



การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารหอสมุดกลาง
เพื่อการประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงาน

AN ANALYSIS OF ELECTRICAL CONSERVATION IN CENTRAL LIBRARY
BUILDING FOR BUILDING ENERGY AWARD OF THAILAND COMPETITION

นายกฤษณ์ เรียนวาทิ
นายจารุพัฒน์ ศรด้วง
นายทรงพล โพธิ์สุวรรณ

โครงการวิศวกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2555

การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารหอสมุดกลาง
เพื่อการประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงาน
AN ANALYSIS OF ELECTRICAL CONSERVATION IN CENTRAL LIBRARY BUILDING
FOR BUILDING ENERGY AWARD OF THAILAND COMPETITION

นายกฤษฎ์	เรียนวาทิ
นายจรรุพัฒน์	ศรคิ้ว
นายทรงพล	โพธิ์สุวรรณ

โครงการวิศวกรรมไฟฟ้านี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2555

หัวข้อโครงการวิศวกรรมไฟฟ้า

เรื่อง การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารหอสมุดกลางเพื่อการประกวดอาคาร
อนุรักษ์พลังงาน

โดย

นายกฤษฎณ์ เรือนวาทิ

นายจารุพัฒน์ ศรีด้วง

นายทรงพล โพธิ์สุวรรณ

ภาควิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัสน์ จิระเดชะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อนุมัติให้นับโครงการ
วิศวกรรมไฟฟ้า เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวทิน ปิยรัตน์)

คณะกรรมการสอบโครงการวิศวกรรม

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.คมกฤษ ประเสริฐวงษ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัสน์ จิระเดชะ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ชนาธิป สุ่มอิม)

การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารหอสมุดกลาง
เพื่อการประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงาน
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2555

จัดทำโดย

นายกฤษณ์ เรียนวาทิ
นายจารุพัฒน์ ศรีด้วง
นายทรงพล โพธิ์สุวรรณ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์การอนุรักษ์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารหอสมุดกลางเพื่อการประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้อาคารสำนักหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เป็นอาคารตัวอย่าง โดยจะทำการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้า และการสำรวจรวบรวมข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารด้วย

จากการสำรวจ จะพบว่ามีอุปกรณ์ไฟฟ้าหลัก ๆ คือ ระบบแสงสว่าง ระบบทำความเย็น บั๊มน้ำ ระบบลิฟต์ และอุปกรณ์สำนักงาน

โดยผลลัพธ์ที่แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ด้วยการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T-8 ให้เป็น หลอดฟลูออเรสเซนต์ T-5 และการเปลี่ยนระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ ให้เป็น ระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และพร้อมด้วยวิธีการอื่น ๆ

คำสำคัญ : การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า, ระบบแสงสว่าง, ระบบทำความเย็น, บั๊มน้ำ, ระบบลิฟต์

**AN ANALYSIS OF ELECTRICAL CONSERVATION IN CENTRAL LIBRARY
BUILDING FOR BUILDING ENERGY AWARD OF THAILAND COMPETITION.**

Academic Year 2012

By

Mr. Krit Reanwatee
Mr. Jarupat Sornduang
Mr. Songpon Posuwan

Advisor

Asst. Prof. Dr. Pathomthat Chiradeja

ABSTRACT

This project demonstrates the studies and analysis on electrical energy conservation for Building Energy Award of Thailand competition in Central Library building of Srinakarinwirot University. In as do to improve the electrical energy consumption, a survey of electrical equipment in the building are gathered.

From a survey, the electrical equipment are lighting system, cooling system, water-pumps, elevator system, and office equipment.

The results clearly shown that the electrical energy consumption can be lower by replacing T-8 fluorescent lamp to T-5 fluorescent lamp, replace low efficiency air-condition system with high efficiency air-condition system, as well as other methods.

Key word : Energy conservation, Lighting system, Cooling system, Water pumps, Elevator system.

กิตติกรรมประกาศ

ทางผู้จัดทำโครงการนี้ต้องขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ ผู้ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการและเป็นผู้ที่ชี้แนะแนวทางและสอนแนวคิดในการทำงาน จนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

และต้องขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักหอสมุดกลาง และคุณเชิดชาติ พุกพูน ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายกิจการพิเศษ และเจ้าหน้าที่สำนักหอสมุดกลางทุกคน ที่อนุเคราะห์ให้เข้าใช้สถานที่ เพื่อทำการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้า และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

และขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้า ให้เราได้มีความรู้ ความสามารถพร้อมที่ออกไปเป็นวิศวกรไฟฟ้าที่ดี เพื่อช่วยพัฒนาประเทศชาติให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

สุดท้ายขอขอบพระคุณ พ่อ-แม่ ที่ได้สั่งสอน เลี้ยงดูเรามาจนเติบโต และคอยเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญเนื้อหา	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตโครงการวิศวกรรม	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนและแนวทางการดำเนินการวิจัย	3
1.6 กรอบแนวความคิดโครงการ	5
2. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	6
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.2.1 โครงการ Building Energy Award of Thailand	7
2.2.2 กระบวนการประหยัดพลังงาน	9
2.2.3 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน	9
2.2.4 การวิเคราะห์ระบบแสงสว่าง	16
2.2.5 การวิเคราะห์ระบบปรับอากาศ	20
2.2.6 การวิเคราะห์พลังงานของระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	26
2.2.7 การวิเคราะห์ระบบอื่น ๆ ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า	30

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3. วิธีการดำเนินงาน	35
3.1 ขั้นตอนการค้นคว้าวิจัย	35
4. ลักษณะการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดกลาง	37
4.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะอาคาร	37
4.2 รายละเอียดการตรวจวัดระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	38
4.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	38
4.4 รายละเอียดการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศ	39
4.5 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในลิฟต์โดยสาร	41
4.6 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปั้มน้ำ	49
4.7 รายละเอียดตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในระบบแสงสว่าง	51
4.8 รายละเอียดตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศ	56
4.9 รายละเอียดตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปั้มน้ำ	60
5. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	61
5.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	61
5.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ	65
5.3 ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟต์โดยสาร	69
5.4 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปั้มน้ำ	70
5.5 สรุปผลการดำเนินงาน	74
5.6 ปัญหาในการดำเนินการ	75
5.7 ข้อเสนอแนะ	75
เอกสารอ้างอิง	76
ประวัติย่อณิสิตผู้ทำโครงการ	77
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.	ก - 1
ภาคผนวก ข.	ข - 1
ภาคผนวก ค.	ค - 1

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงมาตรฐานค่า EER ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (2555)	25
ตารางที่ 4.1 รายละเอียดการตรวจวัดระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	38
ตารางที่ 4.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	38
ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนเครื่องปรับอากาศขนาดต่างๆ	39
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าในลิฟต์หมายเลข 1-2	44
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าในลิฟต์หมายเลข 3	48
ตารางที่ 4.6 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องโสตทัศนฯ ชั้น 1	51
ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องประชุมสำนัก ชั้น 7	53
ตารางที่ 4.8 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องน้ำชายชั้น 1	54
ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยน เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (High EER) พร้อมด้วย เทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์	56
ตารางที่ 4.10 แสดงตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการ เปลี่ยนเทอร์โมสแตทชนิดรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) เป็น เทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์	57
ตารางที่ 4.11 แสดง Technical Data ของ Compressor Energy Efficiency	58
ตารางที่ 4.12 แสดงตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงาน ด้วยการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	59
ตารางที่ 4.13 แสดงการคำนวณการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าด้วยการปรับช่วงเวลา การสูบน้ำโดยใช้เครื่องตั้งเวลา (Timer) พร้อมด้วย Magnetic Contractor	60
ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดการลงทุนการเปลี่ยนหลอด FLT-8 เป็นหลอด FLT-5 พร้อมด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	62
ตารางที่ 5.2 แสดงรายละเอียดการลงทุนการเปลี่ยนหลอดอินแคนเดสเซนต์ขนาด 100 W มาเป็นหลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 14 วัตต์	63
ตารางที่ 5.3 แสดงรายละเอียดการลงทุนการติดตั้งระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (motion sensors) ที่ห้องสุขาผู้ใช้บริการห้องสมุดจำนวน 14 ชุด	64
ตารางที่ 5.4 แสดงรายละเอียดการลงทุนการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ประสิทธิภาพสูงพร้อมเทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์	66

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 5.5 แสดงรายละเอียดการลงทุนการเปลี่ยนเทอร์โมสแตทของ เครื่องปรับอากาศชนิดรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) เป็นเทอร์โมสแตทชนิดอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 47 เครื่อง	67
ตารางที่ 5.6 แสดงรายละเอียดการลงทุนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 91 เครื่องอย่างสม่ำเสมอ	68
ตารางที่ 5.7 แสดงการรายละเอียดการลงทุนการปรับช่วงเวลาการสูบน้ำ โดยใช้เครื่องตั้งเวลา (Timer) พร้อมด้วย Magnetic Contractor	71
ตารางที่ 5.8 แสดงตัวอย่างการตั้งชั่วโมงทำงานและลักษณะการทำงาน PM	72
ตารางที่ 5.9 แสดงชั่วโมงทำงานเข้าตรวจเช็คมอเตอร์	72
ตารางที่ 5.10 แสดงข้อมูลตัวอย่างการตรวจวัดอุณหภูมิในมอเตอร์	72
ภาคผนวก ก.	
ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	ก - 2
ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	ก - 20
ตาราง ก.3 แสดงรายละเอียดการปรับอากาศในแต่ละห้อง	ก - 35
ภาคผนวก ข.	
ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	ข - 2
ตาราง ข.2 แสดงรายละเอียดการคำนวณพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างหลัง ติดตั้งระบบตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion sensor)	ข - 22
ตาราง ข. 3 แสดงรายละเอียดการเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง พร้อมด้วยเทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์	ข - 24
ตาราง ข.4 แสดงรายละเอียดการเปลี่ยนเทอร์โมสแตทแบบ Bi-Thermal เป็นแบบ Electronics	ข - 29

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดของโครงการ	5
รูปที่ 2.1 แผนการดำเนินการของกิจกรรม BEAT	8
รูปที่ 2.2 กระบวนการตรวจสอบการใช้พลังงาน	13
รูปที่ 2.3 แสดงหลักการปรับอากาศภายในห้อง	20
รูปที่ 2.4 แสดงกระบวนการปรับอากาศ	21
รูปที่ 2.5 แสดงวงจรสมมูลหม้อแปลง	27
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ	36
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงเวลาดำเนินการในช่วงการทดสอบหมายเลข 1 – 2	42
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงเวลาดำเนินการในช่วงการทดสอบหมายเลข 3	46
ภาคผนวก ก.	
รูป ก.1 แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่าง	ก - 2
รูป ก.2 แสดงตำแหน่งที่ตั้งเครื่องปรับอากาศ	ก - 10

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

พลังงานเป็นปัจจัยหลักในการดำรงชีวิตและขับเคลื่อนเศรษฐกิจของทุกประเทศและพลังงานไฟฟ้าก็เป็นหนึ่งในพลังงานหลัก ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากมาย ไม่ว่าจะเป็นใช้ในภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจ สำนักงานห้างร้าน ภาคอุตสาหกรรม ฯลฯ เมื่อดูสถิติการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยในรอบหลายปีที่ผ่านมา ก็ชี้ให้เห็นว่าแนวโน้มการใช้ปริมาณการใช้ไฟฟ้านั้นจะเพิ่มมากขึ้นทุกปีๆ จนถึงต้นปีที่ผ่านมา ก็มีตัวเลขสถิติที่เกิดขึ้นใหม่คือมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าในรอบวันสูงสุดเป็นประวัติการณ์ ซึ่งหมายความว่าประเทศเราต้องสูญเสียเงินตราเป็นจำนวนมากในการผลิตและจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการที่มีมากขึ้นเรื่อยๆ โดยจุดนี้เองที่ทำให้ทุกภาคส่วน มีความเห็นตรงกันว่าต้องเริ่มตระหนักถึงวิกฤตการณ์ทางพลังงานที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้ จึงเริ่มมีการรณรงค์การลดการใช้พลังงาน ที่เมื่อสิบกว่าปีก่อน ก็มีการรณรงค์ครั้งใหญ่ ในโครงการพลังงานหารสอง ผลจากการรณรงค์ก็กระตุ้นให้คนไทยตื่นตัวในระดับหนึ่ง และจนปีพุทธศักราช 2553 สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานร่วมกับอีกหลายหน่วยงาน ได้ริเริ่มโครงการประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงาน (Building Energy Award of Thailand ; BEAT) หรือที่เรียกกันสั้นๆ ว่า " บีที " โดยนำอาคารชั้นนำมาประกวดกันในด้านการบริหารจัดการใช้พลังงาน เพื่อสร้างองค์ความรู้ถ่ายทอดไปยังอาคารที่มีลักษณะคล้าย ๆ กัน และยังช่วยสร้างจิตสำนึกในการประหยัดพลังงานสู่ประชาชน และช่วยสร้างทางเลือกแนวทางใหม่ ๆ ในการประหยัดพลังงานอย่างต่อเนื่อง

ฉะนั้นทางผู้จัดทำโครงการจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการบริหารจัดการพลังงานในอาคาร (Building Energy Management) ซึ่งทางมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ก็เป็นหนึ่งในมหาวิทยาลัยชั้นนำของประเทศ ที่มีอาคารขนาดใหญ่หลายอาคาร จึงเหมาะสมที่จะจัดทำเป็นกรณีศึกษา (Case Study) ในการทำอาคารอนุรักษ์พลังงานเพื่อเข้าร่วมประกวดโครงการ BEAT ในอนาคต โดยจะทำการสำรวจและศึกษาแนวทางพร้อมทั้งกำหนดและวางมาตรการการจัดการพลังงานให้เหมาะสมเพื่อที่จะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าให้ประหยัดมากที่สุด และเป็นต้นแบบการอนุรักษ์พลังงานให้แก่อาคารอื่น ๆ ในมหาวิทยาลัยอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาวิธีการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้า
2. เพื่อศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าใน ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศและระบบอื่น ๆ ของอาคารสำนักหอสมุดกลาง
3. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการ มาตรการ และเทคนิคการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการจัดการพลังงานไฟฟ้า
4. เพื่อที่จะกำหนดรูปแบบ มาตรการ และเทคนิคการประหยัดไฟฟ้า เพื่อให้เกิดการประหยัดและมีประสิทธิภาพสูง
5. เพื่อทำรายงานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสำนักหอสมุดกลาง โดยจะนำไปเป็นข้อมูลอ้างอิงในการเตรียมอาคารเข้าร่วมประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงาน BEAT (Building Energy Award of Thailand)

1.3 ขอบเขตโครงการวิศวกรรม

1. ดำเนินการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศและระบบอื่น ๆ ของอาคารสำนักหอสมุดกลาง
2. วิเคราะห์และกำหนดมาตรการต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้เพื่อช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักหอสมุดกลาง
3. วิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อน - หลัง การวางแผนและมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในอาคารหอสมุดกลาง
4. ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และหาระยะคืนทุน

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักหอสมุดกลาง
2. สามารถนำมาตรการการประหยัดพลังงาน และรูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า มาใช้จัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักหอสมุดกลางเพื่อให้เกิดการประหยัดและประสิทธิภาพสูงสุด
3. ลดค่าใช้จ่ายในส่วน of ค่าไฟฟ้าของอาคารสำนักหอสมุดกลางลงได้
4. สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารอื่น ๆ ภายในมหาวิทยาลัยได้

5. นำรายงานข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อเตรียมความพร้อมการประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงาน BEAT (Building Energy Award of Thailand) ได้

1.5 ขั้นตอนและแนวทางการดำเนินการวิจัย

ใช้การตรวจสอบการใช้พลังงาน (Energy Audit) เป็นพื้นฐานการศึกษารูปแบบหนึ่งที่จะใช้ในการวางระบบการศึกษาลงงานในอาคาร ที่มีความต้องการที่จะควบคุมการใช้พลังงานให้คุ้มค่า โดยโครงสร้างการตรวจสอบพลังงาน มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. จัดทำแบบบันทึกการใช้พลังงานเบื้องต้น
2. การสอบถามจากผู้ดูแลอาคาร
3. การวิเคราะห์การใช้พลังงานจากค่าไฟฟ้าของช่วงปีที่ผ่าน ๆ มา
4. การเดินสำรวจและตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าชั่วขณะในช่วงเวลาทำงาน และช่วงเวลาลงเลิกงาน
5. สำรวจและตรวจสอบระบบส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังส่วนต่าง ๆ ของอาคาร
6. ตรวจสอบสภาพภายนอกของอาคาร
7. ดำเนินการวิเคราะห์การใช้พลังงาน
8. เสนอแนวทางแก้ไขและปรับปรุง

1.5.1 ข้อมูลเบื้องต้น

ข้อมูลทั่วไป

ชื่ออาคาร สำนักหอสมุดกลาง

อาคาร 8 ชั้น

จำนวนห้องทั้งหมด 142 ห้อง

แบ่งเป็น

ชั้นที่ 1	จำนวน	26	ห้อง	ชั้นที่ 5	จำนวน	13	ห้อง
ชั้นที่ 2	จำนวน	16	ห้อง	ชั้นที่ 6	จำนวน	12	ห้อง
ชั้นที่ 3	จำนวน	14	ห้อง	ชั้นที่ 7	จำนวน	29	ห้อง
ชั้นที่ 4	จำนวน	10	ห้อง	ชั้นที่ 8	จำนวน	22	ห้อง

พื้นที่ใช้งานรวม 11,600 ตารางเมตร

เวลาทำการเฉลี่ย 10.63 ชั่วโมง/วัน 344 วัน/ปี

ที่ตั้งอาคาร

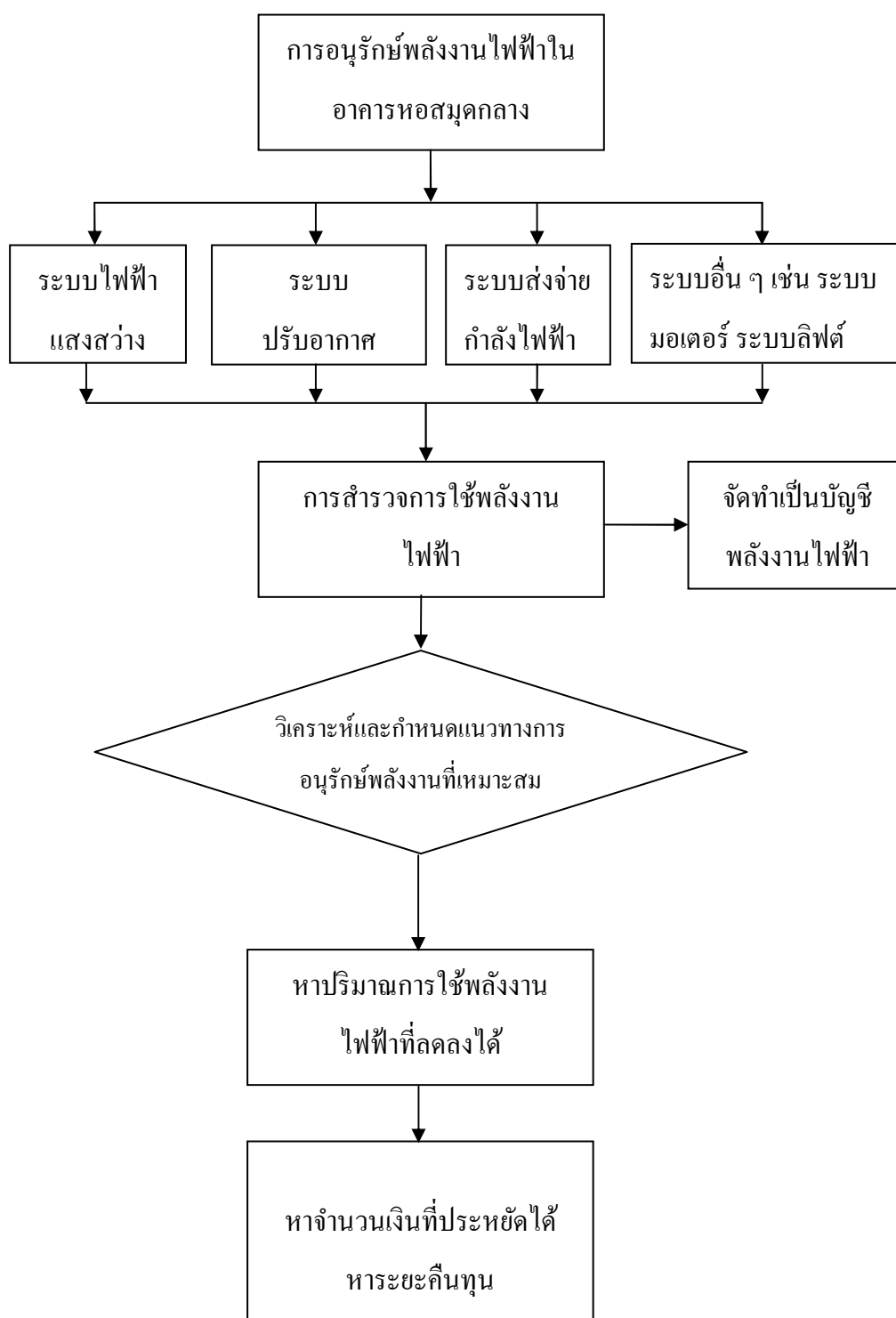
สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร) ถนนสุขุมวิท 23
แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10110

1.5.2 การเก็บข้อมูล

ใช้การเดินทางสำรวจสถานที่ต่าง ๆ ภายในอาคาร และสำรวจสภาพการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องจักรภายในอาคาร เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และเสนอวิธีการการจัดการพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุด โดยจะเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า (หม้อแปลง) การเก็บข้อมูลของระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศไปพร้อม ๆ กันทั้งนี้ก็จะสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ของอาคาร ซึ่งจะเก็บข้อมูลดังนี้

1. สำรวจระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า โดยการตรวจสอบขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่ส่งจ่ายให้ตัวอาคาร
2. ส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง จะทำการวัดค่าส่องสว่างโดยใช้ Lux Meter สำรวจชนิดหลอดไฟ, ชนิดบัลลาสต์, ชนิดโคม, จำนวนโคม, จำนวนหลอดต่อโคม และสำรวจลักษณะทั่วไปของแต่ละห้องด้วย
3. ส่วนระบบปรับอากาศ จะสำรวจไปพร้อม ๆ กับการสำรวจระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยสำรวจมิเตอร์วัดอุณหภูมิ ข้อมูลจากเนมเพลท หอผึ่งน้ำ สภาพมอเตอร์ สภาพคอนเดนเซอร์ สภาพปั๊มน้ำ สภาพฉนวนท่อน้ำเย็น สำรวจชนิดและรูปแบบการควบคุมเทอร์โมสแตท และสำรวจสภาพแวดล้อมของห้องที่มีการปรับอากาศ
4. ระบบอื่น ๆ เช่นระบบมอเตอร์ ระบบลิฟต์ เป็นต้น จะทำการสำรวจข้อมูลจากเนมเพลท ตรวจสอบสภาพของมอเตอร์ ตรวจสอบเวลาการใช้งาน

1.6 กรอบแนวความคิดของโครงการ



รูปที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดของโครงการ

บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

[1] นายณัฐพล โชตติยานนท์, นายคณวิชัย จิตมะโน, นายธนกันต์ บุญมาก, นายธนวัฒน์ สุดสวาท : ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้ศึกษาทำการวิจัยเรื่อง AN ANALYSIS OF ENERGY CONSERVATION FOR LIGHTING AND AIR – CONDITIONING IN BUILDING 9 AND BUILDING 14 SRINAKARINWIROT UNIVERSITY โดยงานวิจัยนี้เสนอถึงการวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน โดยวิธีการสำรวจการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยจะมีการสำรวจที่ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศ โดยในระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้นจะทำการวัดค่าส่องสว่าง เพื่อพิจารณาถึงแนวทางการปรับลดค่าส่องสว่างที่มากเกินไป ซึ่งจะมีแนวทางในการประหยัดพลังงานด้วยการลดจำนวนหลอด การเปลี่ยนอุปกรณ์ ต่าง ๆ ให้เป็นแบบที่มีประสิทธิภาพสูงและประหยัดพลังงาน และในส่วนของระบบปรับอากาศจะมีการสำรวจอุณหภูมิ ความชื้น เพื่อทำการวิเคราะห์แนวทางในการจัดการพลังงาน ซึ่งผลที่ได้คือแนวทางการปรับอุณหภูมิที่เหมาะสมกับสภาพห้อง สุดท้ายจากการวางแผนการประหยัดพลังงานต่างๆ แล้วก็จะนำมาคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ หาระยะคืนทุน และรวมถึงการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อีกด้วย

[2] นายชัชชัย คงคาหลวง, นายสุรชัย พิรุณสุนทร : ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ศึกษาทำการวิจัยเรื่อง The Management of Electrical Energy Consumption in a Hospital. โดยงานวิจัยนี้เสนอถึงการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล โดยใช้อาคาร Diagnostic and treatment ของโรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นโรงพยาบาลศึกษาตัวอย่าง ขอบเขตของการศึกษาคงครอบคลุมถึงการสำรวจรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า สำหรับระบบต่างๆ ที่สำคัญ เก็บเป็นฐานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า และทำการวิเคราะห์วิธีการปรับปรุงระบบแสงสว่าง การปรับปรุงบัลลาสต์ ปรับปรุงระบบปรับอากาศ การปรับปรุงหม้อแปลงไฟฟ้า และการปรับปรุงค่า Power Factor โดยใช้คาปาซิเตอร์ เพื่อให้มีการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยจะทำการเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุง ตลอดจนการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจะได้จำนวนเงินที่ประหยัดได้ต่อปี และได้ระยะคืนทุน

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1. โครงการ BEAT (Building Energy Award of Thailand)

โครงการ BEAT เป็นโครงการที่จะนำอาคารชั้นนำมาแข่งขันอนุรักษ์พลังงานจริง ภายในระยะเวลา 1 ปีผ่านสื่อออนไลน์ และประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง โดยอาคารที่เข้าร่วมจะได้รับการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในบางส่วน และเป็นการพัฒนาบุคลากรให้เกิดความตระหนักในการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจุดเด่นของโครงการนี้คือการสร้างให้เกิดการแข่งขันขึ้น จึงทำให้มีความน่าสนใจ ติดตามพิสูจน์ผลของมาตรการปรับปรุงต่างๆ ประกอบกับการใช้ความรู้และเทคนิคเพื่อใช้พิสูจน์ และแสดงผลการประหยัดออกมาอย่างชัดเจนและรวดเร็วทันใจ

