
3.31 ติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง.....	32
3.32 ติดตั้งมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง (SCHP).....	33
3.33 ชุดโคมไฟภายในอาคาร.....	33
3.34 ระบบควบคุมการเปิด – ปิดไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร.....	34
3.35 กังหันลม ซึ่งติดตั้งที่ชั้นดาดฟ้าของอาคาร.....	34
3.36 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter).....	36
3.37 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer).....	37
3.38 ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter).....	37
3.39 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System).....	38
3.40 ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างระยะไกล (Two Wire Remote).....	38
3.41 ระบบควบคุมเครื่องทำน้ำเย็น (Carrier Comfort Network).....	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller).....	41
4.2 การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller).....	41
4.3 ปั๊มน้ำ (Pump) และหอผึ่งเย็น (Cooling Tower).....	43
4.4 การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็น.....	43
4.5 เครื่องส่งลมเย็น (AHU).....	45
4.6 การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานเครื่องส่งลมเย็น (AHU).....	45
4.7 วัฏจักรทำความเย็น.....	46
4.8 การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller).....	47
4.9 การประหยัดพลังงานโดยการปรับตั้งค่าอุณหภูมิ น้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller).....	47
4.10 วัฏจักรทำความเย็น.....	48
4.11 การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม.....	49
4.12 การประหยัดพลังงานโดยการปรับตั้งค่าอุณหภูมิ ภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม.....	49
4.13 การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower).....	50
4.14 การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower).....	51
4.15 การติดตั้งระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ (Ball Cleaning).....	53
4.16 การประหยัดพลังงานโดยการติดตั้งระบบทำความสะอาด ท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ (Ball Cleaning).....	53
4.17 การติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น.....	55
4.18 การประหยัดพลังงานโดยการติดตั้งระบบ เครื่องกำเนิดไอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น.....	56
4.19 การปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน.....	57

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.20 การประหยัดพลังงานโดยการปิดไฟแสงสว่าง	
ช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน.....	57
4.21 การลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างหอเกียรติคุณและหอประวัติ.....	58
4.22 การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมง	
การเปิดไฟแสงสว่างหอเกียรติคุณและหอประวัติ.....	59
4.23 การปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ.....	60
4.24 การประหยัดพลังงานโดยการปิดไฟแสงสว่าง	
ในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ.....	60
4.25 การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ภายในอาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ.....	62
4.26 รูปแบบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8.....	62
4.27 การประหยัดพลังงานโดยการติดตั้ง	
หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8.....	63
5.1 สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ.....	64
5.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ.....	65

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การขยายตัวอย่างรวดเร็วทางภาคเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม รวมทั้งการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความต้องการพลังงานภายในประเทศสูงขึ้น โดยตลอดในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาอัตราการใช้พลังงานในประเทศไทย เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 13 ต่อปี และมีแนวโน้มว่าจะยังคงเพิ่มขึ้นต่อไปในอัตราสูง ด้วยเหตุที่ความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประกอบกับแหล่งพลังงานภายในประเทศมีจำกัด จึงจำเป็นต้องอาศัยการนำเข้าเป็นจำนวนมากทำให้สัดส่วนการพึ่งพาจากต่างประเทศสูงกว่าร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานทั่วทั้งประเทศคิดเป็นเงินตราต่างประเทศที่สูญเสียไปกว่าปีละ 155,000 ล้านบาท นอกจากนั้น การสำรวจและพัฒนาแหล่งพลังงานใหม่ๆ ในประเทศไม่เพียงแต่จะใช้เงินลงทุนสูงมากเท่านั้นแต่ยังทำให้เราต้องสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่าจำนวนมากมหาศาล อันอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวอีกด้วย

นโยบายการประหยัดพลังงานของประเทศได้เริ่มต้นเมื่อปี 2516 ซึ่งอยู่ในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 3 (2516-2519) โดยรัฐบาลในขณะนั้นได้กำหนดมาตรการป้องกันการขาดแคลนน้ำมันและประหยัดการใช้น้ำมันและไฟฟ้าหลายประการซึ่งบางมาตรการมีลักษณะชั่วคราว เช่น ลดการใช้ไฟฟ้า แสงสว่างในทางสาธารณะลงร้อยละ 50 จำกัดขนาดเครื่องยนต์ของส่วนราชการที่จัดซื้อใหม่ไม่เกิน 1,300 ซีซี เป็นต้น ซึ่งมาตรการเหล่านี้ยกเลิกไปหมดแล้วเมื่อสถานการณ์ผ่อนคลายลงสำหรับมาตรการด้านการอนุรักษ์พลังงาน หรือการประหยัดการใช้พลังงานที่ใช้ในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 4 (2520-2524) ก็ยังคงมีอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการใช้น้ำมันยังมีอัตราที่สูงมาก อีกทั้งการผลิตไฟฟ้ายังพึ่งพาน้ำมันปิโตรเลียมจากต่างประเทศในอัตราที่สูงมาก มาตรการประหยัดพลังงานในขณะนั้นครอบคลุมทั้งการคมนาคมขนส่ง อุตสาหกรรม ภาคส่วนราชการซึ่งส่วนใหญ่เป็นมาตรการชั่วคราวที่เน้นการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเท่านั้น เช่น จำกัดความเร็วรถยนต์นั่งและรถบรรทุก กำหนดบัสเลน ห้ามจอดรถในถนนสายหลัก ห้ามไม่ให้โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak Load มาตรการประหยัดพลังงาน กำหนดเวลาปิดเปิดของสถานบริการเรีงรมย์ ลดเวลาออกอากาศทางโทรทัศน์ในช่วงเย็น เป็นต้น

จากมาตรการต่างๆที่รัฐบาลได้ใช้เพื่อเป็นการลดการใช้น้ำมันและไฟฟ้าในช่วงที่ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกมีราคาแพงและขาดแคลนนั่น ยังไม่สามารถลดการใช้น้ำมันและลดการพึ่งพาน้ำมันปิโตรเลียมจากต่างประเทศลงได้อย่างบังเกิดประสิทธิภาพจนกระทั่งแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (2525-2529) จึงได้มีการกำหนดนโยบายทางด้านพลังงานไว้เพื่อใช้เป็นหลักในการพัฒนาด้านพลังงานของประเทศที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาประเทศ โดยรวมถึงการปรับโครงสร้างการผลิตและการใช้พลังงานให้ลดลง มาตรการประหยัดพลังงานที่นำมาใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมและคมนาคมขนส่ง ตามแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 นั้นกำหนดให้เน้นถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิต ให้เกิดการประหยัดและลดการใช้พลังงานลง โดยให้มีการดำเนินงานในรูปโครงการประหยัดพลังงานของประเทศ

ในเบื้องต้นโครงการประหยัดพลังงานของประเทศ ได้กำหนดให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ดำเนินมาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดในภาคอุตสาหกรรม อาทิ การให้บริการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานและเสนอแนะวิธีการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม การจัดฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ระดับผู้บริหารวิศวกรและช่างเทคนิคของโรงงาน การให้สิ่งจูงใจด้วยการลดอากรศุลกากรขาเข้าของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ช่วยในการประหยัดพลังงาน และการให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำแก่โรงงานเพื่อการสาธิตการประหยัดพลังงาน รวมทั้งการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารประหยัดพลังงานด้วยวารสาร ข่าว เอกสารวิชาการ โปสเตอร์ และแผ่นพับ เป็นต้น

โครงการดังกล่าวได้ดำเนินมาอย่างต่อเนื่องและขยายขอบเขตกว้างขวางเพิ่มขึ้นจนถึงในช่วงของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (2530-2534) จึงได้กำหนดเป้าหมายเพิ่มขึ้นให้มีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารพาณิชย์และที่อยู่อาศัยด้วย

ในปี พ.ศ. 2529 ภายหลังจากที่ได้ดำเนินมาตรการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน จนได้ผลมาในระดับหนึ่ง แต่จากการที่เศรษฐกิจของประเทศมีแนวโน้มที่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในด้านการส่งออกการลงทุน และการท่องเที่ยว ทำให้ความต้องการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขยายตัวสูงขึ้นสูงตามไปด้วย จึงเป็นภาระของทั้งภาครัฐและเอกชน ในการจัดหาพลังงานมาสนองตอบความต้องการใช้ให้เพียงพอ ดังนั้นนอกเหนือจากการพัฒนาแหล่งพลังงานใหม่ๆ แล้วการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน จะเป็นมาตรการอีกอย่างหนึ่งที่จะช่วยรักษาเสถียรภาพทางด้านพลังงานของประเทศได้ และจากการเห็นผลสำเร็จของต่างประเทศในการอนุรักษ์พลังงาน อาทิ ญี่ปุ่น เยอรมัน แคนาดา ซึ่งประเทศเหล่านี้มีกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน เป็นเครื่องมือสำคัญในการให้การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานแก่ภาคเอกชน กรมพัฒนาพลังงาน

ทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ยกร่างกฎหมายส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานขึ้นมาและได้ผ่านการพิจารณาจากสภานิติบัญญัติแห่ง ชาติและได้มีพระบรมราชโองการฯ ให้ประกาศใช้ในพระราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2535 ทำให้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2535 เป็นต้นมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. กำกับดูแลส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้ที่อยู่ภายใต้บังคับของกฎหมาย (อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม) มีการอนุรักษ์พลังงานด้วยการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด
2. ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการผลิตเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพและวัสดุที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน ขึ้นภายในประเทศและมีการใช้อย่างแพร่หลาย
3. ส่งเสริมและสนับสนุนให้การอนุรักษ์พลังงานเป็นรูปธรรมด้วยการจัดตั้ง “กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน” เพื่อใช้เป็นกลไกในการให้การอุดหนุนช่วยเหลือทางการเงินในการอนุรักษ์พลังงาน

ตามพระราชบัญญัติฯ ฉบับนี้ ได้กำหนดออกมาเป็นพระราชกฤษฎีกาควบคุมไปกับการออกกฎกระทรวง เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์การปฏิบัติของโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม มีผลทำให้อาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงแรม โรงพยาบาล อาคารสำนักงาน ศูนย์การค้า และสถานศึกษา เป็นต้น ซึ่งอาคารที่มีการติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าขนาดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1,175 กิโลวัตต์แอมแปร์ขึ้นไป และอาคารที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า ความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองเช่น น้ำมัน ก๊าซ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน มีปริมาณพลังงานเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูลต่อปีขึ้นไป เป็นอาคารควบคุม และได้กำหนดให้ผู้ที่เป็นเจ้าของอาคารควบคุม มีหน้าที่ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในเรื่องดังต่อไปนี้

1. จัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอย่างน้อย 1 คน ประจำ ณ อาคารควบคุมแต่ละแห่ง
2. ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้
3. รายงานการใช้พลังงาน ดังนี้

ส่งข้อมูลการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน ให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ทุกๆ 6 เดือน

บันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน เป็นประจำทุกเดือน และเก็บข้อมูลเหล่านี้ไว้ประจำที่อาคารควบคุมอย่างน้อย 5 ปี

4. กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน ส่งให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ทุก 3 ปี โดยให้ดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น

การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด

การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

การปฏิบัติตามแผนอนุรักษ์พลังงาน

5. การตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน โดยให้ส่งรายงาน การตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน แก่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เป็นประจำทุกปี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพเป็นสถาบันการศึกษาเอกชน ที่จัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก ปัจจุบันมี 2 วิทยาเขต คือ วิทยาเขตกล้วยน้ำไท และวิทยาเขตรังสิต ซึ่งทั้งสองวิทยาเขตนั้นเป็นอาคารควบคุม ต้องดำเนินการตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะมหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต ตั้งอยู่เลขที่ 9/1 หมู่ที่ 5 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี เริ่มเปิดทำการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 ปัจจุบันมีพื้นที่ทั้งหมด 441 ไร่ 1 งาน 67 ตารางวา โดยมีพื้นที่ใช้สอยรวม 93,562 ตารางเมตร มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต

ปี	พื้นที่ใช้สอยรวม (ตารางเมตร)	ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)
2543	43,263	1,920	3,496,400
2544	43,263	1,776	2,889,702
2545	67,695	3,084	6,172,800
2546	67,695	3,036	6,127,680
2547	93,562	3,640	7,348,720

จากตารางที่ 1.1 จะเห็นว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 ถึงปี พ.ศ. 2547 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากการขยายตัวของมหาวิทยาลัยทั้งการเพิ่มจำนวนบุคลากรและนักศึกษา รวมถึงการก่อสร้างอาคารเพิ่มมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากพื้นที่ใช้สอยรวมที่เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งพอที่จะสรุปได้ดังนี้

ในปี พ.ศ. 2544 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2543 มีพื้นที่ใช้สอยรวมเท่ากัน แต่ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ลดลง 144 กิโลวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 7.50 และพลังงานไฟฟ้า ลดลง 606,698 หน่วย

คิดเป็นร้อยละ 17.35 อันมีสาเหตุเนื่องมาจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในปี พ.ศ. 2545 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2544 มีพื้นที่ใช้สอยรวมเพิ่มขึ้น 24,432 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 56.47 มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด เพิ่มขึ้น 1,308 กิโลวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 73.64 และพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 3,283,098 หน่วย คิดเป็นร้อยละ 113.61 อันมีสาเหตุเนื่องมาจากการก่อสร้างอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ และเปิดใช้งานในเดือนมกราคม พ.ศ. 2545

ในปี พ.ศ. 2546 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2545 มีพื้นที่ใช้สอยรวมเท่ากัน แต่ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ลดลง 48 กิโลวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 1.55 และพลังงานไฟฟ้า ลดลง 45,120 หน่วย คิดเป็นร้อยละ 0.73 อันมีสาเหตุเนื่องมาจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าในอาคารเดิม (ไม่รวมถึงอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์) ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในปี พ.ศ. 2547 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2546 มีพื้นที่ใช้สอยรวมเพิ่มขึ้น 25,867 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 38.21 มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด เพิ่มขึ้น 604 กิโลวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 19.89 และพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 1,221,040 หน่วย คิดเป็นร้อยละ 19.92 อันมีสาเหตุเนื่องมาจากการก่อสร้างอาคารนิเทศศาสตร์คอมเพล็กซ์ ปองทิพย์ โอสถานุเคราะห์ และเปิดใช้งานในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547

จากข้อมูลที่ได้สรุปข้างต้นจะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2545 มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และพลังงานไฟฟ้า เพิ่มสูงขึ้นมาก อันมีสาเหตุเนื่องมาจากการเปิดใช้งานอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ จึงมีความประสงค์ที่จะทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงาน และเพื่อเป็นการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์

1.2.2 หาแนวทางในการลดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 ต่อปี

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การศึกษาจะทำเฉพาะอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ ที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพวิทยาเขตรังสิต เท่านั้น

1.3.2 การศึกษาจะมุ่งเน้นที่ระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.2 เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกมาตรการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อลดต้นทุนพลังงานในอาคารสถานศึกษาอย่างยั่งยืน

1.4.3 เป็นข้อมูลในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสถานศึกษาในประเทศไทย

1.5 แผนการวิจัย

ตารางที่ 1.2 แผนการวิจัย

กิจกรรม	ระยะเวลา (เดือน)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ตรวจสอบการใช้พลังงานที่ผ่านมา	→											
2. ดำรงการะใช้พลังงานเบื้องต้น		→										
3. ตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด				→								
4. กำหนดแนวทางในการลดการใช้พลังงาน					→							
5. เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง						→						
6. วิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุน							→					
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ								→				

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิต หรืออุตสาหกรรมการบริหาร โดยทั่ว ๆ ไป โรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการต่าง ๆ จะต้องอาศัยพลังงาน 2 รูปแบบ คือพลังงานไฟฟ้าและพลังงานจากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ โดยมีสัดส่วนการใช้งานที่แตกต่างกันตามแต่ประเภทของอุตสาหกรรม

โดยทั่วไปโรงงานอุตสาหกรรมจะได้รับพลังงานไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ หรือจากการผลิตขึ้นใช้เองจากความร้อนทิ้งหรือวัสดุเหลือใช้ เป็นต้น สำหรับพลังงานจากเชื้อเพลิงต่าง ๆ นั้น ส่วนใหญ่จะถูกใช้ไปเพื่อให้กำเนิดความร้อน ซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเตาเกรดต่าง ๆ ถ่านหินลิกไนต์ ก๊าซธรรมชาติและก๊าซปิโตรเลียมเหลว

เนื่องจากพลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญของกระบวนการผลิต การใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสม จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ควรจะเป็น ตั้งแต่เกิดวิกฤตการณ์พลังงานที่ผ่านมาทำให้ราคาน้ำมันดิบเปลี่ยนแปลงรวดเร็วจนมีราคาเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัวในเวลาเพียงไม่กี่ปี การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของราคาน้ำมันดิบทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ซึ่งส่งผลโดยตรงกับค่าพลังงานที่โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องจ่ายเพิ่มขึ้น ทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์แพงตามไปด้วย เพื่อให้สามารถดำเนินการและแข่งขันอยู่ได้ โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงต้องหาทางลดต้นทุนการผลิตลง และแนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้เป็นอย่างดีคือ “การจัดการด้านพลังงาน” โดยมีการประหยัดพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการจัดการด้านพลังงาน

2.1.1 การจัดการพลังงานเบื้องต้น

การจัดการพลังงาน หมายถึง การทำให้ผู้เกี่ยวข้องด้านพลังงานมีความเข้าใจตลอดจนสามารถควบคุมและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในหน่วยงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จุดมุ่งหมายหลักของการจัดการด้านพลังงาน คือ เพื่อให้แน่ใจว่าการจัดการด้านพลังงานจะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ขององค์กร

ประโยชน์ของการจัดการพลังงาน การจัดการพลังงานที่ดี จะช่วยให้หน่วยงานสามารถ

- 2.1.1.1 ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน
- 2.1.1.2 สิ่งแวดล้อมดีขึ้น
- 2.1.1.3 เพิ่มผลกำไร
- 2.1.1.4 ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์
- 2.1.1.5 มีภาพลักษณ์ของหน่วยงานดีขึ้น
- 2.1.1.6 เสริมสร้างสภาพแวดล้อมในการทำงาน
- 2.1.1.7 เพิ่มโอกาสในการดำเนินธุรกิจ
- 2.1.1.8 ช่วยประเทศชาติในการประหยัดเงินตราและทรัพยากรธรรมชาติ

2.1.2 ขั้นตอนของการจัดการพลังงาน

การจัดการพลังงานจะดำเนินไปอย่างได้ผล บุคลากรในองค์กรนั้น ๆ จะต้องมีความตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงาน โดยเฉพาะผู้รับผิดชอบด้านพลังงานหรือผู้จัดการด้านพลังงานจะต้องมีเป้าหมาย และแผนการดำเนินการสำหรับโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบต่าง ๆ และเสนอให้ผู้บริหารระดับสูงเห็นชอบ และสนับสนุนอย่างเป็นทางการ การสนับสนุนที่เป็นรูปธรรมจากผู้บริหารระดับสูง จะช่วยให้สามารถเริ่มโครงการได้อย่างมั่นคง สร้างความมั่นใจว่าโครงการที่เสนอจะได้รับความเอาใจใส่จากทั้งองค์กรอย่างจริงจัง และช่วยการประสานงานกับทุกฝ่ายเป็นไปอย่างราบรื่น

การจัดการพลังงานมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 2.1.2.1 การตระหนักถึงความสำคัญในการอนุรักษ์พลังงาน
- 2.1.2.2 กำหนดนโยบาย เป้าหมาย และแผนงาน
- 2.1.2.3 จัดทำเอกสารสรุปเสนอฝ่ายบริหาร
- 2.1.2.4 ตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน
- 2.1.2.5 จัดทำแผนงานปรับปรุง
- 2.1.2.6 นำแผนงานปรับปรุงไปปฏิบัติ
- 2.1.2.7 การตรวจติดตามผล
- 2.1.3 ขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น สรุปได้ดังนี้
 - 2.1.3.1 การเตรียมการ
 - 2.1.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน

2.1.3.3 การดำเนินการสำรวจและตรวจวัดเบื้องต้น เพื่อหาศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.3.4 การวิเคราะห์ผลและประเมินศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานเบื้องต้น

2.1.3.5 ระบุมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนต่ำ

2.1.3.6 ระบุส่วนที่ต้องดำเนินการตรวจสอบและศึกษาโดยละเอียด

2.1.3.7 รายงานผล ข้อเสนอแนะและแนวทางสำหรับการตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดต่อไป

2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการพลังงานในอาคารที่ผ่านมา มีดังนี้

เกษร เพ็ชรราช (2539) ได้ศึกษาวิเคราะห์การใช้พลังงานในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อหาวิธีการและมาตรการในการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า โดยศึกษาจากอาคารตัวอย่าง 4 หลัง หาค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้าของอาคารและในระบบต่าง ๆ ประเมินพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสีย สาเหตุการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดเนื่องจากพฤติกรรมของผู้ใช้งาน จึงได้เสนออุปกรณ์เพื่อควบคุมการทำงานของการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง เช่น Timer switch, Sensor switch, Photo switch และ Movement sensor switch การเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพดีกว่าเข้าแทน เช่น ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การเปลี่ยนชนิดของอุปกรณ์สะท้อนแสง (Reflector) ในระบบปรับอากาศ การเปลี่ยนชนิดเครื่องปรับอากาศจากแบบ Split type เป็น Central system ในพื้นที่ที่มีการใช้งานคงที่ตลอดทั้งวัน จากแนวทางที่ปรับปรุงสามารถลดปริมาณไฟฟ้าที่ประหยัดได้รวมของอาคารทั้ง 4 หลัง มีค่า ประมาณ 641,856 หน่วยต่อปี คิดเป็นเงิน 1,058,897 บาทต่อปี ซึ่งมีค่าประมาณ 11.55 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าที่จ่ายในปี พ.ศ. 2537

สาริต รุ่งฤดีสมบัติกิจ (2541) ได้มีการศึกษาการประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 2) หาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าทั้งในระยะสั้นและในระยะยาว แล้ววิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในเชิงเศรษฐศาสตร์ 3) ศึกษาผลกระทบจากการใช้โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU และ TOD อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โคมไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ใช้ในอาคารเรียน รวมถึงคุณลักษณะทางสถาปัตยกรรม ผลการวิจัยพบว่า อาคารเรียนในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ซึ่งมีพื้นที่ปรับอากาศ 25,488 ตารางเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้า 2,774,000 หน่วยต่อปี ดัชนีการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 67.10 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรต่อปี มีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 1,032 กิโลวัตต์ ตัว

ประกอบโหลด 30.60 % และมีค่า ใช้จ่ายไฟฟ้าเฉลี่ย 7,018,834 บาทต่อปี มีสัดส่วนการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ 66 % การใช้พลังงานของอุปกรณ์ในห้องทำงานของบุคลากรและห้องปฏิบัติการ 29 % และการใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่าง 5 % พิกัดการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า 4,000 KVA ค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็น 1.62 KW/TON ค่ากำลังไฟฟ้าในการส่องสว่าง 4.03 W/m² ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคารที่สูงสุดมีค่า 38.05 W/m² และค่าการถ่ายเทความร้อนหลังคาอาคารที่สูงสุดมีค่า 18.90 W/m² การหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระยะสั้นถึงระยะปานกลาง ได้เสนอมาตรการดังนี้ 1) การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 2) การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและลดการรั่วไหลของอากาศจากภายนอกที่จะเข้ามาในพื้นที่ปรับอากาศ 3) การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ในระบบแสงสว่าง 4) การลดกำลังงานสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งคาดว่าจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าคิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 1,542,175 บาทต่อปี สำหรับแนวทางการประหยัดพลังงานในระยะยาวพบว่า การใช้ระบบกักเก็บความเย็นในรูปน้ำแข็งแบบ Partial Storage จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าได้มากที่สุด คิดเป็นเงินโดยเฉลี่ย 3,486,288 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 11 ปี และอัตราผลตอบแทนการลงทุน 4.87 % ซึ่งไม่คุ้มค่าที่จะลงทุนสร้าง