2.2.1.1 แนวคิดและเป้าหมายของโครงการ

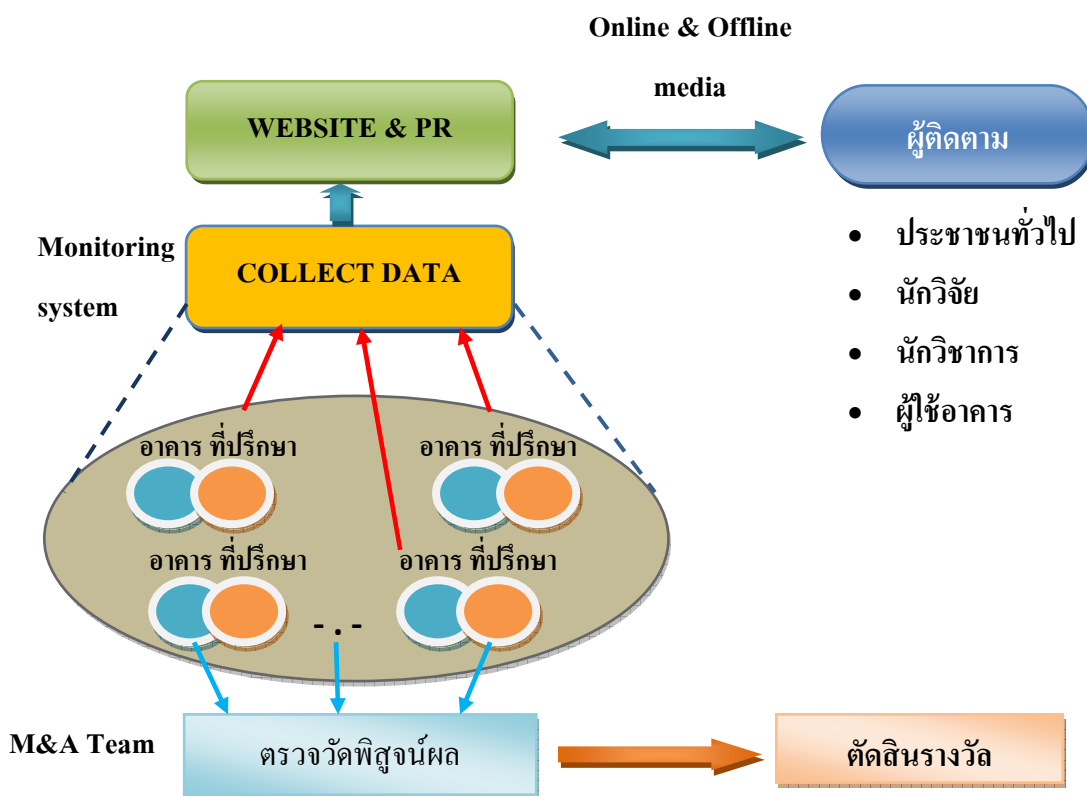
โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อกระตุ้นและสร้างจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงานในระดับประเทศ โดยมุ่งหวังให้เกิดการรับรู้และมีส่วนร่วมของสื่อมวลชน โดยมีสื่อ เป็นอาคารที่มีชื่อเสียง จาก 6 กลุ่มอาคารเป็นตัวอย่างในการสร้างความเข้าใจและรับรู้ด้วยกลยุทธ์ โดยให้อาคารอนุรักษ์พลังงานเปรียบเทียบกัน และสร้างฐานข้อมูลวิธีการบริหารจัดการใช้พลังงานเผยแพร่ทางสื่อออนไลน์ได้

ซึ่งเป้าหมายที่สำคัญของโครงการ นอกจากจะได้อาคารที่เป็นตัวอย่างที่ดีในการบริหารจัดการพลังงาน สร้างองค์ความรู้เพื่อถ่ายทอดไปยังอาคารอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันแล้ว ที่สำคัญอีกอย่างคือ การสร้างจิตสำนึกการประหยัดพลังงานไปสู่ประชาชนได้

2.2.1.2 วิธีดำเนินการโครงการ

การสร้างจิตสำนึกและความเข้าใจผ่านกรณีศึกษา (Case Study) และผสมผสานด้วยระบบ Edutainment ที่มีการแข่งขัน เพื่อให้เกิดความตื่นตัวกับสิ่งรอบตัว เป็นวิธีที่ทำให้ประชาชนเกิดความสนใจได้เป็นอย่างดี โดยเลือกอาคารที่เป็นที่รู้จักในหมู่ประชาชน 6 กลุ่มอาคาร มาเป็นตัวแทนในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานเปรียบเทียบกัน ซึ่งเหตุผลที่เลือก "อาคาร" มาเป็นสื่อสร้างความสนใจด้านการอนุรักษ์พลังงานนี้ เพราะอาคารเป็นแหล่งที่มีการใช้พลังงานในสัดส่วนสูงถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศ โดยจะเลือกอาคารที่ประชาชนเป็นที่รู้จักดี มีคนทุกเพศทุกวัยเข้าใช้บริการ และเป็นอาคารที่มีเป็นจำนวนมากในประเทศ กลุ่มอาคารดังกล่าวได้แก่

ห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล โรงเรียน มหาวิทยาลัย อาคารของสื่อมวลชน และอาคารประเภทอื่นๆ ที่นอกเหนือจากที่กล่าวมา



รูปที่ 2.1 แผนการดำเนินการของกิจกรรม BEAT

(ที่มา www.beat2010.com)

2.2.1.3 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ มี 5 ขั้นตอน

1. วิธีการคัดเลือกอาคาร ขอคำแนะนำจาก ผู้ที่เป็นที่เชื่อถือของสังคม ในการกำหนดชื่ออาคาร ที่กระทรวงพลังงานจะเชิญเข้าร่วมโครงการ
2. วิธีการตรวจสอบข้อมูล โดยการติดตั้งเครื่องมือวัดค่าตัวแปรต่างๆ แล้งส่งข้อมูลผ่านระบบ Internet แสดงผลทาง Website เพื่อให้ติดตามผลได้ตลอด 24 ชั่วโมง
3. วิธีดำเนินการ นักวิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ไปออกแบบและวางมาตรการแก้ปัญหา สร้างข้อกำหนดตามเกณฑ์มาตรฐานที่สามารถพิสูจน์ได้ว่าใช้แก้ปัญหาและนำไปปรับปรุงได้จริง การตรวจสอบประเด็นย้อนกลับหรือตั้งข้อสังเกตเพื่อให้กระบวนการมีความสมบูรณ์มากขึ้น

4. วิธีการตรวจสอบและประเมินผล ดำเนินการโดยวิศวกรมืออาชีพ โดยการตรวจวัดและประเมินความประหยัดและความคุ้มค่าของการลงทุน เป็นรายมาตรการและภาพรวม

5. วิธีการตัดสิน ตัดสินโดยคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ จากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน สมาคมวิชาชีพ สถาบันการศึกษาและภาคีสื่อมวลชน โดยพิจารณา 4 ด้านคือ การประหยัดพลังงาน ความคิดสร้างสรรค์ ความสะดวกในการใช้งาน และที่สำคัญความคุ้มค่าในการลงทุน

2.2.2 กระบวนการประหยัดพลังงาน

กระบวนการประหยัดพลังงานเป็นขั้นตอนในการนำเทคนิคประหยัดพลังงานไปใช้ ดังนั้นถึงแม้ว่าเราจะมีเทคนิคแต่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ย่อมมีประสิทธิภาพ การประหยัดพลังงานก็จะไม่สัมฤทธิ์ผลไม่ดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งกระบวนการประหยัดพลังงานประกอบไปด้วย

1. วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน เป็นการเริ่มต้นของการประหยัดพลังงาน
2. ตรวจสอบการใช้พลังงาน เป็นการตรวจสอบลักษณะการใช้พลังงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงาน
3. วิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงาน เป็นการเลือกใช้เทคนิคการประหยัดพลังงานที่เหมาะสม
4. วิเคราะห์การเงินประเมินว่าเทคนิคการประหยัดพลังงานมีผลการตอบแทนทางการเงินที่คุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่
5. กำหนดเป้าหมาย แผน และการลงทุนนำศักยภาพในการประหยัดของเทคนิคการประหยัดพลังงานมากำหนดเป้าหมาย หลังจากนั้นนำเป้าหมายนั้นมาจัดทำแผนและวิธีการลงทุนที่เหมาะสม แล้วจึงทำการดำเนินการประหยัดพลังงาน
6. ติดตามและประเมินผลหลังจากที่ดำเนินการประหยัดพลังงานไปแล้ว ก็ต้องมีการติดตามและประเมินผลการประหยัดพลังงานว่าเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่

2.2.3 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำเนินการประหยัดพลังงาน เนื่องจากก่อนที่จะดำเนินโครงการประหยัดพลังงานใด ๆ ก็ตาม สิ่งแรกเราต้องทราบว่าอาคารหรือโรงงานที่จะทำการประหยัดพลังงานมีค่าใช้จ่ายพลังงานอะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด ใช้เชื้อเพลิงชนิดใดบ้าง ในปริมาณเท่าใด ปัจจัยใดบ้างที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายพลังงาน และต้องทำความเข้าใจกับอัตราค่าไฟฟ้า ทำไม่ต้องมีอัตราค่าไฟฟ้าหลายประเภท ประเภทใดจึงเหมาะสมกับกิจการที่กำลังดำเนินอยู่ และเสียค่าไฟฟ้าต่อหน่วยโดยเฉลี่ยต่ำสุด เป็นต้น

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน จะช่วยให้เราเข้าใจภาพรวมของการใช้พลังงาน และศักยภาพเบื้องต้นในการประหยัดพลังงานของอาคารหรือโรงงาน เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการลดการประหยัดพลังงานในขั้นต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.3.1 ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

เราจะทราบค่าใช้จ่ายพลังงาน “ ใบแจ้งค่าไฟฟ้า ” เป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญอันดับแรกที่ต้องทำความเข้าใจ ใบแจ้งค่าไฟฟ้าจะบอกให้เราทราบว่า ต้องเสียค่าไฟฟ้าเดือนละเท่าไร เป็นค่าใช้จ่ายอะไรบ้าง โดยการคิดค่าไฟฟ้าจะมีองค์ประกอบหลัก ๆ ประกอบด้วย

1. ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) ค่าธรรมเนียมที่คิดจากปริมาณความต้องการพลังงานในหนึ่งเดือน อัตราค่าพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมงถูกกำหนดจากต้นทุนในการจัดหาและผลิตไฟฟ้า โดยมีอัตราแตกต่างกันในแต่ละประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ระดับแรงดันไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าที่ใช้ และตามช่วงเวลาของการใช้

2. ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge) ค่าธรรมเนียมที่คิดจากความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที สูงสุดของเดือนนั้น อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดมีหน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์ ถูกกำหนดโดยต้นทุนที่ใช้ในการสร้างโรงไฟฟ้า ระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้า จึงมีอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละประเภทผู้ใช้ไฟ ระดับแรงดันไฟฟ้า และตามช่วงเวลาใช้ไฟฟ้า

3. ค่าปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำ (Power Factor Charge) ในกรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้ามีอุปกรณ์หรือเครื่องจักรชนิดเหนี่ยวนำมากซึ่งต้องการพลังไฟฟ้าเสมือน (kVAR) มากซึ่งทำให้โรงไฟฟ้าต้องผลิตพลังงานไฟฟ้าปรากฏ (kVA) มากด้วย ดังนั้นเดือนใดก็ตามถ้าผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้าเสมือนเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดเกินกว่าร้อยละ 61.97 ของพลังไฟฟ้าสูงสุดแล้ว จะต้องเสียค่าปรับในส่วนที่เกินหรือถ้ามีการบันทึกค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของระบบไฟฟ้าไว้ ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ที่ต่ำกว่า 0.85 จะเสียค่าปรับอัตราค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ถูกกำหนดโดยต้นทุนในการติดตั้งตัวเก็บประจุที่สถานีส่งจ่ายไฟฟ้าและต้นทุนในการผลิตพลังไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า

4. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ (Other Charge) ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต หรือเรียกว่าค่า FT เป็นค่าธรรมเนียมที่เรียกเก็บเพิ่มเติมจากค่าพลังงานไฟฟ้าตามการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงอย่างรวดเร็ว อัตราค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตมีหน่วยเป็นสตางค์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง มีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับต้นทุนในการผลิตจะถูกระบุให้เห็นในใบแจ้งค่าไฟฟ้า

2.2.3.2 ความหมายของค่าทางไฟฟ้าที่สำคัญที่ควรทราบ

กำลังไฟฟ้า คือ ความต้องการไฟฟ้าจริงที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรใช้ในการทำงานเวลาหนึ่งๆ มีหน่วยเป็น วัตต์ (W) หรือกิโลวัตต์ (kW)

กำลังไฟฟ้าปรากฏ คือ พลังไฟฟ้ารวมที่ระบบไฟฟ้าจ่ายให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้ามีหน่วยเป็น โวลท์แอมป์ (VA) หรือ กิโลโวลท์แอมป์ (kVA)

กำลังไฟฟ้าเสมือน คือ พลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรชนิดเหนี่ยวนำ (Inductive Load) ไม่ได้ใช้การให้กำลังงานแต่ใช้ในการสร้างสนามแม่เหล็ก เช่น พลังไฟฟ้าที่ไหลผ่านแกนเหล็กของ หม้อแปลงไฟฟ้า หรือผ่านช่องว่างอากาศ (Air Gap) ของมอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ เป็นต้น มีหน่วยเป็น วาร์ (VAR) หรือ กิโลวาร์ (kVAR)

พลังงานไฟฟ้า คือ พลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรใช้ในการทำงานระยะเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็น วัตต์ชั่วโมง (kWh) หรือ กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) หรือหน่วยยูนิต

$$\text{พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง)} = \text{พลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} \times \text{จำนวนชั่วโมงใช้งาน (ชั่วโมง)} \quad (2.1)$$

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

$$\text{ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าจริง}}{\text{กำลังไฟฟ้าปรากฏ}} \quad \text{-----}(1) \quad (2.2)$$

$$kVAR^2 = kVA^2 - kW^2 \quad \text{-----}(2) \quad (2.3)$$

จากสมการ (2) ถ้าอุปกรณ์หรือเครื่องจักรต้องการ kVAR มากขึ้นแต่ kW คงที่ดังนั้นจึงต้องการ kVA มากขึ้นซึ่งจากสมการ (1) ทำให้ PF ลดลง

2.2.3.3 ดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Use Index : EUI)

ดัชนีการใช้พลังงานช่วยในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน คือ สังเกตลักษณะการเพิ่มหรือลดของการใช้พลังงานเมื่อเปรียบเทียบกับเวลาโดยดูจากข้อมูลการใช้พลังงานรายเดือนในอดีตอย่างน้อย 1 ปี ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากใบแจ้งค่าใช้จ่ายพลังงาน

แต่การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานดังกล่าวจะบอกให้ทราบว่าเดือนใดหรือปีใดมีการใช้พลังงานสูงหรือต่ำผิดปกติ ปริมาณการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอาจมีสาเหตุมาจากปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้นหรือเครื่องจักรทำงานผิดพลาด ซึ่งเราไม่สามารถวิเคราะห์ได้จากข้อมูลการใช้พลังงานในอดีตเพียงอย่างเดียวได้ ดังนั้น เราจึงมักใช้ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Use Index : EUI) ช่วยในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน

โดยที่ดัชนีการใช้พลังงาน คือ อัตราส่วนของพลังงานที่ใช้กับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานนี้ยากที่จะควบคุมและมักจะแตกต่างกันตามกิจกรรมในการใช้พลังงาน

ดัชนีการใช้พลังงานสำหรับอาคาร มักจะแสดงถึงพลังงานที่ใช้กับขนาดของอาคารหรือจำนวนผู้อาศัย เช่น

$$EUI = \frac{\text{พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง, เมกะจูล หรือ บาท/เดือน)}}{\text{พื้นที่ปรับอากาศ (ตารางเมตร)}} \quad (2.4)$$

2.2.3.4 ตัวประกอบโหลด (Load Factor : LF)

ตัวประกอบโหลด คือ อัตราส่วนของพลังไฟฟ้าเฉลี่ยกับพลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งใช้แสดงศักยภาพในการปรับปรุงการใช้ไฟฟ้าโดยการย้ายโหลดในช่วง Peak ไปช่วง Off Peak กล่าวคือ ถ้าตัวประกอบโหลดต่ำแสดงว่ามีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสูงกว่าพลังไฟฟ้าเฉลี่ยจึงมีศักยภาพในการย้ายโหลดมากด้วย โดยที่ค่าตัวประกอบโหลดอุดมคติมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึง ความต้องการพลังไฟฟ้าคงที่ตลอด 24 ชั่วโมง ส่วนค่าตัวประกอบโหลดต่ำ เช่น 0.20 หมายถึงว่า มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงบางช่วงเวลา แต่อย่างไรก็ตามอาคารส่วนใหญ่และโรงงานบางแห่งไม่ได้ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นค่าตัวประกอบโหลดสูงสุดที่เป็นได้อาจจะต่ำกว่า 1 มาก เช่น อาคารส่วนใหญ่ใช้งานเพียง 12 ชั่วโมงต่อวันค่าตัวประกอบสูงสุดที่เป็นไปได้เท่ากับ 0.5 เป็นต้น ดังนั้นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการใช้ไฟฟ้าโดยใช้ตัวประกอบโหลดจึงต้องพิจารณาถึงเวลาการใช้งานของอาคารหรือโรงงานด้วย

$$LF = \frac{\text{พลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 เดือน (กิโลวัตต์)}}{\text{พลังไฟฟ้าสูงสุดใน 1 เดือน (กิโลวัตต์)}} \quad (2.5)$$

แต่จากใบแจ้งค่าไฟฟ้าเราจะไม่ทราบพลังไฟฟ้าเฉลี่ย เราจึงแปลงสูตรการคำนวณค่าตัวประกอบโหลดเป็น ดังนี้

$$LF = \frac{\text{พลังไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 เดือน (กิโลวัตต์ชั่วโมง)}}{\text{พลังไฟฟ้าสูงสุดใน 1 เดือน (กิโลวัตต์)} \times \text{จำนวนวันใน 1 เดือน} \times 24 \text{ ชั่วโมง}} \quad (2.6)$$

ค่าตัวประกอบโหลดอุดมคติมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึง ความต้องการพลังไฟฟ้าคงที่ตลอด 24 ชั่วโมง ส่วนค่าตัวประกอบโหลดต่ำ เช่น 0.20 หมายถึงว่า มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงบางช่วงเวลาแต่อย่างไรก็ตามอาคารส่วนใหญ่และโรงงานบางแห่งไม่ได้ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้น

ค่าตัวประกอบโหลดสูงสุดที่เป็นไปได้อาจจะต่ำกว่า 1 มาก เช่น อาคารส่วนใหญ่ใช้งานเพียง 12 ชั่วโมงต่อวันค่าตัวประกอบสูงสุดที่เป็นไปได้เท่ากับ 0.5 เป็นต้น

2.2.3.5 การตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน ทำให้เราเข้าใจภาพรวมการใช้พลังงานของอาคารหรือโรงงานว่ามีการใช้พลังงานไปเท่าไร แต่การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน ไม่สามารถบอกเราได้ว่ามีการใช้พลังงานไปที่ไหน อย่างไร ดังนั้นในขั้นตอนต่อไปจึงต้องทำการตรวจสอบการใช้พลังงาน ซึ่งการตรวจสอบพลังงานทำให้เราได้ทราบว่า มีการใช้พลังงานอะไร ใช้ไปมากน้อยเพียงใด ยังบอกให้เราทราบว่าใช้ไปที่ไหน อย่างไร เมื่อไหร่ และเพื่ออะไรด้วย

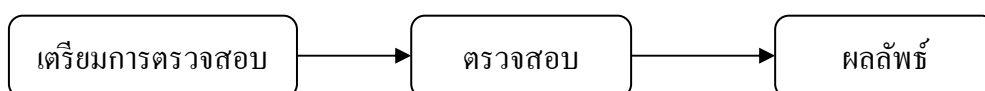
1) กระบวนการตรวจสอบการใช้พลังงาน

การตรวจสอบการใช้พลังงานเป็นกระบวนการการเก็บข้อมูลและศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น ระบบไฟฟ้า เครื่องกล กระบวนการผลิต โครงสร้างสถาปัตยกรรม พฤติกรรมการใช้พลังงานสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกอาคารหรือโรงงาน และการบริหารงานที่จะมีผลกระทบต่อการใช้พลังงานของอาคารหรือโรงงานนั้นๆ

การตรวจสอบการใช้พลังงานเป็นกระบวนการที่ต้องทำเป็นประจำอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ ทั้งนี้จากข้อมูลต่างๆ เปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น อัตราค่าพลังงานสูงสุด มีการปรับเปลี่ยน กระบวนการผลิต ประสิทธิภาพการใช้งานอุปกรณ์และเครื่องจักรเปลี่ยนแปลงสภาพตามการใช้งาน และตามอายุใช้งาน นอกจากนี้เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีมาตรการประหยัดพลังงานใหม่ ๆ ให้เห็นอยู่เสมอ ส่วนมาตรการประหยัดพลังงานเดิมไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนในการประเมินครั้งก่อนๆ ก็จะถูกนำมาพิจารณาใหม่

กระบวนการตรวจสอบการใช้พลังงานที่เป็นระบบ จะช่วยให้ผู้ตรวจสอบการใช้พลังงานสามารถเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ และช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบอีกด้วย

กระบวนการตรวจสอบการใช้พลังงานประกอบด้วย



รูปที่ 2.2 กระบวนการตรวจสอบการใช้พลังงาน

2) การเตรียมการตรวจสอบ

เป็นการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน เป็นการช่วยให้ผู้ตรวจสอบการใช้พลังงานสามารถบริหารเวลาในขั้นตอนการตรวจสอบภาคสนามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมเวลาทำงานของผู้ที่ปฏิบัติงานหรือผู้อยู่อาศัยภายในอาคารและครอบคลุมกระบวนการทำงานให้น้อยที่สุด

3) การตรวจสอบ

การตรวจสอบการใช้พลังงานแบ่งออกเป็น การตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้น และการตรวจสอบการใช้พลังงาน โดยละเอียด

1. การตรวจสอบการใช้พลังงานเบื้องต้น เป็นการสำรวจและตรวจสอบสภาพการใช้งานในระดับเบื้องต้นของอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆ อาจจะใช้เครื่องมือการตรวจสอบทำการตรวจวัดคร่าวๆ เพื่อชี้ให้เห็นสภาพการใช้พลังงานและศักยภาพเบื้องต้นในการประหยัดพลังงานของระบบต่างๆ โดยมีขั้นตอนในการตรวจสอบดังนี้

1. เตรียมข้อมูลการใช้พลังงานและผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน
2. เตรียมรายละเอียดอุปกรณ์หลักที่ใช้พลังงาน เช่น ระบบปรับอากาศ มอเตอร์ไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง เป็นต้น
3. เตรียมแบบ (As Build Drawing) ของระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และแบบของเครื่องกล เป็นต้น ซึ่งเป็นแบบที่เขียนหลังจากการก่อสร้างเสร็จแล้ว
4. เตรียมแผนผังของอาคารที่ทำการศึกษเพื่อใช้บันทึกข้อมูลตำแหน่งการตรวจสอบ
5. ประสานงานและวางแผนทำความเข้าใจกับพนักงานที่เกี่ยวข้องเพื่อทำความเข้าใจลักษณะการตรวจสอบ

6. เตรียมเครื่องมือการตรวจสอบพลังงานไฟฟ้าและแบบบันทึกข้อมูล

2. การตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียด เป็นการตรวจวัดและบันทึกการใช้พลังงานเพื่อสามารถนำข้อมูลไปประเมินมาตรการประหยัดพลังงานที่มีความซับซ้อนและการลงทุนค่อนข้างสูง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมาตรการติดตั้งหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ การปรับปรุงกระบวนการ การปรับปรุงกรอบอาคาร การตรวจสอบโดยละเอียดมักจำเป็นต้องใช้เครื่องมือตรวจสอบทำการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง โดยมีการตรวจวัดและบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบที่สำคัญดังนี้

1. ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

จะทำการตรวจวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้าของโหลดรวมเพื่อการตรวจสอบลักษณะของการใช้ไฟฟ้า เวลาที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด เพื่อการจัดโหลดหลีกเลี่ยงช่วง peak load ทำการตรวจสอบ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า แต่ละเฟสในเวลา ต่างๆ กัน โดยใช้เครื่องวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ตรวจวัด

2. ระบบปรับอากาศ

จะทำการตรวจวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้า เพื่อคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ตรวจสอบระยะเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็นในแต่ละวัน โดยใช้เครื่องวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ตรวจวัด

3. ระบบแสงสว่าง

จะทำการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าวงจรย่อยเพื่อหาค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้าที่เข้าหลอดไฟ สำหรับการคำนวณดัชนีการใช้แสงสว่าง ตรวจวัดและบันทึกเวลาใช้งานของระบบแสงสว่าง และตรวจวัดค่าความส่องสว่าง เพื่อสำหรับการตรวจสอบสภาพการใช้งาน

4. ระบบอื่นๆ

อย่างเช่น ระบบมอเตอร์ ระบบลิฟต์ จะทำการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าเพื่อหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่ตัวอุปกรณ์

ซึ่งค่าที่ได้จากการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าโดยละเอียดนี้ จะทำให้เราได้ทราบลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าทางไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ ของระบบที่ทำการตรวจวัด และก็สามารถนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบได้

4) รายงานการตรวจสอบการใช้พลังงาน

การสื่อผลรายงานที่ตรวจสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยทำให้มาตรการประหยัดพลังงานที่เสนอถูกนำไปปฏิบัติจริงมากขึ้น ดังนั้นในการจัดเตรียมรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงาน พี่ระลึกเสมอว่าผู้อ่านรายงานจากหลายฝ่าย เช่น ฝ่ายบริหาร ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายการเงิน เป็นต้น ซึ่งอาจมีความสนใจในข้อมูลแต่ละด้านที่แตกต่างกัน รายงานที่ดีควรมีเนื้อหาครอบคลุมต่อผู้ที่สนใจทุก ๆ ฝ่าย และเนื้อหาต้องกระชับ ตรงประเด็น เน้นแนวทางและมาตรการประหยัดพลังงาน เนื่องจากผลลัพธ์ที่สำคัญที่สุดคือแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขได้จริง

2.2.4 การวิเคราะห์ระบบแสงสว่าง

2.2.4.1 ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและหน่วยวัดทางแสง

1. ความเข้มแสง (**Luminous Intensity : I**) หรือกำลังส่องสว่าง (Candle Power) เป็นค่าแสดงระดับกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสง มีหน่วยวัดเป็น แคนเดลา (cd)

$$I = \frac{d\phi}{d\omega} \quad (2.7)$$

โดยที่

I คือ ความเข้มของการส่องสว่าง (cd)

ϕ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)

ω คือ มุมตัน (Solid Angle) มีหน่วยเป็น Steradians (sr)

2. ฟลักซ์การส่องสว่าง (**Luminous Flux : ϕ**) เป็นปริมาณแสงทั้งหมดที่ปลดปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดแสงมีหน่วยเป็น ลูเมน (lumen : lm) ซึ่งมีค่าเท่ากับปริมาณแสงที่ตกลงพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ที่ห่างจากจุดกำเนิดแสง 1 แคนเดลาเป็นระยะทาง 1 หน่วย

$$\phi = 638 \int_{380}^{780} P_{\lambda} V_{\lambda} d\lambda \quad (2.8)$$

โดยที่

ϕ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)

λ คือ ค่าความยาวคลื่นแสง (m)

P_{λ} คือ ค่ากำลังงานของแสงที่มีความยาวคลื่น λ (W)

V_{λ} คือ ค่าความไวของตามนุษย์ที่มีความยาวคลื่น λ

3. ความส่องสว่าง (**Illuminance : E**) คือปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วย หรือ ฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วย มีหน่วยเป็น Lux

$$E = \frac{\phi}{A} \quad (2.9)$$

โดยที่

E คือ ค่าความส่องสว่าง (Lumen/m²) หรือ Lux, lx

ϕ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)

A คือ พื้นที่แสงตกกระทบ (m²)

ประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Efficacy) คืออัตราส่วนปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงต่อกำลังไฟฟ้า (Watt) ที่ป้อนให้แก่อุปกรณ์ มีหน่วยเป็น (lm/W)

$$Efficacy = \frac{\phi}{P} \quad (2.10)$$

โดยที่

$Efficacy$	คือ ประสิทธิภาพการส่องสว่าง (lm/W)
ϕ	คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)
P	คือ กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับแหล่งกำเนิดแสง (Watt : W)

4. ความสว่าง (Luminance : L) คือความเข้มการส่องสว่างจากพื้นผิวในทิศทางที่กำหนดต่อพื้นที่ผิวปรากฏ มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m^2)

$$L = \frac{I}{A_p} \quad (2.11)$$

โดยที่

L	คือ ค่าความสว่าง (cd/m^2)
I	คือ ความเข้มของการส่องสว่าง (cd)
A_p	คือ พื้นที่ตั้งฉากกับแนวแสงกระทบ (m^2)

2.2.4.2 การคำนวณความส่องสว่างแบบลูเมน (Lumen Method)

เหมาะสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ต้องการความสม่ำเสมอของแสงทั่วทั้งพื้นที่ โดนครวมผลของการสะท้อนแสงของวัสดุที่ใช้เพดาน กำแพงและพื้นด้วย ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$E = \frac{n \times \phi \times MF \times UF}{A} \quad (2.12)$$

โดยที่

E	คือ ค่าความส่องสว่าง ($Lumen/m^2$) หรือ Lux, lx
n	คือ จำนวนหลอด
ϕ	คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)
MF	คือ ตัวประกอบบำรุงรักษา (Maintenance Factor)
UF	คือตัวประกอบการใช้งานของโคม (Utilization Factor)
A	คือ พื้นที่ (m^2)

โดยที่ค่าตัวประกอบบำรุงรักษา (Maintenance Factor) จะขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษาหลอดไฟฟ้า หลอดไฟที่ไม่ได้ทำความสะอาดจะมีฝุ่นละอองมาเกาะ มีผลทำให้แสงที่ออกมาจากโคมมีปริมาณแสงลดน้อยลง

ค่าตัวประกอบการใช้งานของโคม (Utilization Factor) คืออัตราส่วนปริมาณแสงที่ออกมาจากโคมและสะท้อน พื้น เพดาน และกำแพง ก่อนลงมาถึงพื้นที่ ทำงาน ต่อปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอด โดยที่ค่าตัวประกอบการใช้งานของโคมจะขึ้นอยู่กับ การกระจายแสงของโคม ประสิทธิภาพโคม สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของเพดาน กำแพง และพื้น ซึ่งตารางสัมประสิทธิ์การใช้งานของโคมแต่ละชนิดได้จากผู้ผลิตเป็นผู้กำหนดมา และก่อนที่จะหา ค่าตัวประกอบการใช้งานของโคมจากตาราง จะต้องมียาค่าบางค่าเพื่อนำไปเปิดตาราง คือ RCR (Room Cavity Ratio) สำหรับโคมตามมาตรฐานอเมริกา หรือ ค่า K (Room Index) สำหรับโคมมาตรฐานยุโรป หรือญี่ปุ่น ซึ่งค่า RCR หรือค่า K หาได้จาก

$$RCR = \frac{5 \times h_m (L + W)}{L \times W} \quad (2.13)$$

$$K = \frac{L \times W}{h_m \times (L + W)} \quad (2.14)$$

โดยที่

L	คือ ความยาวของห้อง (m)
W	คือ ความกว้างของห้อง (m)
h_m	คือ ระยะห่างจากระนาบใช้งานถึงโคม (m)

2.2.4.3 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง

การจัดการการอนุรักษ์พลังงานด้านแสงสว่างโดยที่ค่าระดับความส่องสว่างต้องไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดในพื้นที่ใช้งานนั้น ๆ

1) ลดค่าความส่องสว่าง (E) หมายถึง ลดค่าความส่องสว่างจากระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าให้น้อยลง โดย

- ใช้แสงธรรมชาติหรือแสงอาทิตย์เข้ามาเสริม ใช้กับบริเวณที่แสงธรรมชาติเข้ามาถึง หรือ ปรับปรุงพื้นที่ให้แสงธรรมชาติเข้าถึงมากขึ้น สามารถลดกำลังไฟฟ้าจากการส่องสว่างได้ โดยแยกวงจรสวิตช์ใช้เครื่องหรี่แสง แต่ต้องคำนึงถึงความร้อนที่ตามมาด้วยแสงธรรมชาติด้วย

- สำรวจพื้นที่ใช้งานแสงสว่างว่าบริเวณใด มีการออกแบบดั้งเดิมไว้สูงเกินค่ามาตรฐาน หรือมีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดพื้นที่ใช้งานที่ไม่จำเป็นต้องใช้ความส่องสว่างมากเหมือนแต่ก่อน ทำให้สามารถลดค่าความส่องสว่างพื้นที่นั้น ๆ ลงได้

2) **ลดพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็น (A)** หมายถึง การลดพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็นลง เช่นในห้อง ขนาด 100ตารางเมตร ใช้ความส่องสว่าง 500 Lux ติดตั้งโคมไฟใช้ 10 ชุด แสดงว่าโคมไฟ 1 ชุด ครอบคลุมพื้นที่ 10ตารางเมตร หากผู้ใช้งานพื้นที่ในห้องปฏิบัติงานในบริเวณเพียงครึ่งห้องหรือ 50 ตารางเมตรสามารถปิดโคมไฟในพื้นที่อีกครึ่งห้องที่เหลือที่ไม่ได้ใช้งาน 5 ชุด สิ่งที่ต้องใช้คือการควบคุมการเปิด-ปิดใช้งาน เช่น สวิตช์กระตุกที่โคมไฟ อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ประเภทต่าง ๆ การตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานเป็นโซน

3) **ลดช่วงเวลาการใช้งาน (t)** หมายถึง การลดช่วงเวลาการใช้งานระบบแสงสว่างที่ไม่จำเป็นลง เช่น ไม่เปิดไฟแสงสว่างก่อนทำงาน ไม่เปิดไฟแสงสว่างทิ้งไว้หลังเลิกงาน ปิดไฟตอนพักเที่ยง แต่อาจมีข้อยกเว้น

ในมาตรการลำดับที่ 1) 2) และ 3) นี้ คือ E, A และ t เป็นมาตรการด้านการจัดการ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการใช้งานโดยตรง จึงขึ้นอยู่กับความต้องการใช้ของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้น ๆ ทั้งในด้านปริมาณความส่องสว่าง (E) และแสงที่ต้องการใช้ ในแต่ละพื้นที่และเวลา (A, t)

4) **เพิ่มค่าประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟและบัลลาสต์ (LPW)** หมายถึง การเลือกใช้หลอดไฟและบัลลาสต์ที่มีประสิทธิภาพสูง กินไฟน้อย แต่ให้แสงปริมาณมาก และมีคุณภาพด้านอื่น ๆ อยู่ในระดับดีด้วย เช่น การเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟ การเปลี่ยนรุ่นของหลอดไฟ การเปลี่ยนชนิดของบัลลาสต์และการเปลี่ยนรุ่นของบัลลาสต์

5) **เพิ่มค่าตัวประกอบการใช้งานของโคม (UF)** หมายถึง การเลือกใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูง มีลักษณะการกระจายแสงเหมาะสมกับสถานที่ที่ติดตั้งใช้งาน ตลอดจนการปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่ต้องการส่องสว่าง ด้วยการใช้วัสดุที่สว่างแทนวัสดุสีทึบ

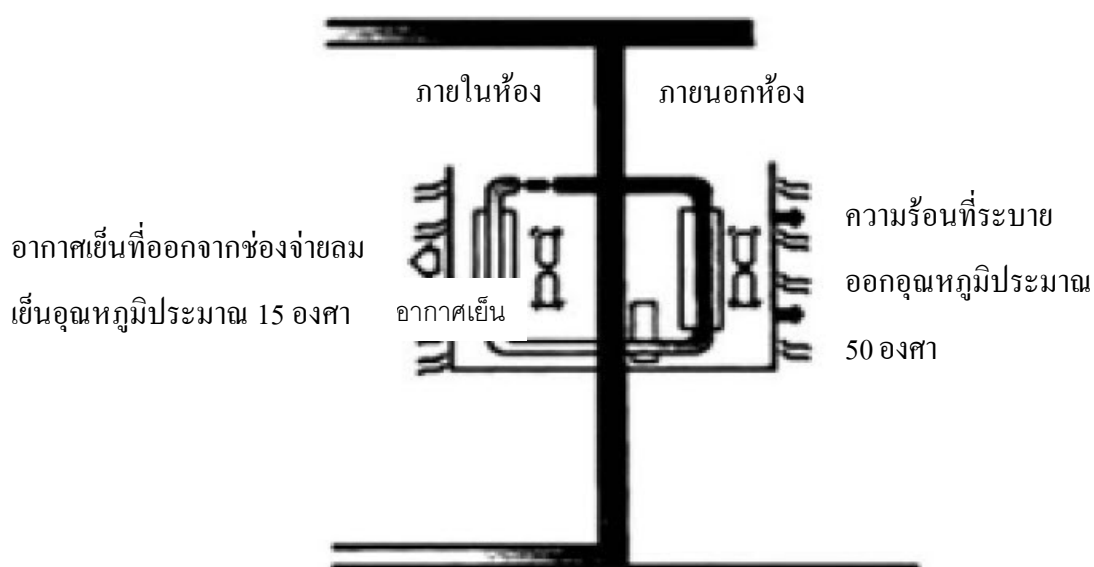
6) **เพิ่มค่าตัวประกอบกำรบำรุงรักษา (MF)** หมายถึง มีการบำรุงรักษาระบบแสงสว่างอย่างเป็นระบบชัดเจนว่า ช่วงใดต้องทำอะไรบ้าง เช่น จังหวะการเปลี่ยนหลอดที่เสื่อมหรือเสีย การทำความสะอาดดวงโคมและพื้นที่

มาตรการลำดับที่ 4) และ 5) นี้ คือ LPW และ UF เป็นเรื่องที่เจ้าของสถานที่ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างต้องพิจารณาตัดสินใจเลือกใช้ เพราะเป็นสิ่งที่ต้องทำในช่วงออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า การดัดแปลงแก้ไขหลังจากที่มีระบบไฟฟ้าแสงสว่างเรียบร้อยแล้ว จะได้ผลไม่เต็มที่ และอาจมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่แพงกว่ามาก สำหรับในมาตรการลำดับที่ 6) คือ MF ยังเข้าข่ายมาตรการจัดการที่ต้องมีการเอาใจใส่ตามระยะอย่างต่อเนื่อง

2.2.5 การวิเคราะห์ระบบปรับอากาศ

2.2.5.1 หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศซึ่งมีพื้นฐานการทำงานเหมือนกันกับเครื่องทำความเย็น เมื่อลูกสูบทำงาน สารทำความเย็นในสภาพที่เป็นแก๊สจะถูกดูดเข้าไปในกระบอกสูบและถูกอัดจนความดัน และอุณหภูมิสูงขึ้น จากนั้นจะส่งไปที่ลิ้นทางจ่ายออกไปตามท่อจนถึงคอยล์ร้อน ซึ่งจะระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นในสภาพที่เป็นแก๊ส แก๊สนี้เกิดการกลั่นตัวเป็นสารทำความเย็นเหลวในสภาพเดิม ทำงานหมุนเวียนต่อเนื่องกันไปเป็นวงจรเช่นนี้ การทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งในห้องนั้น โดยสารทำความเย็นจะระเหยที่คอยล์เย็นซึ่งติดตั้งอยู่ภายในห้อง พัดลม ในเครื่องจะพัดผ่านคอยล์เย็นทำให้อากาศภายในห้องเย็นลง แก๊สที่เกิดจากสารทำความเย็นที่ระเหยแล้วจะถูกอัดโดยคอมเพรสเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกห้อง และกลั่นตัวเป็นของเหลวตามเดิม ไหลวนเป็นวัฏจักรการทำงานเช่นนี้ ส่วนอากาศร้อนจะถูกขับออกไปทิ้งนอกห้อง ดังแสดงในรูป



การปรับอากาศภายในห้อง

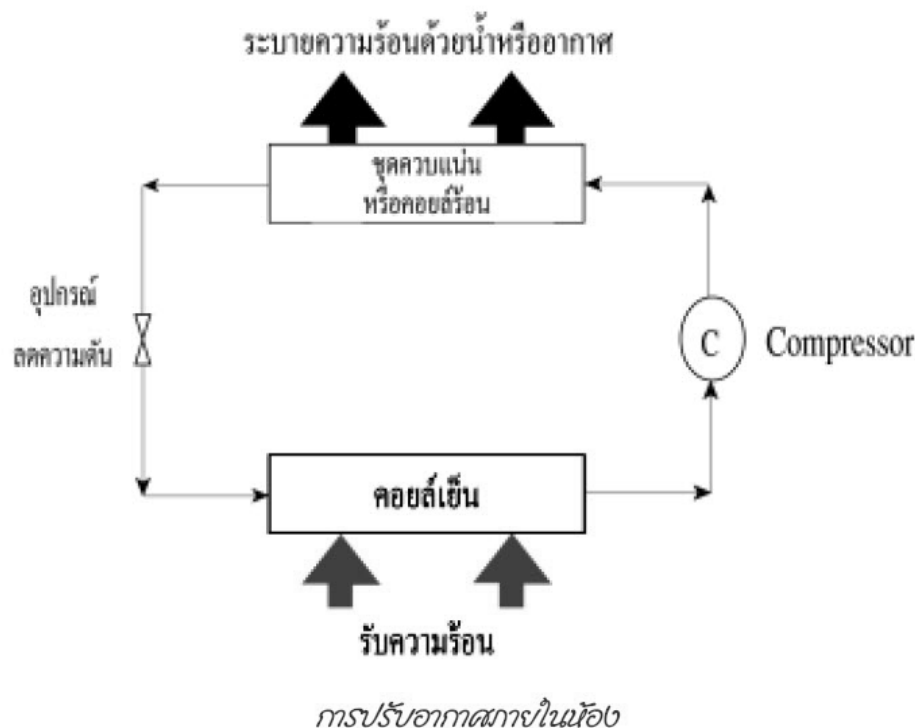
รูปที่ 2.3 แสดงหลักการปรับอากาศภายในห้อง

(ที่มา จาก เอกสารเผยแพร่ ระบบปรับอากาศ สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน)

เครื่องปรับอากาศทุกชนิดอาศัยหลักการทำงานเดียวกัน ชื่อเครื่องปรับอากาศแบบต่างๆ จะเป็นการเรียกตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ และการใช้งาน เช่น เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง (Window Type) ผลิตมาเพื่อติดตั้งที่หน้าต่างได้ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หรือแยกระบบ (Split Type System) ผลิตให้ส่วนของคอยล์ร้อน และคอยล์เย็นแยกออกจากกัน โดยให้ส่วนที่มีเสียง

ดัง (ซึ่งส่วนมากจะเกิดจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์) และแผงระบายความร้อนอยู่นอกห้อง เป็นต้น

เครื่องปรับอากาศประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ และมีขั้นตอนการทำงานดังแสดงในรูป ดังนี้



รูปที่ 2.4 แสดงกระบวนการปรับอากาศ

(ที่มา จาก เอกสารเผยแพร่ ระบบปรับอากาศ สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน)

1. ตัวควบแน่น (Condenser) หรือคอยล์ร้อน คือ อุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนให้กับสารทำความเย็นที่ระเหยกลายเป็นแก๊ส และเกิดการควบแน่นเป็นของเหลว คอยล์ร้อนมีทั้งชนิดที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled) และชนิดที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water - Cooled)

2. คอยล์เย็น (Evaporator) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความเย็น โดยจะอาศัยความร้อนที่อยู่รอบคอยล์เย็น ทำให้สารทำความเย็นซึ่งเป็นของเหลวระเหยกลายเป็นแก๊สเกิดเป็นความเย็นขึ้น

3. อุปกรณ์ลดความดัน คือ อุปกรณ์ที่ควบคุมปริมาณสารทำความเย็นที่ไหลเข้าไปในคอยล์เย็น และช่วยลดความดันของสารทำความเย็นลง เช่น Thermal Expansion Value (TEV) และ Capillary Tube เป็นต้น

4. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ดูดสารทำความเย็นในสภาพที่เป็นแก๊สเข้ามาและอัดให้เกิดความดันสูงซึ่งทำให้แก๊สมีความร้อนเพิ่มขึ้น คอมเพรสเซอร์ที่ใช้งานทั่วไปมีทั้งชนิดที่เป็นแบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor) แบบโรตารี (Rotary Compressor) หรืออาจเป็นแบบ

หอยโข่ง (Centrifugal Compressor) ส่วนในเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ใช้แบบสกรู (Screw Compressor)

2.2.5.2 ประเภทของเครื่องปรับอากาศ

1. แบบติดหน้าต่าง (Window Type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่มีอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งระบบระบายความร้อน หรือคอยล์ร้อน (Condensing Unit) และระบบทำความเย็น (Evaporating Unit) รวมอยู่ด้วย มีขนาดตั้งแต่ประมาณ 6,000 บีทียู/ชั่วโมง จนถึง 2.5 ตัน (1 ตัน ประมาณ 12,000 บีทียู/ชั่วโมง)

ข้อดี

- เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย การซ่อม และการบำรุงรักษา การติดตั้งต้องให้ระบบระบายความร้อนอยู่ภายนอกอาคาร และระบบทำความเย็นอยู่ในห้อง

ข้อเสีย

- นอกจากนี้ การที่คอมเพรสเซอร์ และพัดลมของระบบระบายความร้อนอยู่ติดกับช่องหน้าต่าง จึงทำให้เสียงดังจากการทำงานของเครื่องลอดเข้าไปในห้องได้มากกว่าเครื่องแบบแยกส่วน

2. แบบแยกส่วน หรือแบบแยกระบบ (Split Type System) เป็นเครื่องปรับอากาศที่แยกเอาระบบระบายความร้อน (Condensing Unit) ซึ่งประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ ตัวควบแน่น และพัดลมระบายความร้อน (Condensing Fan) ติดตั้งไว้ภายนอกอาคาร และนำระบบทำความเย็น (Evaporating Unit) ซึ่งประกอบด้วยตัวทำความเย็น และพัดลม ซึ่งบางที่เรียกว่า ระบบทำความเย็น (Cooling Unit หรือ Indoor Unit) หรือแฟนคอยล์ยูนิต ติดตั้งไว้ภายในตัวอาคาร เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะแบ่งแยกย่อยออกเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

1) แบบติดผนัง (Wall type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่มีรูปแบบเล็กกะทัดรัด เหมาะสำหรับห้องที่มีพื้นที่น้อย เช่น ห้องนอน ห้องรับแขกขนาดเล็ก

ข้อดี:

- รูปแบบทันสมัย และมีให้เลือกหลากหลาย
- เงียบ
- ติดตั้งง่าย

ข้อเสีย:

- ไม่เหมาะกับงานหนัก เนื่องจากคอยล์เย็นมีขนาดเล็กส่งผลให้คอยล์สกปรก และอุดตันง่ายกว่าคอยล์ที่มีขนาดใหญ่กว่า

2) แบบตั้ง/แขวน (Ceiling/floor type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมสำหรับห้องที่มีพื้นที่ตั้งแต่เล็ก เช่น ห้องนอน ไปจนถึงห้องที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น สำนักงาน ร้านอาหาร ห้องประชุม

ข้อดี:

- สามารถเลือกการติดตั้งได้ทั้งตั้งพื้น หรือแขวนเพดาน
- สามารถใช้งานได้หลากหลาย เข้าได้กับทุกสถานที่
- การระบายลมดี

ข้อเสีย:

- ไม่มีรูปแบบให้เลือกมากนัก

3) แบบตู้ตั้ง (Package type) เป็นเครื่องปรับอากาศ ที่มีลักษณะคล้ายตู้ มีขนาดใหญ่ และมีกำลังลมที่แรง เหมาะกับบริเวณที่มีคนเข้าออกอยู่ตลอดเวลา เช่น ร้านค้า ร้านอาหาร

ข้อดี:

- ติดตั้งง่าย โดยสามารถตั้งกับพื้นได้เลย ไม่ต้องทำการยึด
- ทำความเย็นได้เร็วเนื่องจากมีเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดลมที่ใหญ่ ซึ่งให้กำลังลมที่แรงกว่า

ข้อเสีย:

- เสียพื้นที่ใช้สอย

4) แบบฝังเพดาน (Built-in type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่เน้นความสวยงามโดยการซ่อนหรือฝังอยู่ใต้ฝ้าหรือเพดานห้อง เหมาะกับห้องที่ต้องการเน้นความสวยงาม โดยที่ต้องการให้เห็นเครื่องปรับอากาศ น้อยที่สุด

ข้อดี:

- สวยงาม โดยสามารถทำตู้ซ่อน หรือ ฝังเรียบไว้บนเพดานห้อง

ข้อเสีย:

- ติดตั้งยาก เนื่องจากต้องทำการฝังเข้าตู้ หรือเพดานห้อง
- การดูแลรักษาทำได้ไม่ค่อยสะดวก

5) แบบเคลื่อนที่ (Movable type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่ไม่ต้องทำการติดตั้ง และสามารถเข็นไปใช้ได้ทุกพื้นที่ พกง่าย ๆ ก็คือสามารถเสียบปลั๊กใช้ได้เลย

ข้อดี:

- ขนาดกะทัดรัด
- ไม่ต้องติดตั้ง
- สามารถเข็นไปใช้ได้ทุกพื้นที่ ทั้งในห้อง และกลางแจ้ง

ข้อเสีย:

- ใช้ได้กับห้องที่มีขนาดใหญ่ไม่มาก
- ประสิทธิภาพการทำความเย็นต่ำกว่า เนื่องจากเป็นระบบเปิดเมื่อนำไปใช้กลางแจ้ง

3. แบบรวมศูนย์ (Chiller System)

เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในอาคารแบบรวมศูนย์ (Chiller System) โดยทั่วไปเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในอาคารขนาดใหญ่จะเป็นเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ที่เรียกว่า ชิลเลอร์ (Chiller) ซึ่งแบ่งเป็นระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ และมีระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ชิลเลอร์ อาศัยน้ำเป็นตัวนำพาความเย็นไปยังห้อง หรือจุดต่างๆ โดยน้ำเย็นจะไหลไปยังเครื่องทำลมเย็น (Air Handling Unit – AHU หรือ Fan Coil Unit - FCU) ที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ปรับอากาศ จากนั้นน้ำที่ไหลออกจากเครื่องทำลมเย็น จะถูกปั๊มเข้าไปในเครื่องทำน้ำเย็นขนาดใหญ่ ที่ติดตั้งอยู่ในห้องเครื่อง และไหลเวียนกลับไปยังเครื่องทำลมเย็นอยู่เช่นนี้ ซึ่งระบบมีกำลังการทำความเย็นตั้งแต่ 100 ตันขึ้นไป

ข้อดี

- กินไฟน้อยกว่าประเภทอื่น

ข้อเสีย

- ระบบมีขนาดใหญ่ จึงมีความยุ่งยากในการติดตั้ง

2.2.5.3 ค่าตัวแปรที่เกี่ยวกับค่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ

British Thermal Units (Btu/hr) คือขนาดของเครื่องทำความเย็น โดยจะบอกขนาดเป็นตัน โดย 1 ตันความเย็นมีค่าเท่ากับ 12,000 Btu/hr ซึ่งหมายความว่า 1 ตันความเย็น เป็นความเย็นที่ได้จากการเสียความร้อนไปละลายน้ำแข็งหนัก 1 ตัน ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส หมดภายในเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งถ้าเลือกขนาดของเครื่องทำความเย็น ไม่เหมาะสมก็จะทำให้ ไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานได้ ดังกรณีต่อไปนี้

Btu/hr สูงไป คอมเพรสเซอร์ทำงานดัดบ่อยเกินไป ทำให้ประสิทธิภาพ ในการทำงานลดน้อยลง ทำให้ความชื้นในห้องสูง ไม่สบายตัว และที่สำคัญราคาแพง และสิ้นเปลืองพลังงาน

Btu/hr ต่ำไป คอมเพรสเซอร์ทำงานตลอดเวลา เพราะความเย็นห้องไม่ได้ตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ สิ้นเปลืองพลังงาน และเครื่องปรับอากาศเสียเร็ว

ฉะนั้นการเลือกขนาด Btu/hr ที่เหมาะสมกับขนาดห้อง ก็จะการทำงานของระบบปรับอากาศนั้นมีประสิทธิภาพสูง และประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเราจะหาขนาด Btu/hr ที่เหมาะสมกับห้องใช้งานได้ดังนี้

การคำนวณ Btu/hr อย่างง่ายของเครื่องปรับอากาศ

$$\text{Btu/hr} = \text{พื้นที่ห้อง (กว้าง*ยาว)*ตัวแปร} \quad (2.15)$$

ตัวแปรความร้อน แบ่งได้ 2 ระดับ

700 คือห้องที่มีความร้อนน้อยใช้เฉพาะกลางคืน

800 คือห้องที่มีความร้อนสูงใช้กลางวันมาก กรณีที่เพดานสูงกว่า 2.5 เมตร ให้บวกเพิ่มจากเดิม

5%

Energy Efficiency Ratio (EER) คือ ค่าแสดงอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องทำความเย็น ซึ่งใช้อ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ โดยคำนวณได้จากสมการนี้

ความเย็นที่เครื่องปรับอากาศทำได้ (Output) = Btu/hr

กำลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศต้องการใช้ในการทำความเย็น (Input) = Power (W)

$$EER = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{\text{Btu / hr}}{\text{Power(W)}} \quad ; \quad \text{มีหน่วยเป็น (Btu/hr)/W} \quad (2.16)$$

ซึ่งทางสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานค่า EER ไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงมาตรฐานค่า EER ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (2555)

ระดับ (เบอร์)	ระดับประสิทธิภาพ	ค่า EER (Btu/hr)/W	ค่ากิโลวัตต์/ตัน
1	ต่ำ	ต่ำกว่า 7.6	> 1.57
2	พอใช้	$\geq 7.6 < 8.6$	$> 1.39 \leq 1.57$
3	ปานกลาง	$\geq 8.6 < 9.6$	$> 1.25 \leq 1.39$
4	ดี	$\geq 9.6 < 11$	$> 1.13 \leq 1.25$
5	ดีมาก	ตั้งแต่ 11 ขึ้นไป	≤ 1.13

* ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศสำหรับประเทศไทย กำหนดค่า EER ตั้งแต่ 8.6 (ระดับ 3) ขึ้นไป

2.2.5.4 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

1. ด้านการออกแบบปรับปรุงอาคาร

- ปรับปรุงสภาพแวดล้อมโดยรอบ
- จัดทิศทางการวางตัวอาคารให้เหมาะสม (สำหรับอาคารใหม่)
- ใช้วัสดุก่อสร้างที่เป็นฉนวนกันความร้อน
- ป้องกันการรั่วซึมของอากาศภายนอก
- ใช้การบังเงาเพื่อหลีกเลี่ยงแสงที่ส่องโดยตรงจากดวงอาทิตย์

2. ด้านการเลือกใช้อุปกรณ์

- เลือกประเภทและขนาดของอุปกรณ์ให้ถูกต้อง
- เลือกใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง

3. ด้านการใช้งานและการควบคุม

• ตั้งค่าอุณหภูมิให้เหมาะสม ไม่เย็นจนเกินไป โดยทั่วไปอุณหภูมิใช้งานในห้องทำงานไม่ควรต่ำกว่า 24 องศาเซลเซียส

- หลีกเลี่ยงการใช้งานที่ไม่จำเป็น
- หลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์ที่มีความร้อนสูงในพื้นที่ปรับอากาศ
- ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำเช่น เทอร์โมสตัท

(Thermostat)

4. ด้านการบำรุงรักษา

- ใช้ Automatic Tube Cleaning System เพื่อทำความสะอาดเครื่องระบายความร้อน (Condenser) ของเครื่องทำน้ำเย็น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน

2.2.6 การวิเคราะห์พลังงานของระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

2.2.6.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนระดับแรงดันให้สูงขึ้นหรือต่ำลงตามต้องการภายในประกอบด้วยขดลวด 2 ชุดคือ ขดลวดปฐมภูมิ (Primary winding) และ ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary winding) แต่สำหรับหม้อแปลงกำลัง (Power Transformer) ขนาดใหญ่บางตัวอาจมีขดลวดที่สามเพิ่มขึ้นคือ ขด Tertiary winding ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าขดลวด Primary และ Secondary และแรงดันที่แปลงออกมาจะมีค่าต่ำกว่าขด Secondary

1. ชนิดของหม้อแปลง

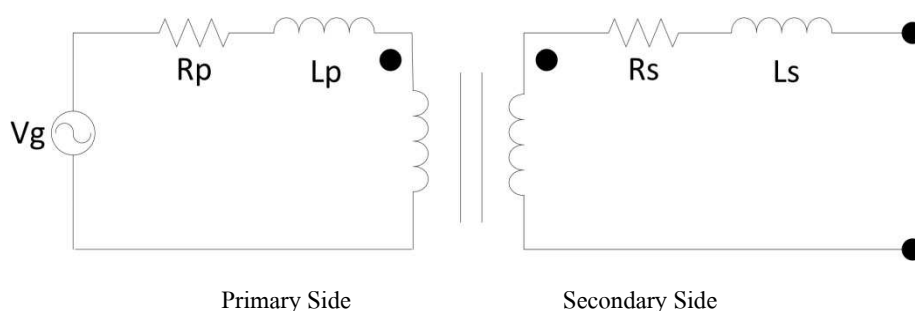
- หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Power Transformer)
- หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformer)
- หม้อแปลงสำหรับเครื่องมือวัด (Instrument Transformer)
- หม้อแปลงสำหรับความถี่สูง (High frequency Transformer)

สำหรับหม้อแปลงจำหน่ายที่ใช้งานทั่วไปของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ

- ระบบ 1 เฟส 3 สาย มีใช้งาน 4 ขนาดคือ 10 kVA , 20 kVA , 30 kVA , 50 kVA
- ระบบ 3 เฟส 4 สาย มีหลายขนาดได้แก่ 30, 50, 100, 160, 250, 315 400, 500, 1000 1250, 100, 120, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500 kVA.