อนек เทศทอง (2541) ได้มีการศึกษาวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารโรงเรียนมัธยมศึกษากรุงเทพ มหานคร พบว่ามีโรงเรียนขนาดใหญ่ที่ศึกษา จำนวน 21 โรงเรียน มีขนาดพื้นที่ของจำนวนอาคารรวมทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยประมาณ 8,499 ตารางเมตรต่อโรงเรียน แบ่งเป็นพื้นที่ใช้งานประมาณ 82 % และพื้นที่ปรับอากาศประมาณ 8 % โดยเทียบกับพื้นที่ใช้งาน มีกำลังไฟฟ้าติดตั้งรวมทั้งหมดในอาคารเฉลี่ย 116.37 กิโลวัตต์ต่อโรงเรียน จำนวนนี้เป็นระบบแสงสว่าง 52.40 % ระบบปรับอากาศ 36.80 % แนวทางการประหยัดการใช้ไฟฟ้า ลดกำลังไฟฟ้าในอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น หลอดไฟฟ้า ตู้เย็น โทรทัศน์ และเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างโดยใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง สามารถลดกำลัง ไฟฟ้าได้ร้อยละ 10 , 9 , 13 และ 33 ตามลำดับ ลดระยะเวลาการใช้ไฟฟ้าโดยใช้ อุปกรณ์ควบคุม ได้แก่ Timer Switch , ON-OFF Switch ใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พัดลมในห้องต่าง ๆ ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบุคลากร สามารถประหยัดการใช้ไฟฟ้าลงได้ 37,375 หน่วยต่อปี คิดเป็นเงิน 61,669 บาทต่อปี ซึ่งมีค่า 23 % เมื่อเทียบกับการใช้ไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2539

สุวรรณ รุ่งเรืองนานา (2541) ได้มีการศึกษาการวิเคราะห์โครงการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของรัฐ กรณี ศึกษา อาคารกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทางเลือกระหว่างการปรับเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง กับกรณีที่ไม่มี การปรับเปลี่ยน โดยจะเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดตามหลัก สัมฤทธิ์ทางต้นทุน

ข้อมูล ที่ใช้ในการศึกษาอาศัยข้อมูลสถิติจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่า ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย ตามหลักสัมฤทธิ์ภาพทางต้นทุนที่ทุกระดับอัตราคิดลด ซึ่งได้แก่ 8 %, 15 % และ 20 % ตามลำดับ ปรากฏว่ามูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายสำหรับทางเลือกในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเครื่องใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง มีค่าต่ำกว่าทางเลือกในการใช้เครื่องปรับอากาศเครื่องเดิม และสำหรับกรณีการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้จากการใช้อิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสตัท พบว่าขนาดในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศยิ่งสูง ก็ยิ่งให้ผลในการประหยัดค่าไฟฟ้าในปริมาณเงินได้มากขึ้น ดังนั้นโครงการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของรัฐ จึงควรได้รับการสนับสนุนให้ดำเนินการต่อไป เพื่อที่จะได้เป็น โครงการตัวอย่างให้แก่ภาคเอกชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ที่มีผลบังคับให้ภาคเอกชนจะต้องทำการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารและโรงงาน ก็จะส่งผลในการประหยัดพลังงานของประเทศ และยังทำให้การใช้พลังงานของประเทศมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

สุภารัตน์ ปรีชาธเนศ (2542) ได้มีการศึกษาการใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษากลุ่มช่วงอุตสาหกรรม ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และการยอมรับการจัดการพลังงานไฟฟ้าให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ผลการวิจัยพบว่า สถานศึกษามีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 853,660 หน่วยต่อปี มีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบปรับอากาศ ร้อยละ 54 รองลงมาได้แก่ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบเครื่องจักรอุปกรณ์ตาม ลำดับ คำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 224 หน่วยต่อคนต่อปี ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 บาทต่อหน่วย ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ย 10.86 วัตต์ต่อตารางเมตร และค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย 2.84 กิโลวัตต์ต่อตัน แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับการยอมรับจากคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง คือ การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งาน การซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศ การติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่หม้อแปลงไฟฟ้า การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง การเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง และการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ตามลำดับ

ทรงสุภา พุ่มชุมพล (2544) ได้มีการศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมสำหรับอาคารราชการขนาดกลาง ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางให้เจ้าของอาคารสามารถดำเนินการอนุรักษ์พลังงานได้เอง โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคาร การศึกษาใช้อาคารตัวอย่างจำนวน 40 แห่ง เป็นอาคารโรงพยาบาล จำนวน 7 แห่ง อาคารสถานศึกษาจำนวน 15 แห่ง และอาคารสำนักงานจำนวน

18 แห่ง จากการศึกษาพบว่า กลุ่มอาคารตัวอย่างมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักใน 2 ระบบ คือ ในระบบแสงสว่างเฉลี่ยร้อยละ 42 และในระบบปรับอากาศเฉลี่ยร้อยละ 48 ของปริมาณพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นจึงเสนอแนวทาง การอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมเฉพาะใน 2 ระบบนี้ และทำการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ โดยพิจารณาถึงความแตกต่างของจำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อปี ความเปลี่ยนแปลงของราคาอุปกรณ์อนุรักษ์พลังงาน และอัตราค่าไฟฟ้าประกอบด้วย แล้วสรุปผลในรูปแบบของตารางและกราฟ โดยให้คำตอบในรูปแบบอัตราผลตอบแทนการลงทุน เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางที่จะดำเนินการอนุรักษ์พลังงานได้โดยไม่ต้องดำเนินการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานแต่อย่างใด จากผลการศึกษาคาดว่า หากอาคารขนาดกลางในเขตภาคตะวันออกเฉลี่ย เนื้อที่ 1,561 แห่ง ดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน มาตรการภายใต้เงื่อนไขที่ให้อัตราผลตอบแทนภายในมากกว่า 9 % จะประหยัดพลังงานได้ประมาณ 197,000 เมกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 504 ล้านบาทต่อปี โดยต้องลงทุนประมาณ 3,100 ล้านบาท หรือประมาณ 1.89 ล้านบาทต่อแห่ง โดยจะมีระยะเวลาคืนทุน 6.15 ปี และประหยัดเงินจากค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานประมาณ 15.87 ล้านบาท

อุไรวรรณ พูลสิน (2545) ได้มีการศึกษาการอนุรักษ์พลังงานในอาคารนอกชายอาคารควบคุมสองแห่ง คืออาคารประเภทสำนักงานและอาคารประเภทสถานศึกษา ได้ทำการสำรวจตรวจ วัดและวิเคราะห์การใช้พลังงาน ของอาคารดังกล่าว ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า อาคารประเภทสำนักงานและสถานศึกษา มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 269,316 และ 602,608 หน่วยต่อปี ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 903,970 และ 2,056,300 บาทต่อปี โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานหลักอยู่ที่ระบบปรับอากาศคิดเป็น 69 และ 55 % ระบบแสงสว่าง 14 และ 15 % ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดตามลำดับ จากการประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานของอาคารพบว่า มาตรการในการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมสำหรับอาคารทั้งสองแห่ง ได้แก่ การควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด การปรับปรุงค่าประกอบกำลังไฟฟ้า การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ การใช้อุปกรณ์ในการส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพสูง อาทิ การใช้หลอด คอมแพคฟลูออเรสเซนต์ โคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูง การใช้บัลลาสต์ชนิดความสูญเสียต่ำ การปรับปรุงทางด้านกรอบอาคาร เป็นต้น ซึ่งอาคารทั้งสองแห่งมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานได้ 13.90 และ 27.03 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ศึกษาการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ ที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต การศึกษาจะมุ่งเน้นที่ระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ ลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 ต่อปี โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการประเมินผลการวิจัยดังนี้

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยจะทำการศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ ของอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ ให้ครอบคลุมทุกด้าน เช่น ข้อมูลการใช้พลังงานเชิงปริมาณและค่าใช้จ่าย โดยจัดทำเป็นตารางการใช้พลังงานเพื่อดูแนวโน้มการใช้พลังงาน ตรวจสอบรูปแบบการใช้และตำแหน่งที่ใช้พลังงาน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการอนุรักษ์พลังงานในแต่ละบริเวณที่มีการใช้พลังงาน การวิเคราะห์หามาตรการในการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง และวิเคราะห์หาระยะเวลาดำเนินการทุกมาตรการที่ได้กำหนด โดยทำการศึกษาข้อมูลแบ่งได้เป็นตอน ๆ ดังนี้

3.1.1 ข้อมูลทั่วไป

อาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ ตั้งอยู่ที่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต เลขที่ 9/1 ม. 5 ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี เป็นอาคารประเภทสถานศึกษา โดยเป็นอาคารหอสมุดกลางของมหาวิทยาลัย มีการเปิดใช้งานเมื่อ พ.ศ. 2545 ปัจจุบันมีอายุอาคาร 7 ปี

อาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ เป็นอาคารสูง 5 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยรวม 22,700 m^2 แบ่งออกเป็นพื้นที่ปรับอากาศ 14,900 m^2 และพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 7,800 m^2 โดยมีพื้นที่แต่ละชั้นดังนี้

ชั้น 1 พื้นที่ 5,800 m^2 ใช้เป็นพื้นที่เคาน์เตอร์ให้บริการยืม-คืนหนังสือ โถงนิทรรศการ ร้านจำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม ที่นั่งพักผ่อนของนักศึกษาในห้องปรับอากาศ และสวนหย่อมภายในอาคาร

ชั้น 2 พื้นที่ 3,000 m² ใช้เป็นพื้นที่หอเกียรติคุณ ห้องจัดนิทรรศการสำหรับนักศึกษา

ชั้น 3 พื้นที่ 5,300 m² ใช้เป็นพื้นที่สำนักงาน ห้องคัดแยกหนังสือ ห้องประชุมขนาด 80 ที่นั่ง ห้องฉายภาพยนตร์ขนาด 80 ที่นั่ง ชั้นหนังสือ ที่นั่งพักผ่อนของนักศึกษา ห้องบริการอินเทอร์เน็ตมีเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน 152 เครื่อง และหอประวัติ

ชั้น 4 พื้นที่ 4,300 m² ใช้เป็นพื้นที่ชั้นหนังสือ ห้องคัดแยกหนังสือ ห้องซ่อมหนังสือ ห้องค้นคว้ากลุ่มขนาด 10 ที่นั่ง จำนวน 10 ห้อง ห้องค้นคว้าเดี่ยวขนาด 2 ที่นั่ง จำนวน 4 ห้อง และบริเวณนั่งอ่านหนังสือสำหรับนักศึกษา

ชั้น 5 พื้นที่ 4,300 m² ใช้เป็นพื้นที่สำนักงาน ชั้นหนังสือ ห้องคัดแยกหนังสือ และบริเวณนั่งอ่านหนังสือสำหรับนักศึกษา



รูปที่ 3.1 อาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต

3.1.2 ข้อมูลการใช้อาคาร

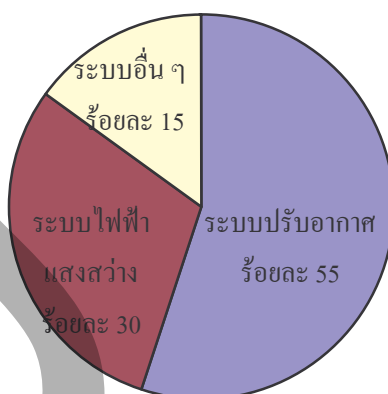
เนื่องจากอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ เป็นอาคารประเภทสถานศึกษา จะมีนักศึกษาและพนักงานประจำโดยมีค่าเฉลี่ยของผู้ใช้อาคาร จำนวน 1,551 คนต่อวัน โดยอาคารมีเวลาทำการดังนี้

วันจันทร์ - เสาร์ เวลา 07.30 - 17.00 น.

คิดเป็น 9.50 ชั่วโมง/วัน 300 วัน/ปี

3.1.3 ข้อมูลการใช้พลังงาน

อาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ มีอุปกรณ์พลังงานหลัก ๆ 3 ประเภท คือ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบอื่น ๆ เช่น ระบบสุขาภิบาล ระบบสื่อสาร ระบบเตือนภัย เป็นต้น ซึ่งมีสัดส่วนการใช้พลังงานดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานตั้งแต่เปิดอาคารจนถึงปัจจุบันมีการใช้พลังงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ ระหว่างปี 2545 – 2551

ปี	เฉลี่ยต่อเดือน (kwh)	รวมต่อปี (kwh)	ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	เปรียบเทียบการใช้ พลังงานไฟฟ้าต่อปี
2545	202,698	2,229,680	6,689,040	ปีฐาน
2546	166,065	1,992,776	5,978,328	ลดลงร้อยละ 10.63
2547	158,291	1,899,495	5,698,485	ลดลงร้อยละ 14.81
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

การใช้พลังงานของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ ตั้งแต่เริ่มเปิดใช้อาคาร (ตารางที่ 3.1) ในปี 2545 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,229,680 kwh/ปี ซึ่งในปี 2545 นี้ ยังอยู่ในช่วงการปรับตั้งอุปกรณ์งานระบบต่าง ๆ ให้ทำงานตามวัตถุประสงค์ตามที่ได้ออกแบบไว้ จึงยังไม่ได้เริ่มดำเนินการจัดการพลังงานในระบบต่าง ๆ ในปี 2546 เริ่มมีการศึกษาการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 ต่อปี โดยที่ใช้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของปี 2545 เป็นปีฐานเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่ง

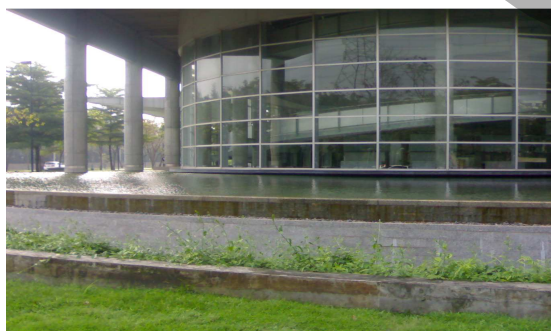
ในปี 2546 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,992,776 kWh/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 10.63 ในปี 2547 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,899,495 kWh/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 14.81 ในปี 2548 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,814,544 kWh/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 18.62 ในปี 2549 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,757,455 kWh/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 21.18 ในปี 2550 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,870,134 kWh/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 16.13 และในปี 2551 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,827,098 kWh/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 18.06 สรุปได้ว่าสามารถลดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ ลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 ต่อปี ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา

3.1.4 การออกแบบอาคาร

มหาวิทยาลัยกรุงเทพได้ทำการสร้างอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอศานุเคราะห์ ชั้น ณ วิทยาเขตรังสิต เพื่อเป็นที่ทำการของสำนักหอสมุดกลางแห่งใหม่ ด้วยงบประมาณการก่อสร้าง 300 ล้านบาท และเปิดใช้งานในปี พ.ศ. 2545 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้เป็นศูนย์กลางการศึกษาค้นคว้าและให้บริการแก่คณาจารย์และนักศึกษา ซึ่งประกอบด้วย ทรัพยากรหลากหลายทั้งหนังสือ ตำรา วารสาร ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ และสื่อออนไลน์ ที่สอดคล้องกับหลักสูตรที่เปิดสอน โดยมุ่งปรับเปลี่ยนภาพลักษณ์จากห้องสมุดเป็นศูนย์การเรียนรู้ ค้นคว้าและวิจัย อีกทั้งเพื่อให้เป็นศูนย์บริการทางเทคโนโลยีทางการศึกษา และพัฒนาไปสู่การเป็นห้องสมุดเสมือน (Virtual Library)

3.1.4.1 การออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม ลมและการถ่ายเทอากาศโดยธรรมชาติ น้ำ แสง ธรรมชาติ และอื่นๆ

1. การถ่ายเทอากาศโดยธรรมชาติของตัวอาคารตัวอาคารด้านทิศใต้ออกแบบให้มีลักษณะเป็นส่วนโค้งเพื่อรับลมที่มาจากทิศใต้และนำลมเข้ามาบริเวณโถงกลางและเคลื่อนที่ผ่านออกไปทำให้ผู้ใช้งานอาคารที่บริเวณโถงเกิดความรู้สึกเย็นสบาย โดยไม่ต้องปรับอากาศ



รูปที่ 3.3 ลักษณะของอาคารที่มีการถ่ายเทอากาศโดยธรรมชาติ

2. สระน้ำล้นหน้าอาคาร ช่วยในการลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร



รูปที่ 3.4 สระน้ำล้นหน้าอาคารช่วยในการลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร

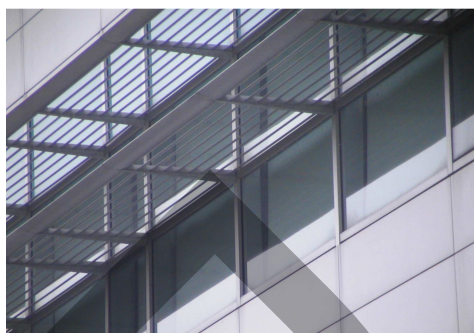
3. ตัวอาคารได้ถูกออกแบบให้สามารถนำแสงจากธรรมชาติเข้าไปใช้ในตัวอาคารได้ โดยสามารถลดการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในตัวอาคารและเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร จึงได้ออกแบบตะแกรง (Fin) กันแสงส่องกระทบผิวผนัง จึงสามารถทำหน้าที่ป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้



รูปที่ 3.5 อาคารที่ถูกออกแบบให้สามารถนำแสงจากธรรมชาติเข้าไปใช้ในตัวอาคารได้

3.1.4.2 การออกแบบและการบังเงา

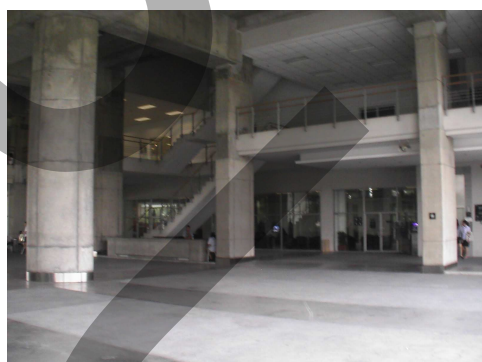
1. ชนิดของวัสดุกรอบอาคาร และสีภายนอกกรอบอาคาร ประกอบด้วย กระฉก ลามิเนต และผนังคอนกรีตสำเร็จรูปกรุแผ่นอลูมิเนียม ช่วยลดการดูดซับความร้อนเข้าสู่อาคาร
2. การใช้อุปกรณ์บังแดดผนังด้านทิศตะวันออก และทิศใต้ ติดตั้งอุปกรณ์ด้วย ครีป (Fin) ทางนอนเพื่อช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคาร
3. ทางด้านทิศเหนือและทิศตะวันตก เป็นส่วนของสำนักงาน และห้องเครื่องต่าง ๆ วัสดุเป็นคอนกรีตสำเร็จรูป และติดตั้งกระฉกเฉพาะในส่วนที่ต้องการแสงสว่างเท่านั้น เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในตัวอาคาร



รูปที่ 3.6 ลักษณะภายนอกอาคาร

3.1.4.3 ตำแหน่งพื้นที่ส่วนให้บริการ ทางเชื่อม ทางเดิน บันได

- พื้นที่ชั้น 1 ประกอบด้วย Student Lounge, Coffee Shop, Internet Cafe และ Plaza ออกแบบให้มีเพดานลักษณะสูงโปร่งเพื่อให้กระแสลมธรรมชาติที่ถูกปรับลดอุณหภูมิจากสระน้ำด้านหน้าสามารถไหลเวียนเข้าสู่ภายในตัวอาคาร และช่วยให้แสงสว่างจากธรรมชาติสามารถส่องสว่างได้อย่างทั่วถึงทั้งอาคาร



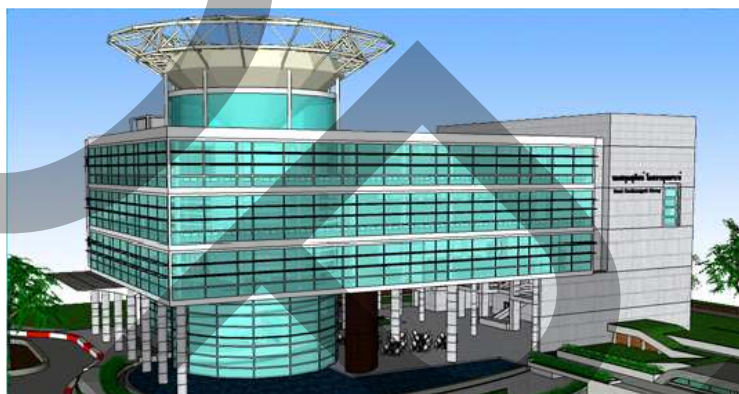
รูปที่ 3.7 ลักษณะภายในอาคารชั้น 1 ออกแบบให้มีเพดานสูงโปร่ง

- พื้นที่ชั้น 2 ประกอบด้วย หอเกียรติคุณ และห้องจัดนิทรรศการ
- พื้นที่ชั้น 3 ประกอบด้วย Conference, Audio & Visual, Cyber Center
- พื้นที่ชั้น 4 และ 5 เป็นส่วนสำนักหอสมุดทั้งหมด
- พื้นที่ภายในอาคาร โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ชั้น 3-5 ภายในใจกลางของอาคาร รวมถึงพื้นที่ใต้โครงสร้างหลังคารูปเพชร ได้ถูกออกแบบให้มีพื้นที่ว่างภายในอาคาร ทั้งนี้เพื่อนำแสงสว่างธรรมชาติจากชั้นหลังคาเข้ามาใช้ภายในอาคารได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เพื่อช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง

- พื้นที่ส่วนให้บริการ ได้แก่ ลิฟต์ ห้องน้ำ ห้องเก็บของ ส่วนใหญ่อยู่บริเวณด้านทิศตะวันตกของอาคารเพื่อลดความร้อนจากภายนอกอาคารก่อนเข้ามาพื้นที่ภายในที่มีการปรับอากาศ

3.1.4.4 รูปทรงของอาคาร

แนวคิดการออกแบบอาคารหอสมุดสุรตน์ฯ เนื่องจากมหาวิทยาลัยใช้สัญลักษณ์ เป็นรูปเพชรและเป็นสถาบันการศึกษา จึงมีแนวคิดในการนำ สองเรื่องมารวมกันได้เป็นอาคารหอสมุดสุรตน์ฯ เป็นเพชรวางบนหนังสือ ภายใต้โครงสร้างเพชรรูปนี้ออกแบบให้สามารถใช้ประโยชน์จากแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3.8 รูปทรงอาคาร

3.1.4.5 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

การถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง (OTTV) 44 W/m^2 (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 45 W/m^2)

การถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา (RTTV) 8 W/m^2 (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 25 W/m^2)

3.1.4.6 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

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

กำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ใช้งานจริง 4.73 W/m^2

3.1.4.7 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)

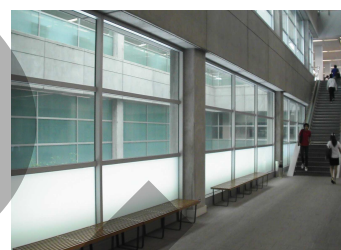
- เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง

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

3.1.5 การจัดสภาพแวดล้อมของอาคาร

สภาวะแวดล้อมในอาคาร พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือในส่วนของหอสมุด และในส่วนของการบริการ Internet ทางขึ้นลงภายในอาคารมี 2 ทาง คือการใช้ลิฟท์และการใช้บันได ในระบบปรับอากาศของอาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ มีระบบตรวจจับค่า CO_2 เมื่อภายในพื้นที่ปรับอากาศมีค่า CO_2 เกินพิกัดที่กำหนด ระบบจะสั่งให้มีการนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาในอาคารทันที และเมื่อค่าอยู่ในค่ามาตรฐานระบบก็จะหยุดทำงานและปรับตั้งค่า ดังนี้

อุณหภูมิในการปรับอากาศ	23 - 25 °C
ความชื้นสัมพัทธ์	44.50 - 55.00 %
การระบายอากาศ	18 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/คน



รูปที่ 3.9 สภาวะแวดล้อมในอาคาร

3.1.5.1 การใช้พืช ดินไม้ปกคลุมดินรอบอาคาร

โดยรอบของอาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ มีการปลูกพืชคลุมดิน หญ้า และต้นไม้ โดยเฉพาะบริเวณทางเข้าด้านหน้าของอาคารมีการปลูกหญ้าปกคลุมพื้นที่หลังคาของพิพิธภัณฑ์เครื่องถ้วยเอเชียซึ่งอยู่ชั้นใต้ดินบริเวณหน้าอาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ นอกจากวิธีดังกล่าวจะช่วยเพิ่มความเย็นแก่โถงทางเข้าของอาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ แล้วยังช่วยลดการสะสมความร้อนของพื้นที่หลังคาของพิพิธภัณฑ์เครื่องถ้วยเอเชีย



รูปที่ 3.10 การใช้พืช ดินไม้ปกคลุมดินรอบอาคาร

3.1.5.2 การใช้ระบบภูมิสถาปัตย์และภูมิประเทศ

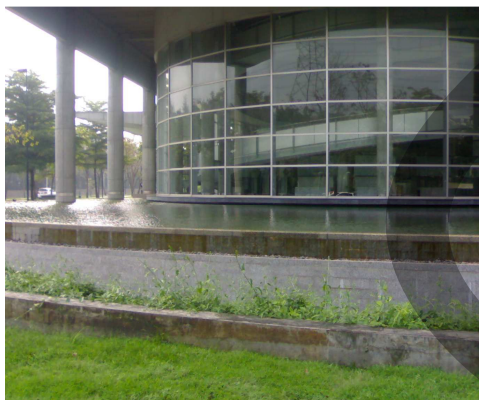
อาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ นำระบบภูมิสถาปัตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมี Reflecting Pool สระน้ำบริเวณด้านหน้าอาคาร และการปลูกพืชคลุมดิน หญ้า ต้นไม้ โดยรอบอาคาร ช่วยลดความร้อนของอาคารได้เป็นอย่างดี

3.1.5.3 การใช้วัสดุปูพื้นผิวรอบอาคาร

พื้นผิวภายนอกอาคารพยายามหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติดูดซับความร้อน ดังนั้นจึงมีการปลูกพืชคลุมดิน หญ้า ต้นไม้ โดยรอบอาคาร เพื่อเพิ่มความเย็นให้แก่อาคาร นอกจากนี้ผนังโดยรอบของอาคารใช้ Aluminium Composite Material และ Laminated Glass ซึ่งมีคุณสมบัติสะท้อนความร้อน ทำให้อาคารลดภาระการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศได้เป็นอย่างมาก

3.1.5.4 การใช้บ่อน้ำ

การใช้บ่อน้ำ (ตำแหน่ง และปริมาณ) อาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ มี Reflecting Pool สระน้ำ บริเวณทางเข้าอาคาร ช่วยสร้างบรรยากาศอันชวนมองแก่ผู้คนที่สัญจรไปมา รวมถึงผู้คนที่ทำกิจกรรมอยู่บริเวณโถงทางเข้าอาคาร นอกจากนี้ทางผู้ออกแบบได้ออกแบบ Reflecting Pool ให้มีความสัมพันธ์กับกระแสลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นลมประจำ ซึ่งช่วยเพิ่มความเย็นสบายให้แก่อาคารและผู้ใช้อาคาร



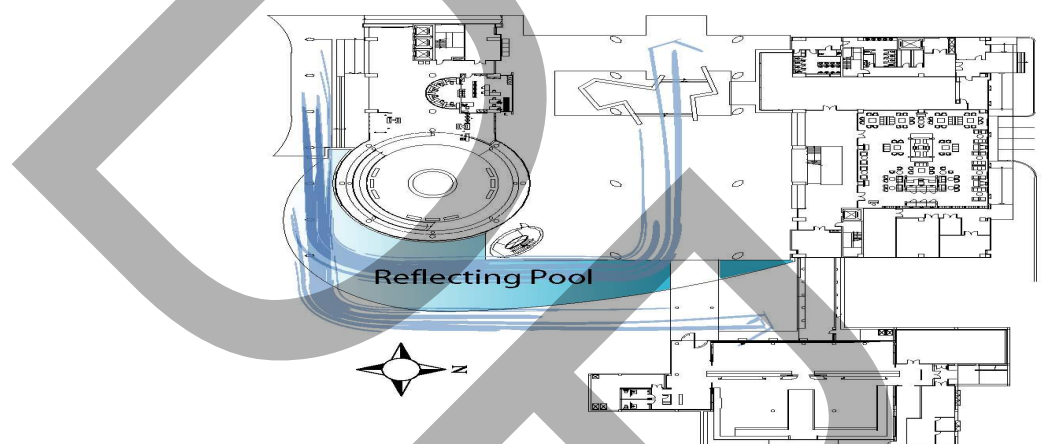
รูปที่ 3.11 สระน้ำบริเวณทางเข้าอาคาร

3.1.5.5 การใช้ลม

การใช้ลม (การระบายอากาศตามธรรมชาติ, ช่องระบายอากาศ) จากภาพแสดงให้เห็นว่า กระแสลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นลมประจำ ได้เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ Reflecting Pool สระน้ำ บริเวณด้านหน้าอาคารก่อนที่จะเคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ 2 แห่ง ได้แก่ บริเวณโถงทางเข้าของอาคาร

หอสมุดสุรัตน์ ๑ และชั้นใต้ดินบริเวณด้านหน้าของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ๑ ซึ่งเป็นพิพิธภัณฑ์เครื่องถ้วยเอเชีย

พื้นที่ดังกล่าวทั้ง 2 แห่ง นอกจากได้รับความเย็นจากกระแสนลมตามธรรมชาติแล้ว ยังได้รับความเย็นจากกระแสนลมที่พัดผ่าน Reflecting Pool ซึ่งช่วยเพิ่มความเย็นสบายให้แก่อาคารและผู้ใช้อาคาร



รูปที่ 3.12 แสดงทิศทางกระแสลม

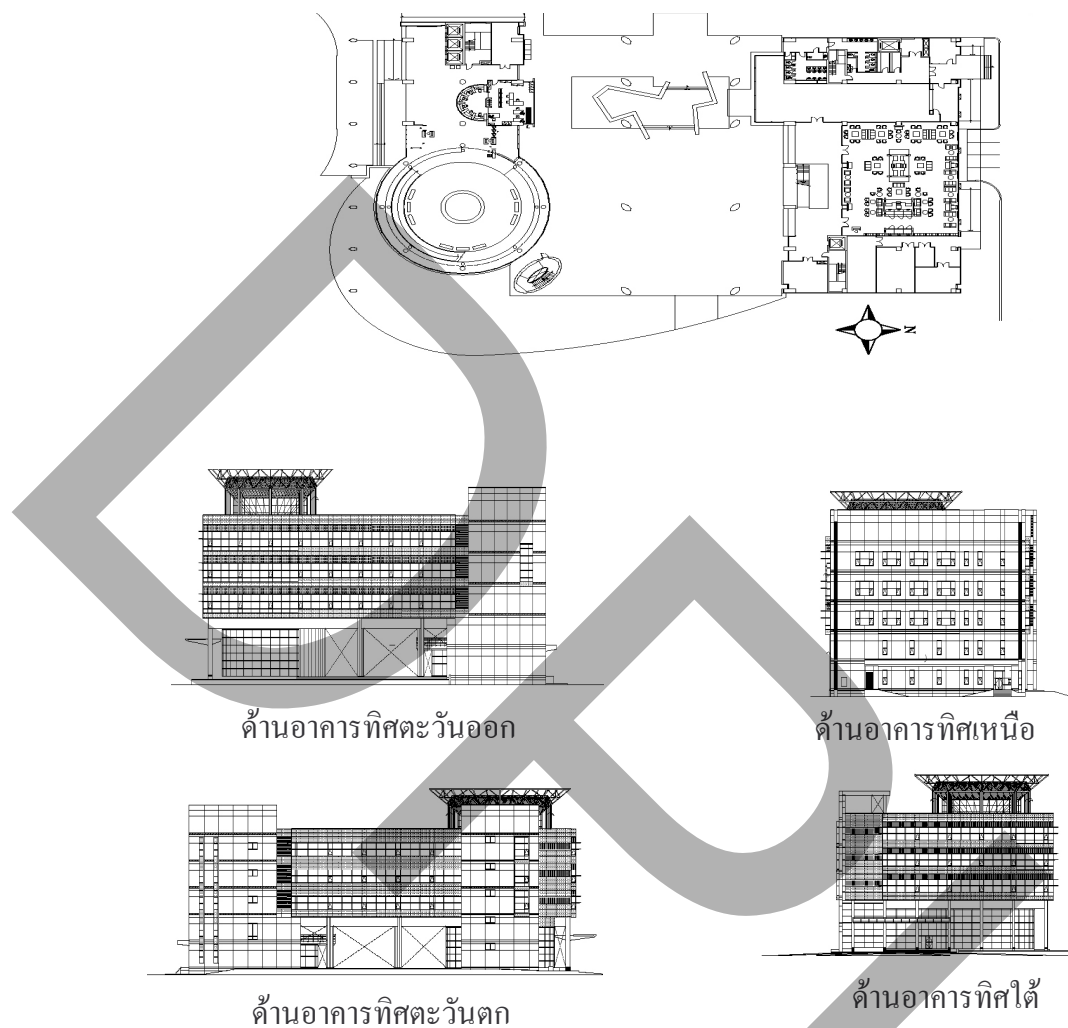
3.1.6 ข้อมูลด้านสถาปัตยกรรม

3.1.6.1 การกำหนดทิศ ตำแหน่งและการออกแบบอาคาร

1. การกำหนดทิศทางและตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ตำแหน่งที่ตั้งอาคารหอสมุดสุรัตน์ ๑ อยู่บริเวณใจกลางของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ ผู้ออกแบบได้คำนึงถึงลักษณะของมุมมองจากถนนบริเวณด้านหน้าของอาคาร ทำให้ต้องหันด้านยาวของอาคารออกมาสู่ถนน เพื่อให้ผู้ที่สัญจรไปมาบนถนนสะดวกตากับอาคาร

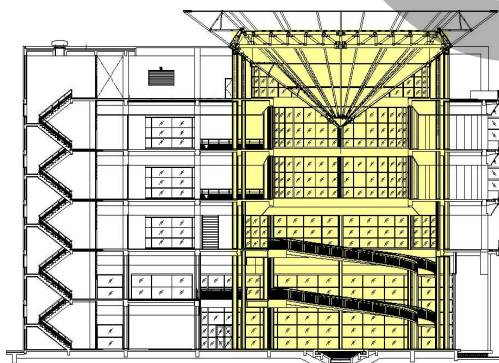
การกำหนดทิศทางของอาคารจะเห็นจากภาพว่า อาคารหันด้านยาวเข้าหาทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ผู้ออกแบบจึงเลือกใช้ Aluminium Composite Material และ Laminated Glass ซึ่งมีคุณสมบัติสะท้อนความร้อน และบริเวณที่มีช่องเปิดมีการติดตั้งอุปกรณ์บังแดด (Fin) เพื่อลดปริมาณแสงอาทิตย์ซึ่งจะนำพาความร้อนเข้ามาสู่ตัวอาคารได้

นอกจากนี้มีการปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่บริเวณทิศตะวันตกของอาคาร เพื่อลดความร้อนจากภายนอกอาคาร

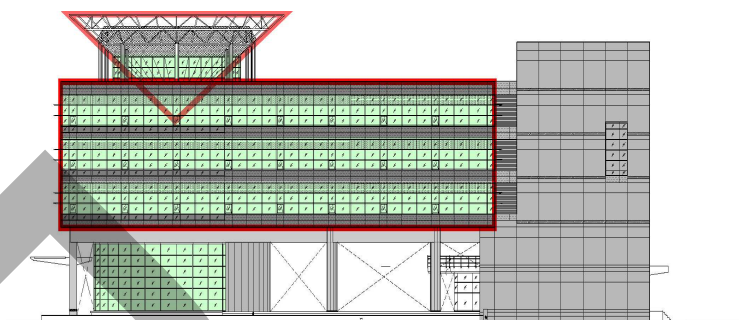


รูปที่ 3.13 แสดงทิศทางการตั้งอาคาร

2. รูปทรงอาคาร (พื้นที่ผิวต่อพื้นที่ทั้งหมด) รูปทรงของอาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ รูปทรงกระบอกข้างบนเป็นโครงสร้างรูปเพชกร ออกแบบเพื่อรับแสงธรรมชาติ เข้ามาสู่พื้นที่โถงทางเข้าหอสมุด และพื้นที่สำหรับอ่านหนังสือ

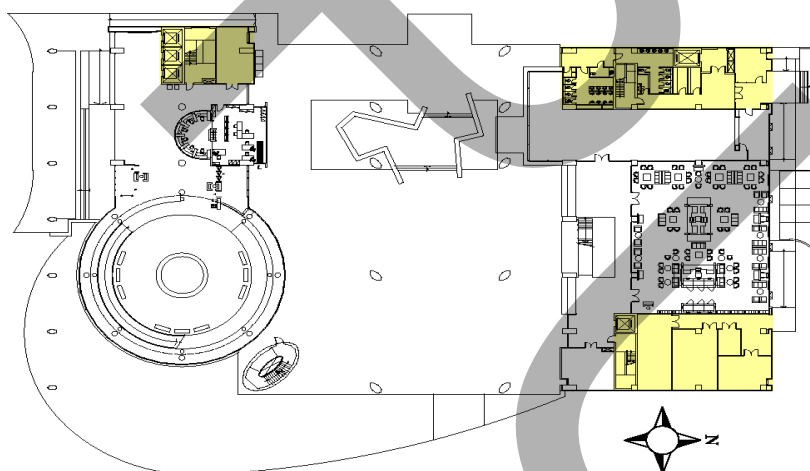


รูปที่ 3.14 รูปทรงกระบอกข้างบนเป็นโครงสร้างรูปเพชกร



รูปที่ 3.15 รูปทรงกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ออกแบบเพื่อลดการกระทบความร้อนจากภายนอกอาคาร

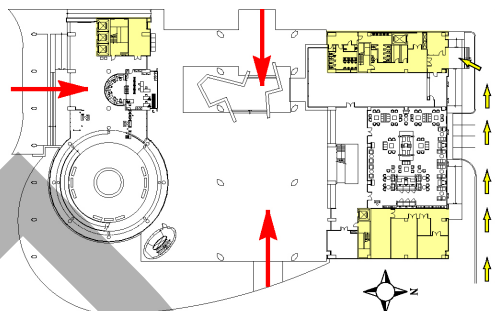
3. ตำแหน่งที่ตั้งพื้นที่บริการ (ทางเดิน, ลิฟท์, ห้องน้ำ, ห้องเก็บของ) ตำแหน่งของพื้นที่บริการของอาคารหอสมุดสุรัตน์มีทั้งหมด 3 แห่ง ได้แก่พื้นที่บริการทางทิศใต้ มี 1 แห่ง ประกอบด้วย ลิฟท์ ทางลาด สำหรับผู้ใช้บริการหอสมุด บันไดหนีไฟ ห้องน้ำ ห้องเก็บของ พื้นที่บริการทางทิศเหนือ มี 2 แห่ง ประกอบด้วยลิฟท์ บันได สำหรับพนักงานและเจ้าหน้าที่ของหอสมุด บันไดหนีไฟ ห้องน้ำ ห้องเก็บของ และพื้นที่ของงานระบบ



รูปที่ 3.16 ตำแหน่งที่ตั้งพื้นที่บริการของอาคาร

4. ตำแหน่งทางเข้าอาคาร ทางเข้าอาคารหอสมุดสุรัตน์ฯ สามารถเข้าได้ทั้งหมด 3 แห่ง ได้แก่ทางเข้าหลักของอาคาร อยู่บริเวณทิศตะวันออกของอาคาร เป็นทางเข้าของผู้เข้ามาใช้บริการหอสมุด ซึ่งต่อเนื่องจากที่จอดรถบริเวณฝั่งตรงข้ามของด้านหน้าอาคาร ทางเข้ารองของอาคาร อยู่บริเวณทิศใต้เป็นพื้นที่สำหรับ Drop off ของยานพาหนะ และทิศตะวันตกเป็นทางเข้าต่อเนื่องจากทางเชื่อมไปสู่กลุ่มอาคารนิเทศศาสตร์คอมเพล็กซ์

ส่วนทางบริการ อยู่บริเวณทิศเหนือของอาคาร เป็นทางเข้าของเจ้าหน้าที่และพนักงานของหอสมุดเท่านั้น



รูปที่ 3.17 ตำแหน่งทางเข้าอาคาร

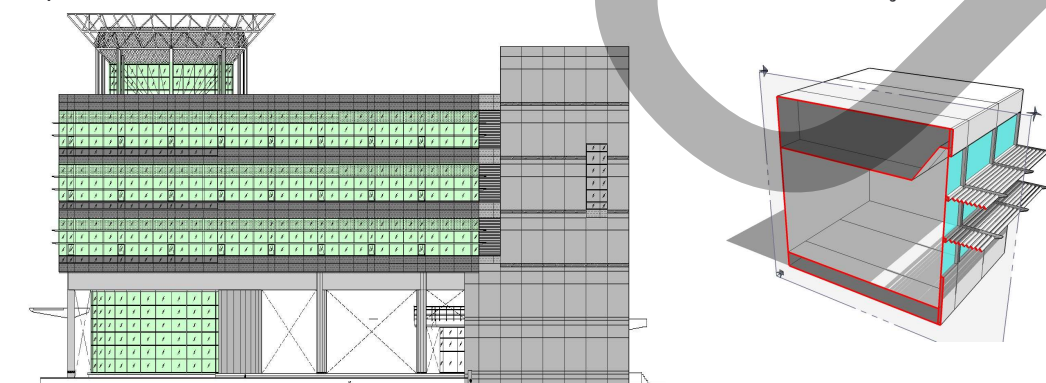
5. การใช้วัสดุปูพื้นที่ผิวรอบๆ อาคาร พื้นผิวภายนอกอาคารพยายามหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติดูดซับความร้อน ดังนั้นจึงมีการปลูกพืชคลุมดิน หลุม ต้นไม้ โดยรอบอาคาร เพื่อเพิ่มความเย็นให้แก่อาคาร นอกจากนี้ผนังโดยรอบของอาคารใช้ Aluminium Composite Material และ Laminated Glass ซึ่งมีคุณสมบัติสะท้อนความร้อน ทำให้อาคารลดภาระการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศได้เป็นอย่างมาก

6. การใช้พื้นที่ว่างให้เกิดประโยชน์มากที่สุด พื้นที่ภายในหอสมุดสุรตน์ ฯ เป็นพื้นที่ที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง ดังนั้นการจัดพื้นที่ดังกล่าวจึงออกแบบช่วงเสาให้กว้าง และลดจำนวนพื้นที่ผนังกัน เพื่อให้ผู้ใช้อาคารสามารถใช้พื้นที่ได้เต็มประสิทธิภาพ

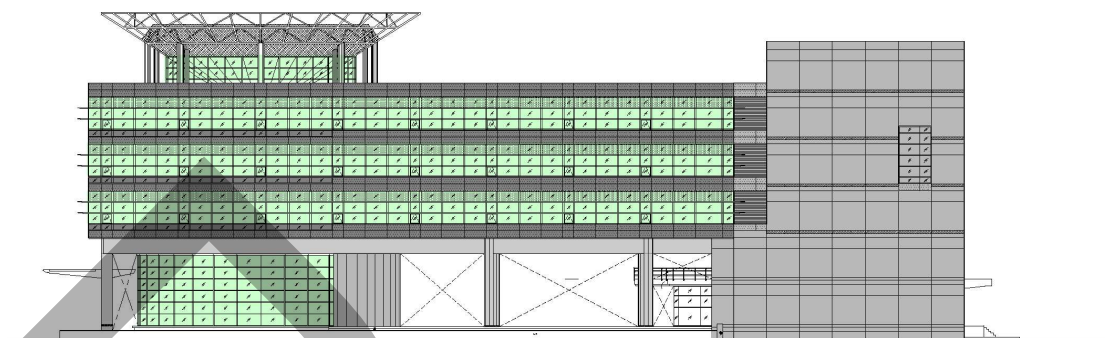
3.1.6.2 การออกแบบผนังอาคาร (กรอบอาคาร)

1. วัสดุ

การป้องกันความร้อน ผนังโดยรอบของอาคารใช้ Aluminium Composite Material และ Laminated Glass ซึ่งมีคุณสมบัติสะท้อนความร้อน และบริเวณที่มีช่องเปิดมีการติดตั้งอุปกรณ์บังแดด (Fin) เพื่อลดปริมาณแสงอาทิตย์ซึ่งจะนำพาความร้อนเข้ามาสู่ตัวอาคารได้



รูปที่ 3.18 แสดงวัสดุ และอุปกรณ์บังแดดของอาคาร ช่วยป้องกันความร้อนจากภายนอกผนัง โดยรอบของอาคารใช้ Aluminium Composite Material (สีเทา) และ Laminated Glass (สีเขียว) มีคุณสมบัติสะท้อนความร้อน ช่วยลดความร้อนก่อนเข้าสู่อาคาร