2. ประสิทธิภาพ กำลังสูญเสียในหม้อแปลง และมาตรการประหยัดพลังงานในหม้อแปลง

การทำงานของหม้อแปลง



รูปที่ 2.5 แสดงวงจรสมมูลหม้อแปลง

(ที่มา จากหนังสือคู่มือหลังสูตรการอนุรักษ์พลังงาน บทที่ 3-5 ,กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

จากรูป V_g แทนแรงดันไฟฟ้าซึ่งส่งมาจากการไฟฟ้า เพื่อมาเข้าหม้อแปลงที่ด้านปฐมภูมิ จากนั้นหม้อแปลงไฟฟ้าจะทำการแปลงแรงดันไฟฟ้าลง แล้วจ่ายกำลังงานไฟฟ้าออกทางด้านทุติยภูมิเพื่อให้กำลังไฟฟ้าแก่อุปกรณ์ในโรงงาน วงจรในรูปแสดงให้เห็นความต้านทานที่เกิดขึ้นตัวหม้อแปลง (ค่า R_p , L_p แสดงความต้านทานที่เกิดขึ้นที่ด้านปฐมภูมิ และ R_s , L_s แสดงความต้านทานที่เกิดขึ้นที่ด้านทุติยภูมิ) ความต้านทานที่เกิดขึ้นในหม้อแปลงนี้ทำให้เกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าขึ้นในหม้อแปลง ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 อย่างคือ

- กำลังสูญเสียในแกนเหล็ก (Iron loss / Core loss) เนื่องจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสลับที่เกิดขึ้นต่อแกนเหล็ก และกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในเนื้อเหล็ก ทำให้เกิดการสูญเสียในรูปความร้อน กำลังสูญเสียในแกนเหล็กนี้มีค่าแปรผันกับแรงดันไฟฟ้ายกกำลังสอง แต่ในความเป็นจริงแล้ว

แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับหม้อแปลงจะมีค่าค่อนข้างคงที่ ดังนั้นกำลังไฟฟ้าสูญเสียในส่วนนี้จึงมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับโหลดของหม้อแปลง จึงเรียกกันว่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียไร้โหลด (no-load loss)

- กำลังไฟฟ้าสูญเสียในตัวนำ (Copper loss) เป็นกำลังสูญเสียเนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำที่มีความต้านทาน ซึ่งก็คือขดลวดในหม้อแปลง กำลังสูญเสียชนิดนี้แปรตามกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดในหม้อแปลงยกกำลังสอง ดังนั้นหากโรงงานมีการใช้กระแสไฟฟ้ามาก ก็จะมีการสูญเสียที่ส่วนนี้มากตามไปด้วย บางครั้งเราเรียกการสูญเสียว่า load loss ผู้ผลิตจะระบุกำลังสูญเสียในตัวนำไว้ที่โหลดเต็มพิกัด

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าหาได้จาก

$$\eta = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \quad (2.17)$$

โดย P_{input} = $P_{\text{output}} + P_{\text{core loss}} + P_{\text{copper loss}}$
 และ P_{input} คือ กำลังไฟฟ้าที่ให้กับหม้อแปลง
 P_{output} คือ กำลังไฟฟ้าที่หม้อแปลงให้ออกมา
 $P_{\text{copper loss}}$ คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียเนื่องจากขดลวดทองแดง
 $P_{\text{core loss}}$ คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็ก

2.2.6.2 ประสิทธิภาพสูงสุดของหม้อแปลง

กำลังสูญเสียในแกนเหล็กมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับโหลด ดังนั้นเมื่อโหลดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียนี้จะลดลง ซึ่งสวนทางกับกำลังสูญเสียในตัวนำ ซึ่งแปรตามโหลด ดังนั้นจะมีโหลดขนาดหนึ่งซึ่งกำลังสูญเสียรวมต่ำสุด หรือประสิทธิภาพสูงที่สุดก่อนที่จะไปถึงตรงนั้น ขอแนะนำตัวแปรอีกตัวหนึ่งคือ

$$\text{โหลดแฟกเตอร์ (load factor) ของหม้อแปลง} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่หม้อแปลงจ่าย (kVA)}}{\text{กำลังพิกัดของหม้อแปลง (kVA)}} \quad (2.18)$$

และหากกำหนดให้

n = โหลดแฟกเตอร์
 P = กำลังพิกัดของหม้อแปลง (kVA สูงสุดที่หม้อแปลงจ่ายได้)
 $\cos \phi$ = เพาเวอร์แฟกเตอร์ = กำลังไฟฟ้าจริง / กำลังไฟฟ้าปรากฏ
 W_I = กำลังสูญเสียในแกนเหล็ก

W_C = กำลังสูญเสียในตัวนำ เมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัด

$$\alpha = W_I / W_C$$

จะหาลำดับสูญเสียในตัวนำเมื่อหม้อแปลงจ่ายโหลดที่โหลดแฟกเตอร์ n ได้ $= n^2 W_C$ เราจะสามารถหาประสิทธิภาพหม้อแปลงเมื่อจ่ายโหลดที่โหลดแฟกเตอร์ n ได้จาก

$$\eta = \frac{n P \cos \phi}{n P \cos \phi + W_I + n^2 W_C} \quad (2.19)$$

หม้อแปลงจะมีประสิทธิภาพจะสูงสุดเมื่อกำลังสูญเสียในแกนเหล็กเท่ากับกำลังสูญเสียในตัวนำ หรือ

$$W_I = n^2 W_C \quad (2.20)$$

หรือ

$$n = \sqrt{W_I / W_C} = \sqrt{1/\alpha} \quad (2.21)$$

2.2.6.3 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า

1. การเลือกใช้หม้อแปลงประสิทธิภาพสูง

2. การปรับแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (ด้านแรงต่ำ) ของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ระดับที่เหมาะสม การปรับแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ใช้งานอย่างเหมาะสมสามารถทำได้โดยการปรับแท็ปของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยปกติแล้วอุปกรณ์ไฟฟ้าจะกำหนดระดับแรงดันไฟฟ้าขณะใช้งานไว้ แต่ในทางปฏิบัติอุปกรณ์ดังกล่าว อาจใช้กับระดับแรงดันไฟฟ้าที่สูงหรือต่ำกว่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดมาได้ แต่อาจทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ดังกล่าวสั้นลงกว่าที่ควรส่งผลให้กระบวนการผลิตของโรงงานได้รับความเสียหาย และก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า

3. การขนานหม้อแปลงไฟฟ้า (ขนาดเท่ากัน) หลายตัวเข้าด้วยกัน (Banking) กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้า เช่น โรงงาน หรือ อาคาร มีหม้อแปลงไฟฟ้า (ขนาดเท่ากัน) หลายตัวเนื่องจากการขยายกิจการหรือขยายการใช้ไฟฟ้าทำให้มีจำนวนหม้อแปลงไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยปริมาณการใช้งานรวมสูงสุด (kVA) มีค่าสูงจนทำให้ไม่สามารถตัดหม้อแปลงไฟฟ้าบางตัวออกจากระบบได้ การขนานหม้อแปลงไฟฟ้าเข้าด้วยกันจะช่วยลดการสูญเสียโดยรวม ซึ่งเกิดขึ้นในหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละตัวได้

4. การปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ในหม้อแปลงไฟฟ้า การปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ในหม้อแปลงไฟฟ้าช่วยลดการสูญเสียภายในหม้อแปลงไฟฟ้าทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าสามารถจ่าย

โหลดได้เพิ่มขึ้น การปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ที่ดีควรติดตั้งอุปกรณ์ปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ เช่น ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ไว้ในตำแหน่งที่ใกล้กับโหลดที่มีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำ

2.2.7 การวิเคราะห์ระบบอื่นๆ ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

2.2.7.1 ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) หมายถึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่ง queเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ต้นกำลังและเป็นอุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆ ที่ใช้ในระบบต่างๆ ในโรงงานและอาคาร

1. ชนิดและหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถแบ่งประเภทของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดคือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct current motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหรือเรียกว่า ดี.ซี มอเตอร์ อาจแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

- มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรี่ส์มอเตอร์ (Series Motor)
- มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันท่มอเตอร์ (Shunt Motor)
- มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเรียกว่า เอ.ซี มอเตอร์ สามารถแบ่งออกตามจำนวนเฟสของกระแสไฟฟ้าได้ดังนี้

- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่า ซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Sing phase motor) ซึ่งสามารถจำแนกย่อยได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่
 - สปลิตเฟส มอเตอร์ (Split-phase motor) หรืออินดักชันมอเตอร์ (Induction motor) มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้งานมากในตู้เย็น เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก เครื่องซักผ้า เป็นต้น มีขนาดแรงม้าขนาดตั้งแต่ 1/4 แรงม้า , 1/3 แรงม้า, 1/2 แรงม้า จะมีขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า
 - คาปาซิเตอร์ มอเตอร์ (Capacitor motor)
 - รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion motor)
 - ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor)
 - เซดเคด โพล มอเตอร์ (Shaded-pole motor)
- มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 3 เฟสหรือเรียกว่า ทรีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase motor)

2. ประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้า

ประสิทธิภาพของมอเตอร์ขึ้นอยู่กับค่าของการสูญเสียที่เกิดขึ้นในตัวมอเตอร์ โดยทั่วไปแล้วการสูญเสียในมอเตอร์จะมาจากการสูญเสียที่มีค่าคงที่ และการสูญเสียที่เปลี่ยนแปลงตามโหลดของมอเตอร์ ได้ดังนี้

1. การสูญเสียที่แกนเหล็ก (Core losses) เกิดจากพลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็กที่ไหลอยู่ในแกนเหล็ก (Hysteresis losses) รวมทั้งการสูญเสียที่เกิดจากกระแสไหลวนในแกนเหล็ก (Eddy current losses)

2. การสูญเสียจากแรงลมที่ต้านทานการหมุนและแรงเสียดทาน (Windage and friction losses) เกิดจากแรงเสียดทานในตลับลูกปืน และแรงต้านของครีบบระบายอากาศที่ตัวมอเตอร์ โดยรวมแล้วการสูญเสียที่แกนเหล็ก การสูญเสียจากแรงลม และแรงเสียดทาน เป็นค่าการสูญเสียที่คงที่ และไม่ขึ้นกับโหลดของมอเตอร์เรียกโดยรวมว่า “ ค่าการสูญเสียขณะที่มีมอเตอร์ไม่มีโหลด ” (No - Load losses)

3. การสูญเสียที่สเตเตอร์ (Stator losses) จะอยู่ในรูปของความร้อนเกิดจากกระแสที่ไหลผ่านขดลวดที่มีความต้านทานอยู่ภายใน

4. การสูญเสียที่โรเตอร์ (Rotor losses) อยู่ในรูปความร้อนเช่นเดียวกับสเตเตอร์ แต่เกิดที่ตัวนำในโรเตอร์

5. การสูญเสียจากภาระการใช้งาน (Stray losses) เป็นผลจากค่าการสูญเสียที่เกิดจากความถี่ในแกนเหล็กที่โรเตอร์ ค่ากระแสไหลวนในขดลวดที่สเตเตอร์ ค่าการสูญเสียจากค่ากระแสฮาร์มอนิกในตัวนำของโรเตอร์ขณะที่มีโหลดค่าสนามแม่เหล็กรั่วไหลที่เกิดจากกระแสไหล ซึ่งการสูญเสียที่สเตเตอร์ โรเตอร์และจากภาระการใช้งาน จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของโหลดเรียกโดยรวมว่า “ค่าความสูญเสียขณะมีโหลด” (Load losses) ค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์หาได้ดังนี้

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (2.22)$$

$$\eta = \frac{746 \times Hp}{P_{in}} \quad (2.23)$$

ค่าประสิทธิภาพอาจเขียนอยู่ในรูปที่แสดงค่ากำลังงานสูญเสียของมอเตอร์ด้วยก็ได้ ดังนี้

$$\eta = \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}} \quad (2.24)$$

ปริมาณของกำลังไฟฟ้าป้อนเข้าที่ใช้ผลิตแรงม้าตามพิกัดนั้น จะต่างกันสำหรับมอเตอร์แต่ละตัว มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าจะต้องการกำลังงานป้อนเข้าที่น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าที่ให้ขาออกเท่ากัน

3. การอนุรักษ์พลังงานที่เกิดจากการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ในปัจจุบันมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะมีราคาสูงกว่ามอเตอร์มาตรฐานประมาณ 20% ราคาที่เพิ่มขึ้นนี้จะกลับคืนมาในรูปของการประหยัดค่าพลังงาน จากการที่ประสิทธิภาพของมอเตอร์นั้นสูงขึ้น การประหยัดค่าพลังงานสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ค่าพลังงานที่ประหยัดได้} = \text{ค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ย} \times \text{กิโลวัตต์ชั่วโมงที่ประหยัดได้} \quad (2.25)$$

เมื่อ

$$\text{กิโลวัตต์ชั่วโมงที่ประหยัด} = \text{กิโลวัตต์ที่ลดลง} \times \text{ชั่วโมงการทำงานตลอดปี} \quad (2.26)$$

การคำนวณความคุ้มค่าการลงทุนใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงโดยทั่วไปจะดูจากระยะเวลาคืนทุนเบื้องต้นหากเป็นการซื้อมอเตอร์ใหม่ ระยะคืนทุนเบื้องต้น คือ อัตราส่วนระหว่างราคาที่เพิ่มขึ้นของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงกับค่าพลังงานที่ประหยัดได้

4. แนวทางอื่นๆ ในการอนุรักษ์พลังงานมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามาก การใช้มอเตอร์ให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้ามีข้อปฏิบัติ ดังนี้

1. เลือกประสิทธิภาพของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับสภาวะการดำเนินงานซึ่งควรอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์การลงทุนโดยพิจารณาถึงราคาซื้อ ชั่วโมงการทำงาน ประสิทธิภาพของมอเตอร์และค่าไฟฟ้า

2. ควรมีการตรวจสอบการใช้งานมอเตอร์เพื่อพิจารณาใช้ตัวควบคุมความเร็วของมอเตอร์

3. ถ้าแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ 3 เฟสไม่สมดุลอาจมีการสูญเสียพลังงานจำนวนมากได้ จึงควรมีการตรวจสอบความสมดุลของแรงดันไฟฟ้าเป็นประจำ

4. ปรับปรุงและบำรุงรักษาระบบทางกลของมอเตอร์อยู่เสมอ เช่น ตรวจสอบความตึงของสายพานอัดจาระบีและหยอดน้ำมันหล่อลื่นตามกำหนด เพื่อลดกำลังงานสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานหรือความฝืด

2.2.7.2 ระบบลิฟต์ไฟฟ้า

ระบบลิฟต์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับขนของขึ้น-ลงในแนวดิ่งภายในอาคาร และเป็นหัวใจสำคัญที่ใช้ในการโดยสารภายในอาคาร เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการสัญจรภายในอาคาร

1. องค์ประกอบหลักของระบบลิฟต์ มีดังต่อไปนี้

- ตัวลิฟต์ (Car)
- สลิง (Sling)
- เครื่องลิฟต์ (Elevator Machine)
- อุปกรณ์ควบคุม (Control Equipment)
- น้ำหนักถ่วง (Counterweight)
- ปล่องลิฟต์ (Hoist way)
- รางบังคับ (Guide Rail)
- ห้องเครื่องลิฟต์ (Machine Room)
- บ่อลิฟต์ (Pit)

2. หลักการทำงานของลิฟต์ไฟฟ้า

ตัวลิฟต์ คือ ส่วนเดียวที่ผู้ใช้ลิฟต์ทั่วไปคุ้นเคย ตัวลิฟต์เป็นห้องเล็กๆที่รองรับด้วยโครงสร้างเหล็ก ที่ด้านบนของโครงสร้างเหล็กจะยึดติดกับสลิง ตัวลิฟต์จะเคลื่อนที่โดยวิ่งไปตามรางบังคับในแนวดิ่งตลอดความสูงของปล่องลิฟต์ ตัวลิฟต์จะประกอบด้วยประตุนิรภัย, อุปกรณ์ควบคุม, หมายเลขบอกชั้น, ไฟฟ้าแสงสว่าง, อุปกรณ์ส่งสัญญาณฉุกเฉิน และระบบระบายอากาศ

สลิงยึดติดกับส่วนบนของตัวลิฟต์และเป็นส่วนที่รับน้ำหนักที่เกิดขึ้น จะประกอบด้วยสลิงที่ผลิตมาเป็นพิเศษเพื่อใช้กับลิฟต์ โดยปกติจะมีประมาณ 4 ถึง 8 เส้นขึ้นอยู่กับความเร็วและขนาดของลิฟต์ ในการออกแบบทั่วไป สลิงแต่ละเส้นจะสามารถรับน้ำหนักได้ทั้งหมดอยู่แล้ว จึงหมายความว่าสลิงที่เหลือเป็นการเผื่อเพื่อความปลอดภัย สลิงจะต่อเชื่อมจากตัวลิฟต์ขึ้นไปยังรอกที่เครื่องลิฟต์ และต่อไปยังน้ำหนักถ่วง

น้ำหนักถ่วงซึ่งประกอบด้วยแผ่นเหล็กจำนวนหลายแผ่นยึดติดกันจะต่อเชื่อมกับปลายอีกด้านหนึ่งของสลิง น้ำหนักถ่วงจะวิ่งตามแนวดิ่งในทิศทางตรงข้ามกับตัวลิฟต์ น้ำหนักของน้ำหนักถ่วงจะประมาณเท่ากับน้ำหนักของตัวลิฟต์เปล่าบวกกับ 40% ของน้ำหนักบรรทุกวัตถุประสงค์ของการมีน้ำหนักถ่วงก็เพื่อให้เครื่องลิฟต์ไม่ต้องออกแรงมาก, สามารถใช้เครื่องลิฟต์ได้ขนาดเล็กลงและประหยัดพลังงาน

3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของระบบลิฟต์

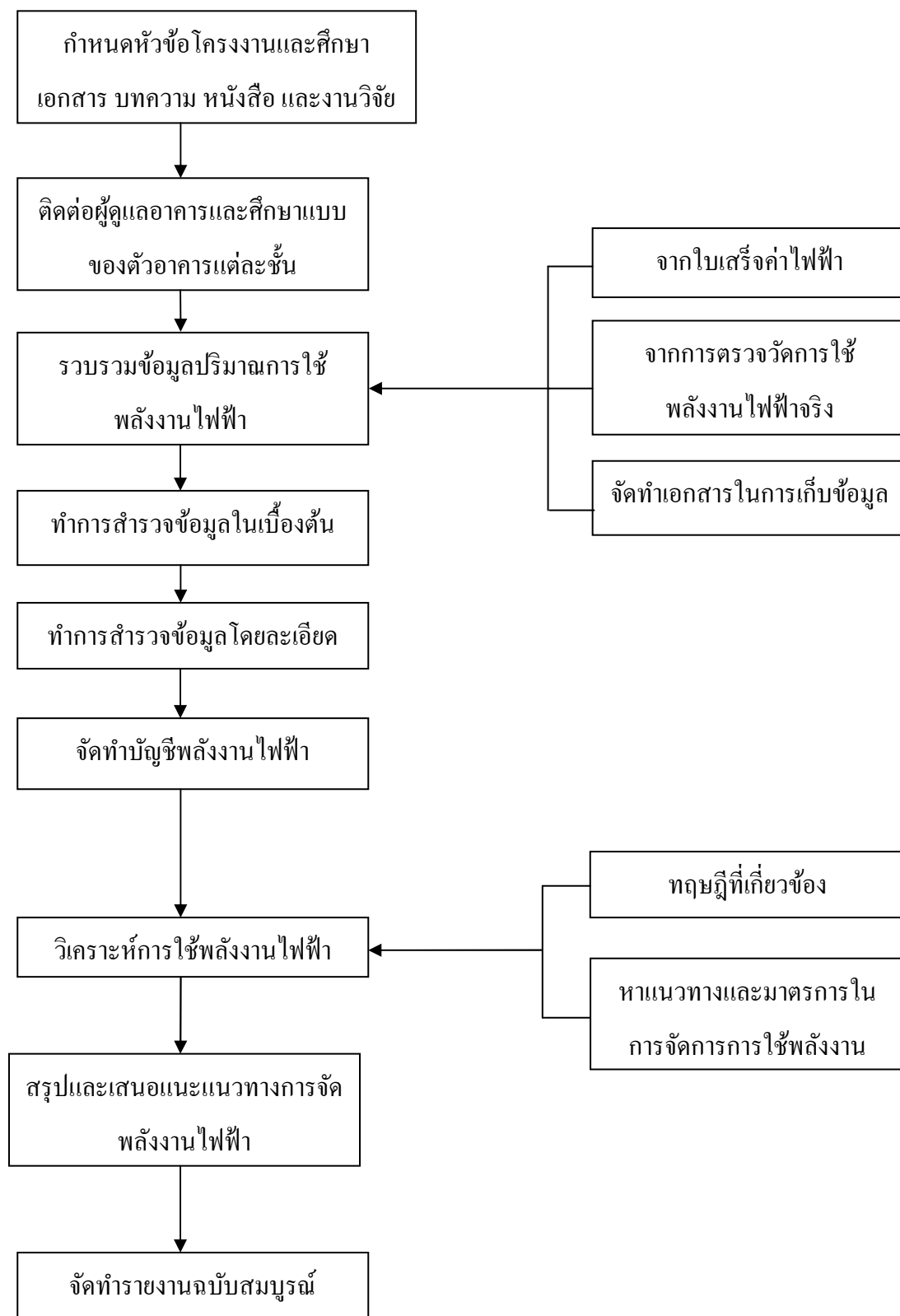
1. ปิดลิฟต์บางชุด ในช่วงเวลาที่มีคนใช้น้อย
2. รมรงค์ให้ใช้บันไดแทนลิฟต์ ในกรณีขึ้นลงชั้น
3. รมรงค์ให้กดปุ่มขึ้นหรือลงตามที่ต้องการ ไม่ควรกดทั้งขึ้นและลง
4. ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติในการบริหารจัดการผู้ใช้ลิฟต์ขึ้นและลงอย่างเหมาะสม

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการค้นคว้าวิจัย

1. ปรึกษา วางแผน เพื่อหาหัวข้อที่สนใจแล้วศึกษาค้นคว้า เอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานและโครงการ BEAT
2. ติดต่อผู้ดูแลอาคารและศึกษาแบบของตัวอาคารแต่ละชั้น
3. รวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟของปีที่ผ่านมา และจากการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าจริง
4. ทำการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าเบื้องต้น
5. ทำการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยละเอียด
6. จัดทำบัญชีพลังงานไฟฟ้า คำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ
7. วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าพร้อมทั้งหาแนวทางในการจัดการพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสม
8. สรุปและเสนอแนะแนวทางในการจัดการพลังงานไฟฟ้า
9. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

บทที่ 4

ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารหอสมุดกลาง

4.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะอาคาร

4.1.1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่ออาคาร	: สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประเภทอาคาร	: อาคารสำนักงาน จำนวน 8 ชั้น
พื้นที่ใช้งาน	: 11,600 ตารางเมตร
ที่ตั้งอาคาร	: สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร) ถนนสุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10110
โทรศัพท์	: 02-2584002-3 , 02-6641000 ต่อ 15382 โทรสาร 02-2604514
ลักษณะการใช้งาน	: อาคารหอสมุด
เวลาทำการ	: เวลาทำการเฉลี่ย 10.63 ชั่วโมง / วัน 344 วัน / ปี
เริ่มดำเนินการ	: ปีพุทธศักราช 2532

4.2 รายละเอียดการตรวจวัดระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดการตรวจวัดระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ขนาดหม้อแปลง (kVA)	ชนิด	จำนวน (ลูก)	แรงดัน (kV/V)	จำนวนสาย เมนต่อเฟส
1,000	Oil type	1	22/416-240	4
500	Oil type	1	22/416-240	4

4.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

การสำรวจระบบแสงสว่างภายในอาคาร มีพื้นที่การสำรวจทั้งหมด 8 ชั้นโดยมีการสำรวจและค่าต่าง ๆ ได้แสดงในภาคผนวก ก. 1 จากการสำรวจพบว่าอาคารมีการหลอดไฟชนิดต่าง ๆ และมีการใช้พลังงานดังนี้

ตารางที่ 4.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

ลำดับที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด(W)	กำลังไฟฟ้าต่อ บัลลาสต์(W)	จำนวน หลอด	กำลังไฟฟ้า รวม(W)
1	Fluorescent	36	10	3,549	163,254
2	Fluorescent	18	10	123	3,444
3	Compact Fluorescent	18	-	50	900
4	Compact Fluorescent	14	-	121	1,694
5	Compact Fluorescent	11	-	14	154
6	Compact Fluorescent	8	-	5	40
7	Compact Fluorescent	5	-	2	10
8	Halogen	50	-	2	100
9	Halogen	20	-	16	320
10	Incandescent	100	-	27	2,700
รวม				3,903	172,616
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ kWh/Year					475,153.98

หมายเหตุ : รายละเอียดพลังงานที่ใช้ต่อปีแสดงในภาคผนวก ก.1

4.4 รายละเอียดการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศสำนักหอสมุดกลาง

การสำรวจเครื่องปรับอากาศภายในอาคารสำนักหอสมุดกลาง ที่ทำการสำรวจในส่วนของ Air condition ในพื้นที่ที่มีการปรับอากาศทั้งหมด 8 ชั้น โดยมีการสำรวจและตรวจวัดค่าต่างๆ ดังรายละเอียดการตรวจวัดในภาคผนวก ก.2 จากการสำรวจพบว่ามีการใช้เครื่องปรับอากาศทำความเย็นขนาดต่างๆ เป็นจำนวน 167 เครื่อง และมีชนิดเทอร์โมสตัทที่แสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนเครื่องปรับอากาศขนาดต่างๆ

ที่	ขนาด (Btu/hr)	ชนิด เครื่องปรับอากาศ	จำนวน (เครื่อง)	ชนิดเทอร์โมสตัท		รวม (Btu/hr)
				BT	ET	
1	8,800	FC	5	0	5	44,000
2	12,000	FC	3	0	3	36,000
3	12,500	FS	8	8	0	100,000
4	16,100	FS	1	0	1	16,100
5	18,300	FS	1	1	0	18,300
6	18,800	FC	1	0	1	18,800
7	24,000	FC	3	1	2	72,000
8	25,000	FC	2	2	0	50,000
9	25,600	FS	8	8	0	204,800
10	25,800	FC	1	1	0	25,800
11	25,900	FC	1	0	1	25,900
12	27,000	FC	3	0	3	81,000
13	28,200	FC	1	0	1	28,200
14	28,300	FS	12	12	0	339,600
15	30,000	FC	16	16	0	480,000
16	30,600	FC	1	0	1	30,600
17	32,000	FC(4),FS(2)	6	6	0	192,000
18	33,000	FC	2	1	1	66,000
19	33,800	FC	1	1	0	33,800

ที่	ขนาด (Btu/hr)	ชนิด เครื่องปรับอากาศ	จำนวน (เครื่อง)	ชนิดเทอร์โมสตัท		รวม (Btu/hr)
				BT	ET	
20	35,000	FS	9	9	0	315,000
21	35,800	FS	2	2	0	71,600
22	36,000	FS(3),FC(1)	4	0	4	144,000
23	37,400	FC	1	0	1	37,400
24	38,400	FS	2	2	0	76,800
25	39,000	FS	1	1	0	39,000
26	44,000	FC	2	2	0	88,000
27	56,000	FS	3	3	0	168,000
28	60,000	FC	5	5	0	300,000
29	60,900	FC	18	0	18	1,096,200
30	61,000	FS	20	20	0	1,220,000
31	62,150	FC	2	0	2	124,300
32	78,900	FS	18	18	0	1,420,200
33	320,000	PW	2	2	0	640,000
34	347,000	PW	2	2	0	694,000
			167	123	44	8,297,400

*หมายเหตุ

สัญลักษณ์เครื่องปรับอากาศ

: FC = Fan Coil Ceiling Mounted

: FS = Fan Coil Standing Mounted

: PW = Package Water Cooled

สัญลักษณ์เทอร์โมสตัท

: BT = Bi-metal Thermostats

: ET = Electronic Thermostats

พื้นที่ปรับอากาศทั้งสิ้น

9,175.42

ตารางเมตร

พิกัดทำความเย็นต่อพื้นที่ปรับอากาศรวม

904.31

บีทียู/ชั่วโมง/ตารางเมตร

ใช้พลังงานไฟฟ้า

875,418.95

กิโลวัตต์ ชั่วโมง /ปี

4.5 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในลิฟต์โดยสารอาคารหอสมุดกลาง

จากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์โดยสารภายในอาคารหอสมุดกลางพบว่า มีลิฟต์โดยสารจำนวน 3 ตัว ซึ่งเป็นของผู้ให้บริการห้องสมุด 2 ตัว และเป็นลิฟต์สำหรับเจ้าหน้าที่ 1 ตัวซึ่งจะมีรายละเอียดการใช้พลังงานดังต่อไปนี้

4.5.1 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในลิฟต์โดยสารอาคารหอสมุดกลาง

หมายเลข 1 - 2

รายละเอียดการตรวจวัด

ข้อมูลพื้นฐาน

อาคารหอสมุดกลาง

ลิฟต์หมายเลข 1-2

ชนิดลิฟต์ Traction machine elevator type

ข้อมูลทางเทคนิค

ระบบควบคุม	YCM-30
ความเร็ว	45m/min (0.75m/s)
ลักษณะการใช้งาน	ลิฟต์โดยสาร
น้ำหนักบรรทุก	1,000 กิโลกรัม
จำนวนผู้โดยสาร	13 คน
จำนวนจุดหยุดรับ-ส่ง	7 จุด
ความสูงตึก	24.5 เมตร (3.5 เมตร/ชั้น)
พัดลมระบายอากาศ	1 ตัว
หลอดไฟส่องสว่าง	32 วัตต์

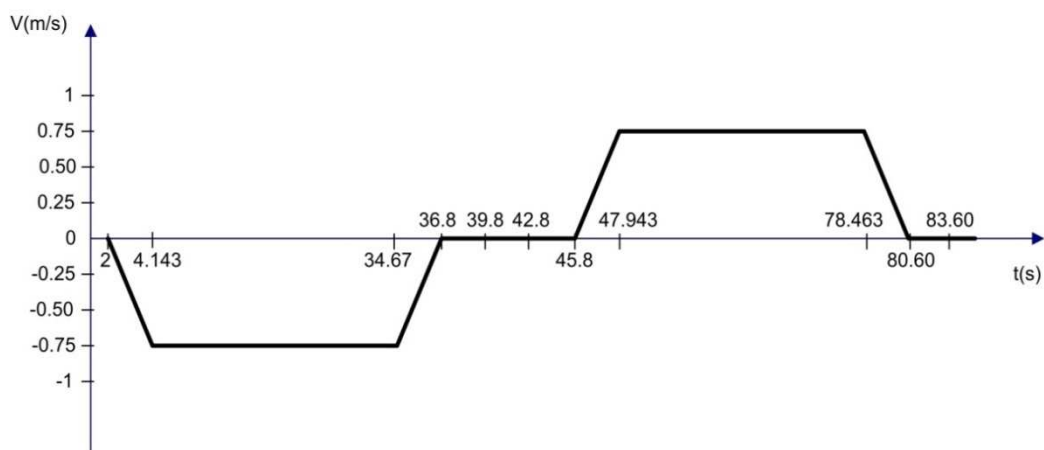
การคำนวณเบื้องต้น

Traction motor	(T_m)	: 7.5 kW
Door motor	(d_m)	: 45 W
ความเร็ว - ขึ้น	(a)	: 0.35 m/s^2
ความเร็ว - ลง	(a)	: 0.35 m/s^2
พลังงานไฟฟ้าช่วงดำเนินการ		: 0.05 kW
พลังงานไฟฟ้าในช่วงไม่ดำเนินการ	(X)	: 0.4 kW
พัดลมระบายอากาศ		: 50 W

ไฟส่องสว่าง : 32 W

เวลาดำเนินการ เปิด-ปิด ประตู (td) : 12 s

เวลาดำเนินการ (tb) : 3 s



รูปที่ 4.1 กราฟเวลาดำเนินการในช่วงการกวดเรียกลิฟต์หมายเลข 1-2

1. เวลาการดำเนินการ

- เวลาช่วงมีความเร่ง

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{(v - v_0)}{a} \\
 &= \frac{(0.75 - 0)}{0.35} \\
 &= 2.143 \text{ s}
 \end{aligned}$$

- เวลาช่วงความเร็วคงที่

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{s}{v} \\
 &= \frac{\left[24.5 - \left(\frac{1}{2} \times 2.143 \times 0.75 \right) \times 2 \right]}{0.75} \\
 &= 30.52 \text{ s}
 \end{aligned}$$

2. การใช้พลังงานไฟฟ้า

$$W_D = W_m + W_C + W_L$$

$$W_m = \text{PC of motor (kWh)}$$

$$W_C = \text{PC of operator control (kWh)}$$

$$W_L = \text{other (kWh)}$$

3. การใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์

$$\begin{aligned} W_m &= kW \text{ of } (Tm) \times \left(\frac{t_m}{3,600}\right) \\ &= 7.5 \times \left[\frac{(36.8 \times 2)}{3,600}\right] \\ &= 0.153 \text{ kWh} \end{aligned}$$

4. การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบควบคุมและประตู (W_C)

$$W_C = \text{พลังงานไฟฟ้าในการเปิดประตู} + \text{พลังงานในการควบคุม}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานในการเปิดประตู} &= \left(\frac{kW(d_m)}{1,000}\right) \times \left(\frac{t_d}{3,600}\right) \\ &= \left(\frac{45}{1,000}\right) \times \left(\frac{12}{3,600}\right) \\ &= 0.00015 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ใช้ในวงจรควบคุม} &= X \times \frac{T}{3,600} \\ &= 0.4 \times \frac{83.6}{3,600} \\ &= 0.00929 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore W_C &= 0.0015 + 0.00929 \\ &= 0.00944 \text{ kWh} \end{aligned}$$

5. การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่างและอื่น ๆ (W_L)

$$W_L = \text{พลังงานไฟฟ้าระบบส่องสว่าง} + \text{พลังงานไฟฟ้าพัดลมระบายอากาศ}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าระบบส่องสว่าง} &= \left(\frac{W \times n}{1,000}\right) \times \left(\frac{(t_m \times 2) + t_d + t_b}{3,600}\right) \\ &= \left(\frac{50}{1,000}\right) \times \left(\frac{(36.8 \times 2) + 12 + 3}{3,600}\right) \\ &= 0.0032 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าพัดลมระบายอากาศ} &= \left(\frac{W \times n}{1,000} \right) \times \left(\frac{(t_m \times 2) + t_d + t_b}{3,600} \right) \\
 &= \left(\frac{50}{1,000} \right) \times \left(\frac{(36.8 \times 2) + 12 + 3}{3,600} \right) \\
 &= 0.0012 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore W_L &= 0.0032 + 0.0012 \\
 &= 0.0044 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

6. การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม

$$\begin{aligned}
 \therefore W_T &= W_M + W_C + W_L \\
 &= 0.153 + 0.00944 + 0.0044 \\
 &= 0.16684 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

การใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์ 1-2 (ลิฟต์โดยสาร) ในแต่ละชั้นจะแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าในลิฟต์หมายเลข 1-2

ชั้น (ที่ลิฟต์จอดและไปส่ง)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (3.38 บาท ต่อหน่วย) (บาท)
6	0.146	0.49
5	0.126	0.43
4	0.1043	0.35
3	0.065	0.22
2	0.0624	0.21

*หมายเหตุ : การกดเรียกลิฟต์จะกดเรียกที่ชั้น 1 และตัวลิฟต์จะจอดอยู่ที่ชั้นนั้นๆ แล้วลิฟต์ก็กลับไปส่งที่ชั้นเดิม

4.5.2 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในลิฟต์ชั้นของอาคารหอสมุดกลาง

หมายเลข 3

รายละเอียดการตรวจวัด

ข้อมูลพื้นฐาน

อาคารหอสมุดกลาง

ลิฟต์หมายเลข 3

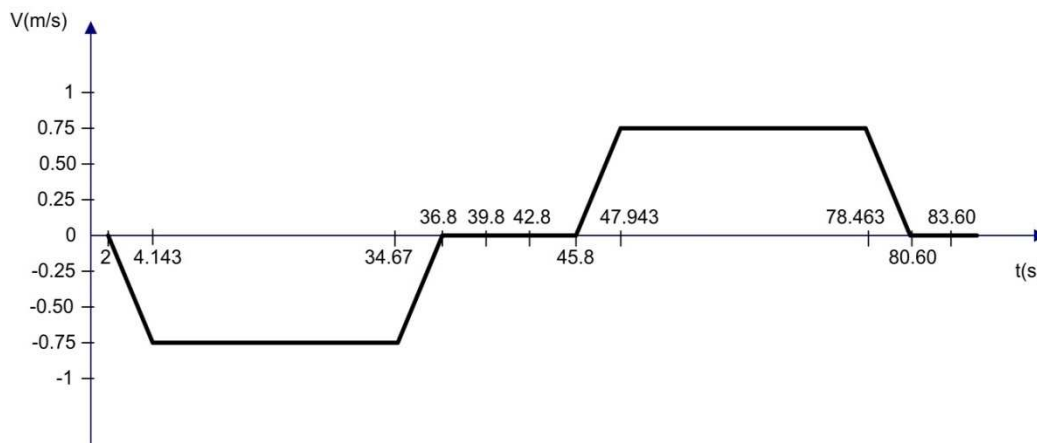
ชนิดลิฟต์ Traction machine elevator type

ข้อมูลทางเทคนิค

ระบบควบคุม	YCM-30
ความเร็ว	45m/min (0.75m/s)
ลักษณะการใช้งาน	ลิฟต์ชั้นของ
น้ำหนักบรรทุก	750 กิโลกรัม
จำนวนผู้โดยสาร	10 คน
จำนวนจุดหยุดรับ-ส่ง	7 จุด
ความสูงตึก	24.5 เมตร (3.5 เมตร/ชั้น)
พัดลมระบายอากาศ	1 ตัว
หลอดไฟส่องสว่าง	32 วัตต์

การคำนวณเบื้องต้น

Traction motor	(T_m)	: 7.5 KW
Door motor	(d_m)	: 45 W
ความเร่งขึ้น	(a)	: 0.35 m/s^2
ความเร่งลง	(a)	: 0.35 m/s^2
พลังงานไฟฟ้าช่วงดำเนินการ		: 0.05 kW
พลังงานในช่วงไม่ดำเนินการ	(X)	: 0.4 kW
พัดลมระบายอากาศ		: 50 W
ไฟส่องสว่าง		: 32 W
เวลาดำเนินการ เปิด-ปิด ประตู	(td)	: 12 s
เวลาดำเนินการ	(tb)	: 3 s



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงเวลาดำเนินการในช่วงการกดเรียกลิฟต์หมายเลข 3

1. เวลาการดำเนินการ

- เวลาช่วงมีความเร่ง

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{(v - v_0)}{a} \\
 &= \frac{(0.75 - 0)}{0.35} \\
 &= 2.143 \text{ s}
 \end{aligned}$$

- เวลาช่วงความเร่งคงที่

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{s}{v} \\
 &= \frac{\left[24.5 - \left(\frac{1}{2} \times 2.143 \times 0.75 \right) \times 2 \right]}{0.75} \\
 &= 30.52 \text{ s}
 \end{aligned}$$

2. การใช้พลังงานไฟฟ้า

$$\begin{aligned}
 W_D &= W_m + W_C + W_L \\
 W_m &= \text{PC of motor (kWh)} \\
 W_C &= \text{PC of operator control (kWh)} \\
 W_L &= \text{other (kWh)}
 \end{aligned}$$

3. การใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์

$$\begin{aligned}
 W_m &= kW \text{ of } (Tm) \times \left(\frac{t_m}{3,600} \right) \\
 &= 5.5 \times \left[\frac{(36.8 \times 2)}{3,600} \right] \\
 &= 0.153 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

4. การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบควบคุมและในส่วนประตู (W_C)

$$W_C = \text{พลังงานไฟฟ้าในการเปิดประตู} + \text{พลังงานในการควบคุม}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานในการเปิดประตู} &= \left(\frac{kW(d_m)}{1,000} \right) \times \left(\frac{t_d}{3,600} \right) \\
 &= \left(\frac{45}{1,000} \right) \times \left(\frac{12}{3,600} \right) \\
 &= 0.00015 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานที่ใช้ในวงจรควบคุม} &= X \times \frac{T}{3,600} \\
 &= 0.4 \times \frac{83.6}{3,600} \\
 &= 0.00929 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore W_C &= 0.0015 + 0.00929 \\
 &= 0.00944 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

5. การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่างและอื่น ๆ (W_L)

$$W_L = \text{พลังงานไฟฟ้าระบบส่องสว่าง} + \text{พลังงานไฟฟ้าพัดลมระบายอากาศ}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าระบบส่องสว่าง} &= \left(\frac{W \times n}{1,000} \right) \times \left(\frac{(t_m \times 2) + t_d + t_b}{3,600} \right) \\
 &= \left(\frac{32 \times 4}{1,000} \right) \times \left(\frac{(36.8 \times 2) + 12 + 3}{3,600} \right) \\
 &= 0.0032 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าพัดลมระบายอากาศ} &= \left(\frac{W \times n}{1,000} \right) \times \left(\frac{(t_m \times 2) + t_d + t_b}{3,600} \right) \\
 &= \left(\frac{50}{1,000} \right) \times \left(\frac{(36.8 \times 2) + 12 + 3}{3,600} \right) \\
 &= 0.0012 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore W_L &= 0.0032 + 0.0012 \\ &= 0.0044 \text{ kWh}\end{aligned}$$

6. การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม

$$\begin{aligned}\therefore W_T &= W_M + W_C + W_L \\ &= 0.112 + 0.00944 + 0.0044 \\ &= 0.126 \text{ kWh}\end{aligned}$$

การใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์ 3 (ลิฟต์ขนของ) ในการเรียกลิฟต์ที่จอดอยู่แต่ละชั้นจะแสดงตามตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าในลิฟต์หมายเลข 3

ชั้น (ที่ลิฟต์จอดและไปส่ง)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (3.38 บาทต่อหน่วย) (บาท)
6	0.110	0.38
5	0.095	0.32
4	0.079	0.28
3	0.063	0.21
2	0.0475	0.16

*หมายเหตุ : การกดเรียกลิฟต์จะกดเรียกที่ชั้น 1 และตัวลิฟต์จะจอดที่อยู่ชั้นนั้นๆ แล้วลิฟต์ก็กลับไปยังที่ชั้นเดิม

4.6 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปั๊มน้ำในอาคารหอสมุดกลาง

จากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปั๊มน้ำภายในอาคารสำนักหอสมุดกลางพบว่า มีมอเตอร์ปั๊มน้ำอยู่จำนวน 3 ตัว และแต่ละตัวนั้นจะใช้สูบน้ำขึ้นสู่ถังเก็บน้ำเพื่อส่งจ่ายให้อาคาร ซึ่งรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าในปั๊มน้ำมีดังนี้

4.6.1 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปั๊มน้ำในอาคารหอสมุดกลาง

หมายเลข 1-2

รายละเอียดการตรวจวัด

ข้อมูลพื้นฐาน

อาคารหอสมุดกลาง

มอเตอร์ปั๊มน้ำหมายเลข 1-2

ชนิดมอเตอร์ Induction motor

ชนิดปั๊มน้ำ แบบหอยโข่ง

ข้อมูลทางเทคนิค

พิกัดกำลัง	(P)	: 23 kW/ 13.3 kW (30HP/18HP)
ความเร็วรอบ	(Speed)	: 1,400 รอบ
จำนวนขั้ว	(Pole)	: 4 ขั้ว
พิกัดแรงดัน	(V)	: 380V Δ / 660V Y
พิกัดกระแส	(A)	: 44 A
ตัวประกอบกำลัง	(PF)	: 0.84
ประสิทธิภาพ	(η)	: 0.91

ตัวอย่างการคำนวณการใช้พลังงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำ

$$\text{สูตร } P = \sqrt{3}VI \cos \theta$$

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \times 380 \times 44 \times 0.84 \\
 &= 24,326.31 \text{ W} \\
 &= 24.33 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

เวลาใช้งานของมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวสับเปลี่ยนการทำงานรวมเป็นเวลาจำนวน 2 ชั่วโมงต่อวัน (เวลาทำการของห้องสมุดคือ 10.63 ชั่วโมงต่อวัน, 344 วันต่อปี) ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ คือ

$$\begin{aligned} E_m &= P \times hr \\ E_m &= 24.33 \times 2 \times 344 \\ &= 16,739.04 \text{ kWh / year} \end{aligned}$$

คิดเป็นเงินค่าพลังงานไฟฟ้า 56,577.95 บาท (โดยคิดค่าไฟเฉลี่ย 3.38 บาท/kWh)

4.6.2 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานในมอเตอร์ปั้มน้ำในอาคารหอสมุดกลาง

หมายเลข 3

รายละเอียดการตรวจวัด

ข้อมูลพื้นฐาน

อาคารหอสมุดกลาง
มอเตอร์ปั้มน้ำหมายเลข 3
ชนิดมอเตอร์ Induction motor
ชนิดปั้มน้ำ แบบหอยโข่ง

ข้อมูลทางเทคนิค

พิกัดกำลัง	(P)	: 1.5 kW (2 HP)
ความเร็วรอบ	(Speed)	: 1,400 รอบ
จำนวนขั้ว	(Pole)	: 4 ขั้ว
พิกัดแรงดัน	(V)	: 380Δ
พิกัดกระแส	(A)	: 3.5 Ampere
ตัวประกอบกำลัง	(PF)	: 0.78
ประสิทธิภาพ	(η)	: 0.77

ตัวอย่างการคำนวณการใช้พลังงานของมอเตอร์ปั้มน้ำ

สูตร $P = \sqrt{3}VI \cos \theta$

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times 380 \times 3.5 \times 0.78 \\ &= 1,773.79 \text{ W} \\ &= 1.774 \text{ kW} \end{aligned}$$

เวลาใช้งานจำนวน 2 ชั่วโมงต่อวัน (เวลาทำการของห้องสมุดคือ 10.63 ชั่วโมงต่อวัน, 344 วันต่อปี)
ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ คือ

$$E_m = P \times hr$$

$$E_m = 1.774 \times 2 \times 344$$

$$= 1,220.512 \text{ kWh / year}$$

คิดเป็นเงินค่าพลังงานไฟฟ้า 4,125.33 บาท (โดยคิดค่าไฟเฉลี่ย 3.38 บาท/kWh)

4.7 รายละเอียดตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

4.7.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟ FLT-8 เป็นหลอด FLT-5 พร้อมด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟ FLT-8 เป็นหลอด FLT-5 พร้อมด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 4.6 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องโสตทัศน ชั้น 1

ที่	ข้อมูล	ค่าจากการวัด	ค่าจากการเปลี่ยนหลอดไฟ	ข้อมูลห้อง	
1	ชนิดหลอด	FLT-8	FLT-5	height	2.7m
	ขนาดหลอด	36 W	28 W	Length	21.21m
	ชนิดบัลลาสต์	Coil	Electronics Ballast	wide	16.9m
	ขนาดบัลลาสต์	10	2	area	300.5 m ²
	ชนิดโคม	Reflect 2/1	Reflect 2/1	F	1
	จำนวนโคม	55 โคม	55 โคม	hr./day	10.63
	ค่าความสว่างเฉลี่ย	335	594.48	Day/y	344

การใช้พลังงานไฟฟ้า ; จากสูตร

$$P_{total} = \frac{[n \times P_T] + [n \times P_B]}{1,000}$$

$$P_{total(old)} = \frac{[110 \times 36] + [110 \times 10]}{1,000} = 5.06 \text{ kW}$$

$$P_{total(new)} = \frac{[110 \times 28] + [110 \times 2]}{1,000} = 3.30 \text{ kW}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

$$P_{save} = P_{total(old)} - P_{total(new)}$$

$$\begin{aligned} P_{save} &= 5.06 - 3.3 \\ &= 1.76 \text{ kW} \end{aligned}$$

พลังงานที่ประหยัด (หน่วย/ปี) = P_{save} x ชั่วโมงทำงาน x แฟกเตอร์การใช้งาน x วันทำงาน/ปี

$$\begin{aligned} E_{save} &= 1.76 \text{ kW} \times 1 \times 10.63 \times 344 \\ &= 6,435.83 \text{ kWh / year} \end{aligned}$$

คิดเป็นเงิน (ค่าไฟเฉลี่ย 3.38 บาท/kWh) $6,435.83 \times 3.38 = 21,753.12$ บาท / ปี

การคำนวณหาค่าความสว่างหลังจากปรับปรุง

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร ; } RCR &= \frac{5 \times h_m (L + W)}{L \times W} \\ &= \frac{5 \times 2 (21.21 + 16.90)}{300.5} \\ &= 1.27 \end{aligned}$$

นำค่า RCR ไปเปิดตารางเพื่อหาค่าตัวประกอบการใช้งาน(UF) จะได้ $UF = 0.7$

$$\text{จากสูตร ; } E = \frac{n \times \phi \times MF \times UF}{A}$$

$$\text{จากการสำรวจ } E = 335 \text{ Lux}$$

$$\text{จากการคำนวณ } E = \frac{110 \times 2,900 \times 0.8 \times 0.7}{300.5} = 594.48 \text{ Lux}$$

4.7.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟแบบหลอดไส้เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

ตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟแบบหลอดไส้เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องประชุมสำนัก ชั้น 7

ที่	ข้อมูล	ค่าจากการวัด	ค่าจากการเปลี่ยนหลอดไฟ
1	ชนิดหลอด	IC	P-LS
	ขนาดหลอด	100 W	14 W
	ชนิดบัลลาสต์	-	-
	ขนาดบัลลาสต์	-	-
	ชนิดโคม	Down light	Down light
	จำนวนหลอด	16	16
	จำนวนโคม	16	16
	ค่าความสว่างเฉลี่ย	335	594.48
	แฟกเตอร์การทำงาน	0.3	0.3

การใช้พลังงานไฟฟ้า ; จากสูตร

$$P_{total} = \frac{[n \times P_l]}{1,000}$$

$$P_{total(old)} = \frac{[16 \times 100]}{1,000} = 1.60 \text{ kW}$$

$$P_{total(new)} = \frac{[16 \times 14]}{1,000} = 0.224 \text{ kW}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

$$P_{save} = P_{total(old)} - P_{total(new)}$$

$$\begin{aligned} P_{save} &= 1.60 - 0.224 \\ &= 1.376 \text{ kW} \end{aligned}$$