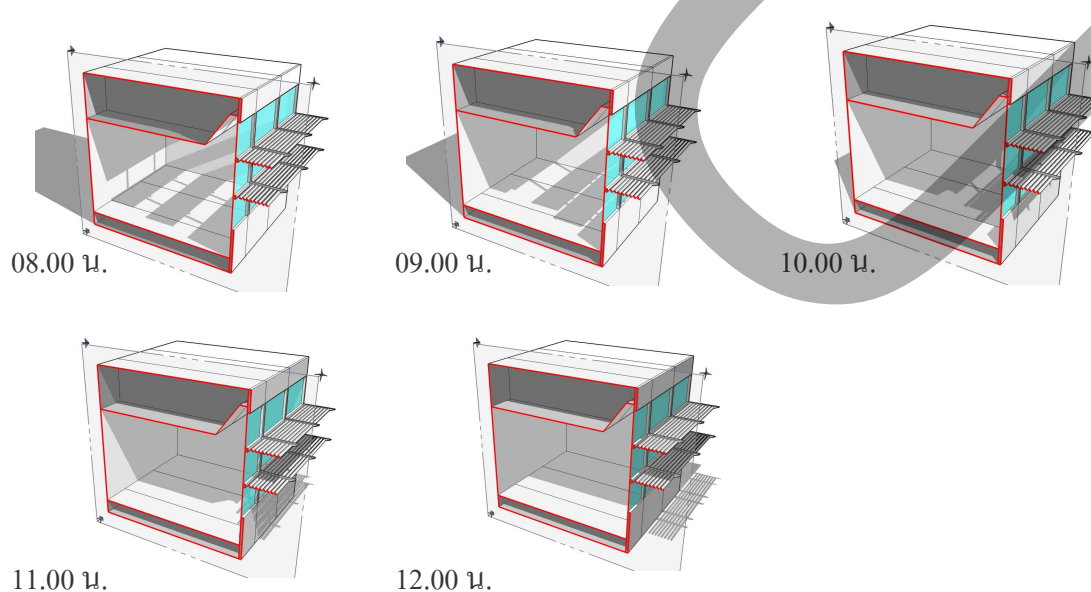
รูปที่ 3.19 รูปด้านแสดงวัสดุโดยรอบอาคาร

2. การบังเงา

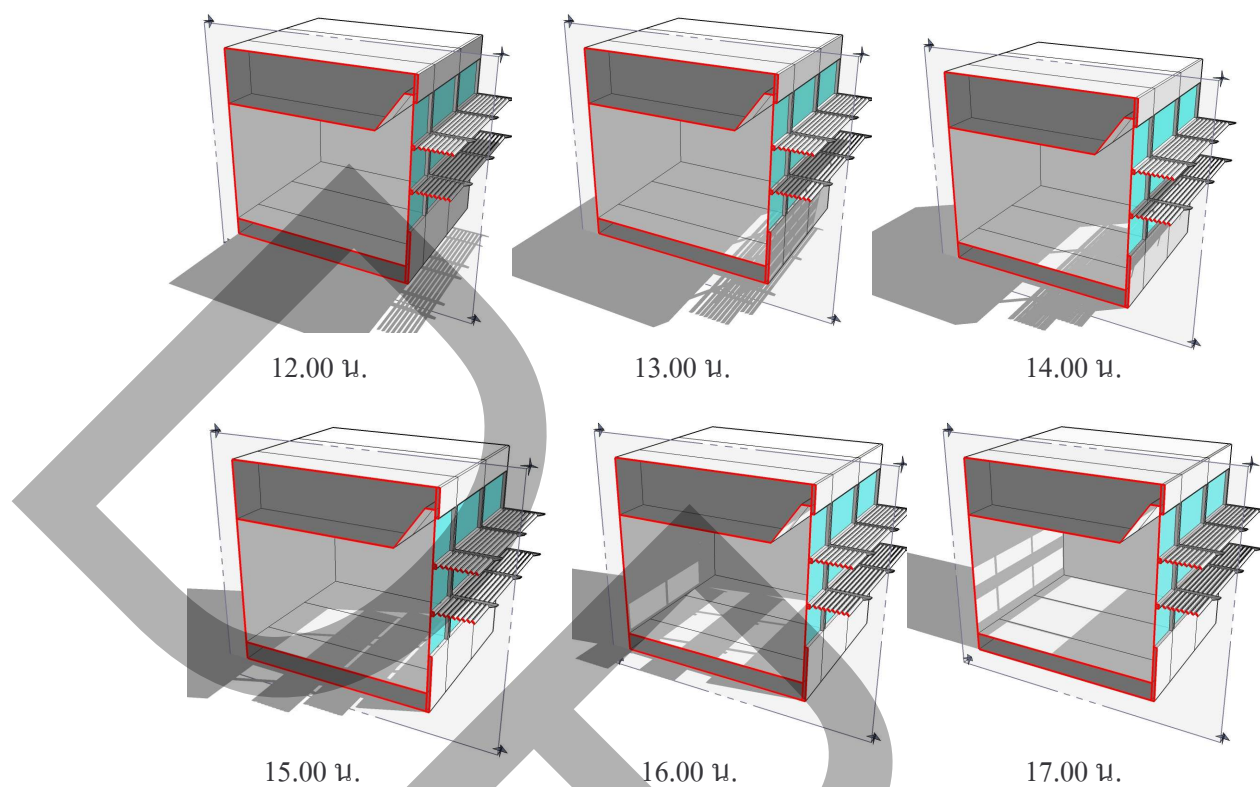
ประสิทธิภาพอุปกรณ์บังแดด ช่องแสงของอาคารหอสมุดสุรินทร์ฯ มีจำนวนมาก เนื่องจากลักษณะการใช้งานพื้นที่ภายในอาคารส่วนมากเป็นพื้นที่ที่ต้องการแสงสว่างมากพอสมควร เช่น พื้นที่สำหรับอ่านหนังสือ ดังนั้นการใช้แสงประดิษฐ์เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการจึงมีการใช้แสงธรรมชาติเข้ามาช่วยเพิ่มแสงสว่างภายในอาคาร

ในขณะเดียวกัน การเปิดช่องแสงจำนวนมากทำให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ สามารถเข้าสู่อาคารได้ง่าย จึงติดตั้งอุปกรณ์กันแดด (Fin) บริเวณช่องแสงทางทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศใต้ เพื่อช่วยลดปริมาณแสงอาทิตย์ซึ่งจะนำพาความร้อนเข้ามาสู่ตัวอาคารได้

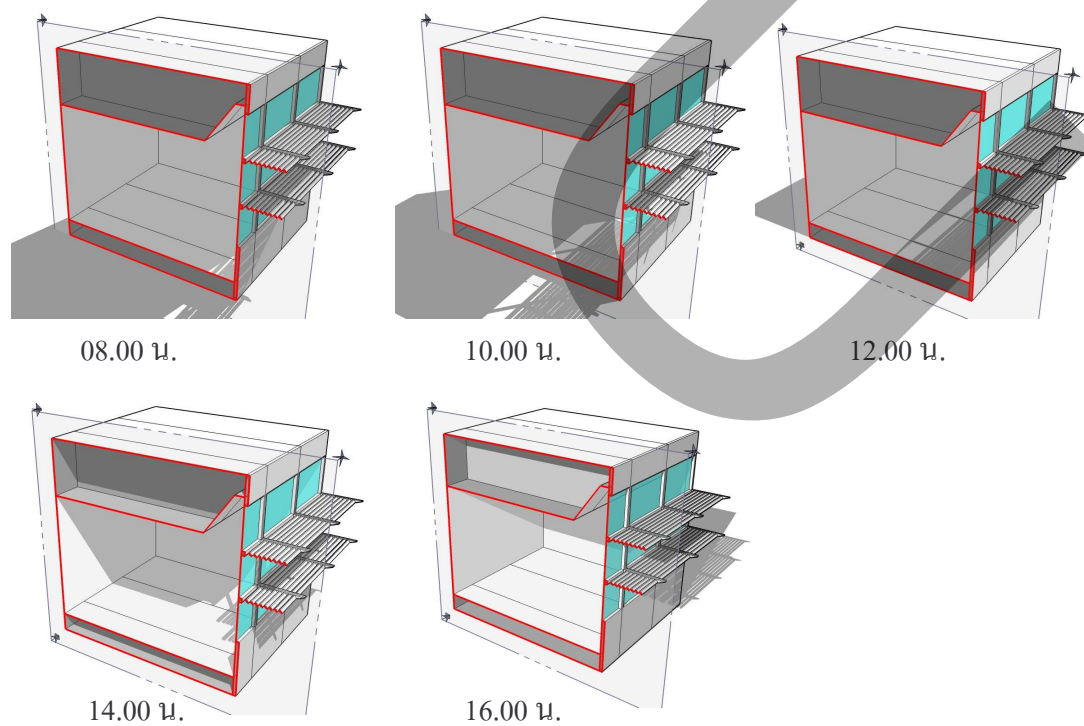
จากภาพข้างล่างแสดงถึงช่วงเวลาของแสงอาทิตย์ ในวันที่ 21 เมษายน ที่มีผลต่ออุปกรณ์บังแดดของอาคารหอสมุดสุรินทร์ฯ



รูปที่ 3.20 แสดงแสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 08.00 น. – 12.00 น. และอุปกรณ์บังแดดทิศตะวันออก



รูปที่ 3.21 แสดงแสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 12.00 น. – 17.00 น. และอุปกรณ์บังแดดทิศตะวันตก

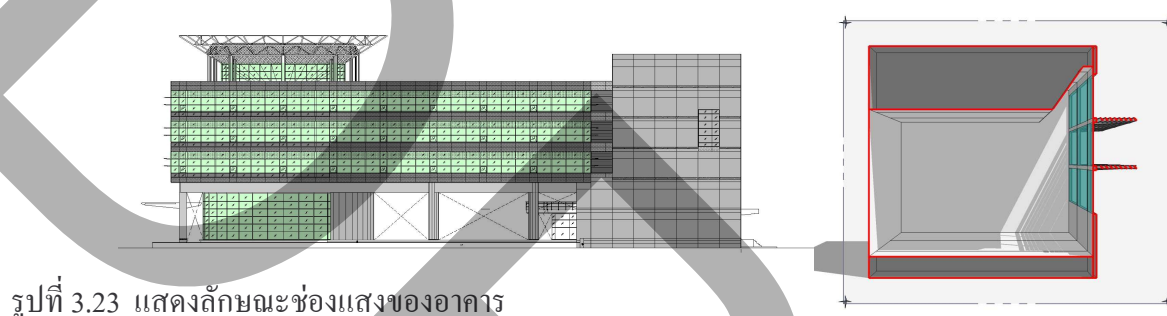


รูปที่ 3.22 แสดงแสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 08.00 น. – 16.00 น. และอุปกรณ์บังแดดทิศใต้

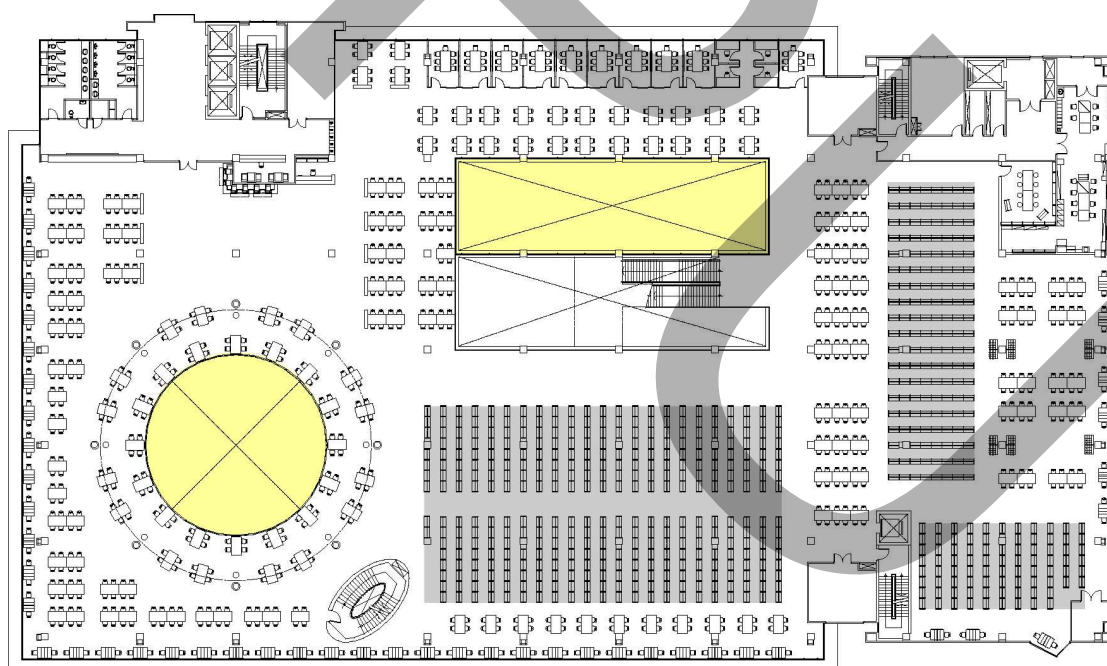
3. การออกแบบช่องแสง (ตำแหน่ง และขนาดของช่องเปิด)

เมื่อพิจารณารูปด้านของอาคารทิศตะวันออก ทิศตะวันตกและทิศใต้ มีช่องแสงลักษณะเป็นแนวยาว นอกจากนี้มีการเปิดช่องแสงในส่วนของพื้นที่เปิดโล่งภายในอาคาร ช่วยลดการใช้พลังงานจากการใช้แสงประดิษฐ์ โดยนำแสงธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคารให้เพียงพอต่อความต้องการ

ดังนั้นพื้นที่ภายในอาคาร จึงมีการจัดพื้นที่อ่านหนังสือให้อยู่ใกล้บริเวณช่องแสงมากที่สุด



รูปที่ 3.23 แสดงลักษณะช่องแสงของอาคาร



รูปที่ 3.24 ผังพื้นที่ชั้นที่ 4 แสดงการจัดพื้นที่ภายในอาคาร

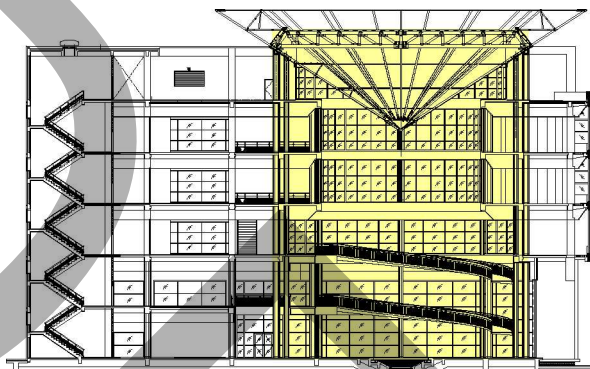
3.1.6.3 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

- ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง 44 W/m^2
- ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา 8 W/m^2

3.1.6.4 ระบบแสงสว่าง (แสงธรรมชาติ)

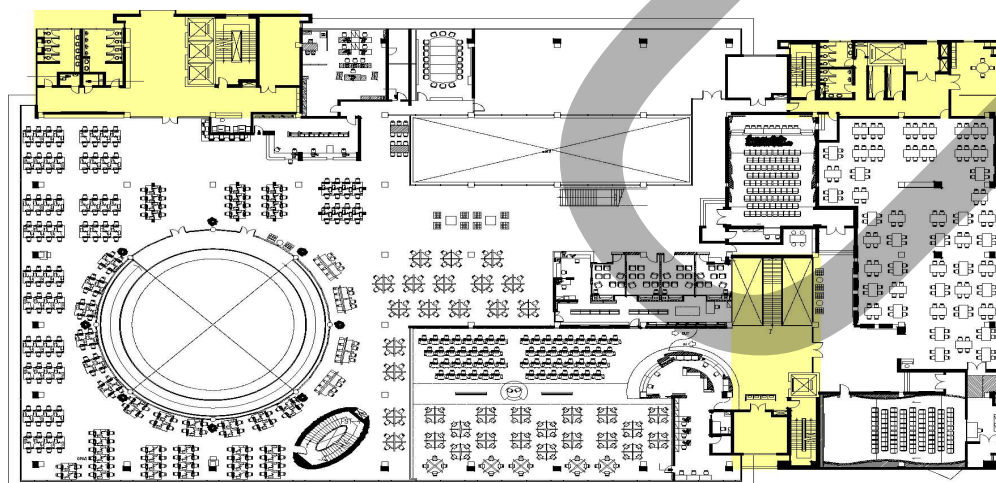
1. การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร (ห้องโถง ทางเดิน ห้องน้ำ)

บริเวณโถงทางขึ้นหอสมุด มีการใช้แสงธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคาร โดยอาศัยโครงสร้างหลังการปูเพชร์ และผนังโค้งของพื้นที่เป็นกระจก ทำให้บริเวณนี้ไม่ต้องใช้แสงสว่างจากหลอดไฟ ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า



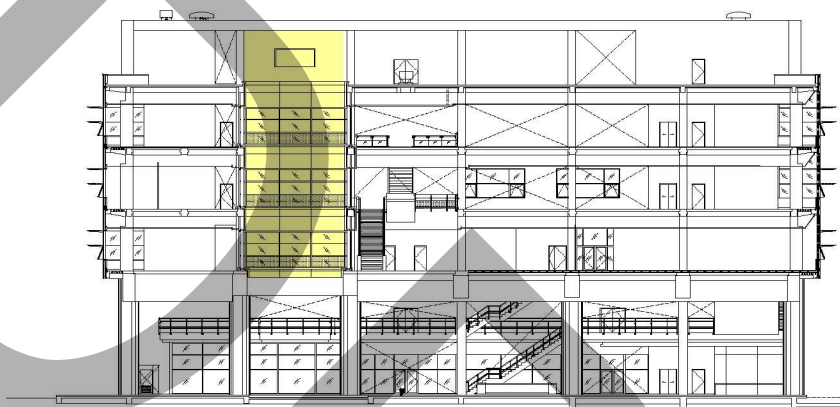
รูปที่ 3.25 การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารบริเวณโถงทางขึ้นอาคาร

นอกจากนี้พื้นที่บริการ ได้แก่ ลิฟท์ ห้องน้ำ บันไดหนีไฟ ถูกจัดให้อยู่บริเวณรอบนอกอาคารเพื่อให้สามารถเปิดช่องแสงโดยอาศัยแสงธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคาร



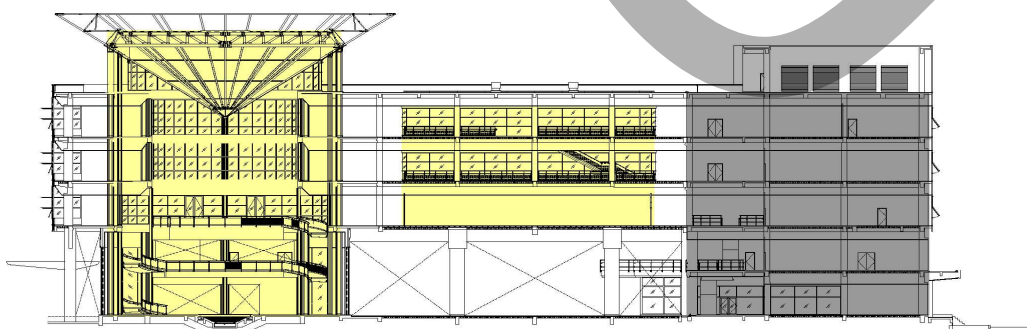
รูปที่ 3.26 การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคารบริเวณลิฟท์ ห้องน้ำ บันไดหนีไฟ

2. พื้นที่หรือบริเวณที่ใช้แสงสว่างจากหลอดไฟร่วมกับแสงสว่างจากธรรมชาติ
บางพื้นที่ภายในอาคารการใช้แสงธรรมชาติเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ
ต่อความต้องการ จึงจำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากหลอดไฟ เพื่อช่วยเพิ่มความสว่างของพื้นที่ภายใน
อาคาร ได้แก่ พื้นที่ ชั้นวางหนังสือ



รูปที่ 3.27 แสดงพื้นที่หรือบริเวณที่ใช้แสงสว่างจากหลอดไฟร่วมกับแสงสว่างจากธรรมชาติ

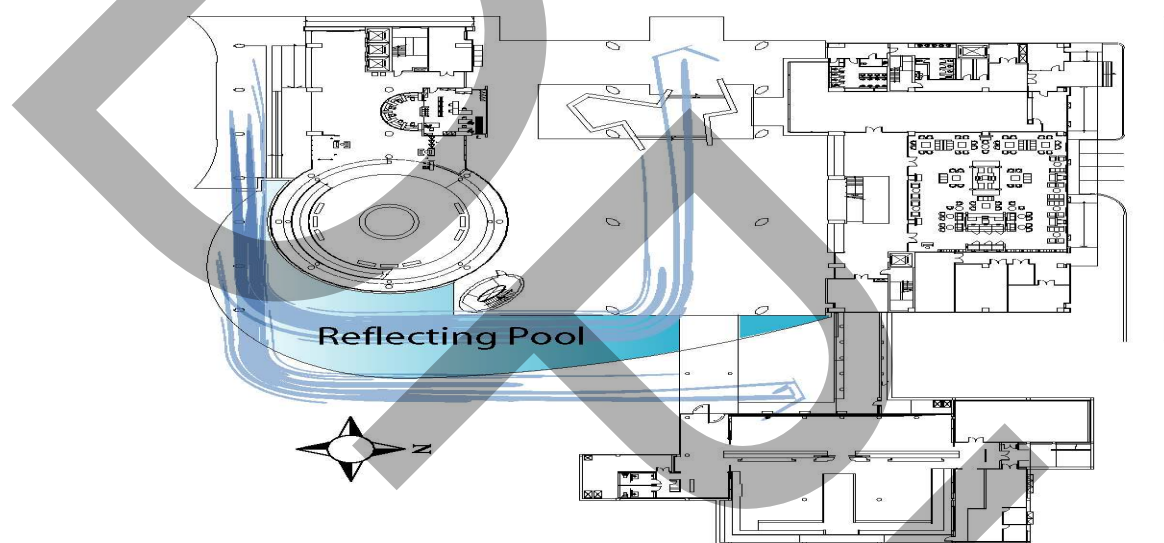
3. ความแตกต่างของแสงสว่างในแต่ละพื้นที่
ความแตกต่างของแสงสว่างในแต่ละพื้นที่ เกิดจากการใช้งานของแต่ละพื้นที่
ภายในอาคารที่มีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งการใช้งานพื้นที่ภายในอาคารหอสมุดสุรินทร์ฯ เช่น บริเวณ
โถงทางขึ้นหอสมุด พื้นที่อ่านหนังสือ สามารถใช้แสงธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคาร แต่พื้นที่จัด
นิทรรศการ ห้องประชุม ต้องการควบคุมแสง จึงใช้เพียงแค่แสงสว่างจากหลอดไฟ ไม่ต้องการแสง
ธรรมชาติ



รูปที่ 3.28 แสดงความแตกต่างของแสงสว่างในแต่ละพื้นที่

3.1.6.5 การถ่ายเทอากาศตามธรรมชาติ

อาคารถูกออกแบบให้รับลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นลมประจำ ได้เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ Reflecting Pool สระน้ำบริเวณด้านหน้าอาคารก่อนที่จะเคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ 2 แห่ง ได้แก่ บริเวณโถงทางเข้าของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ และ ชั้นใต้ดินบริเวณด้านหน้าของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ ซึ่งเป็นพิพิธภัณฑเครื่องถ้วยเอเชีย พื้นที่ดังกล่าวทั้ง 2 แห่ง นอกจากได้รับความเย็นจากกระแสลมตามธรรมชาติแล้ว ยังได้รับความเย็นจากกระแสลมที่พัดผ่าน Reflecting Pool ซึ่งช่วยเพิ่มความเย็นสบายให้แก่อาคารและผู้ใช้อาคาร



รูปที่ 3.29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Reflecting Pool ของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ และกระแสลม

3.1.7 ข้อมูลด้านวิศวกรรมและการใช้พลังงาน

3.1.7.1 ระบบปรับอากาศ เป็นระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบส่งน้ำเย็นเป็นแบบ Primary - Secondary Loop



รูปที่ 3.30 ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ที่ใช้ในอาคาร

เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นเครื่องทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพสูง จำนวน 4 เครื่อง แบ่งเป็น ขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดและการทำงานดังนี้

1) การเดินเครื่อง

(1) ในเวลาทำการปกติ ในฤดูร้อน เดินเครื่อง ขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง

(2) เวลาทำการปกติในฤดูฝนและฤดูหนาว เดินเครื่อง ขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง หรือในบางช่วงที่อุณหภูมิภายนอกต่ำจะเดินเครื่องขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง

2) 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

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

เครื่องปรับอากาศ ขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง สมรรถนะการทำความเย็น เท่ากับ

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

สมรรถนะอุปกรณ์

ติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง



Unit Capacity	380 ton / 120 ton
Max Power Consumption	0.648 kW/ton / 0.7 kW/ton
Cooler Water Flow Rate	912 US.GPM / 284 US.GPM
Entering Temp	54 °F / 54 °F
Leaving Temp	44 °F / 44 °F
Condensor Water Flow Rate	1140 US.GPM / 338 US.GPM
Entering Temp	89 °F / 89 °F
Leaving Temp	99 °F

รูปที่ 3.31 ติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง

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



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

รูปที่ 3.32 ติดตั้งมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง (SCHP)

3.1.7.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

สมรรถนะอุปกรณ์ หอสมุดสุรธิน์ โอีสถานุเคราะห์ ใช้ชุดโคมไฟเป็นชนิดที่ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง (Reflection) และใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ และติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดประสิทธิภาพสูง (High Lumen) 36 W



รูปที่ 3.33 ชุดโคมไฟภายในอาคาร

อัตราการใช้กระแสไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 1 x 36 W จำนวน 1 ชุด

บัลลาสต์ชนิดขดลวดธรรมดา	บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์
0.21 A	0.17 A

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



รูปที่ 3.34 ระบบควบคุมการเปิด - ปิดไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

3.1.7.3 ระบบอื่นๆ

อาคารหอสมุดสุรนารี มีการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ คือ การติดตั้งกังหันลม ที่ชั้นดาดฟ้าของอาคาร



รูปที่ 3.35 กังหันลม ซึ่งติดตั้งที่ชั้นดาดฟ้าของอาคาร

นำกระแสไฟฟ้าที่ได้มาใช้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ ห้องเครื่องทำน้ำเย็น ที่ชั้นดาดฟ้า โดยกังหันลม สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ประมาณ 720 W (ที่ความเร็วลมที่กำหนด) ซึ่งสามารถนำมาใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 1 x 36 W จำนวน 20 ชุด

3.1.7.4 การบำรุงรักษาและแผนงานตรวจวัด

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

ตารางที่ 3.2 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

3.1.7.5 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

อาคารหอสมุดสุรัตน์ ๑ มีการจัดการผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การจัดการของเสีย (ขยะ) ขยะที่เกิดขึ้นภายในอาคารมีการคัดแยกประเภทของขยะและมีการกำจัดตามหลักการจัดการสิ่งแวดล้อมรวมทั้งขยะที่มีมูลค่าเมื่อทำการคัดแยกจะนำมาจำหน่ายต่อไป

2. การบำบัดน้ำเสีย น้ำเสียจากการอุปโภคและบริโภค จะผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย ของอาคาร หลังจากทำการบำบัด น้ำจะถูกปล่อยลงคูน้ำภายในมหาวิทยาลัย และนำมาใช้ในการรดน้ำต้นไม้โดยไม่ใช้น้ำประปาเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่า

3. การจัดการมลพิษ

3.1 ด้านอากาศภายนอกอาคารมีการติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศ เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพของอากาศเพื่อควบคุมมลพิษ

3.2 ด้านอากาศภายในอาคารในระบบปรับอากาศมีตัวตรวจจับ CO₂ ภายในตัวอาคารเมื่อค่า CO₂ เกินพิกัดที่กำหนดระบบจะนำอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในอาคาร โดยอัตโนมัติ

3.3 ด้านเสียง ห้องเครื่องต่างๆ ที่มีเครื่องจักรเมื่อเวลาทำงานแล้วมีเสียงดังมีการออกแบบตัวผนังห้องให้มีระบบดูดซับเสียงเพื่อไม่ให้เสียงรบกวนในส่วนอื่น ๆ

3.4 ด้านกลิ่น มีการประชาสัมพันธ์และรณรงค์รวมทั้งห้ามนำเครื่องดื่มและอาหารเข้าไปภายในตัวอาคารเพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นของอาหารที่เน่าเสียและไม่เป็นตัวแทนของสัตว์ต่างๆ

4. การใช้อุปกรณ์และวัสดุที่ไม่เป็นพิษ

4.1 ใช้น้ำยาชีวภาพในการทำความสะอาดห้องน้ำภายในอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ โดยตัวน้ำยาชีวภาพก็ดำเนินการผลิตเองภายในมหาวิทยาลัย

4.2 ใช้ระบบไอโซนในการบำบัดน้ำในหอผึ่งเย็น แทนการใช้สารเคมี

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

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



รูปที่ 3.36 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)

2. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ผลิตภัณฑ์ FLUKE รุ่น 51-2 ใช้สำหรับวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในพื้นที่ปรับอากาศของอาคารให้มีค่าอุณหภูมิการใช้งานที่เหมาะสมเพื่อลดภาระการทำความเย็นและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm(0.05\%+0.3^{\circ}\text{C})$



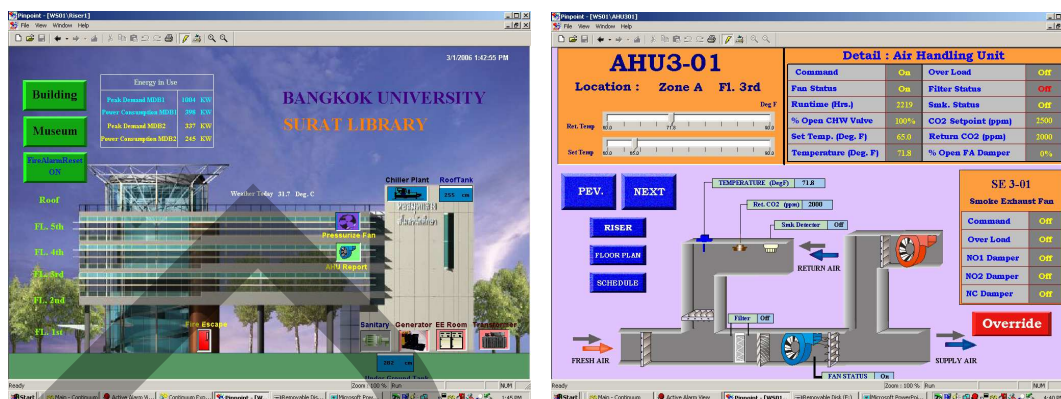
รูปที่ 3.37 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

3. ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter) ผลิตภัณฑ์ EXTECH รุ่น EA33 ใช้สำหรับวัดค่าความสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคาร มีค่าความสว่างเพียงพอต่อการใช้งานโดยไม่จำเป็นต้องเปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่นั้น ๆ หรือไม่ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm(0.01\text{Lux})$



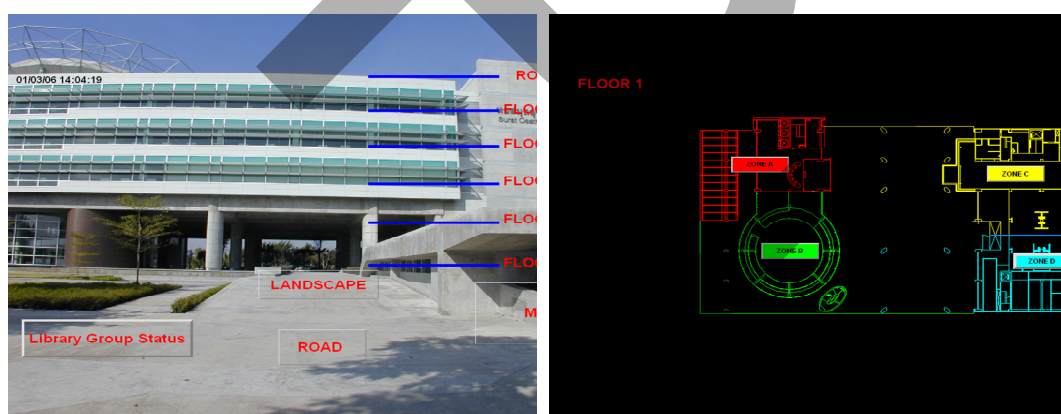
รูปที่ 3.38 ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter)

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



รูปที่ 3.39 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System)

5. ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างระยะไกล (Two Wire Remote) ผลิตภัณฑ์ CLIPSAL ใช้ในการควบคุมการเปิด – ปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามเวลาที่ตั้งไว้ในแต่ละวันโดยอัตโนมัติ สามารถกำหนดเวลาล่วงหน้าเป็นรายปี รวมถึงวันหยุด และตรวจสอบสถานะของไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารจากห้องควบคุมส่วนกลาง เพื่อให้ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด



รูปที่ 3.40 ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างระยะไกล (Two Wire Remote)

6. 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 เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบโดยรวมสูงที่สุด



รูปที่ 3.41 ระบบควบคุมเครื่องทำน้ำเย็น (Carrier Comfort Network)

3.3 การประเมินผลการวิจัย

ในการเก็บข้อมูลลักษณะการใช้งานของเครื่องจักรอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ ประกอบด้วย เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ปั๊มน้ำ (Pump) หอผึ่งเย็น (Cooling Tower) เครื่องส่งลมเย็น (AHU) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศ การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) การบำรุงรักษาท่อคอนเดนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) และลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วย การใช้ไฟแสงสว่างในส่วนสำนักงาน หอเกียรติคุณ หอประวัติ โถงหน้าลิฟต์ ห้องน้ำ ห้องจัดนิทรรศการ ห้องประชุม และบริเวณพื้นที่อ่านหนังสือ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หามาตรการในการอนุรักษ์พลังงาน โดยการคำนวณผลการประหยัดพลังงานจากค่ากำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน จำนวนวันทำงานต่อปี และประเมินผลโดยเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ก่อนและหลังการปรับปรุง ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี รวมถึงเงินลงทุนและระยะเวลาคืนทุน ทุกมาตรการที่ได้กำหนด โดยมีเงื่อนไขการใช้งานที่เหมือนกัน รวมถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีผลกระทบ เช่น การใช้พื้นที่ เวลาในการใช้งาน จำนวนผู้ใช้อาคาร การเพิ่มหรือลดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน สภาพอากาศ และอัตราค่าพลังงาน เป็นต้น ซึ่งจะถูกปรับให้สอดคล้องกับเงื่อนไขการใช้งานที่เหมือนกัน

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษาการจัดการพลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ เพื่อเป็นข้อมูลในการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ของอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ และเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกมาตรการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

4.1 การจัดการพลังงานในระบบปรับอากาศ

ศึกษาการจัดการพลังงานในระบบปรับอากาศ เพื่อกำหนดมาตรการในการลดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

4.1.1 การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.1.1 มาตรการ การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบส่งน้ำเย็นเป็นแบบ Primary - Secondary Loop โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง โดยปกติอาคารมีการเปิด – ปิดเครื่องทำน้ำเย็นตามเวลาดังนี้

เวลาเปิด 07.00 น.

เปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง

เปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง

เวลาปิด 17.00 น.

ปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง

ปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เนื่องจากอาคารเปิดทำการเวลา 07.30 – 17.00 น. ในเวลา 07.30 น. ยังไม่มีผู้มาใช้บริการจะมีพนักงานมาเตรียมเปิดพื้นที่ให้บริการส่วนต่างๆ จึงสามารถเลื่อนเวลาการเปิด

เครื่องทำน้ำเย็นให้ช้าลง 30 นาที และเลื่อนเวลาปิดเครื่องทำน้ำเย็นให้เร็วขึ้น 30 นาที ก่อนอาคารปิดทำการเวลา 17.00 น. เนื่องจากน้ำเย็นในระบบยังมีความเย็นเพียงพอจ่ายโหลด ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้อาคาร จึงปรับเวลาการเปิด - ปิดเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ดังนี้

เวลาเปิด 07.30 น.

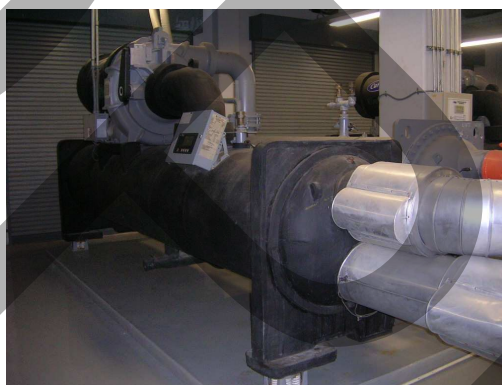
เปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง

เปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง

เวลาปิด 16.30 น.

ปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง

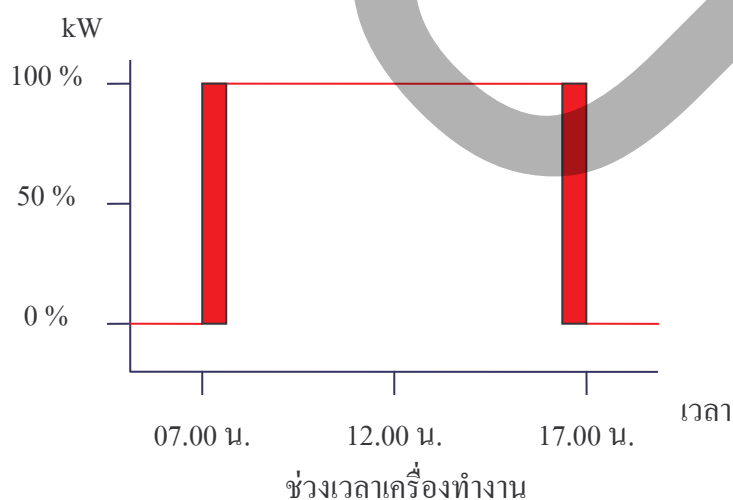
ปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง



รูปที่ 4.1 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้รวม 1 ชั่วโมง/วัน ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนมิถุนายน 2546

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า 99,000 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้ 297,000 บาท/ปี

เงินลงทุนมาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาดำเนินการ เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.1.1.2 มาตรการ การลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำ (Pump) และหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบส่งน้ำเย็นเป็นแบบ Primary - Secondary Loop โดยมี Primary Chilled Water Pump ขนาด 15 Hp จำนวน 3 เครื่อง ขนาด 5.5 Hp จำนวน 1 เครื่อง Secondary Chilled Water Pump ขนาด 50 Hp จำนวน 2 เครื่อง ขนาด 7.5 Hp จำนวน 1 เครื่อง Condenser Water Pump ขนาด 30 Hp จำนวน 3 เครื่อง ขนาด 10 Hp จำนวน 1 เครื่อง Cooling Tower ขนาด 7.5 Hp จำนวน 6 เครื่อง โดยปกติอาคารมีการเปิด - ปิดปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็นตามเวลาดังนี้

เวลาเปิด 07.00 น.

เปิด Primary Chilled Water Pump ขนาด 15 Hp จำนวน 2 เครื่อง

เปิด Secondary Chilled Water Pump ขนาด 50 Hp จำนวน 1 เครื่อง

เปิด Condenser Water Pump ขนาด 30 Hp จำนวน 2 เครื่อง

เปิด Cooling Tower ขนาด 7.5 Hp จำนวน 4 เครื่อง

เวลาปิด 17.00 น.

ปิด Primary Chilled Water Pump ขนาด 15 Hp จำนวน 2 เครื่อง

ปิด Secondary Chilled Water Pump ขนาด 50 Hp จำนวน 1 เครื่อง

ปิด Condenser Water Pump ขนาด 30 Hp จำนวน 2 เครื่อง

ปิด Cooling Tower ขนาด 7.5 Hp จำนวน 4 เครื่อง

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เนื่องจากอาคารเปิดทำการเวลา 07.30 – 17.00 น. ในเวลา 07.30 น. ยังไม่มีผู้มาใช้บริการจะมีพนักงานมาเตรียมเปิดพื้นที่ให้บริการส่วนต่าง ๆ จึงสามารถเลื่อนเวลาการเปิดปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็นให้ช้าลง 30 นาที และเลื่อนเวลาปิดปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็นให้เร็วขึ้น 30 นาที ตามการ

ปรับเวลาการเปิด – ปิดเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็น โดยไม่มีผล กระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้อาคาร จึงปรับเวลาการเปิด – ปิดปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็นใหม่ดังนี้

เวลาเปิด 07.30 น.

เปิด Primary Chilled Water Pump ขนาด 15 Hp จำนวน 2 เครื่อง

เปิด Secondary Chilled Water Pump ขนาด 50 Hp จำนวน 1 เครื่อง

เปิด Condenser Water Pump ขนาด 30 Hp จำนวน 2 เครื่อง

เปิด Cooling Tower ขนาด 7.5 Hp จำนวน 4 เครื่อง

เวลาปิด 16.30 น.

ปิด Primary Chilled Water Pump ขนาด 15 Hp จำนวน 2 เครื่อง

ปิด Secondary Chilled Water Pump ขนาด 50 Hp จำนวน 1 เครื่อง

ปิด Condenser Water Pump ขนาด 30 Hp จำนวน 2 เครื่อง

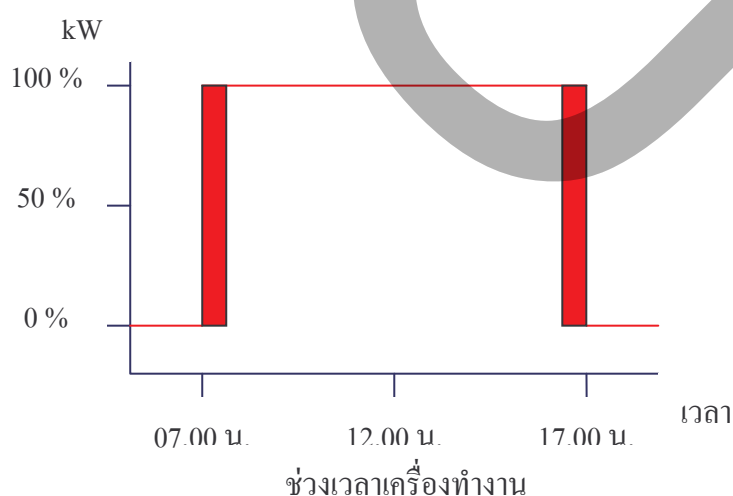
ปิด Cooling Tower ขนาด 7.5 Hp จำนวน 4 เครื่อง



รูปที่ 4.3 ปั๊มน้ำ (Pump) และหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้รวม 1 ชั่วโมง/วัน ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำและหอผึ่งเย็น

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนมิถุนายน 2546

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า 38,046 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้ 114,138 บาท/ปี

ใช้เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้อง

ระยะเวลาดำเนินการ เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.1.1.3 มาตรการ การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องส่งลมเย็น (AHU)

(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบส่งน้ำเย็นเป็นแบบ Primary - Secondary Loop โดยมีเครื่องส่งลมเย็นติดตั้งตามพื้นที่ต่าง ๆ ภายในอาคารรวมทั้งหมด 35 เครื่อง แบ่งเป็นขนาด 20 Hp จำนวน 10 เครื่อง ขนาด 15 Hp จำนวน 5 เครื่อง ขนาด 10 Hp จำนวน 8 เครื่อง ขนาด 7.5 Hp จำนวน 5 เครื่อง ขนาด 5 Hp จำนวน 1 เครื่อง ขนาด 3 Hp จำนวน 3 เครื่อง ขนาด 2 Hp จำนวน 3 เครื่อง โดยปกติอาคารมีการเปิด - ปิดเครื่องส่งลมเย็นตามพื้นที่การใช้งาน ดังนี้

เวลาเปิด

07.00 น. เปิดเครื่องส่งลมเย็น ชุดที่ 1 จำนวน 20 เครื่อง

07.30 น. เปิดเครื่องส่งลมเย็น ชุดที่ 2 จำนวน 15 เครื่อง

เวลาปิด

17.00 น. ปิดเครื่องส่งลมเย็น ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 จำนวน 35 เครื่อง

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เนื่องจากอาคารเปิดทำการเวลา 07.30 – 17.00 น. ในเวลา 07.30 น. ยังไม่มีผู้มาใช้บริการจะมีพนักงานมาเตรียมเปิดพื้นที่ให้บริการส่วนต่าง ๆ จึงสามารถเลื่อนเวลาการเปิดเครื่องส่งลมเย็นชุดที่ 1 และชุดที่ 2 จำนวน 35 เครื่อง ให้ช้าลง 30 นาที ตามการปรับเวลาการเปิดเครื่องทำน้ำเย็นส่วนเวลาปิดเครื่องส่งลมเย็นชุดที่ 1 และชุดที่ 2 จำนวน 35 เครื่อง ยังคงเป็นเวลาเดิมเนื่องจากน้ำเย็นในระบบยังมีความเย็นเพียงพอจ่ายโหลด จนกระทั่งปิดทำการเวลา 17.00 น. ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องส่งลมเย็น โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้อาคาร จึงปรับเวลาการเปิด - ปิดเครื่องส่งลมเย็นใหม่ตามพื้นที่การใช้งาน ดังนี้

เวลาเปิด

07.30 น. เปิดเครื่องส่งลมเย็น ชุดที่ 1 จำนวน 20 เครื่อง

08.00 น. เปิดเครื่องส่งลมเย็น ชุดที่ 2 จำนวน 15 เครื่อง
เวลาปิด

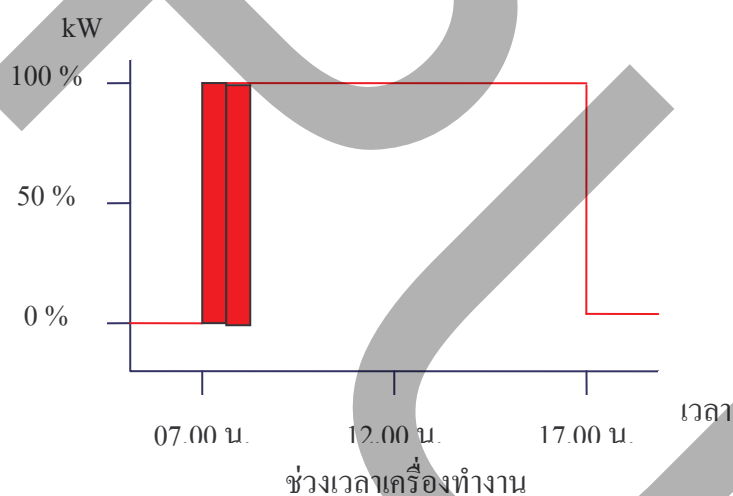
17.00 น. ปิดเครื่องส่งลมเย็น ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 จำนวน 35 เครื่อง



รูปที่ 4.5 เครื่องส่งลมเย็น (AHU)

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ชุดละ 0.5 ชั่วโมง/วัน ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องส่งลมเย็น (AHU)

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนมิถุนายน 2546

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า

46,200 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้

138,600 บาท/ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากการไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

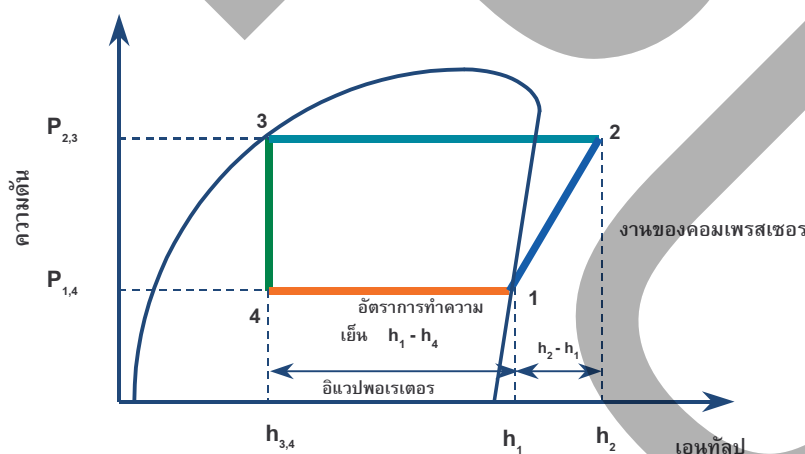
4.1.1.4 มาตรการ การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง ระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบส่งน้ำเย็นเป็นแบบ Primary - Secondary Loop โดยทำการเปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง เดิมตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นจ่ายโหลดที่ 44 ° F

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

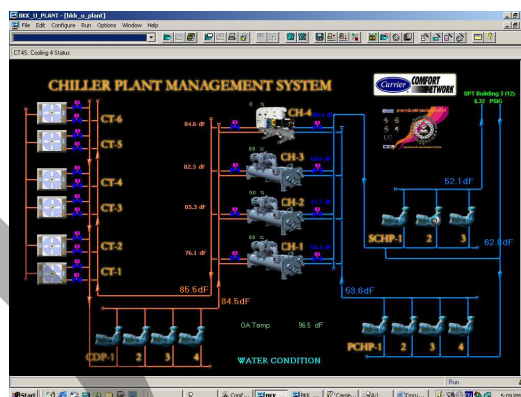
จากการตรวจสอบอุณหภูมิแตกต่างระหว่างน้ำเย็นไป-กลับอยู่ในช่วง 5-6 ° F ตลอดเวลา แสดงว่าเครื่องทำน้ำเย็นทำงานที่สภาวะโหลดน้อย ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นจ่ายโหลดเดิมที่ตั้งไว้ที่ 44 ° F เพิ่มขึ้นได้อีก 2-3 ° F เพื่อให้มีภาระการทำความเย็นที่เหมาะสมและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น



รูปที่ 4.7 วัฏจักรทำความเย็น

จะเห็นว่าในวัฏจักรทำความเย็น เมื่ออุณหภูมิ/ความดันในอีแวปอเรเตอร์เพิ่ม งานของเครื่องอัดจะลดลงโดยที่ $h_2 - h_1$ จะมีค่าลดลง