พลังงานที่ประหยัด (หน่วย/ปี) = P_{save} x ชั่วโมงการทำงาน x แฟกเตอร์การใช้งาน x วันทำงาน/ปี

$$E_{save} = 1.376 \text{ kW} \times 0.3 \times 10.63 \times 344$$

$$= 1,509.49 \text{ kWh / year}$$

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (ค่าไฟเฉลี่ย 3.38 บาท/kWh) $1,509.49 \times 3.38 = 5,102.08$ บาท / ปี

4.7.3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการติดตั้งระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (motion sensors) ที่ห้องสุขาผู้ใช้บริการห้องสมุด

ตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยการติดตั้งระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (motion sensors) ที่ห้องสุขาผู้ใช้บริการห้องสมุด

ตารางที่ 4.8 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องสุขาชายชั้น 1

ที่	ข้อมูล	ค่าจากการวัด	ค่าจากการเปลี่ยนหลอดไฟ
1	ชนิดหลอด	F LT-5	F LT-5
	ขนาดหลอด	28W	28W
	ชนิดบัลลาสต์	Electronics Ballast	Electronics Ballast
	กำลังสูญเสียบัลลาสต์	2W	2W
	ชนิดโคม	Reflect 2/1, Non Reflect 1/1	Reflect 2/1, Non Reflect 1/1
	จำนวนหลอด	2,1	2,1
	จำนวนโคม	2,1	2,1
	แฟกเตอร์การใช้งาน	1	0.3
	เวลาทำการ	10.63 h/day	10.63 h/day
	วันทำการ	344 day/year	344 day/year

การใช้พลังงานไฟฟ้า ; จากสูตร

$$P_{total} = \frac{[n \times P_T] + [n \times P_B]}{1,000}$$

$$P_{(old)} = \frac{[5 \times 28] + [5 \times 2]}{1,000} = 0.15 \text{ kW}$$

$$P_{(new)} = \frac{[5 \times 28] + [5 \times 2]}{1,000} = 0.15 \text{ kW}$$

พลังงานไฟฟ้าก่อนติดตั้ง = $P_{(old)}$ x ชั่วโมงการทำงาน x แฟกเตอร์การใช้งาน x วันทำงาน/ปี

$$E_{(old)} = 0.15kW \times 1 \times 10.63 \times 344$$

$$= 548.51kWh / year$$

พลังงานไฟฟ้าหลังติดตั้ง = $P_{(old)}$ x ชั่วโมงการทำงาน x แฟกเตอร์การใช้งาน x วันทำงาน/ปี

$$E_{(new)} = 0.15kW \times 0.3 \times 10.63 \times 344$$

$$= 164.55kWh / year$$

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = พลังงานไฟฟ้าก่อนติดตั้ง - พลังงานไฟฟ้าหลังติดตั้ง

$$E_{(save)} = E_{(old)} - E_{(new)}$$

$$= 548.51 - 164.55$$

$$= 383.96kWh / year$$

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (ค่าไฟเฉลี่ย 3.38 บาท/kWh) $383.96 \times 3.38 = 1,297.78$ บาท / ปี

4.8 รายละเอียดตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

4.8.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (High EER) พร้อมด้วยเทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (High EER) พร้อมด้วยเทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์

ที่	รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	จำนวน	หน่วย
ค่าที่ได้จากการตรวจวัด					
1	หมายเลขสัญลักษณ์	FS-087			
2	ชื่อผลิตภัณฑ์	Benson			
3	อายุ	24 ปี			
4	ชนิดเทอร์โมสตัท	BT (Bi-thermal Thermostat)			
5	พิกัดทำความเย็น	Q	จากตารางข้อมูล	12,500	Btu/h
6	กำลังไฟฟ้าที่ใช้	P_o	จากตารางข้อมูล	1.67	kW
7	Energy Efficiency Ratio (EER)	EER	Q / P_o	7.48	-
8	ชั่วโมงทำงาน	h	จากตารางข้อมูล	10.63	hr/day
9	วันทำการ	D	จากตารางข้อมูล	344	d/y
10	แฟกเตอร์การทำงาน	F	จากตารางข้อมูล	0.7	-
11	แฟกเตอร์การทำงานของคอมเพรสเซอร์	F_c	จากตารางข้อมูล	0.6	-
12	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	E_o	$P_o \times h \times D \times F \times F_c$	2,567.90	kWh/y
13	พิกัดทำความเย็นต่อพื้นที่	B	Q / A	1,250.00	Btu/h/m ²
เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (High EER)					
14	พิกัดทำความเย็น	Q_N	-	12,500	Btu/h
15	Energy Efficiency Ratio (EER)	EER_N	-	11.60	-
16	กำลังไฟฟ้าที่ใช้	P_N	Q_N / EER_N	1.08	kW
17	ชั่วโมงทำงาน	h	จากตารางข้อมูล	10.63	hr/day
18	วันทำการ	D	จากตารางข้อมูล	344	วัน/ปี
19	แฟกเตอร์การทำงาน	F	จากตารางข้อมูล	0.7	-

ที่	รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	จำนวน	หน่วย
20	แฟกเตอร์การทำงานของคอมเพรสเซอร์	$F_{C(new)}$	-	0.3	-
21	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	E_N	$P_N \times h \times D \times F \times F_{C(new)}$	827.49	kWh/ปี
ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้					
22	ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้	E_{SAVE}	$E_0 - E_N$	1,740.40	kWh/ปี

4.8.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนเทอร์โมสตัทชนิดรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) เป็นเทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 4.10 แสดงตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนเทอร์โมสตัทชนิดรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) เป็น เทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์

ที่	รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	จำนวน	หน่วย
ค่าที่ได้จากการตรวจวัด					
1	หมายเลขสัญลักษณ์	PW-047			
2	ชื่อผลิตภัณฑ์	Daikin			
3	อายุ	24 ปี			
4	ชนิดเทอร์โมสตัท	BT (Bi-thermal Thermostat)			
5	พิกัดทำความเย็น	Q	จากตารางข้อมูล	320,000	Btu/h
6	กำลังไฟฟ้าที่ใช้	P_0	จากตารางข้อมูล	39.49	kW
7	Energy Efficiency Ratio (EER)	EER	Q / P_0	8.10	-
8	ชั่วโมงทำงาน	h	จากตารางข้อมูล	10.63	hr/day
9	วันทำการ	D	จากตารางข้อมูล	344	d/y
10	แฟกเตอร์การทำงานของ	F	จากตารางข้อมูล	0.1	-
11	แฟกเตอร์การทำงานของคอมเพรสเซอร์	F_C	จากตารางข้อมูล	1.0	-
12	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	E_0	$P_0 \times h \times D \times F \times F_C$	14,440.24	kWh/y
การปรับเปลี่ยนเป็นเทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์					
13	พิกัดทำความเย็น	Q_N	-	320,000	Btu/h

ที่	รายการ	สัญลักษณ์	สูตร	จำนวน	หน่วย
14	Energy Efficiency Ratio (EER)	EER	-	8.10	-
14	กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้	$\%P_N$	-	10	%
16	ชั่วโมงทำงาน	h	จากตารางข้อมูล	10.63	hr/day
17	วันทำการ	D	จากตารางข้อมูล	344	d/y
18	แฟกเตอร์การทำงาน	F	จากตารางข้อมูล	0.2	-
19	แฟกเตอร์การทำงานของคอมเพรสเซอร์	$F_{C(new)}$	-	1.0	-
20	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	E_N	$0.9P_N \times h \times D \times F \times F_C$	12,996.22	kWh/y
ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้					
21	ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้	E_{SAVE}	$E_0 - E_N$	1,444.02	kWh/y

4.8.3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 91 เครื่อง อย่างสม่ำเสมอ

ปกติเครื่องปรับอากาศที่ไม่มีการบำรุงรักษาและทำความสะอาดชุดคอยล์ระบายความร้อน เมื่อเทียบกับเครื่องที่มีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ จะใช้กำลังไฟฟ้าแตกต่างกันดังนี้

ตารางที่ 4.11 แสดง Technical Data ของ Compressor Energy Efficiency

รายการ	หน่วย	สภาพเครื่องปรับอากาศ		ผลต่าง
		ไม่มีการบำรุงรักษา	บำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ	
Evaporating Temp.	$^{\circ}\text{C}$	7.2	7.2	-
Condensing Temp.	$^{\circ}\text{C}$	54.4	51	3.4
Ambient Temp.	$^{\circ}\text{C}$	35	35	-
Power Consumption	w	3,700	3,590	110
Cooling Effect	Btu/h	27,900	29,340	1,440
EER	Btu/h /W	7.54	8.17	0.63

(ข้อมูลในตารางได้จาก Technical Data ของ Compressor Energy Efficiency) ดังนั้นผลต่างที่ประหยัดได้
 $= (063 \times 100)/8.17 = 7.7\%$

จากตารางจะเห็นได้ว่าถ้าทำการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอจะสามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 7.7 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานไฟฟ้าขณะใช้งาน

และเมื่อดำเนินการ จะเกิดผลประหยัดพลังงานทันทีที่ดำเนินการ โดยมีผลการคำนวณผล
ประหยัดดังตัวอย่างตารางด้านล่าง

ตารางที่ 4.12 แสดงตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการบำรุงรักษา
เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ลำดับ ที่	รายการ	สัญลักษณ์	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
1	ขนาดเครื่องปรับอากาศ	Btu/h	จากตารางข้อมูล	3,914,300	Btu/h
2	จำนวนเครื่องปรับอากาศ	N	จากตารางข้อมูล	91*	เครื่อง
3	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	E_T	จากตารางข้อมูล	208,977.47	kWh
4	ผลประหยัดจากการ บำรุงรักษา*	E_S	จากตารางข้อมูล	7.7	%
5	ผลการประหยัดพลังงาน ไฟฟ้าใน 1 ปี	E_{save}	$\frac{E_S}{100} \times E_T$	16,091.27	kWh/ปี
6	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	E_C	ข้อมูลค่าไฟฟ้า	3.38	บาท/kWh
7	สามารถประหยัด ค่าใช้จ่ายใน 1 ปี	B_{save}	$E_C \times E_{save}$	54,388.48	บาท/ปี
8	ราคาค่าทำความสะอาด	Inv	ราคากลาง	400	บาท
9	เงินลงทุน	B_T	$Inv \times n$	36,400	บาท
10	ระยะเวลาคืนทุน	T	Inv/B_{save}	0.67	ปี

ข้อมูล * ได้มาจากตาราง Technical Data ของ Compressor Energy Efficiency

* หมายถึง 91 เครื่อง เป็นเครื่องปรับอากาศเดิมที่ไม่ได้เปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

4.9 รายละเอียดตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปั๊มน้ำ หมายเลข 1-2

4.9.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการปรับช่วงเวลาการสูบน้ำโดยใช้เครื่องตั้งเวลา (Timer) พร้อมด้วย Magnetic Contractor โดยคิดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบ TOU

ตารางที่ 4.13 แสดงการคำนวณการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าด้วยการปรับช่วงเวลาการสูบน้ำโดยใช้เครื่องตั้งเวลา (Timer) พร้อมด้วย Magnetic Contractor

ลำดับที่	รายการ	สัญลักษณ์	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ปั๊มทำงานในช่วงเวลา On Peak โดยคิดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบ TOU					
1	กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์	P	จากหัวข้อ 4.6.1	23	kW
2	ชั่วโมงการทำงาน	hr	จากหัวข้อ 4.6.1	2	hr
3	จำนวนวันทำงาน	day	จากหัวข้อ 4.6.1	344	day
4	ค่าพลังงานไฟฟ้า TOU	C_p	จากข้อมูลการไฟฟ้า	3.6796	บาท/kWh
5	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	E_m	$P \times hr/year$	16,739.04	kWh/year
6	คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้า	B_{old}	$E_m \times C_p$	61,592.97	บาทต่อปี
ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ปั๊มทำงานโดยแบ่งช่วงการทำงาน 2 ช่วง (On Peak และ Off Peak)					
7	ชั่วโมงการทำงาน	hr	จากหัวข้อ 4.6.1	2	hr
8	ชั่วโมงการทำงาน On Peak	hr	-	1	hr
9	ชั่วโมงการทำงาน Off Peak	hr	-	1	hr
10	ค่าพลังงานไฟฟ้า TOU ช่วง 9.00 - 22.00 น.	C_p	จากข้อมูลการไฟฟ้า	3.6796	บาท/kWh
11	ค่าพลังงานไฟฟ้า TOU ช่วง 22.00 - 9.00 น.	C_{op}	จากข้อมูลการไฟฟ้า	2.1760	บาท/kWh
12	พลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak	E_o	$P \times hr/year$	8,369.52	kWh/year
13	พลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak	E_{op}	$P \times hr/year$	8,369.52	kWh/year
14	ค่าพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak	B_o	$E_o \times C_p$	30,796.48	บาทต่อปี
15	ค่าพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak	B_{op}	$E_{op} \times C_{op}$	18,212.07	บาทต่อปี
ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้					
16	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดได้	B_{Total}	$B_{old} - (B_o + B_{op})$	12,584.02	บาทต่อปี

*หมายเหตุ TOU Tariff (Time of Use Tariff) คือ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าตามช่วงเวลาการทำงานของการใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

5.1.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟเป็นหลอด T5 พร้อมด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

จากการสำรวจระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารสำนักหอสมุดกลาง พบว่ามีโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดต่าง ๆ จำนวน 1,808 โคม ซึ่งจะมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 3,549 หลอด, หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 123 หลอด และบัลลาสต์แกนเหล็กกำลังสูญเสีย 10 วัตต์ จำนวน 3,672 ตัว ซึ่งจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 468,337.85 kWh/year โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้อยู่เดิมนี่จะเป็นหลอด FLT-8 ซึ่งจะใช้กำลังไฟฟ้าสูงและตัวบัลลาสต์ที่ใช้ก็เป็นบัลลาสต์แกนเหล็กที่มีกำลังสูญเสียสูง

ดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนจากหลอด FLT-8 เป็นหลอด FLT-5 ขนาด 28 วัตต์ต่อหลอด จำนวน 3,549 หลอด หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 14 วัตต์ จำนวน 123 หลอด พร้อมด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กำลังสูญเสียต่ำ (2วัตต์) จำนวนทั้งหมด 1,951 ตัว จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 164,994.28 kWh/year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 557,680.67 บาท (คิดที่ 3.38 บาท/kWh) (รายละเอียดการปรับปรุงภาคผนวกที่ ข.1)

สรุปจากการดำเนินการเปลี่ยนจากหลอด FLT-8 เป็นหลอด FLT-5 ขนาด 28 วัตต์ต่อหลอด จำนวน 3,549 หลอด หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 14 วัตต์ จำนวน 123 หลอด พร้อมด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กำลังสูญเสียต่ำ (2วัตต์) จำนวนทั้งหมด 1,951 ตัว มีการคำนวณการลงทุนดังนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดการลงทุนการเปลี่ยนหลอด FLT-8 เป็นหลอด FLT-5 พร้อมด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

หลอดและบัลลาสต์เดิม	จำนวน (หลอด/ตัว)	หลอดและบัลลาสต์ใหม่	จำนวน (หลอด/ตัว)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ค่าติดตั้ง (บาท)	เงินลงทุน (บาท)	ระยะคืนทุน (ปี)
หลอด 36 W	3,549	หลอด 28 W	3,549	70	ค่าติดตั้ง	248,430	1.79
หลอด 18W	123	หลอด 14W	123	60	คิด โคมละ	7,380	
บัลลาสต์		บัลลาสต์			40 บาท		
10W	3,672	2W	1,665(2*28)	320	ทั้งหมด	532,800	
			219(1*28)	240	1,808 โคม	52,560	
			56(2*14)	200	เป็นเงิน	11,200	
			11(1*14)	150	72,320	1,650	
-		Adapter	3,672	20	บาท	72,440	
รวม						999,780	

จากการดำเนินการเปลี่ยนจากหลอด FLT-8 เป็นหลอด FLT-5 ขนาด 28 วัตต์ต่อหลอด จำนวน 3,549 หลอด หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 14 วัตต์ จำนวน 123 หลอด พร้อมด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กำลังสูญเสียต่ำ (2วัตต์ต่อหลอด) จำนวนทั้งหมด 1,951 ตัว

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้	164,994.28	kWh/year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (คิดที่ 3.38 บาท/kWh)	557,680.67	บาทต่อปี
ใช้เงินลงทุน	999,780	บาท
มีระยะคืนทุน	1.79	ปี

5.1.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟแบบหลอดอินแคนเดสเซนต์เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

จากการสำรวจระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารหอสมุดกลางพบว่าในห้องประชุมมีการใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ ขนาด 100 W ในห้องประชุมและโคมตกแต่งจำนวน 27 หลอดซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,230.60 kWh/Year โดยหลอดอินแคนเดสเซนต์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากและยังให้ความร้อนแพร่ออกมาสูงอีกด้วย จึงเปลี่ยนจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ มาเป็นหลอดหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ที่ให้โทนแสงเหมือนกันแต่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำกว่าและให้ความร้อนแพร่ออกมาน้อยกว่า

ดังนั้นจึงการเปลี่ยนหลอดอินแคนเดสเซนต์มาเป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 14 วัตต์ จำนวน 27 หลอด จะช่วยลดการใช้พลังงานได้ 1,918.32 kWh/Year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 6,483.92 บาทต่อปี (คิดที่ 3.38 บาท/kWh) (รายละเอียดการปรับปรุงภาคผนวกที่ ข.1)

สรุป การเปลี่ยนหลอดอินแคนเดสเซนต์มาเป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 14 วัตต์ จำนวน 27 หลอด สามารถคำนวณการลงทุนได้ดังนี้

ตารางที่ 5.2 แสดงรายละเอียดการลงทุนการเปลี่ยนหลอดอินแคนเดสเซนต์ขนาด 100 W มาเป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 14 วัตต์

จำนวนหลอดอินแคนเดสเซนต์ (หลอด)	จำนวนหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์(หลอด)	จำนวนที่เปลี่ยน (หลอด)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	เงินลงทุน (บาท)	ระยะคืนทุน (ปี)
27	27	27	75	2,025	3.2

การเปลี่ยนหลอดอินแคนเดสเซนต์มาเป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 14 วัตต์ จำนวน 27 หลอด

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้	1,918.32	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (คิดที่ 3.38 บาท/kWh)	6,483.92	บาทต่อปี
ใช้เงินลงทุน	2,025	บาท
ระยะคืนทุน	0.37	ปี

5.1.3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการติดตั้งระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (motion sensors) ที่ห้องสุขาผู้ใช้บริการห้องสมุด

จากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง พบว่าห้องสุขาสำหรับผู้ใช้บริการห้องสมุดชั้น 1,2,3,4,5,6 และ 8 จำนวน 14 ห้อง โดยหลังจากเปลี่ยนมาใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 พร้อมด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ คือ 7,509.44 kWh/Year แต่จะมีผู้เข้าใช้ไม่แน่นอนแต่ก็มีการเปิดไฟส่องสว่างทิ้งไว้ตลอดเวลาทำการทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าทิ้งเปล่า

ดังนั้นจึงมีการติดตั้งระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (motion sensors) เพื่อให้ควบคุมการเปิดปิดไฟส่องสว่างแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะลดเวลาการเปิดใช้งานของไฟส่องสว่างลงได้ การติดตั้งระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (motion sensors) ในห้องสุขาผู้ใช้บริการห้องสมุด จำนวน 14 ชุด จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของห้องสุขาที่กล่าวมาได้ เป็นจำนวน 5,262.02 kWh/Year คิดเป็นเงิน 17,785.63 บาท (คิดที่ 3.38 บาท/kWh) (รายละเอียดการปรับปรุงภาคผนวกที่ ข.2)

สรุป การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยการติดตั้งระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (motion sensors) ที่ห้องสุขาผู้ใช้บริการห้องสมุดจำนวน 14 ชุด สามารถคำนวณการลงทุน ได้ดังนี้

ตารางที่ 5.3 แสดงรายละเอียดการลงทุนการติดตั้งระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (motion sensors) ที่ห้องสุขาผู้ใช้บริการห้องสมุดจำนวน 14 ชุด

จำนวนห้อง สุขาผู้ใช้บริการ ห้องสมุด (ห้อง)	จำนวนการติดตั้ง ระบบตรวจจับ การเคลื่อนไหว (ชุด)	ราคาต่อ หน่วย (บาท)	ค่าติดตั้งต่อ หน่วย (บาท)	เงินลงทุน (บาท)	ระยะคืน ทุน (ปี)
14	14	2,500	400	40,600	2.28

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยการติดตั้งระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (motion sensors) ที่ห้องสุขาผู้ใช้บริการห้องสมุดจำนวน 14 ชุด

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้	5,262.02	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้(คิดที่ 3.38 บาท/kWh)	17,785.63	บาทต่อปี
เงินลงทุน	40,600	บาท
ระยะคืนทุน	2.28	ปี

5.1.4 สรุปการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

จากการนำมาตรการมาปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างดังที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ จะมีการลงทุนทั้งหมด ดังนี้

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้	172,174.62	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (คิดที่ 3.38 บาท/kWh)	581,950.22	บาทต่อปี
เงินลงทุน	1,042,405	บาท
ระยะคืนทุน	1.79	ปี

5.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

5.2.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (High EER) พร้อมด้วยเทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์

จากการทำการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศในอาคารสำนักหอสมุดกลางพบว่า มีจำนวนเครื่องปรับอากาศทั้งหมด 167 เครื่อง พบว่ามีเครื่องปรับอากาศที่มีถูกใช้งานเป็นประจำ ที่มีอายุการใช้งานเกิน 15 ปี และใช้เทอร์โมสแตทชนิดรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EER) ต่ำ เป็นจำนวน 70 เครื่อง มีพิกัดทำความเย็นรวม 4,162,300 Btu/h ฉะนั้นการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (High EER) พร้อมด้วยเทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์ ตามมาตรฐานเบอร์ 5 ก็จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เพราะว่าเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพิกัดทำความเย็นนั้นน้อยกว่าเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ และเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงก็จะมีเทอร์โมสแตทเป็นชนิดอิเล็กทรอนิกส์อยู่แล้ว ก็จะทำให้การควบคุมอุณหภูมิในการปรับอากาศนั้นมีความแม่นยำกว่า ชนิดรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) ซึ่งจะมีผลให้เครื่องปรับอากาศนั้นทำงานได้ตรงตามที่ตั้งค่าอุณหภูมิไว้

ดังนั้นการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EER) ต่ำ จำนวน 70 เครื่อง เป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (High EER) พร้อมด้วยเทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์ จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 310,269.37 kWh/Year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 1,048,710.471 บาท (คิดที่ 3.38 บาท/kWh) (รายละเอียดการปรับปรุงภาคผนวกที่ ข.3)

สรุปการประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (High EER) พร้อมด้วยเทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 5.4 แสดงรายละเอียดการลงทุนการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (High EER) พร้อมด้วยเทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์ พิกัดทำความเย็นรวม 4,162,300 Btu/h

ขนาด เครื่องปรับอากาศ (Btu/h)	จำนวน (เครื่อง)	พิกัดทำความ เย็นรวม (Btu/h)	ราคาต่อ 1 Btu/h (บาท)	ค่าติดตั้ง ต่อหน่วย (บาท)	เงินลงทุน ทั้งหมด (บาท)	ระยะ คืนทุน (ปี)
15,000 - 39,999	29	772,100	1.60	3,000	1,322,360	6.04
4,0000 - 80,000	39	2,696,200	1.40	5,000	2,969,680	
> 80,000 Btu/h	2	694,000	1.40	35,000	1,041,600	
รวม	70	4,162,300			6,333,640	

หากมีการดำเนินการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศจำนวน 70 เครื่อง พิกัดทำความเย็นรวม 4,162,300 Btu/h

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้	310,269.37	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (คิดที่ 3.38 บาท/kWh)	1,048,710.471	บาทต่อปี
เงินลงทุน	6,333,640.00	บาท
ระยะคืนทุน	6.04	ปี

5.2.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนเทอร์โมสแตทชนิดรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) เป็น เทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์

จากเครื่องปรับอากาศที่ทำการสำรวจจำนวน 167 เครื่องพบว่าเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และเครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้ใช้งานเป็นประจำ จำนวน 47 เครื่อง 2,136,900 Btu/h ที่ยังใช้เทอร์โมสแตทเป็นแบบรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) ซึ่งจะมีการควบคุมอุณหภูมิปรับอากาศไม่ค่อยดี จึงมีความเหมาะสมที่จะเปลี่ยนเป็นเทอร์โมสแตทชนิดอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะทำให้การควบคุมอุณหภูมิปรับอากาศได้ดี มีความแม่นยำสูง และจะทำให้ตัวคอนเดนเซอร์ตัดการทำงานได้ตามอุณหภูมิที่ปรับตั้งไว้ได้อย่างแม่นยำ

ดังนั้นการเปลี่ยนเทอร์โมสแตทแบบรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) ในเครื่องปรับอากาศ 47 เครื่อง ที่ยังใช้เทอร์โมสแตทเป็นแบบรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) ให้เป็นเทอร์โมสแตทแบบ

อิเล็กทรอนิกส์จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 9,968.92 kWh/Year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 33,694.95 บาท (คิดที่ 3.38 บาท/kWh) (รายละเอียดการปรับปรุงภาคผนวกที่ ข.4)

สรุปจากการทำการเปลี่ยนเทอร์โมสแตทของเครื่องปรับอากาศชนิดรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) เป็นเทอร์โมสแตทชนิดอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 47 เครื่อง มีการคำนวณการลงทุนดังนี้ ตารางที่ 5.5 แสดงรายละเอียดการลงทุนการเปลี่ยนเทอร์โมสแตทของเครื่องปรับอากาศชนิดรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) เป็นเทอร์โมสแตทชนิดอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 47 เครื่อง

จำนวน เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)	จำนวนเทอร์ โมสแตทชนิดรับ ความร้อนจาก โลหะ (Bi- metal) (ตัว)	เปลี่ยนเป็น เทอร์โมสแตท อิเล็กทรอนิกส์ (ตัว)	ราคารวม การติดตั้ง ต่อหน่วย (บาท)	ค่า ลงทุน (บาท)	ระยะคืนทุน (ปี)
47	47	47	1,000	47,000	1.39

การจากการทำการเปลี่ยนเทอร์โมสแตทของเครื่องปรับอากาศชนิดรับความร้อนจากโลหะ (Bi-metal) เป็นเทอร์โมสแตทชนิดอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 47 เครื่อง

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้	9,968.92	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (คิดที่ 3.38 บาท/kWh)	33,694.95	บาทต่อปี
เงินลงทุน	47,000	บาท
ระยะคืนทุน	1.39	ปี

5.2.3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ ช่วยให้การถ่ายเทความร้อนของระบบทำความเย็นทั้งส่วนคอยล์เย็นและคอยล์ร้อนดีขึ้นทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศดีขึ้นจึงช่วยลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์และเป็นการยืดอายุการใช้งานเครื่องปรับอากาศ