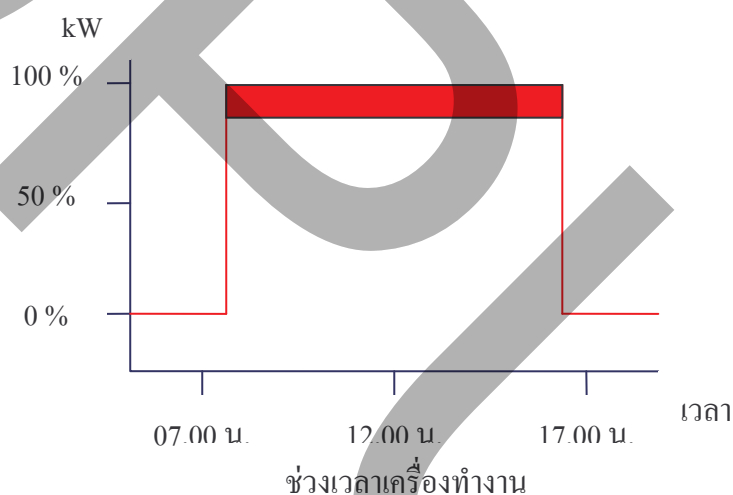
ดำเนินการปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นจ่ายโหลดเพิ่มขึ้นจากที่ 44 ° F เป็นที่ 46 ° F ที่ชุดควบคุมและสังเกตเห็นว่าเปอร์เซ็นต์โหลดของเครื่องทำน้ำเย็นลดลงได้ประมาณ 4 % ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้งาน



รูปที่ 4.8 การปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ 4 % ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การประหยัดพลังงานโดยการปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนพฤศจิกายน 2546

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า 35,640 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้ 106,920 บาท/ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้อง
ใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากการไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

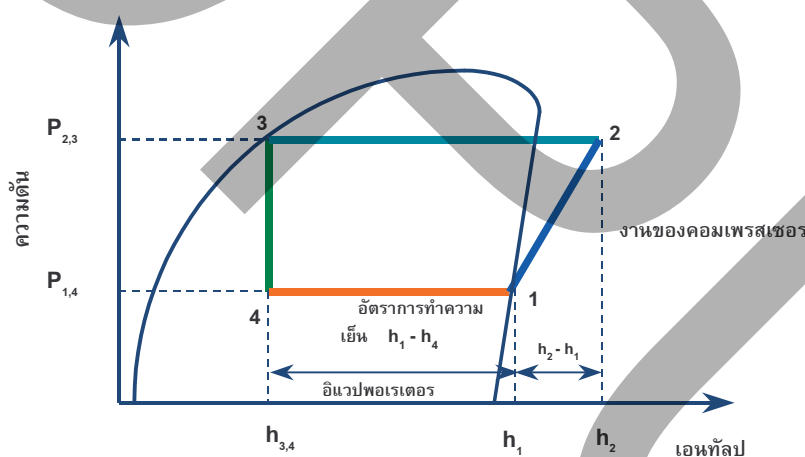
4.1.1.5 มาตรการ การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม

(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง ระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบส่งน้ำเย็นเป็นแบบ Primary - Secondary Loop โดยทำการเปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง จากการตรวจสอบค่าอุณหภูมิการใช้งานภายในพื้นที่ปรับอากาศของอาคารพบว่าการปรับตั้งค่าอุณหภูมิอยู่ที่ 22°C

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

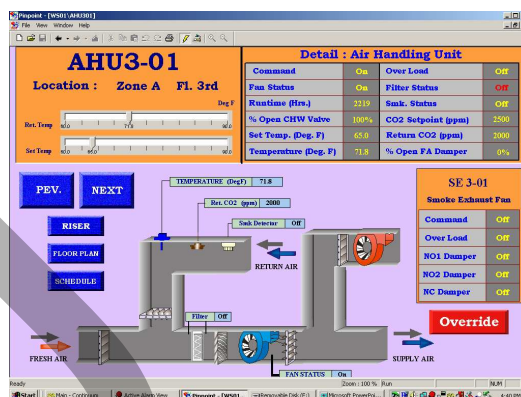
โดยปกติค่าอุณหภูมิการใช้งานภายในพื้นที่ปรับอากาศที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง $23 - 25^{\circ}\text{C}$ ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าอุณหภูมิเดิมที่ตั้งไว้ที่ 22°C เพิ่มขึ้นได้อีก $1 - 3^{\circ}\text{C}$ เพื่อให้มีการระงับการทำความเย็นที่เหมาะสมและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น



รูปที่ 4.10 วัฏจักรทำความเย็น

จะเห็นว่าในวัฏจักรทำความเย็น เมื่ออุณหภูมิ/ความดันในอีวาปอเรเตอร์เพิ่ม งานของเครื่องอัดจะลดลงโดยที่ $h_2 - h_1$ จะมีค่าลดลง

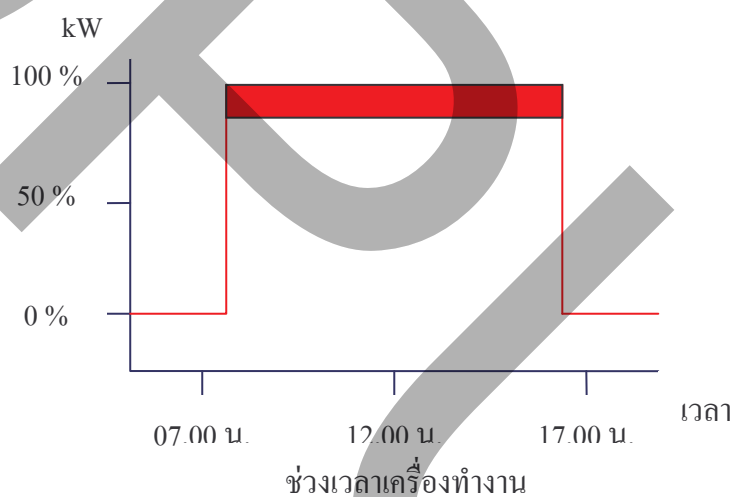
ดำเนินการปรับตั้งค่าอุณหภูมิการใช้งานภายในพื้นที่ปรับอากาศของอาคารเพิ่มขึ้นจาก 22°C เป็นที่ 25°C ในทุกพื้นที่และสังเกตเห็นว่าเปอร์เซ็นต์โหลดของเครื่องทำน้ำเย็นลดลงได้ประมาณ 5 % ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้งาน



รูปที่ 4.11 การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ 5 % ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 การประหยัดพลังงานโดยการปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนพฤศจิกายน 2546

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า 44,550 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้ 133,650 บาท/ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้อง
ใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากการไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.1.1.6 มาตรการ การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง มีหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ขนาด 190 ton จำนวน 6 เครื่อง ระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบส่งน้ำเย็นเป็นแบบ Primary - Secondary Loop โดยทำการเปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง เปิดหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ขนาด 190 ton จำนวน 4 เครื่อง

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

หอผึ่งเย็นเป็นระบบเปิด ที่ Filler หอผึ่งเย็นจะมีตะกรันอุดตันและตะไคร่น้ำเกาะสภาพ แวดล้อมจะทำให้ประสิทธิภาพการระบายความร้อนน้อยลงตามเวลา ซึ่งจะต้องมีการบำรุงรักษาอยู่เสมอ อาคารได้มีแผนการทำงานในการล้าง Filler หอผึ่งเย็น ทุกๆ 6 เดือน โดยภายหลังการล้างทำให้อุณหภูมิน้ำระบายเข้าเครื่องทำน้ำเย็นลดต่ำกว่าเดิม 2-3 °F

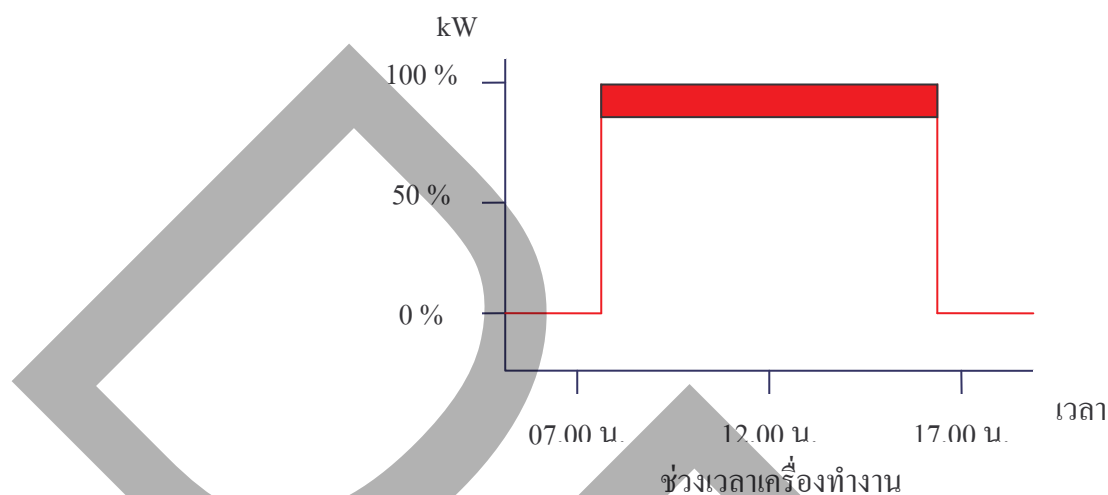
ผลประหยัดจากการที่สามารถลดอุณหภูมิน้ำระบายเข้าเครื่องทำน้ำเย็นลงได้ ทำให้เปอร์เซ็นต์โหลดของเครื่องทำน้ำเย็นลดลงได้ประมาณ 2 % ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ใช้งาน



รูปที่ 4.13 การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ 2 % ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนมีนาคมและตุลาคม ของทุกปี โดยเริ่มตั้งแต่เดือน
ตุลาคม 2545

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า 17,820 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้ 53,460 บาท/ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบำรุงรักษาจึงไม่ต้องใช้
เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากการไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.1.2 การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

4.1.2.1 มาตรการ การติดตั้งระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ (Ball Cleaning)

(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบส่งน้ำเย็นเป็นแบบ Primary - Secondary Loop โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง ประสิทธิภาพในการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น จะลดลงไปเรื่อย ๆ เมื่อเกิดตะกรันมาเกาะที่ผิวภายในท่อคอนเดนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็น การบำรุงรักษาโดยวิธีปกติ จะปล่อยให้มีการเกิดตะกรันขึ้นจนถึงความหนาของตะกรันที่ยอมรับไม่ได้ เพราะจะ

ทำให้ขีดความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นลดลงและมีประสิทธิภาพการใช้งานที่ต่ำ จึงทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน ก็จะทำการปิดระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ แล้วเปิดฝาคอบท่คอนเดนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็น แล้วใช้สารเคมีทำให้ตะกัณอ่อนตัว จากนั้นใช้แปรงลวดขัดตะกัณออก จนหมด จึงปิดฝาคอบท่คอนเดนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็น แล้วทำการเปิดใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ต่อไป โดยปกติอาคารมีการล้างทำความสะอาดท่คอนเดนเซอร์ปีละ 1 ครั้ง

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ปัจจุบันได้มีผู้ผลิตระบบทำความสะอาดท่คอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นระบบทำความสะอาดภายในท่คอนเดนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็นในขณะที่เครื่องทำน้ำเย็นยังทำงานอยู่ โดยใช้ลูกบอลที่มีขนาดโตกว่าท่คอนเดนเซอร์เล็กน้อย วิ่งเข้าไปในท่เพื่อทำความสะอาดคราบตะกัณที่เกาะที่ผิวภายในท่คอนเดนเซอร์ โดยอาศัยแรงดันของปั้มน้ำระบายคอนเดนเซอร์ ทำให้ผิวภายในท่คอนเดนเซอร์สะอาดตลอดเวลา เป็นผลให้การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นกับน้ำระบายคอนเดนเซอร์มีประสิทธิภาพสูง ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องทำน้ำเย็นได้ประมาณ 5 – 20 %

การติดตั้งระบบทำความสะอาดท่คอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำขนาด 1.5 kW, กระจบอกเก็บลูกบอล, กระจบอรัับลูกบอล, ลูกบอลฟองน้ำ และชุดควบคุมการทำงาน (PLC) ซึ่งระบบจะทำงานโดยเครื่องสูบน้ำส่งลูกบอลฟองน้ำเข้าไปในท่คอนเดนเซอร์เพื่อขัดตะกัณเป็นเวลา 2 นาที ลูกบอลเมื่อออกจากท่คอนเดนเซอร์จะไปค้างอยู่ที่กระจบอรัับลูกบอล หลังจากนั้นจะถูกเครื่องสูบน้ำดูดกลับมาเก็บไว้ที่กระจบอรัับลูกบอล โดยใช้เวลา 3 นาที จึงครบ วงจรการทำงาน 1 รอบ และทุก ๆ 1 ชั่วโมง ก็เริ่มวัฏจักรใหม่ตลอดการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น

การติดตั้งใช้งานระบบทำความสะอาดท่คอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติกับเครื่องทำน้ำเย็น มีลักษณะการติดตั้งใช้งานดังนี้ ระบบทำความสะอาดท่คอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ 1 ชุดต่อเข้ากับเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง และระบบทำความสะอาดท่คอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ 1 ชุดต่อเข้ากับเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง เมื่อเครื่องทำน้ำเย็นเครื่องหนึ่งเครื่องใดทำงาน ชุดควบคุมการทำงาน (PLC) จะสั่งการให้ระบบทำความสะอาดท่คอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติทำงานกับเครื่องทำน้ำเย็นชุดนั้น โดยปกติอาคารเปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง

ทำการตรวจวัดการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นและระบบทำความสะอาดท่คอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ ก่อนการติดตั้งใช้งาน 3 เดือน และหลังการติดตั้งใช้งานอีก 3 เดือน

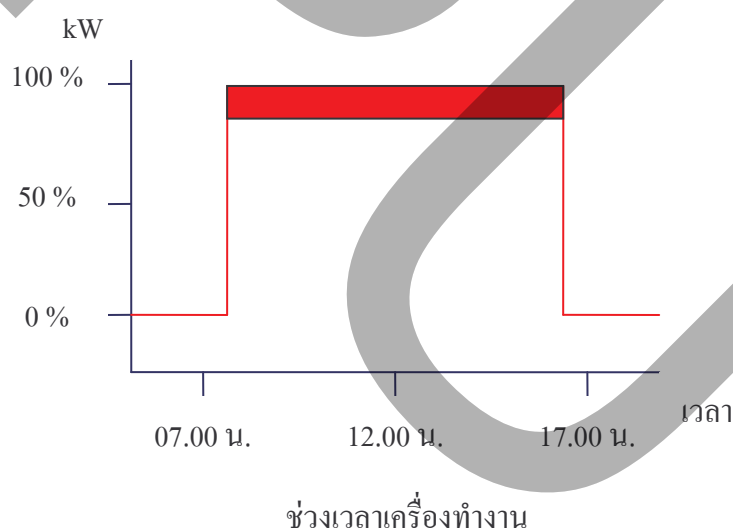
ก่อนเก็บข้อมูลในแต่ละช่วงจะทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์ก่อน ข้อมูลที่ตรวจวัดมีดังนี้ อุณหภูมิน้ำเย็น เข้า/ออก อุณหภูมิน้ำร้อน เข้า/ออก อัตราการไหลน้ำเย็น/น้ำร้อน ความดันน้ำยาที่คอนเดนเซอร์ กำลัง ไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณหาค่าความสามารถในการนำความร้อน ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น พลังงานไฟฟ้า และอุณหภูมิเข้าไกลล์ของเครื่องทำน้ำเย็น จากการวิเคราะห์พบว่าที่ภาระการทำความเย็นเท่ากัน เครื่องทำน้ำเย็นสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 8 %



รูปที่ 4.15 การติดตั้งระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ (Ball Cleaning)

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ 8 %



รูปที่ 4.16 การประหยัดพลังงานโดยการติดตั้งระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ (Ball Cleaning)

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนพฤษภาคม 2546

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	71,280	kWh/ปี
เงินที่ประหยัดได้	248,840	บาท/ปี
เงินลงทุน	834,600	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	3.35	ปี

4.1.2.2 มาตรการ การติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น

(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบส่งน้ำเย็นเป็นแบบ Primary - Secondary Loop โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง มีหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ขนาด 190 ton จำนวน 6 เครื่อง โดยปกติทำการเปิดเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 ton จำนวน 1 เครื่อง และขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง เปิดหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ขนาด 190 ton จำนวน 4 เครื่อง หอผึ่งเย็นเป็นระบบเปิด ที่ Filler หอผึ่งเย็นจะมีตะกรันอุดตันและตะไคร่น้ำเกาะ สภาพแวดล้อมจะทำให้ประสิทธิภาพการระบายความร้อนน้อยลงตามเวลา ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะต้องมีการบำรุงรักษาอยู่เสมอ อาคารได้มีแผนการทำงานในการล้าง Filler หอผึ่งเย็น ทุกๆ 6 เดือน ใช้สารเคมีเติมเข้าสู่ระบบน้ำเพื่อป้องกันการเกิดตะกรันและตะไคร่น้ำ ใช้น้ำอ่อน (Soft water) เพื่อลดการเกิดตะกรัน เป็นต้น

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

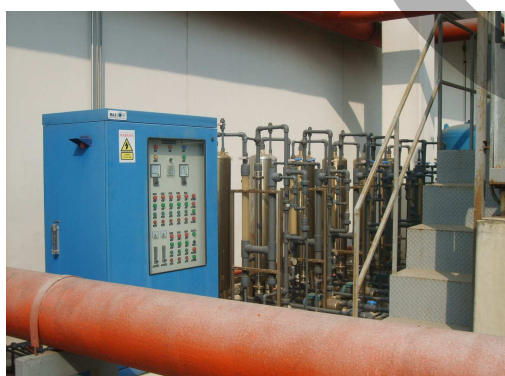
ปัจจุบันได้มีผู้ผลิตระบบเครื่องกำเนิดไอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น เพื่อนำเชื้อแบคทีเรียและเชื้อโรคต่าง ๆ ในน้ำ ป้องกันไม่ให้เกิดการก่อตัวของความกระด้างในน้ำ อันเป็นสาเหตุของการเกิดตะกรัน สามารถละลายตะกรันที่เกิดขึ้นอยู่แล้วให้หมดไป ป้องกันการเกิดตะไคร่น้ำ ประหยัดพลังงานเนื่องจากไม่มีตะกรันไปขวางการแลกเปลี่ยนความร้อนในระบบ ประหยัดค่าใช้จ่ายสารเคมี การบำรุงรักษาและการล้างประจำปี ไม่ต้องระบายน้ำในระบบทิ้งบ่อย ทำให้ประหยัดการใช้น้ำและรักษาสภาพแวดล้อม ไม่เป็นพิษ ไม่ก่อก้อน รักษาระบบท่อทั้งภายในและภายนอก และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนของหอผึ่งเย็น ทำให้สมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นสูงขึ้น สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องทำน้ำเย็นได้ประมาณ 10 – 30 %

การติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น ประกอบด้วย OZONE GENERATOR, MIXER TANK, AIR COMPRESSOR, AIR DRYER, CONTROL SYSTEM

กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวม 6 kW ซึ่งระบบจะทำงานโดยการผ่านออกซิเจนไปยังสนามพลังงานไฟฟ้าแรงดันสูงและมีกระแสที่เพียงพอเกิดเป็นสนามแม่เหล็กไหลผ่านหลอดกำเนิดไอโซน จะสามารถเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีของออกซิเจนไปเป็น ไอโซน และจากการสัมผัสกับสารที่มีพลังงานต่ำกว่าจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างรวดเร็ว

การติดตั้งใช้งานระบบเครื่องกำเนิดไอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น มีลักษณะการติดตั้งใช้งานดังนี้ ระบบเครื่องกำเนิดไอโซน 1 ชุดต่อเข้ากับหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) จำนวน 6 เครื่อง เมื่อหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) เครื่องหนึ่งเครื่องใดทำงาน ชุดควบคุมการทำงานจะสั่งการให้ระบบเครื่องกำเนิดไอโซนทำงานกับหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ชุดนั้น โดยปกติอาคารเปิดหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) จำนวน 4 เครื่อง

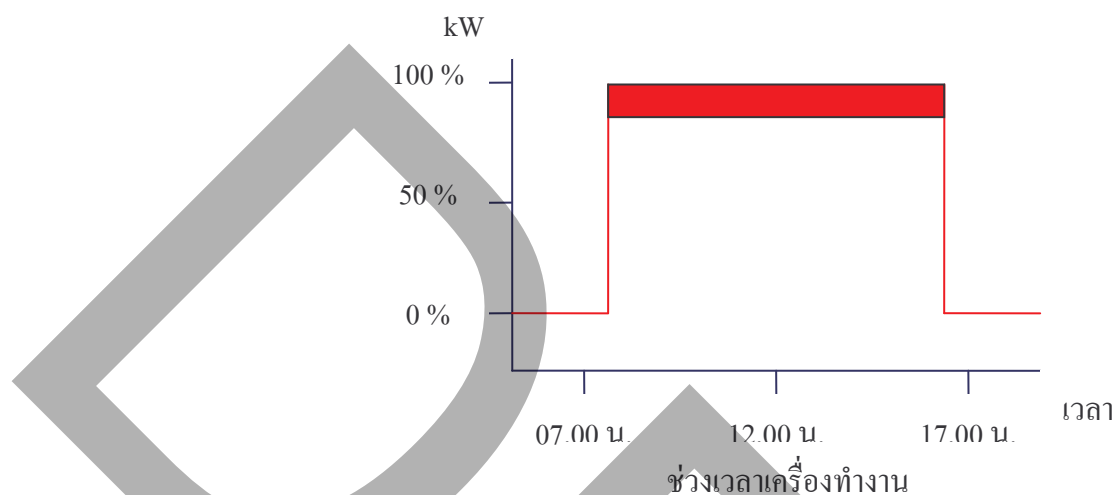
ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ก่อน - หลังติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซน โดยการตรวจวัดอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเข้า - ออกหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) วิเคราะห์ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนของชุดระบายความร้อน (Condenser) ก่อน - หลังติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซน โดยกำหนดอัตราการไหลของน้ำคงที่ และเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำออกหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) กับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของบรรยากาศเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) วิเคราะห์สมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ก่อน - หลังติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซน โดยการตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนก่อนเข้าและออกจากเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) โดยกำหนดอัตราการไหลคงที่และวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดระบายความร้อน (Condenser) ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความหนาของตะกอนที่ลดลง และทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ก่อน - หลังติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซน จากการวิเคราะห์พบว่าที่ภาระการทำงานเย็นเท่ากัน เครื่องทำน้ำเย็นสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 4.5 %



รูปที่ 4.17 การติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ 4.5 % ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 การประหยัดพลังงานโดยการติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซนบำบัดน้ำที่ห้องฝังเย็น

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนมีนาคม 2549

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	40,095	kWh/ปี
เงินที่ประหยัดได้	412,737	บาท/ปี
เงินลงทุน	1,129,920	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	2.73	ปี

4.2 การจัดการพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ศึกษาการจัดการพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อกำหนดมาตรการในการลดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

4.2.1 การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2.1.1 มาตรการ การปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน

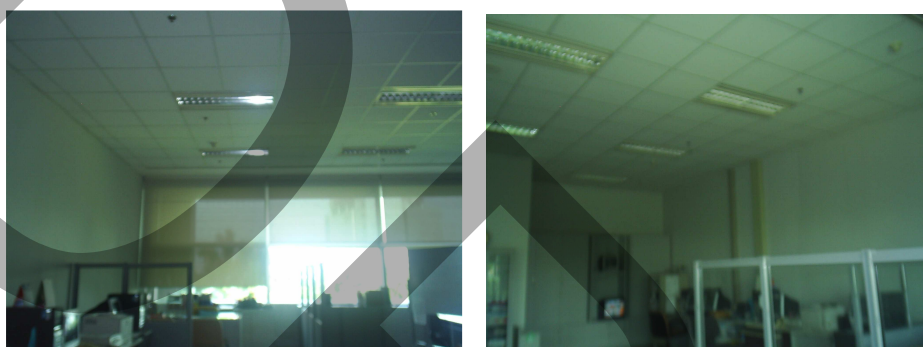
(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการเปิดไฟแสงสว่างในส่วนของสำนักงาน เวลา 08.30 – 17.00 น. บุคลากรมีการพักกลางวันสลับกัน 2 ช่วงเวลา คือ เวลา 11.30 – 12.30 น. และเวลา 12.30 – 13.30 น. ซึ่งในช่วงเวลาพักกลางวันทั้ง 2 ช่วง ไม่ได้ปิดไฟแสงสว่าง เนื่องจากมีบุคลากรส่วนหนึ่งปฏิบัติงานอยู่ โดยไฟแสงสว่างที่ใช้ในสำนักงาน ชั้น 1 ชั้น 3 ชั้น 4 และชั้น 5 ประกอบด้วย หลอดฟลูออเรสเซนต์

เซนต์ ขนาด 18 W จำนวน 6 หลอด และหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W จำนวน 244 หลอด บัลลาสต์ที่ใช้เป็นชนิดอิเล็กทรอนิกส์

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

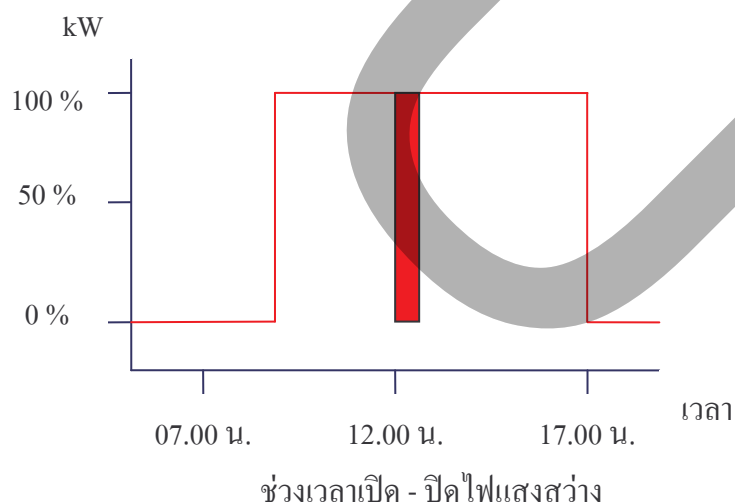
จากการตรวจสอบลักษณะการทำงานในส่วนของสำนักงาน พบว่าสามารถกำหนดให้บุคลากรพักกลางวันพร้อมกันได้ในเวลา 12.00 – 13.00 น. โดยไม่กระทบกับการทำงาน ซึ่งสามารถปิดไฟแสงสว่างในส่วนของสำนักงานในช่วงเวลาพักกลางวันได้ 1 ชั่วโมง



รูปที่ 4.19 การปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ 1 ชั่วโมง/วัน ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 การประหยัดพลังงานโดยการปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนมิถุนายน 2547

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	2,743	kWh/ปี
เงินที่ประหยัดได้	8,229	บาท/ปี

ใช้เงินลงทุน
เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้อง

ระยะเวลาดำเนินการ เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.2.1.2 มาตรการ การลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างหอเกียรติคุณและหอประวัติ

(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการเปิดไฟแสงสว่างในส่วนของหอเกียรติคุณ ชั้น 2 และหอประวัติ ชั้น 3 เวลา 08.00 – 17.00 น. โดยไฟแสงสว่างที่ใช้ประกอบด้วย หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 13 W จำนวน 32 หลอด หลอดไส้ ขนาด 60 W จำนวน 4 หลอด, หลอดเมทัลฮาไลด์ ขนาด 100 W จำนวน 4 หลอด และหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W จำนวน 46 หลอด บัลลัสต์ที่ใช้เป็นชนิดอิเล็กทรอนิกส์

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

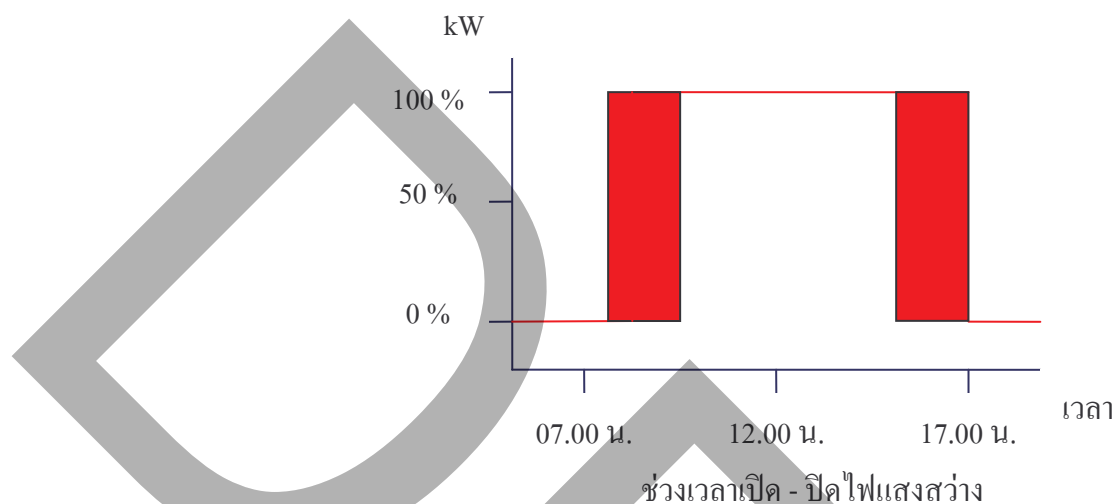
จากการตรวจสอบการเปิดให้เยี่ยมชมหอเกียรติคุณ ชั้น 2 และหอประวัติ ชั้น 3 พบว่าในระหว่างเวลา 08.00 – 10.00 น. และเวลา 15.00 – 17.00 น. มีผู้เข้าเยี่ยมชมน้อยมาก จึงกำหนดเวลาในการเปิดให้เยี่ยมชมใหม่เป็นเวลา 10.00 – 15.00 น. ซึ่งสามารถลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างได้ 4 ชั่วโมง



รูปที่ 4.21 การลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างหอเกียรติคุณและหอประวัติ

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ 4 ชั่วโมง/วัน ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 การประหยัดพลังงานโดยการลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างหอเกียรติคุณและหอประวัติ

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนมิถุนายน 2547

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า 3,310 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้ 9,930 บาท/ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้อง
ใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากการไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.2.1.3 มาตรการ การปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ

(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการเปิดไฟแสงสว่างในส่วนของโถงหน้าลิฟต์และห้องน้ำ เวลา 08.00 – 17.00 น. โดยไฟแสงสว่างที่ใช้ในส่วนของโถงหน้าลิฟต์ ชั้น 1, 2, 3, 4, 5 ประกอบด้วย หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 13 W จำนวน 138 หลอด และในส่วนของห้องน้ำ ชั้น 3, 4, 5 ประกอบด้วย หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 13 W จำนวน 84 หลอด บัลลัสต์ที่ใช้เป็นชนิดอิเล็กทรอนิกส์

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

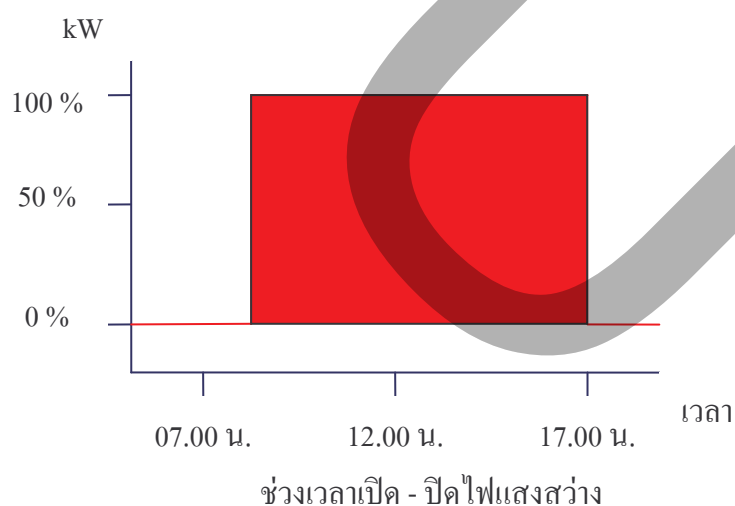
จากการตรวจสอบพื้นที่ในส่วนของโถงหน้าลิฟต์และห้องน้ำ พบว่าพื้นที่ดังกล่าวถูกจัดให้อยู่บริเวณรอบนอกอาคาร เพื่อให้สามารถเปิดช่องแสงโดยอาศัยแสงธรรมชาติเข้ามาสู่ภายในอาคาร ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานโดยไม่จำเป็นต้องเปิดไฟแสงสว่าง สามารถลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างได้ 9 ชั่วโมง



รูปที่ 4.23 การปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ 9 ชั่วโมง/วัน ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 การประหยัดพลังงานโดยการปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนมิถุนายน 2547

ผลประหยัดที่ได้

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

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ต้อง
ใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาดำเนินการ เนื่องจากไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

4.2.2 การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

4.2.2.1 มาตรการ การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8

(1) ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

อาคารมีการติดตั้งไฟแสงสว่างในส่วนของสำนักงาน, ห้องจัดนิทรรศการ, ห้องประชุม และบริเวณพื้นที่อ่านหนังสือ ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของอาคาร โดยโคมไฟแสงสว่างที่ใช้ประกอบด้วย โคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 1 x 18 W จำนวน 65 ชุด โคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 1 x 36 W จำนวน 2,612 ชุด และโคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 2 x 36 W จำนวน 533 ชุด บัลลาสต์ที่ใช้เป็นชนิดอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีรายการอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

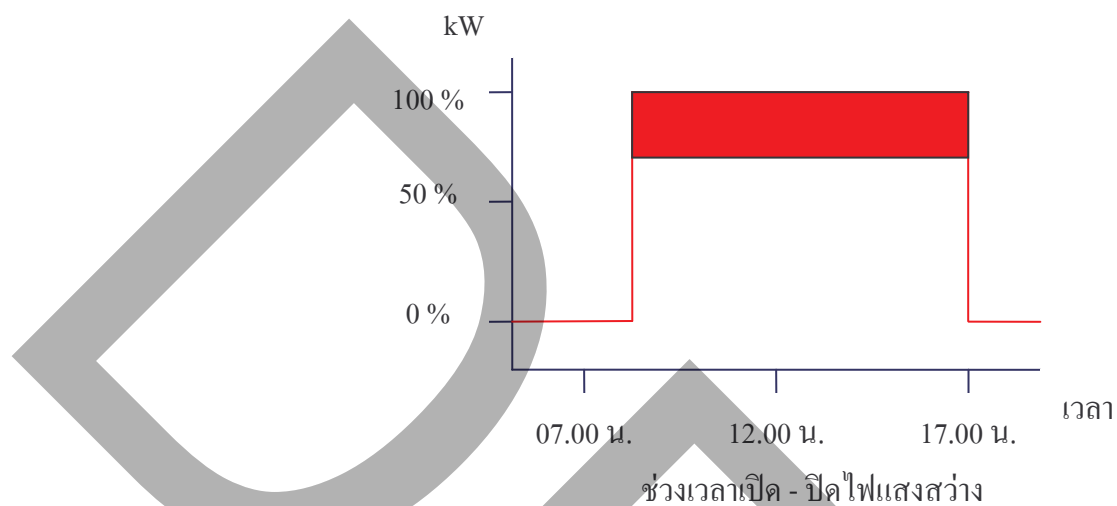
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 W	จำนวน 65	หลอด
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W	จำนวน 3,678	หลอด
บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์ ขนาด 1 x 18 W	จำนวน 65	ตัว
บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์ ขนาด 1 x 36 W	จำนวน 2,612	ตัว
บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์ ขนาด 2 x 36 W	จำนวน 533	ตัว

(2) แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ปัจจุบันได้มีผู้ผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงชนิดใหม่ คือ หลอด T5 ขนาด 14 W และขนาด 28 W มาติดตั้งแทนชนิดเดิม คือ หลอด T8 ขนาด 18 W และขนาด 36 W ตามลำดับ ซึ่งจะช่วยให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 30 % ในขณะที่คุณภาพแสงดีกว่า และมีอายุการใช้งานเฉลี่ย 20,000 ชั่วโมง โดยหลอด T5 มีขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าหลอด T8 ประมาณ 40 % และมีขนาดความยาวของหลอดสั้นกว่า จึงต้องใช้ขั้วต่อหลอดมาติดตั้งเสริมกรณีใช้กับโคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ของเดิม และต้องใช้บัลลาสต์เฉพาะสำหรับหลอด T5 จากข้อมูลข้างต้นจึงเล็งเห็นว่าอาคารควรมีการปรับเปลี่ยนการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีรายการอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

(3) สภาพหลังปรับปรุง

พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ 21 % ดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 การประหยัดพลังงานโดยการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8

ระยะเวลาดำเนินการ อยู่ระหว่างการนำเสนอมาตรการต่อผู้บริหารองค์กร
ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า	80,147	kWh/ปี
เงินที่ประหยัดได้	240,441	บาท/ปี
เงินลงทุน	859,638 บาท	
ระยะเวลาคืนทุน	3.57	ปี

บทที่ 5

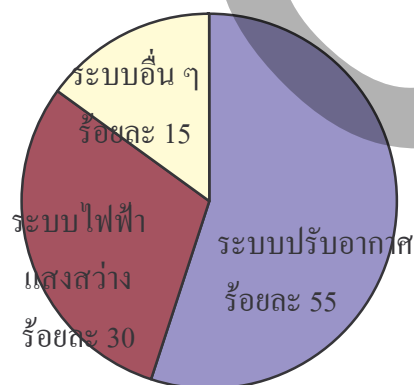
สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

อาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ เปิดใช้งานในปี พ.ศ. 2545 มีพื้นที่ใช้สอยรวม 22,700 m^2 แบ่งเป็นพื้นที่ปรับอากาศ 14,900 m^2 และพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 7,800 m^2 มีจำนวนผู้ใช้อาคาร ประมาณ 1,551 คน ทั้งประเภทประจำสำนักงานและประเภทหมุนเวียน เวลาทำการของอาคาร วัน จันทร์ - เสาร์ เวลา 07.30 - 17.00 น.

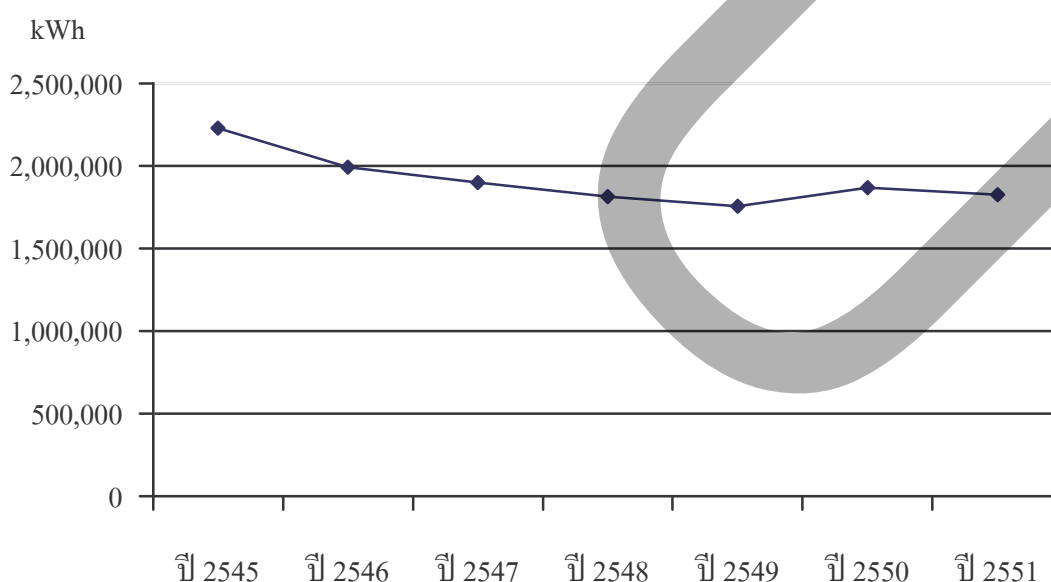
อาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารดังนี้ การถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง (OTTV) 44 W/m^2 (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 45 W/m^2) และการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา (RTTV) 8 W/m^2 (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 25 W/m^2) ระบบปรับอากาศเป็นระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ภาระการทำความเย็นรวม 116.20 W/m^2 (เฉพาะพื้นที่ปรับอากาศ) โดยติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง ขนาด 380 ton จำนวน 3 เครื่อง สมรรถนะการทำความเย็น 0.648 kW/ton (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 0.70 kW/ton) และเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ขนาด 120 ton จำนวน 1 เครื่อง 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

อาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ มีสัดส่วนการใช้พลังงานในระบบต่าง ๆ ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ

การใช้พลังงานของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ ตั้งแต่เริ่มเปิดใช้อาคารในปี 2545 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,229,680 kWh/ปี ซึ่งในปี 2545 นี้ ยังอยู่ในช่วงการปรับตั้งอุปกรณ์งานระบบต่าง ๆ ให้ทำงานตามวัตถุประสงค์ตามที่ได้ออกแบบไว้ จึงยังไม่ได้เริ่มดำเนินการจัดการพลังงานในระบบต่าง ๆ ในปี 2546 เริ่มมีการศึกษาการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 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 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 14.81 ในปี 2548 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,814,544 kWh/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 18.62 ในปี 2549 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,757,455 kWh/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 21.18 ในปี 2550 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,870,134 kWh/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 16.13 และในปี 2551 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,827,098 kWh/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 18.06 สรุปได้ว่าสามารถลดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ ลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 ต่อปีตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารหอสมุดสุรัตน์ ฯ

การจัดการพลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศดังนี้ 1) การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ 1.1) การลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 99,000 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 297,000 บาท/ปี 1.2) การลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำ (Pump) และหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 38,046 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 114,138 บาท/ปี 1.3) การลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องส่งลมเย็น (AHU) ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 46,200 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 138,600 บาท/ปี 1.4) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิหน้าเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 35,640 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 106,920 บาท/ปี 1.5) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิภายในพื้นที่ปรับอากาศให้เหมาะสม ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 44,550 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 133,650 บาท/ปี 1.6) การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 17,820 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 53,460 บาท/ปี รวมผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 281,256 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 843,768 บาท/ปี 2) การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน 2.1) การติดตั้งระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ (Ball Cleaning) ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 71,280 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 248,840 บาท/ปี เงินลงทุน 834,600 บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.35 ปี 2.2) การติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 40,095 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 412,737 บาท/ปี เงินลงทุน 1,129,920 บาท ระยะเวลาคืนทุน 2.73 ปี รวมผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 111,375 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 661,577 บาท/ปี เงินลงทุน 1,964,520 บาท ระยะเวลาคืนทุน 2.96 ปี รวมผลประหยัดที่ได้ในระบบปรับอากาศ พลังงานไฟฟ้า 392,631 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 1,505,345 บาท/ปี

การจัดการพลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างดังนี้ 1) การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ 1.1) การปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 2,743 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 8,229 บาท/ปี 1.2) การลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างหอเกียรติคุณและหอประวัติ ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 3,310 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 9,930 บาท/ปี 1.3) การปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 7,793 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 23,379 บาท/ปี รวมผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 13,846 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 41,538 บาท/ปี 2) การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน 2.1) การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8 ผลประหยัดที่ได้ พลังงานไฟฟ้า 80,147 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 240,441 บาท/ปี เงินลงทุน 859,638 บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.57 ปี รวมผลประหยัดที่ได้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พลังงานไฟฟ้า 93,993 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 281,979 บาท/ปี รวมผลประหยัดที่ได้ในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้งสิ้น พลังงานไฟฟ้า 486,624 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 1,787,324 บาท/ปี

สรุปผลการศึกษาการจัดการพลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ ในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการศึกษาการจัดการพลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์

มาตรการ	ผลการประหยัดพลังงาน			เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลา คืนทุน (ปี)
	kW	kWh/ปี	บาท/ปี		
ระบบปรับอากาศ					
1. การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ					
1.1 การลดชั่วโมงการทำงานของ เครื่องทำน้ำเย็น	330.00	99,000	297,000	-	-
1.2 การลดชั่วโมงการทำงานของ น้ำและหอผึ่งเย็น	126.82	38,046	114,138	-	-
1.3 การลดชั่วโมงการทำงานของ เครื่องส่งลมเย็น	308.00	46,200	138,600	-	-
1.4 การปรับตั้งค่าอุณหภูมิ ของเครื่องทำน้ำเย็น	13.20	35,640	106,920	-	-
1.5 การปรับตั้งค่าอุณหภูมิ ภายใน พื้นที่ปรับอากาศให้ เหมาะสม	16.50	44,550	133,650	-	-
1.6 การบำรุงรักษาหอผึ่งเย็น	6.60	17,820	53,460	-	-
รวม	801.12	281,256	843,768	-	-
2. การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ ประหยัดพลังงาน					
2.1 การติดตั้งระบบทำความ สะอาด ท่อคอนเดนเซอร์ แบบอัตโนมัติ	26.40	71,280	248,840	834,600	3.35
2.2 การติดตั้งระบบเครื่องกำเนิด ไอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น	14.85	40,095	412,737	1,129,920	2.73
รวม	41.25	111,375	661,577	1,964,520	2.96
รวมระบบปรับอากาศ	842.37	392,631	1,505,345	-	-

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

มาตรการ	ผลการประหยัดพลังงาน			เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลา คืนทุน (ปี)
	kW	kWh/ปี	บาท/ปี		
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง					
1. การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ					
1.1 การปิดไฟแสงสว่างช่วงพักกลางวันในส่วนสำนักงาน	9.142	2,743	8,229	-	-
1.2 การลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างหอเกียรติคุณและหอประวัติ	2.758	3,310	9,930	-	-
1.3 การปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ	2.886	7,793	23,379	-	-
รวม	14.786	13,846	41,538	-	-
2. การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน					
2.1 การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8	29.684	80,147	240,441	859,638	3.57
รวมระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	44.47	93,993	281,979	-	-
รวมทั้งสิ้น	886.84	486,624	1,787,324	-	-

5.2 ข้อเสนอแนะ

นอกจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ได้ดำเนินการไปแล้วทั้งในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ยังมีมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบอื่น ๆ ที่มีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ ซึ่งจะทำให้การศึกษาต่อไปในอนาคต ดังเช่นมาตรการดังต่อไปนี้

1. การลดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยจัดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเริ่มเดินเครื่องจักรอุปกรณ์ขนาดใหญ่ เช่น มอเตอร์ และกระจายการทำงานของโหลดออกไปจากช่วงเวลาที่เกิดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดแล้วทำตารางกำหนดช่วงเวลาทำงานของเครื่องจักร

อุปกรณ์ตามลำดับงาน โดยแบ่งการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ออกเป็นชุดให้แต่ละชุดทำงานเหลื่อมเวลากัน เพื่อลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

2. การใช้เครื่องควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดอัตโนมัติ (Automatic Demand Controller) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ แจ้งเหตุและบันทึกสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า และยังสามารถส่งสัญญาณควบคุมให้คอนแทกเตอร์ตัดโหลดที่มีความสำคัญน้อยออกจากระบบไฟฟ้าในกรณีที่มีแนวโน้มว่าค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าจะมีค่าสูงเกินค่าที่ตั้งไว้ เพื่อควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดขณะเครื่องจักรอุปกรณ์ทำงานไม่ให้เกินขอบเขตที่กำหนดไว้

3. การติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ เพื่อปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน เพื่อลดปริมาณการสูญเสียพลังงานและยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