การทำความสะอาดฝุ่นละอองที่เกาะครีบบายความร้อนและฟیلเตอร์ดักฝุ่นคอยล์เย็นจะเป็นการลดภาระการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งทำให้ประหยัดพลังงานและทำความเย็นได้เต็มสมรรถนะ ซึ่งการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอจะช่วยให้ระบบทำความเย็นของระบบและประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศดีขึ้น โดยพิจารณาการดำเนินการดังต่อไปนี้ คือ

1. ดำเนินการเดือนละ 1 ครั้ง

- ใช้ลมเป่า ทำความสะอาดคอยล์เย็น คอยล์ร้อน รวมทั้ง Filter ต่างๆ
- ตรวจสอบวงจรการควบคุมต่างๆ ว่าทำงานถูกต้องตามข้อกำหนดหรือไม่ เช่น ระบบควบคุมอุณหภูมิห้อง ระบบปรับอากาศ Freshly air ของเครื่อง ฯลฯ
- ตรวจสอบและบันทึกค่า พลังงานไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์มอเตอร์พัดลมต่างๆ

2. ดำเนินการ 6 เดือนครั้ง

- ทำการล้างใหญ่ เพื่อทำความสะอาดคอยล์เย็นและคอยล์ร้อนโดยใช้น้ำหรือน้ำยาทำความสะอาด

สรุปจากการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 91 เครื่องอย่างสม่ำเสมอที่ไม่ได้เปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

ตารางที่ 5.6 แสดงรายละเอียดการลงทุนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 91 เครื่องอย่างสม่ำเสมอ

จำนวน เครื่องปรับอากาศที่ต้อง บำรุงรักษา	*พลังงานไฟฟ้าที่ ประหยัดได้ (kWh/Year)	ราคาค่าล้าง เครื่องปรับอากาศ (บาท)	เงินลงทุน (บาท)	ระยะคืน ทุน (ปี)
91	16,091.27	400	36,400	0.67

*หมายเหตุ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้อ้างอิงจากตารางที่ 4.12

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้	16,091.27	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (คิดที่ 3.38 บาท/kWh)	54,388.48	บาทต่อปี
เงินลงทุน	36,400	บาทต่อปี
ระยะคืนทุน	0.67	ปี

5.2.4 สรุปการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

จากการนำมาตรการมาปรับปรุงระบบระบบปรับอากาศดังที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ จะมีการลงทุนทั้งหมด ดังนี้

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้	336,329.56	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (คิดที่ 3.38 บาท/kWh)	1,136,793.91	บาทต่อปี
เงินลงทุน	6,417,040	บาท
ระยะคืนทุน	5.64	ปี

5.3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟต์โดยสาร

จากการสำรวจการใช้พลังงานในระบบลิฟต์โดยสารในอาคารสำนักหอสมุดกลางพบว่าจากการใช้งานลิฟต์โดยสารทั้ง 3 ตัวการใช้พลังงานไฟฟ้าในลิฟต์ทั้ง 3 ตัวนั้นถึงแม้จะมีอายุการใช้งานเป็นเวลาหลายปีแต่ก็ไม่ได้ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากแต่อย่างใด ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องในมาตรการที่ต้องมีการลงทุนในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่จะแนะนำเป็นมาตรการที่เป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อเป็นการร่วมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟต์ และทางสำนักหอสมุดกลางก็มีมาตรการที่นำเข้ามาปรับใช้ก่อนหน้านี้คือการกำหนดให้ลิฟต์ไม่จอดทุกชั้นเช่น จอดชั้น 1,2,3,4,5 และ 7 โดยมาตรการทางห้องสมุดนำมาปรับใช้ก็ช่วยประหยัดพลังงานได้ส่วนหนึ่ง ดังนั้นเราจึงมีมาตรการที่จะมาเพิ่มเติมในส่วนของการประหยัดพลังงานในระบบลิฟต์ดังนี้

แนวทางการประหยัดพลังงานของระบบลิฟต์ มีดังต่อไปนี้

- ปิดลิฟต์บางชุด ในช่วงเวลาที่มีคนใช้น้อย เช่น เวลากลางคืน โดยขอให้ระยะเวลาการรอลิฟต์เพิ่มขึ้นได้

เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มเรียกลิฟต์ ระบบควบคุมจะสั่งการให้ลิฟต์ตัวที่จะไปถึงได้เร็วที่สุด วิ่งไปยังชั้นที่เรียกโดยทั่วไป ในการออกแบบระบบลิฟต์ ผู้ออกแบบจะกำหนดระยะเวลาในการรอคอยเฉลี่ย แล้วเลือกจำนวนและขนาดลิฟต์ให้เหมาะกับเวลารอคอยที่กำหนดและจำนวนคนที่คาดว่าจะมาใช้ลิฟต์ สูงสุดเมื่อมีจำนวนคนใช้งานอาคารน้อยลง เราจะสามารถหยุดลิฟต์บางชุดได้ โดยไม่ทำให้ระยะเวลารอคอยลิฟต์นานมากเกินไปจนเกินกว่าที่ยอมรับได้ หรือ ในกรณีที่มีคนใช้น้อยมากและสามารถยอมให้ระยะเวลารอคอยมากขึ้นได้อีก ก็จะสามารถหยุดลิฟต์ได้มากขึ้นอีกด้วยตัวอย่างเช่นในเวลากลางคืน ถ้าเปิดลิฟต์ทุกชุดตามปกติ เมื่อมีผู้กดเรียกลิฟต์ในเวลาใกล้เคียงกัน ระบบควบคุมอาจกำหนดให้ลิฟต์ 2 ชุดไปรับผู้ที่กดทั้งสอง แต่ถ้ามีการปิดลิฟต์บางชุด ระบบควบคุมอาจกำหนดให้ลิฟต์ตัวเดียวกันวิ่งไปรับผู้กดทั้งสอง ซึ่งจะประหยัดพลังงานได้ส่วนหนึ่ง

- รมร่งค์ให้ใช้บันไดแทนลิฟต์ ในกรณีขึ้นลงชั้นใกล้เคียง

อาคารหลายแห่งนำวิธีการนี้ไปรมร่งค์ โดยการติดป้ายประชาสัมพันธ์เชิญชวนบริเวณโถงลิฟต์ให้ผู้ที่ขึ้นหรือลงชั้นใกล้เคียง ให้ใช้บันไดแทน เช่น อาคารแห่งหนึ่งเชิญชวน “ ขึ้น 2 ลง 4 โปรดใช้บันได ” เป็นต้นวิธีการนี้ จะทำให้ลิฟต์ถูกเรียกใช้น้อยลง จึงประหยัดพลังงานลง และเป็นวิธีการที่ได้รับความร่วมมือจากประชาชนทั่วไปค่อนข้างดี

- รมร่งค์ให้กดปุ่มขึ้นหรือลงตามที่ต้องการ ไม่ควรกดทั้งขึ้นและลง

อาคารบางแห่ง ซึ่งมีคนใช้งานค่อนข้างมาก ในช่วงเวลาเร่งด่วนจะมีคนมารอคอยลิฟต์มาก และอาจต้องคอยนาน ทำให้ผู้รอคอยบางส่วนจะกดปุ่มเรียกลิฟต์ทั้งสองทาง เช่น ต้องการลง แต่กดปุ่มเรียกลิฟต์ทั้งลงและขึ้น โดยเข้าใจจะทำให้ลิฟต์มาเร็วขึ้นการกดปุ่มเรียกลิฟต์ทั้งสองทิศทางโดยไม่จำเป็น จะทำให้ลิฟต์ต้องจอดแวะบ่อยผิดปกติ และจำทำให้เวลารอคอยลิฟต์เฉลี่ย (Average Waiting Time) ของทั้งระบบสูงขึ้น และใช้พลังงานมากขึ้นเนื่องจากลิฟต์ต้องจอดแวะบ่อยและมีจำนวนเที่ยววิ่งมากขึ้น ดังนั้นจึงควรรณรงค์ให้ผู้ใช้ลิฟต์กดเรียกลิฟต์เฉพาะทิศทางที่จะไปเท่านั้น

5.4 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปั้มน้ำ

จากการสำรวจการใช้พลังงานในระบบปั้มน้ำในอาคารสำนักหอสมุดกลางพบว่ามีปั้มน้ำที่ใช้ส่งน้ำใช้ให้กับอาคารอยู่ 2 ตัว และปั้มแรงดันน้ำ 1 ตัว ซึ่งด้านบนอาคารจะมีถังเก็บน้ำอยู่จำนวน 8 ถัง โดยปั้มน้ำจะสูบน้ำขึ้นไปเก็บไว้จนถึงพักน้ำซึ่งจากการสำรวจพบว่าในหนึ่งวัน มอเตอร์ของปั้มน้ำจะถูกใช้งานเฉลี่ย 2 ชั่วโมงต่อวัน และเป็นมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ทำให้ไม่มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่านี้ และยังไม่มีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุม เพราะว่าเวลาใช้งานนั้นยังน้อย ถ้าหากมีการเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพและใช้อุปกรณ์ควบคุมราคาแพงก็ไม่ค่อยเห็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นมาตรการที่จะนำมาใช้เพื่อให้มอเตอร์ปั้มน้ำเดิมมีประสิทธิภาพที่ดีและประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยเปลี่ยนเวลาการสูบน้ำให้อยู่ในช่วงเวลาค่าพลังงานไฟฟ้าต่ำ (ช่วงกลางคืน 22.00 - 9.00 น.) และทำการบำรุงรักษาตัวมอเตอร์ เพื่อให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์

5.4.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการปรับช่วงเวลาการสูบน้ำโดยใช้เครื่องตั้งเวลา (Timer) พร้อมด้วย Magnetic Contractor

ปั้มน้ำที่ใช้ส่งน้ำใช้ให้กับอาคารอยู่ 2 ตัว ปกติจะสูบน้ำในเวลากลางวันซึ่งยังเป็นช่วงที่ค่าพลังงานไฟฟ้ามีค่าสูงโดยคิดเป็นเงินค่าพลังงานไฟฟ้าจำนวน 61,592.97 บาทต่อปี (อ้างอิงจากหัวข้อ 4.9.1) ดังนั้นเพื่อการลดค่าพลังงานไฟฟ้าในส่วนของปั้มน้ำจึงได้นำแนวทางการปรับช่วงเวลาการสูบน้ำจากเดิมที่สูบน้ำเวลากลางวัน 2 ชั่วโมง ปรับเปลี่ยนเป็นสูบน้ำในช่วงเวลากลางวัน 1 ชั่วโมง และกลางคืนอีก 1 ชั่วโมง (*หมายเหตุ การแบ่งช่วงเวลาของการสูบน้ำออกเป็น 2 ช่วงเพื่อให้มีปริมาณน้ำเพียงพอสำหรับการใช้งาน)

สรุปการเปลี่ยนช่วงเวลาการสูบน้ำให้เป็น 2 ช่วงจะช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 12,584.02 บาทต่อปี (รายละเอียดการคำนวณแสดงในตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 5.7 แสดงการรายละเอียดการลงทุนการปรับช่วงเวลาการสูบน้ำโดยใช้เครื่องตั้งเวลา (Timer) พร้อมด้วย Magnetic Contractor

จำนวน ปั้มน้ำ	อุปกรณ์ที่ใช้ในการ ปรับช่วงเวลาการ ทำงาน	จำนวน (ตัว)	ราคาต่อ หน่วย (บาท)	ค่าติดตั้ง (บาท)	เงินลงทุน (บาท)	ระยะ คืนทุน (ปี)
2	Timer	2	1,750	1,000 ต่อปั้ม	10,700	0.85
	Magnetic Contractor	2	2,600	น้ำ 1 ตัว		

การปรับช่วงเวลาการสูบน้ำโดยใช้เครื่องตั้งเวลา (Timer) พร้อมด้วย Magnetic Contractor จำนวน 2 ชุด สามารถลดค่าพลังงานได้ดังนี้

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	12,584.02	บาทต่อปี
เงินลงทุน	10,700	บาท
ระยะคืนทุน	0.85	ปี

5.4.2 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปั้มน้ำด้วยการบำรุงรักษามอเตอร์

การดูแลมอเตอร์ในขณะที่มอเตอร์ยังอยู่ในสภาพใช้งานได้จะมี 2 แนวทาง ดังนี้

1. Preventive Maintenance (PM) หรือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ลักษณะนี้จะมีการตั้งเวลา ชั่วโมงการทำงานและแต่ละค่าของชั่วโมงจะมีลักษณะการเข้าทำ PM เช่น ตารางข้างล่างนี้ ตารางที่ 5.7 เป็นการป้องกันมอเตอร์จากการเกิดปัญหาได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น แต่ก็ยังมีผลเสียที่อาจเกิดขึ้นโดยทั่วไป เช่น

- แปรปร่งถ่านอาจจะแตกหักก่อน 2,000 ชั่วโมง ทำให้เกิดการหยุดมอเตอร์ก่อน 2,000 ชั่วโมง โดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า
- แปรปร่งถ่านยังคงใช้งานได้ดี และยังมีความยาวที่ยังใช้งานได้ แต่ต้องถูกเปลี่ยนทั้งที่ 2,000 ชั่วโมง เมื่อถึงกำหนดเวลา
- แบรื่งอาจจะเสียหายก่อน 10,000 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.8 แสดงตัวอย่างการตั้งชั่วโมงทำงานและลักษณะการทำงาน PM

ชั่วโมงการทำงาน (ชั่วโมง)	ลักษณะการทำงาน PM
ทุก ๆ 1,000 ชั่วโมง	อัดจาระบี 40 gm
ทุก ๆ 2,000 ชั่วโมง	เปลี่ยนแปรงถ่าน
ทุก ๆ 10,000 ชั่วโมง	เปลี่ยน Bearing
ทุก ๆ 20,000 ชั่วโมง	ถอด ล้างทำความสะอาดและอาบวานิชใหม่

จะเห็นได้ว่าลักษณะการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไว้ก่อนยังมีผลเสียเด่นชัด 2 ประการ คือ

- เวลาหยุดมอเตอร์ (Shutdown) โดยไม่จำเป็นหรือไม่ได้วางแผนไว้ก่อน ในกรณีที่เวลาการทำ PM ยังมาไม่ถึง

- เสียอะไหล่ (Spare parts) โดยไม่จำเป็นในกรณีที่เวลาการทำ PM มาถึง

2. Predictive maintenance หรือการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ซึ่งจะทำโดยการตั้งชั่วโมงการทำงานเพื่อเข้าตรวจเช็ค และจากผลการตรวจเช็คนี้จะนำไปวิเคราะห์หาคูแนวโน้มของปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น เพื่อหาทางป้องกันความเสียหาย หรือเวลาหยุดของมอเตอร์ สรุปคือมี 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดชั่วโมงทำงานเข้าตรวจเช็ค เช่น

ตารางที่ 5.9 แสดงชั่วโมงทำงานเข้าตรวจเช็คมอเตอร์

ชั่วโมงการทำงาน	ลักษณะเข้าตรวจเช็ค
500	อุณหภูมิเบร้ง และ Frame มอเตอร์
100	ความสั่นสะเทือน (Vibration)

ขั้นตอนที่ 2 นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 มาเก็บข้อมูล และวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบแนวโน้ม และเทียบกับค่ามาตรฐาน เช่น

ตารางที่ 5.10 แสดงข้อมูลตัวอย่างการตรวจวัดอุณหภูมิในมอเตอร์

หัวข้อวิเคราะห์	ชั่วโมงการทำงาน			
	500	1,000	1,500	2,000
อุณหภูมิเบร้งของมอเตอร์ A ด้าน Drive	60	65	68	71
อุณหภูมิเบร้งของมอเตอร์ B	60	61	60	60

จะเห็นว่าแนวโน้มของอุณหภูมิเบร้งด้าน Drive ของมอเตอร์ A จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่อุณหภูมิเบร้งด้าน Drive ของมอเตอร์ B ยังคงที่อยู่นั่นคือ ควรจะมีการหาสาเหตุการเพิ่มขึ้นของ

อุณหภูมิของมอเตอร์ A ว่าเนื่องมาจากอะไร แล้ววางแผนหยุดและทำการแก้ไข ซึ่งในลักษณะการหยุดนี้ จะเกิดก่อนที่มอเตอร์จะเกิดความเสียหายมาก และเป็นลักษณะที่มีการวางแผนไว้ก่อน นั่นคือจะเกิดการสูญเสียน้อยที่สุดควรมีการตรวจเช็คมอเตอร์อย่างสม่ำเสมอพร้อมกับการทำ PM พื้นฐาน (เช่น การอัดจาระบี) ซึ่งเรียกลักษณะดังกล่าวนี้รวมๆ ว่า Predictive maintenance ลักษณะการ PM แบบ Predictive นี้ช่วยให้ทราบประวัติของมอเตอร์ แนวโน้มของปัญหาที่จะเกิดขึ้น และการวางแผนแก้ไขระยะยาว รวมทั้งการประหยัดต้นทุนของอะไหล่และหยุดมอเตอร์โดยไม่จำเป็น

5.4.2.1 ขั้นตอนการบำรุงรักษา

1. ทำ Check list ของจุดที่ควรทำการเช็คและกำหนดชั่วโมงการเข้าตรวจเช็ค
2. เข้าตรวจเช็คตามชั่วโมงที่กำหนด
3. วิเคราะห์ดูแนวโน้มของข้อมูล
4. ทำการแก้ไขมอเตอร์ที่มีแนวโน้มทำงานบางอย่างไม่ได้ เช่น อุณหภูมิสูงขึ้น แล้วทำการตรวจเช็คอีกครั้ง

1) ขณะมอเตอร์ยังใช้งานอยู่

- ควรเติมจาระบีกรณีครบรอบหรือเบร้งมีเสียงดัง
- ตรวจดูการระบายความร้อน มีอะไรขวางทางลมหรือการระบายอากาศหรือไม่

2) ขณะมอเตอร์หยุดนิ่ง

- กรณีไม่มีความเสียหายให้ทำการขันจุดต่อของไฟฟ้า และสภาพทั่วไปของเครื่องจักร
- กรณีเสียหายต้องถอดมอเตอร์มาทำการเปิดตรวจเช็คจุดต่าง ๆ

3) การพิจารณาค่าจากการตรวจเช็คต่างๆ บางครั้งสามารถเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานได้ เช่น ค่าความสั่นสะเทือน (Vibration) ถ้าหากมีค่าสูงกว่ามาตรฐานอาจจะต้องมีการหยุดเครื่องจักรเพื่อตรวจเช็คละเอียดอีกครั้งว่ามีสาเหตุมาจากอะไร โดยสาเหตุของความสั่นสะเทือนอาจจะเนื่องมาจาก

- การตั้งศูนย์ (Alignment) ไม่ดี
- โรเตอร์ของมอเตอร์เกิดไม่สมดุล (Unbalance)
- เฟรมของมอเตอร์บิดเสียรูป
- แท่งโรเตอร์บาร์ (กรณีมอเตอร์กระรอก) เกิดการแตกหัก
- ขามอเตอร์ไม่ได้ระดับ (Soft foot)

4) ในกรณีที่มอเตอร์สกปรกมาก และต้องการล้างสิ่งสกปรกออก ควรจะทำการถอด แยกชิ้นส่วนมอเตอร์ก่อน แล้วแยกล้างเป็นชิ้นส่วน เช่น Stator, Rotor อื่นๆ โดยการล้าง

อาจจะใช้น้ำสะอาด สารละลายซึ่งไม่กัดกร่อนจำพวก Solvent ต่างๆ แล้วนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมาอบให้แห้งสนิทก่อนจะทำการประกอบใหม่

* หมายเหตุ หลังจากอบแห้งแล้วอาจนำ Stator หรือ Rotor ที่มีขดลวดมาทำการจุ่มวานิช เพื่อปิดจุดแตก (Crack) ของฉนวน ซึ่งเป็นการยืดอายุของฉนวน

5.4.3 สรุปการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปั๊มน้ำ

จากการนำมาตรการมาปรับปรุงระบบระบบปั๊มน้ำดังกล่าวมาก่อนหน้านี้ จะมีการลงทุนทั้งหมด ดังนี้

จะสามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้	12,584.02	บาทต่อปี
เงินลงทุน	10,700	บาท
ระยะคืนทุน	0.85	ปี

5.5 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการนี้เป็นการวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เพื่อลดปัญหาการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก โดยโครงการนี้ก็ได้้นำแนวทางมาช่วยให้มีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยได้เริ่มจากการสำรวจข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ แล้วนำมาจัดเก็บเป็นบัญชีการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละระบบเช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ เป็นต้น หลังจากนั้นเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาเพื่อคิดหาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และได้กำหนดแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าทั้งที่เป็นการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ทั้งการปรับปรุงอุปกรณ์เดิมให้มีประสิทธิภาพ รวมถึงการบำรุงรักษาให้มีสภาพพร้อมใช้งาน และแนวทางในการปฏิบัติสำหรับผู้ใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้

โดยจากการวางแผนทางในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่กล่าวมาในเบื้องต้นของบทที่ 5 นั้นมี

- แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ
- แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟต์โดยสาร
- แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบปั๊มน้ำ

โดยสรุปแล้วการวางแผนทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจะได้ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดคือ

สามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้จำนวน	508,454.16	kWh/Year
หรือคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ ⁽¹⁾	1,731,159.08	บาทต่อปี
โดยใช้เงินลงทุนทั้งหมด	7,490,145.00	บาท
มีระยะคืนทุน	4.33	ปี

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของพลังงานไฟฟ้าของอาคารสำนักหอสมุดกลาง (ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1,400,000 kWh/year) คือ 36.32 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อปี

*หมายเหตุ ⁽¹⁾ การคิดค่าพลังงานไฟฟ้าจะคิดที่ 3.38 บาท/kWh ยกเว้นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการปรับช่วงเวลาการสูบน้ำโดยใช้เครื่องตั้งเวลา (Timer) พร้อมด้วย Magnetic Contractor โดยจะคิดค่าคิดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบ TOU (อ้างอิงจาก หัวข้อ 4.9.1 และ 5.4.1)

5.6 ปัญหาในการดำเนินงาน

จากการทำโครงการในครั้งนี้พบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานคือ

1. ไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า ซึ่งทำให้เกิดปัญหาตามมาคือไม่สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องได้ครบถ้วน
2. ในบางห้องที่ใช้งานนั้นมีหลอดไฟเสียเป็นจำนวนมากจึงทำให้ค่าที่วัดได้น้อยกว่าความเป็นจริง
3. เนื่องจากเครื่องปรับอากาศบางเครื่องนั้นมีอายุการใช้งานที่มาก จึงทำให้ข้อมูลของตัวเครื่องนั้นสูญหายไป

5.7 ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์การอนุรักษ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักหอสมุดกลาง ก็พบว่าทางผู้ดูแลอาคารก็ได้มีแนวทางสำหรับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าอยู่ก่อนหน้าบางส่วนแล้ว เช่น การใช้สวิตช์เชือกกระตุกในบริเวณชั้นหนังสือ การปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาปิดอาคาร เป็นต้น เมื่อผู้ทำวิจัยได้สำรวจและนำมาวิเคราะห์แล้ว ก็สามารถนำแนวทางมาตรการต่าง ๆ มาใช้ในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มเติมได้อย่างมากมาย แต่ในบางมาตรการก็จะต้องมีค่าใช้จ่ายสูง บางมาตรการก็เป็นเพียงแค่แนวปฏิบัติของผู้ใช้งานให้ปฏิบัติตาม ดังนั้นการที่จะนำแนวทางใด แนวทางหนึ่ง มาปรับใช้จริงก็ต้องมีข้อพิจารณาหลายอย่างตามความเหมาะสมของตัวอาคาร ความพร้อมของบุคลากร และงบประมาณ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชำนาญ ห่อเกียรติ. 2540. **เทคนิคการส่องสว่าง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [2] วัชร มั่งวิติกุล. 2550. **กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 3. บริษัท เรียด ยู พาวเวอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- [3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2551. **มาตรการอนุรักษ์พลังงานจากเทคโนโลยีที่ประสบความสำเร็จ สำหรับอาคารธุรกิจ**. บริษัท ทีมเอ็นเนอร์ยี แมเนจเม้นท์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- [4] ชัชชัย คงคาลวง และ สุรัชย์ พิรุณสุนทร. 2546. **การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล**. ปรินูญานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [5] ณัฐพล โชตติยานนท์, คนัยวิชญ์ จิตมะโน, ธนกันต์ บุญมาก, ธนวัฒน์ สุดสวาท. 2552. **การวิเคราะห์การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศในอาคาร 9 และอาคาร 14 (ประธานมิตร) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**. ปรินูญานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์.
- [6] สมาคมลิฟต์แห่งประเทศไทย (2551, มีนาคม). **กดปุ่มเรียกลิฟต์ 1 ครั้งเสียเงินค่าไฟฟ้า 7-8 บาท จริงหรือไม่**. LIFT news. 1(2) : 14.
- [7] สมาคมลิฟต์แห่งประเทศไทย (2551, ธันวาคม). **Calculation result of power consumption(Traction machine elevator type)**. LIFT news. 1(3) : 6 - 7.
- [6] สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2010). **Builging Energy Award of Thailand**. [ออนไลน์].
แหล่งที่มา: <http://www.beat2010.net/index.php/aboutus.html> สืบค้นวันที่ 3 กรกฎาคม 2555

ประวัติย่อประวัติผู้ทำโครงการ

ชื่อ-นามสกุล	นายกฤษณ์ เรียนวาทิ
วัน เดือน ปีเกิด	12 ตุลาคม 2533
สถานที่เกิด	จังหวัดนครนายก
ที่อยู่ปัจจุบัน	220 หมู่ที่ 2 ตำบลศรีนาวา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก 26000
หมายเลขโทรศัพท์	087-5692752
E-mail address	design_krit02@windowlive.com



ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2548	มัธยมต้น โรงเรียนนครนายกวิทยาคม จังหวัดนครนายก
พ.ศ. 2551	มัธยมปลาย โรงเรียนนครนายกวิทยาคม จังหวัดนครนายก
พ.ศ. 2555	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อประวัติผู้ทำโครงการ

ชื่อ-นามสกุล	นายจรรุพัฒน์ ศรีด้วง
วัน เดือน ปีเกิด	12 มีนาคม 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ที่อยู่ปัจจุบัน	6 หมู่ที่ 2 ตำบลบางเสด็จ อำเภอบำมอ จังหวัดอ่างทอง 14130
หมายเลขโทรศัพท์	082-0914740
E-mail address	killer_machine8@hotmail.com



ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2548	มัธยมต้น โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
พ.ศ. 2551	มัธยมปลาย โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
พ.ศ. 2555	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อประวัติผู้ทำโครงการ

ชื่อ-นามสกุล	นายทรงพล โพธิ์สุวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด	23 กันยายน 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
ที่อยู่ปัจจุบัน	277 หมู่ที่ 5 ตำบลภูเขาทอง อำเภอหนองพอก จังหวัดร้อยเอ็ด 45210
หมายเลขโทรศัพท์	083-8256824
E-mail address	songponposuwan@hotmail.com



ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2547	มัธยมศึกษา โรงเรียนเมษวดีพิทยาคม จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2550	มัธยมศึกษา โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2555	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภาคผนวก ก. แสดงรายละเอียดการตรวจวัดและการคำนวณการใช้พลังงาน
ไฟฟ้าในระบบต่างๆ