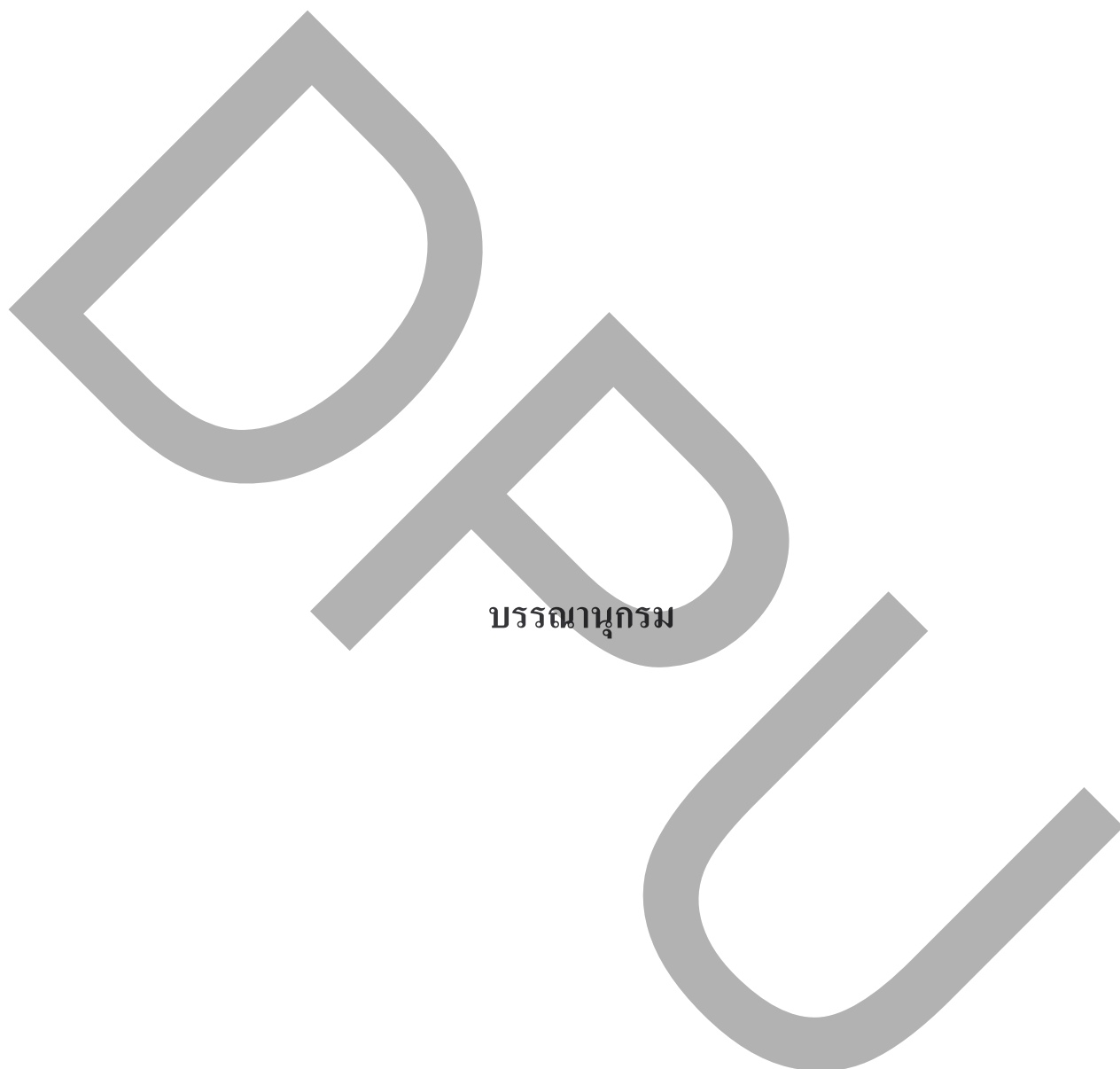
4. การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง เพื่อลดค่าไฟฟ้าในส่วนของค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด เมื่อต้องการซื้อมอเตอร์ตัวใหม่เพิ่มเติมหรือทดแทนมอเตอร์ที่หมดอายุการใช้งานและเมื่อต้องการซ่อมแซมมอเตอร์ด้วยค่าใช้จ่ายที่สูงกว่า 65 % ของราคามอเตอร์ใหม่

5. การบริหารจัดการในการใช้งานลิฟต์ เช่น ช่วงเวลาที่มิใช่ผู้ใช้อาคารน้อยเปิดลิฟต์ให้เหลือจำนวนตัวที่ใช้งานให้น้อยที่สุดตามความเหมาะสมกับปริมาณผู้ใช้อาคาร การจัดทำป้ายเพื่อปลูกจิตสำนึกในการใช้ลิฟต์ เช่น การเดินขึ้นบันไดแทนการใช้ลิฟต์

6. การปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์สำนักงานเมื่อเลิกใช้งานหรือช่วงพักกลางวันเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

นอกจากมาตรการต่าง ๆ ที่กล่าวข้างต้นแล้วปัจจัยที่ส่งผลกับการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน ได้แก่ การสร้างจิตสำนึกของบุคลากรที่จะให้ความร่วมมือกับผู้บริหารในการประหยัดพลังงาน รวมถึงการออกคำสั่งจากผู้บริหารให้บุคลากรปฏิบัติตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่หน่วยงานกำหนดขึ้น เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น

ในการศึกษาวิจัยด้านการจัดการพลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ ในครั้งนี้แล้ว สามารถทำการวิจัยต่อเนื่องได้อีกในด้านการศึกษาพฤติกรรมการประหยัดพลังงานของบุคลากรและนักศึกษาในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ โดยมีแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลในการลดการใช้พลังงานของอาคารสถานศึกษาในประเทศไทยต่อไป



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2546). การจัดการพลังงานไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- _____. (2547). ตำราฝึกอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ด้านไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2547). การอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วิทยานิพนธ์

- เกษร เพ็ชรราช. (2539). การจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ทรงสุภา พุ่มชุมพล. (2544). การศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมสำหรับอาคารราชการขนาดกลาง ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สาธิต รุ่งฤดีสมบัติกิจ. (2541). การประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.
- สุดารัตน์ ปรีชาธเนศ. (2542). ศึกษาการใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษากลุ่มช่างอุตสาหกรรม ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุวรรณ รุ่งเรืองนานา. (2541). การวิเคราะห์โครงการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของรัฐ กรณีศึกษาอาคารกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อเนก เทศทอง. (2541). การใช้พลังงานในอาคารโรงเรียนมัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อุไรวรรณ พูลสิน. (2545). การอนุรักษ์พลังงานในอาคารนอกชายอาคารควบคุมสองแห่ง.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พชช

ภาคผนวก

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 300 วัน/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ $330 \times 1 \times 300$

99,000 kWh/ปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.00 บาท/kWh

ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ $99,000 \times 3.00$

297,000 บาท/ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า 99,000 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้ 297,000 บาท/ปี

เงินลงทุนมาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่

ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากการไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

1.2 มาตรการ การลดชั่วโมงการทำงานปั๊มน้ำ (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	$126.82 \times 1 \times 300$	
	38,046	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00	บาท/kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	$38,046 \times 3.00$	
	114,138	บาท/ปี
ผลประหยัดที่ได้		
พลังงานไฟฟ้า	38,046	kWh/ปี
เงินที่ประหยัดได้	114,138	บาท/ปี
เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ ต้องใช้เงินลงทุน		

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากการไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

1.3 มาตรการ การลดชั่วโมงการทำงานเครื่องส่งลมเย็น (AHU)

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน		
กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย		
เครื่องส่งลมเย็น จำนวน 35 เครื่อง	308	kW
ชั่วโมงการใช้งานลดลง	0.50	ชั่วโมง/วัน
จำนวนวันทำงาน	300	วัน/ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	$308 \times 0.50 \times 300$	
	46,200	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00	บาท/kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	$46,200 \times 3.00$	
	138,600	บาท/ปี
ผลประหยัดที่ได้		
พลังงานไฟฟ้า	46,200	kWh/ปี
เงินที่ประหยัดได้	138,600	บาท/ปี
เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่ ต้องใช้เงินลงทุน		

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 มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่

ต้องใช้เงินลงทุน

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	$6.60 \times 9 \times 300$	
	17,820	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00	บาท/kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	$17,820 \times 3.00$	
	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	$26.40 \times 9 \times 300$	
	71,280	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	3.00	บาท/kWh
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	$71,280 \times 3.00$	
	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
ระยะเวลากู้ทุน	3.35	ปี

2.2 มาตรการ การติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไอโซนบำบัดน้ำที่หอผึ่งเย็น

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

การคำนวณผลการประหยัดน้ำเดิมเข้าสู่หอผึ่งเย็น (Cooling Tower)

ค่าน้ำเดิมจากการใช้สารเคมี

$$\begin{aligned}
 &= \text{อัตราการไหลของน้ำ} \times (\text{เปอร์เซ็นต์การระบายน้ำ} + \text{เปอร์เซ็นต์การระเหยน้ำ}) \times \text{จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน} \times \text{จำนวนวันต่อปี} \times \text{ค่าน้ำอ่อน (Soft water)} \\
 &= 570 \times (0.005 + 0.01) \times 9 \times 300 \times 24 \\
 &= 554,040 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

ค่าน้ำเดิมจากการใช้ระบบเครื่องกำเนิดไอโซน

$$\begin{aligned}
 &= \text{อัตราการไหลของน้ำ} \times (\text{เปอร์เซ็นต์การระบายน้ำ} + \text{เปอร์เซ็นต์การระเหยน้ำ}) \times \text{จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน} \times \text{จำนวนวันต่อปี} \times \text{ค่าน้ำประปา} \\
 &= 570 \times (0.0025 + 0.01) \times 9 \times 300 \times 21 \\
 &= 403,988 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\text{ค่าน้ำเดิมที่ประหยัดได้} = 554,040 - 403,988$$

150,052 บาท/ปี

การคำนวณค่าไฟฟ้าจากการใช้ระบบเครื่องกำเนิดไอโซน

= กำลังไฟฟ้าที่ใช้ x จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน x จำนวนวันต่อปี x ค่า

ไฟฟ้า

$$= 6 \times 9 \times 300 \times 3$$

$$= 48,600 \text{ บาท/ปี}$$

ผลประโยชน์ที่ได้

ค่าไฟฟ้า 120,285 บาท/ปี

ค่าน้ำเดิมเข้าสู่หอผึ่งเย็น 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

ค่าไฟฟ้าจากระบบเครื่องกำเนิดไอโซน 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 มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่		

ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากการไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

1.2 มาตรการ การลดชั่วโมงการเปิดไฟแสงสว่างหอเกียรติคุณและหอประวัติ

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ 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 มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่
ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากการไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

1.3 มาตรการ การปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเพียงพอ

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 13 W 222 หลอด 2.886 kW

ชั่วโมงการใช้งานลดลง 9 ชั่วโมง/วัน

จำนวนวันทำงาน 300 วัน/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ $2.886 \times 9 \times 300$

7,793 kWh/ปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย

3.00 บาท/kWh

ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้

$7,793 \times 3.00$

23,379 บาท/ปี

ผลประหยัดที่ได้

พลังงานไฟฟ้า

7,793 kWh/ปี

เงินที่ประหยัดได้

23,379 บาท/ปี

เงินลงทุน มาตรการนี้เป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้การบริหารจัดการจึงไม่

ต้องใช้เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน เนื่องจากการไม่มีการลงทุนการประหยัดจึงเกิดได้ทันที

2. การปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

2.1 มาตรการ การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แทนชนิด T8

การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดโดยเฉลี่ย

กำลังไฟฟ้า

หลอด T8

หลอด T5

หลอดฟลูออเรสเซนต์

18 W

14 W

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

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
บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	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
(รายการอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ)

เครื่องสูบน้ำ (MOTOR & PUMP)

Item	Unit No.	Brand		Model		Serial No.	GPM	TDH	Hp	Starter	Type	Remark
		Pump	Motor	Pump	Motor							
1	PCHP-01	IDP Worthington	Brook	SLR-10(A)	T-DF 160M4/00	235140	912	40 ft.	1.5	Y-Delta	Horizontal	
2	PCHP-02	IDP Worthington	Brook	SLR-10(A)	T-DF 160M4/00	235141	912	40 ft.	1.5	Y-Delta	Horizontal	
3	PCHP-03	IDP Worthington	Brook	SLR-10(A)	T-DF 160M4/00	235139	912	40 ft.	1.5	Y-Delta	Horizontal	
4	PCHP-04	IDP Worthington	Brook	MEN 80-65-200L	T-DF 112M4/00	362595	240	40 ft.	5.5	Y-Delta	Horizontal	
5	SCHP-01	IDP Worthington	Brook	SLR-12 (B)	T-DF 225SA	99821401-803307	1824	70 ft.	50	Inverter	Horizontal	
6	SCHP-02	IDP Worthington	Brook	SLR-12 (B)	T-DF 225SA	99821401-803300	1824	70 ft.	50	Inverter	Horizontal	
7	SCHP-03	IDP Worthington	Brook	MEN 80-65-200L	T-DF 132M4/00	369523	240	70 ft.	7.5	Inverter	End Sac	
8	CDP-01	IDP Worthington	Brook	SLR-13A	T-FD 180M4/00	236798	1140	70 ft. H20	30	Y-Delta	Horizontal	
9	CDP-02	IDP Worthington	Brook	SLR-13A	T-FD 180M4/01	236792	1140	70 ft. H20	30	Y-Delta	Horizontal	
10	CDP-03	IDP Worthington	Brook	SLR-13A	T-FD 180M4/02	236534	1140	70 ft. H20	30	Y-Delta	Horizontal	
11	CDP-04	IDP Worthington	Brook	SLR-13A	T-FD 132M4/00	369530	300	70 ft. H20	10	Y-Delta	End Sac	

เครื่องปรับอากาศ (AIR HANDLING UNIT & FAN COIL UNIT)

Item	Unit No.	Carrier Model	Serial No.	Type	Total Capacity BTUH	Sensible Capacity BTUH	Air side					Remark
							Supply Air CFM	Air ENT (FDB/FWB)	ESP (IN.WG)	Motor (HP)	Power	
1	AH1-01	39LD18-6R/11F	L01038	VFSB	225,100	145,810	5800	76.0/65.7	0.60	7.5	380/3/50	
2	AH1-02	39LD25-6R/11F	L01039	VFSB	389,250	300,250	12000	76.8/64.3	0.80	10	380/3/50	
3	AH1-03	39LD21-08/11F	L01040	VFSB	296,380	185,150	6300	79.4/67.7	0.55	7.5	380/3/50	
4	AH1-04	39LD21-08/11F	L01041	VFSB	428,700	236,660	7560	82.2/71.0	0.60	7.5	380/3/50	
5	FC1-05	40RS006S	44LF1458216	CPDD	50,000	33,806	1360	78.2/66.7	0.30	3/4	220/1/50	
6	FC1-06	42DC6-4R	44HD1277461	CPDD	40,229	35,303	1564	76.0/63.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
7	FC1-07	42DC6-4R	44HD1277462	CPDD	40,820	33,653	1564	78.0/65.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
8	AH2-01	39LD18-6R/11F	L01043	VFSB	273,130	208,080	8200	77.4/65.1	0.60	7.5	380/3/50	
9	AH2-02	39LD21-08/11F	L01042	VFSB	302,990	229,070	9080	76.8/64.3	0.65	10	380/3/50	
10	AH2-03	39LD25-6R/11F	L01044	VFSB	411,270	287,390	11200	77.7/65.9	0.80	10	380/3/50	
11	AH2-04	39LD21-08/11F	L01045	VFSB	318,380	220,270	8400	77.7/65.9	0.60	7.5	380/3/50	
12	FC2-05	42DC2-4R	44HD1277468	CPDD	18,665	16,002	690	78.0/65.0	0.30	1/4	220/1/50	
13	FC2-06	42DC2-3R	44HD1277467	CPDD	40,075	32,935	1650	78.8/65.0	0.35	2x1/4	220/1/50	
14	AH3-01	39LD35-6R/8F	L01047	VFSB	549,130	467,971	16310	77.4/65.0	0.80	20	380/3/50	

เครื่องปรับอากาศ (AIR HANDLING UNIT & FAN COIL UNIT)

Item	Unit No.	Carrier Model	Serial No.	Type	Total Capacity BTUH	Sensible Capacity BTUH	Air side				Remark
							Supply Air CFM	Air ENT (FDB/FWB)	ESP (IN.WG)	Motor (HP)	Power
15	AH3-02	39LD35-6R/8F	L01046	VFSB	549,130	407,971	16310	77.4/65.0	0.80	20	380/3/50
16	AH3-03	39LD15-6R/11F	L01048	VFSB	209,880	160,520	6600	76.8/64.7	0.65	5	380/3/50
17	AH3-04	39LD21-6R/11F	L01049	VFSB	341,500	260,190	10530	76.6/64.4	0.65	10	380/3/50
18	AH3-05	39LD31-6R/11F	L01050	VFSB	491,250	326,901	12400	78.2/66.5	0.65	15	380/3/50
19	AH3-06	39LD06-6R/11F	L01053	VFSB	142,170	74,740	2400	82.9/72.2	0.70	2	380/3/50
20	AH3-07	39LD21-6R/11F	L01054	VFSB	461,150	284,990	10400	79.0/68.5	0.65	10	380/3/50
21	AH3-08	39LD25-6R/11F	L01052	VFSB	428,800	302,020	12180	77.0/65.5	0.65	10	380/3/50
22	AH3-09	39LD25-6R/11F	L01054	VFSB	428,800	302,020	12180	77.0/65.5	0.65	10	380/3/50
23	AH3-10	39LD08-6R/11F	L01055	VFSB	141,240	87,400	3120	79.2/67.9	0.60	2	380/3/50
24	FC3-11	42DC1-6R	44DH1277471	CPDD	21,447	17,634	736	80.0/67.0	0.25	1/4	220/1/50
25	FC3-12	42DC1-6R	44DH1277472	CPDD	21,447	17,634	736	80.0/67.0	0.25	1/4	220/1/50
26	FC3-13	42DC1-6R	44DH1277473	CPDD	21,447	17,634	736	80.0/67.0	0.25	1/4	220/1/50
27	FC3-14	42DC1-6R	44DH1277474	CPDD	21,447	17,634	736	80.0/67.0	0.25	1/4	220/1/50
28	FC3-15	40RS006S	44LF145528	CPDD	60,000	46,039	2100	77.2/65.4	0.50	3/4	220/1/50

เครื่องปรับอากาศ (AIR HANDLING UNIT & FAN COIL UNIT)

Item	Unit No.	Carrier Model	Serial No.	Type	Total Capacity BTUH	Sensible Capacity BTUH	Air side				Remark	
							Supply Air CFM	Air ENT (FDB/FWB)	ESP (IN.W.G)	Motor (HP)		Power
29	FC3-16	42DC1-4R	44DH1277469	CPDD	13,934	12,416	575	78.0/65.0	0.25	1/4		220V/1/50
30	FC3-17	42DC1-4R	44DH1277470	CPDD	13,934	12,416	575	78.0/65.0	0.25	1/4		220V/1/50
31	FC3-18	42DC1-4R	44DH1277475	CPDD	40,229	35,030	1564	76.0/65.0	0.25	2x1/4		220V/1/50
32	AH4-01	39LD35-6R/8F	L01057	VFSB	538,575	403,017	16250	77.4/65.0	1.00	20		380V/3/50
33	AH4-02	39LD35-6R/8F	L01056	VFSB	538,575	403,017	16250	77.4/65.0	1.00	20		380V/3/50
34	AH4-03	39LD31-6R/8F	L01058	VFSB	478,514	360,550	14700	77.4/65.0	0.80	15		380V/3/50
35	AH4-04	39LD31-6R/8F	L01059	VFSB	478,514	360,550	14700	77.4/65.0	0.80	15		380V/3/50
36	AH4-05	39LD31-6R/8F	L01060	VFSB	496,428	375,320	15420	77.4/65.0	0.50	15		380V/3/50
37	AH4-06	39LD31-6R/8F	L01061	VFSB	496,428	375,320	15420	77.4/65.0	0.50	15		380V/3/50
38	AH4-07	39LD12-4R/11F	L01062	VFSB	125,680	93,690	3780	74.0/62.7	0.45	3		380V/3/50
39	AH4-08	39LD06-6R/8F	L01063	VFSB	69,120	45,050	1680	78.6/67.0	0.25	2		380V/3/50
40	FC4-09	42DC4-4R	44HD1277486	CPDD	28,530	23,729	994	78.0/65.0	0.25	2x1/4		220V/1/50
41	FC4-10	42DC4-4R	44HD1277477	CPDD	28,707	21,997	994	76.0/65.0	0.25	2x1/4		220V/1/50
42	FC4-11	42DC4-4R	44HD1277480	CPDD	28,707	21,997	994	76.0/65.0	0.25	2x1/4		220V/1/50

เครื่องปรับอากาศ (AIR HANDLING UNIT & FAN COIL UNIT)

Item	Unit No.	Carrier Model	Serial No.	Type	Total Capacity BTUH	Sensible Capacity BTUH	Air side					Remark
							Supply Air CFM	Air ENT (FDB/FWB)	ESP (IN.W.G)	Motor (HP)	Power	
43	FC4-12	42DC4-4R	44HD1277476	CPDD	28,707	21,997	994	76.0/65.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
44	FC4-13	42DC4-4R	44HD1277483	CPDD	28,707	21,997	994	76.0/65.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
45	FC4-14	42DC4-4R	44HD1277481	CPDD	28,707	21,997	994	76.0/65.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
46	FC4-15	42DC4-4R	44HD1277478	CPDD	28,707	21,997	994	76.0/65.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
47	FC4-16	42DC4-4R	44HD1277482	CPDD	28,707	21,997	994	76.0/65.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
48	FC4-17	42DC4-4R	44HD1277487	CPDD	28,707	21,997	994	76.0/65.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
49	FC4-18	42DC4-4R	44HD1277479	CPDD	28,707	21,997	994	76.0/65.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
50	FC4-19	42DC4-4R	44HD1277485	CPDD	28,707	21,997	994	76.0/65.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
51	FC4-20	42DC4-4R	44HD1277484	CPDD	28,707	21,997	994	76.0/65.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
52	FC4-21	42DC6-3R	44HD1277516	CPDD	39,342	31,587	1564	76.0/65.0	0.25	2x1/4	220/1/50	
53	AH5-01	39LD35-6R/8F	L01064	VFSB	538,575	403,017	16250	77.4/65.0	1.00	20	380/3/50	
54	AH5-02	39LD35-6R/8F	L01065	VFSB	538,575	403,017	16250	77.4/65.0	1.00	20	380/3/50	
55	AH5-03	39LD35-6R/8F	L01068	VFSB	529,548	395,674	15900	77.4/65.0	0.80	20	380/3/50	
56	AH5-04	39LD35-6R/8F	L01067	VFSB	529,548	395,674	15900	77.4/65.0	0.80	20	380/3/50	

เครื่องปรับอากาศ (AIR HANDLING UNIT & FAN COIL UNIT)

Item	Unit No.	Carrier Model	Serial No.	Type	Total Capacity BTUH	Sensible Capacity BTUH	Air side					Remark
							Supply Air CFM	Air ENT (FDB/FWB)	ESP (IN.WG)	Motor (HP)	Power	
57	AHS-05	39LD35-6R/8F	L01068	VFSB	527,442	393,977	15820	77.4/65.0	0.80	20	380/3/50	
58	AHS-06	39LD35-6R/8F	L01066	VFSB	527,442	393,977	15820	77.4/65.0	0.80	20	380/3/50	
59	AHS-07	39LD21-6R/11F	L01069	VFSB	378,490	268,170	10650	77.5/65.7	0.85	10	380/3/50	
60	FC5-08	42DC3-4R	44LC7339803	CPDD	27,005	21,573	884	80.0/67.0	0.25	3/4	220/1/50	
61	FC5-09	42DC3-4R	44LC7339553	CPDD	23,943	20,655	884	78.0/65.0	0.25	1/3	220/1/50	
62	AHM-01	39LA12-6R/11F	L01071	CPDD	130,960	105,350	4950	80.3/66.5	0.35	3	380/3/50	
63	AHM-02	39LA12-6R/11F	L01072	CPDD	130,960	105,350	4950	80.3/66.5	0.35	3	380/3/50	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

ประวัติการศึกษา

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ประสบการณ์

นายสุวเดช แก้วช่วย

คอ.บ. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

สำเร็จการศึกษาปี พ.ศ. 2538

หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตกล้วยน้ำไท

ออกแบบและติดตั้งงานระบบประกอบอาคาร

ควบคุมงานติดตั้งงานระบบประกอบอาคาร

ซ่อมบำรุงงานระบบประกอบอาคาร