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 1

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
1	1	1st-floor(Sali Center)	F LT-8	36	R	2	23	ฝังฝ้า	coil	10	177.37	26	90	464	275	10.63	344	0.01	7,737.62
			F LT-8	36	R	3	17	ฝังฝ้า	coil	10						10.63	344		8,578.67
	2	โถงสีน้ำเงิน	F LT-8	36	R	2	36	ฝังฝ้า	coil	10	216.75	14	755	2,580	1,346	10.63	344	1	12,111.1
			P-LS	14	R	1	17	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		870.30
	3	โสตทัศน	F LT-8	36	R	2	55	ฝังฝ้า	coil	10	300.5	43	25	580	335	10.63	344	1	18,503.0
	4	เคาท์เตอร์	F LT-8	36	R	2	5	ฝังฝ้า	coil	10	17.63	4	370	600	455	10.63	344	1	1,682.09
	5	ห้องอบรม102	F LT-8	36	R	2	20	ฝังฝ้า	coil	10	91	16	224	716	442	10.63	344	0.5	3,364.18
	6	ห้อง101	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	33.03	6	108	428	234	10.63	344	0.1	201.85
	7	ขึ้น-ลง ห้องสุุดใจ	F LT-8	36	R	2	5	ฝังฝ้า	coil	10	104.12	8	158	289	215	10.63	344	1	1,682.09
			F LT-8	36	NR	1	16	ฝังหลิบ	coil	10						10.63	344		2,691.35
			P-LS	14	R	1	12	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		614.33
	8	มัลติมีเดีย	F LT-8	36	R	2	4	ฝังฝ้า	coil	10	23.68	4	264	315	287	10.63	344	0.2	269.13
	9	เก็บของ	F LT-8	36	R	2	5	ฝังฝ้า	coil	10	41.5	5	398	510	474	10.63	344	0.1	168.21
	10	ตู้ไฟฟ้า	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	12.2	1	310	310	310	10.63	344	0.01	6.73
	11	เครื่องปรับอากาศ	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	18.1	3	88	251	146	10.63	344	0.01	3.36
	12	ทางเข้าห้องปรับอากาศ1	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	10.2	1	144	144	144	10.63	344	0.01	3.36
	13	ทางเข้าห้องปรับอากาศ2	F LT-8	36	NR	1	1	เพดาน	coil	10	3.9	2	9	10	9.5	10.63	344	0.01	1.68

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 1 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
1	14	นอกเวลา	P-LS	14	R	1	1	ฝังฝ้า	-	0	3.9	1	30	30	30	10.63	344	0.1	5.12
	15	ปฏิบัติการโสตฯ	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	18.5	2	223	232	227	10.63	344	1	672.84
	16	เก็บโสตฯ	F LT-8	36	R	2	4	ฝังฝ้า	coil	10	29.85	6	248	351	276	10.63	344	1	1,345.67
	17	งานเทคโนโลยีการศึกษา	F LT-8	36	R	2	8	ฝังฝ้า	coil	10	53	8	172	463	365	10.63	344	1	2,691.35
	18	ทรงยศ	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	10	2	162	178	170	10.63	344	0.7	235.49
	19	เชิดชาติ	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	12.75	2	166	188	177	10.63	344	0.7	235.49
	20	เก็บอุปกรณ์โสต	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	11.31	2	120	193	157	10.63	344	0.3	100.93
	21	ห้องสุขาฝ่ายโสต	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	7.9	1	196	196	196	10.63	344	0.5	168.21
	22	ห้องสุขาชาย	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	18.68	3	89	245	183	10.63	344	1	672.84
			F LT-8	36	NR	1	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		168.21
	23	ห้องสุขาหญิง	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	19.38	2	38.4	43.6	41	10.63	344	1	672.84
			F LT-8	36	NR	1	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		168.21
	24	ห้องสุขาผู้พิการ	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	3.28	1	275	275	275	10.63	344	1	336.42
	25	ห้องสุขา101	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	3.6	1	222	222	222	10.63	344	0.5	102.39
	26	แม่บ้าน	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	2	1	163	163	163	10.63	344	1	204.78
	27	ห้องไฟฟ้า	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	6.6	1	210	210	210	10.63	344	0.01	3.36
รวม																			66,237.2

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 2

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
2	1	ห้องประชุมสุคติใจ	F LT-8	36	NR	2	2	ผนังเวที	coil	10	281.05	28	42	366	151	10.63	344	0.1	67.28
			P-LS	11	DL	1	14	ติดผนัง	-	0						10.63	344		56.31
			HL	50	SL	1	2	เพดาน	-	0						10.63	344		36.57
			F LT-8	36	NR	1	32	ฝังหลิบ	coil	10						10.63	344		538.27
			P-LS	18	DL	1	50	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		329.10
			F LT-8	36	R	2	15	ฝังฝ้า	coil	10						10.63	344		504.63
	2	ห้องควบคุม	F LT-8	36	R	2	4	ฝังฝ้า	coil	10	34.53	4	343	529	427	10.63	344	0.1	134.57
	3	ห้องบันไดลงชั้น1	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	10.23	1	224	224	224	10.63	344	0.01	3.36
	4	แม่ข่ายคอมฯ	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	25.96	4	320	450	414	10.63	344	0.01	20.19
	5	ปฏิบัติงานส่งเสริม	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	45.11	7	331	599	420	10.63	344	0.7	1,412.96
	6	ห้องเก็บของ	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	8.92	2	100	120	110	10.63	344	0.01	3.36
	7	โถงหน้าห้องสุคติใจ ฯ	P-LS	14	R	1	8	ฝังฝ้า	-	0	118	11	193	572	354	10.63	344	0.1	40.96
			IC	100	NR	1	10	แขวน	-	0						10.63	344		365.67
			F LT-8	36	R	2	10	ฝังฝ้า	coil	10						10.63	344		336.42
	8	ห้องพัสดุคลกร	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	24.6	2	242	604	423	10.63	344	0.7	470.99
	9	เคาท์เตอร์บริการ	F LT-8	36	R	2	16	ฝังฝ้า	coil	10	92.31	12	221	404	331	10.63	344	1	5,382.69
	10	หัวหน้างานบริการ	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	33.43	6	310	520	408	10.63	344	0.7	1,412.96

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 2 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
2	11	โถงใหญ่(ชั้นหนังสือ)	F LT-8	36	R	2	19	ฝังฝ้า	coil	10	128.26	22	84	456	277	10.63	344	1	6,391.95
	12	โถงใหญ่	F LT-8	36	R	2	93	ฝังฝ้า	coil	10	687.52	68	9	630	360	10.63	344	1	31,286.9
			F LT-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10						10.63	344		409.55
			HL	20	DL	1	10	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		731.34
			P-LS	8	NR	1	5	แขวน	-	0						10.63	344		146.27
	15	ห้องสุขาปฏิบัติการส่งเสริม	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	4.3	1	93	93	93	10.63	344	0.5	102.39
	16	ห้องสุขาชาย	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	17.68	3	142	295	244	10.63	344	1	672.84
			F LT-8	36	NR	1	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		168.21
	17	ห้องสุขาหญิง	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	22.66	3	145	242	180	10.63	344	1	672.84
			F LT-8	36	NR	2	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		336.42
	18	ห้องไฟฟ้า	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	7.78	1	150	150	150	10.63	344	0.01	3.36
	19	ทางเดินบันได	F LT-8	36	NR	1	1	เพดาน	coil	10	15.09	4	230	312	259	10.63	344	1	168.21
	20	บันไดหนีไฟ	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	18.32	4	178	323	253	10.63	344	1	336.42
รวม																			52,850.1

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 3

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
3	1	ประชุมสุดใจ 2	F LT-8	36	R	2	9	ฝังฝ้า	coil	10	83.72	12	219	492	333	10.63	344	0.1	302.78
			P-LS	14	DL	1	6	ฝังฝ้า	-	0									30.72
	2	งานวารสาร305	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	42.5	6	260	400	336	10.63	344	0.7	1,412.96
	3	ประชุม306	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	34.42	6	350	578	477	10.63	344	0.4	807.40
	4	รองฯ ส่งเสริม	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	56	8	244	493	336	10.63	344	0.7	1,412.96
	5	โถง	F LT-8	36	R	2	111	ฝังฝ้า	coil	10	651.02	54	200	750	464	10.63	344	1	37,342.4
	6	วารสารล่วงหน้า	F LT-8	36	R	2	60	ฝังฝ้า	coil	10	295.7	49	33	648	189	10.63	344	0.4	8,074.04
	7	ห้องงานเทคโนโลยี	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	33.43	6	192	293	248	10.63	344	0.7	1,412.96
	8	ห้องสุขารองฯส่งเสริม	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	6.19	1	249	249	249	10.63	344	0.5	102.39
	9	ห้องสุขางานเทคโนโลยี	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	3.6	1	216	216	216	10.63	344	0.5	102.39
	10	ห้องแม่บ้าน	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	2	1	133	133	133	10.63	344	1	204.78
	11	ห้องสุขาชาย	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	17.68	4	140	360	276	10.63	344	1	672.84
			F LT-8	36	NR	1	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		168.21
	12	ห้องสุขาหญิง	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	22.66	4	157	320	240	10.63	344	1	672.84

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 3 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
3	13	ห้องไฟฟ้า	F LT-8	36	NR	1	2	ติดผนัง	coil	10	10.65	2	124	117	121	10.63	344	0.01	3.36
	14	ทางเดินบันได	F LT-8	36	NR	1	1	เพดาน	coil	10	15.09	4	119	224	169	10.63	344	1	168.21
	15	บันไดหนีไฟ	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	18.32	4	212	224	265	10.63	344	1	336.42
รวม																			53,564.1

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 4

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
4	1	ปริญญานิพนธ์1	F LT-8	36	R	2	8	ฝังฝ้า	coil	10	49.42	6	110	517	275	10.63	344	0.4	1,076.54
	2	ปริญญานิพนธ์2	F LT-8	36	R	2	46	ฝังฝ้า	coil	10	201.7	44	30	573	206	10.63	344	0.4	6,190.10
	3	นุกลากร	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	34.65	6	380	450	414	10.63	344	0.7	1,412.96
	4	ศึกษาค้นคว้ากลุ่ม404/1	F LT-8	36	R	2	4	ฝังฝ้า	coil	10	19.8	4	459	555	507	10.63	344	0.9	1,211.11
	5	ศึกษาค้นคว้ากลุ่ม404/2	F LT-8	36	R	2	4	ฝังฝ้า	coil	10	20.97	4	484	550	522	10.63	344	0.9	1,211.11
	6	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ 1)	F LT-8	36	R	2	35	ฝังฝ้า	coil	10	155.4	15	43	928	303	10.63	344	1	11,774.6
	7	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ 2)	F LT-8	36	R	2	36	ฝังฝ้า	coil	10	182.16	19	43	738	344	10.63	344	1	12,111.1
	8	ห้องโถง	F LT-8	36	R	2	94	ฝังฝ้า	coil	10	694.44	85	74	1153	438	10.63	344	1	31,623.3
	9	ห้องสุขาบุคลากร	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	3.6	1	273	273	273	10.63	344	0.5	102.39
	10	ห้องแม่บ้าน	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	2	1	133	133	133	10.63	344	1	204.78
	11	ห้องสุขาชาย	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	17.68	4	198	308	246	10.63	344	1	672.84
			F LT-8	36	NR	1	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		168.21
	12	ห้องสุขาหญิง	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	22.66	4	227	366	347	10.63	344	1	672.84
			F LT-8	36	NR	2	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		336.42
	13	ห้องไฟฟ้า	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	6.15	2	276	282	279	10.63	344	0.01	3.36

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 4 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
4	14	ทางเดินบันได	F LT-8	36	NR	1	1	เพดาน	coil	10	15.09	4	121	186	165	10.63	344	1	168.21
	15	บันไดหนีไฟ	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	18.32	4	283	342	310	10.63	344	1	336.42
รวม																			69,276.3

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 5

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
5	1	ห้องถ่ายเอกสาร	F LT-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	60.6	9	675	1,069	808	10.63	344	1	4,037.02
	2	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ1)	F LT-8	36	R	2	25	ฝังฝ้า	coil	10	162.16	19	38	740	257	10.63	344	1	8,410.46
	3	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ2)	F LT-8	36	R	2	44	ฝังฝ้า	coil	10	179.08	27	149	2270	488	10.63	344	1	14,802.4
	4	ศึกษาค้นคว้าอาจารย์502	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	39.85	6	248	507	380	10.63	344	0.7	1,412.96
	5	ศึกษาค้นคว้ากลุ่ม503	F LT-8	36	R	2	4	ฝังฝ้า	coil	10	19.8	4	319	426	278	10.63	344	0.9	1,211.11
	6	ศึกษาค้นคว้า504/1	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	4	1	402	402	402	10.63	344	0.9	302.78
	7	ศึกษาค้นคว้า504/2	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	4	1	426	426	426	10.63	344	0.9	302.78
	8	ศึกษาค้นคว้า504/3	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	4	1	413	413	413	10.63	344	0.9	302.78
	9	ศึกษาค้นคว้า504/4	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	5.68	1	450	450	450	10.63	344	0.9	302.78
	10	ศึกษาค้นคว้า504/5	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	4.8	1	486	486	486	10.63	344	0.9	302.78
	11	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ 3)	F LT-8	36	R	2	9	ฝังฝ้า	coil	10	75.05	6	43	1,024	426	10.63	344	1	3,027.76
	12	ชั้นหนังสือมุมบูรณาการ	F LT-8	36	R	2	5	ฝังฝ้า	coil	10	25.74	6	120	559	349	10.63	344	1	1,682.09
	13	ห้องโถง	F LT-8	36	R	2	133	ฝังฝ้า	coil	10	679.51	102	43	1,024	426	10.63	344	1	44,743.6
	14	ห้องสุขาเจ้าหน้าที่	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	3.6	1	277	277	277	10.63	344	0.5	102.39
	15	ห้องแม่บ้าน	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	2	4	133	133	133	10.63	344	1	204.78
	16	ห้องสุขาชาย	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	17.68	4	168	281	215	10.63	344	1	672.84
			F LT-8	36	NR	1	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		168.21

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 5 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
5	17	ห้องสุขาหญิง	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	22.66	4	201	231	212	10.63	344	1	672.84
			F LT-8	36	NR	2	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		336.42
	18	ห้องไฟฟ้า	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	6.15	1	115	115	115	10.63	344	0.01	3.36
	19	ทางเดินบันได	F LT-8	36	NR	1	1	เพดาน	coil	10	15.09	4	117	257	179	10.63	344	1	168.21
	20	บันไดหนีไฟ	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	18.32	4	209	345	270	10.63	344	1	336.42
รวม																			83,506.8

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 6

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
6	1	ศ.ดร.ขจรฯ	F LT-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	73.3	9	211	593	388	10.63	344	0.1	403.70
	2	ดร.มาเรีย (หนังสือเด็ก)	F LT-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	123.96	14	202	571	386	10.63	344	1	4,037.02
			P-LS	14	DL	2	4	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		409.55
			HL	20	NR	2	3	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		438.81
	3	ศ.ดร.สาโรช บัวศรี	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	33.43	6	399	523	463	10.63	344	0.01	20.19
	4	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ1)	F LT-8	36	R	2	29	ฝังฝ้า	coil	10	131.41	12	70	677	289	10.63	344	1	9,756.13
	5	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ2)	F LT-8	36	R	2	64	ฝังฝ้า	coil	10	177.23	18	173	1,290	483	10.63	344	1	21,530.8
	6	กุหลาบ604	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	39.89	6	421	486	450	10.63	344	0.9	1,816.66
	7	ศึกษาค้นคว้ากลุ่ม604/1	F LT-8	36	R	2	4	ฝังฝ้า	coil	10	14.8	4	436	487	455	10.63	344	0.9	1,211.11
	8	ศึกษาค้นคว้ากลุ่ม604/2	F LT-8	36	R	2	4	ฝังฝ้า	coil	10	20.97	4	412	493	458	10.63	344	0.9	1,211.11
	9	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ3)	F LT-8	36	R	2	9	ฝังฝ้า	coil	10	60.04	6	77	275	182	10.63	344	1	3,027.76
	10	ห้องโถง	F LT-8	36	R	2	104	ฝังฝ้า	coil	10	674.32	58	67	1,038	376	10.63	344	1	34,987.5
	11	ห้องลิฟต์เจ้าหน้าที่	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	2.78	1	345	345	345	10.63	344	1	336.42
	12	ห้องสุขา ดร.สาโรช	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	3.6	1	210	210	210	10.63	344	0.01	2.05
	13	ห้องแม่บ้าน	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	2	1	133	133	133	10.63	344	1	204.78
	14	ห้องสุขาชาย	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	17.68	4	135	320	217	10.63	344	1	672.84
			F LT-8	36	NR	1	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		168.21

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 6 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
6	15	ห้องสุขาหญิง	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	22.66	4	178	434	292	10.63	344	1	672.84
			F LT-8	36	NR	2	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		336.42
	16	ห้องไฟฟ้า	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	6.15	1	132	132	132	10.63	344	0.01	3.36
	17	ทางเดินบันได	F LT-8	36	NR	1	1	เพดาน	coil	10	15.09	4	104	223	162	10.63	344	1	168.21
	18	บันไดหนีไฟ	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	18.32	4	201	405	314	10.63	344	1	336.42
รวม																			81,751.8

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 7

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
7	1	งานวิเคราะห์1	F LT-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	27.27	2	19.4	445	232	10.63	344	0.7	706.48
	2	งานวิเคราะห์	F LT-8	36	R	2	69	ฝังฝ้า	coil	10	481.64	42	12.9	1459	393	10.63	344	0.7	16,249.0
	3	งานวิเคราะห์/ฐานข้อมูล	F LT-8	36	R	2	10	ฝังฝ้า	coil	10	61.03	8	160	530	379	10.63	344	0.7	2,354.93
	4	ห้องซ่อมหนังสือ	F LT-8	36	R	2	9	ฝังฝ้า	coil	10	65.15	9	185	2,200	613	10.63	344	0.7	2,119.43
	5	ฝ่ายจัดหา	F LT-8	36	R	2	9	ฝังฝ้า	coil	10	57.94	9	267	484	367	10.63	344	0.7	2,119.43
	6	ห้องจัดเลี้ยงบุคลากร	F LT-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	104.68	16	298	3,050	1,045	10.63	344	0.7	2,825.91
	7	ห้องสมเด็จพระเทพฯ	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	42.09	6	205	479	325	10.63	344	0	-
	8	ห้อง อ.เจลิยาฯ	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	20.77	3	265	351	308	10.63	344	0.7	1,412.96
	9	อ.มาเรีย	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	39.07	3	354	666	538	10.63	344	0.7	1,412.96
	10	ห้องประชุมสำนัก	IC	100	DL	1	16	ฝังฝ้า	-	0	79.5	9	242	789	339	10.63	344	0.3	1,755.23
			P-LS	14	DL	1	20	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		307.16
			F LT-8	36	NR	1	20	ฝังหลิบ	coil	10						10.63	344		1,009.25
			P-LS	5	NR	1	2	ติดผนัง	-	0						10.63	344		10.97
	11	ห้องผู้อำนวยการ	F LT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	coil	10	31.65	6	357	1,230	634	10.63	344	0.7	1,412.96
	12	เลขานุการ	F LT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	9.34	2	135	159	147	10.63	344	0.7	235.49
	13	การเงิน/การคลัง	F LT-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	26.68	4	153	445	284	10.63	344	0.7	706.48
	14	สำนักผู้อำนวยการ	F LT-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	78.22	10	224	538	321	10.63	344	0.7	2,825.91

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 7 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
7	15	ห้องประชุมเล็ก	F LT-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	24.26	3	95	360	257	10.63	344	0.5	504.63
	16	ห้องพัสดุ	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	32.22	2	113	288	201	10.63	344	0.4	269.13
	17	โถงทางเดิน	F LT-8	36	R	2	19	ฝังฝ้า	coil	10	180.13	33	69.4	663	240	10.63	344	0.7	4,474.36
	18	ห้องสุขาห้องพัสดุอาคาร1	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	4.8	2	225	270	248	10.63	344	0.3	61.43
	19	ห้องสุขาห้องพัสดุอาคาร2	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	4.84	2	124	203	114	10.63	344	0.3	61.43
	20	ห้องแม่บ้าน	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	2.89	1	161	161	161	10.63	344	0.7	143.34
	21	ห้องสุขาสมเด็จพระเทพฯ	F LT-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	5.25	2	185	233	209	10.63	344	0	-
	22	ห้องสุขา อ.เจลิยว	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	2.77	1	233	233	233	10.63	344	0.3	61.43
			F LT-8	18	R	1	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		30.72
	23	ห้องสุขา อ.มาเรีย	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	2.97	1	245	245	245	10.63	344	0.3	61.43
			F LT-8	18	R	1	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		30.72
	24	ห้องสุขาห้องประชุมสำนัก	F LT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	4.78	2	64.2	67.1	65.7	10.63	344	0.1	67.28
	25	ห้องสุขา ผอ.	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	4	1	211	211	211	10.63	344	0.3	61.43
			F LT-8	36	R	1	1	ติดผนัง	coil	10						10.63	344		50.46
	26	ห้องสุขาบุคลากร1	F LT-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	6.5	2	140	204	172	10.63	344	0.3	122.87
	27	ห้องสุขาบุคลากร2	F LT-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	7.13	2	178	232	205	10.63	344	0.3	122.87
	28	ห้องไฟฟ้า	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	6.15	1	121	121	121	10.63	344	0.01	3.36

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 7 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
7	29	ทางเดินบันได	F LT-8	36	NR	1	1	เพดาน	coil	10	15.09	4	105	232	165	10.63	344	1	168.21
	30	บันไดหนีไฟ	F LT-8	36	R	2	1	เพดาน	coil	10	18.32	4	200	357	268	10.63	344	1	336.42
รวม																			44,096.1

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 8

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
8	1	ประชุม8101	F LT-8	36	R	3	30	ฝังฝ้า	coil	10	250.61	34	33	522	263	10.63	344	0.1	1,513.88
			P-LS	14	DL	1	30	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		153.58
	2	ประชุม8102	F LT-8	36	R	3	9	ฝังฝ้า	coil	10	80.79	9	539	690	623	10.63	344	0.3	1,362.49
			P-LS	14	DL	1	4	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		61.43
	3	ประชุม8103	F LT-8	36	R	3	15	ฝังฝ้า	coil	10	134.05	15	426	742	581	10.63	344	0.3	2,270.82
			P-LS	14	DL	1	8	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		122.87
	4	ห้องครัว8104	F LT-8	36	R	3	3	ฝังฝ้า	coil	10	19.67	3	521	1,180	800	10.63	344	0.1	151.39
	5	ประชุม8105	F LT-8	36	R	3	12	ฝังฝ้า	coil	10	77.42	9	82	804	395	10.63	344	0.3	1,816.66
	6	ห้อง8108	F LT-8	18	R	3	3	ฝังฝ้า	coil	10	38.47	3	235	1,066	597	10.63	344	0.05	46.07
	7	ห้อง8109	F LT-8	18	R	3	3	ฝังฝ้า	coil	10	37.63	3	140	152	146	10.63	344	0.05	46.07
	8	ห้องประชุม8110	F LT-8	36	R	3	21	ฝังฝ้า	coil	10	136.68	24	208	525	406	10.63	344	0.3	3,179.15
	9	ห้องประชุม8111	F LT-8	36	R	3	6	ฝังฝ้า	coil	10	68.73	9	96	331	212	10.63	344	0.3	908.33
	10	โถงทางเดิน	F LT-8	36	R	3	30	ฝังฝ้า	coil	10	277.47	33	4	1,612	252	10.63	344	0.7	10,597.2
			F LT-8	18	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10						10.63	344		430.03
	11	เก็บของ1	F LT-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	37.76	2	66	80	73	10.63	344	0.1	40.96
	12	เก็บของ2	F LT-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	33.14	4	36	306	107	10.63	344	0.1	40.96
	13	ควบคุมลิฟต์1	F LT-8	36	R	1	3	เพดาน	coil	10	12.64	2	24	81	52.5	10.63	344	0.01	5.05

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 8 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
8	14	ควบคุมลิฟต์2	F LT-8	36	R	1	3	เพดาน	coil	10	16.5	3	10	111	60.5	10.63	344	0.01	5.05
	15	ห้องไฟฟ้า	F LT-8	36	NR	1	2	เพดาน	coil	10	16.5	2	62	77	69.5	10.63	344	0.01	3.36
	16	ห้องแม่บ้าน	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	13.75	3	3	89	38	10.63	344	0.3	61.43
			IC	100	DL	1	1	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		109.70
	17	เก็บของ3	F LT-8	18	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	15.2	3	31	36	33	10.63	344	0.1	61.43
	18	Cooling tower	F LT-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	46.14	6	23	641	242	10.63	344	0.01	4.10
	19	ถังพักน้ำ	F LT-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	59.89	4	4	57	39.8	10.63	344	0.01	4.10
	20	ห้องสุขาอาจารย์	F LT-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	4.94	2	196	200	198	10.63	344	0.3	122.87
	21	ห้องสุขานิสิตชาย	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	14.82	6	3	36	21.7	10.63	344	0.7	143.34
			P-LS	14	DL	1	3	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		107.51

ตาราง ก.1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 8 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	จุด ตรวจ วัด	ค่าความสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
8	22	ห้องสุขานิสิตหญิง	F LT-8	18	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	10	14.48	6	11	50	34	10.63	344	0.7	143.34
			P-LS	14	DL	1	3	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		107.51
	23	ห้องควบคุม8101	F LT-8	18	R	3	2	ฝังฝ้า	coil	10	11.95	2	290	342	316	10.63	344	0.1	61.43
	24	ทางเดินห้องควบคุม8101	F LT-8	18	R	3	1	ฝังฝ้า	coil	10	18.25	1	15	15	15	10.63	344	0.1	30.72
			P-LS	14	DL	1	1	ฝังฝ้า	-	0						10.63	344		5.12
รวม																		23,835.7	
สรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างทั้งอาคาร																		475,153.98	

*หมายเหตุ

ชนิดหลอดไฟ : FLT-8 = Fluorescent T-8 (หลอดฟลูออเรสเซนต์ T-8)

PLS = Compact Fluorescent (หลอดตะเกียบ)

IC = Incandescent (หลอดไส้)

HL = Halogen (หลอดฮาโลเจน)

ค่าตัวแปร : F = แฟกเตอร์การใช้งาน

บัลลาสต์ : Coil = Standard Electromagnetic Ballast (บัลลาสต์ธรรมดา)

โคม : NR = โคมไม่สะท้อนแสง

R = โคมสะท้อนแสง

DL = โคมดาวน์ไลท์

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 1

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
1	1	ห้อง105	23.68	16,100	FS-090	Benson	24	BT	220	9.5	2.09	7.70	10.63	344	0.6	0.2	917.11
	2			12,500	FS-094	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.2	733.68
	3	ทางเข้าออก	104.12	32,000	FC-278	York	10	BT	220	15.95	3.51	9.12	10.63	344	0.4	1	5,132.57
	4			32,000	FC-279	York	10	BT	220	15.95	3.51	9.12	10.63	344	0.4	1	5,132.57
	5			32,000	FC-280	York	10	BT	220	15.95	3.51	9.12	10.63	344	0.4	1	5,132.57
	6			32,000	FC-281	York	10	BT	220	15.95	3.51	9.12	10.63	344	0.4	1	5,132.57
	7	โถง	332.43	347,000	PW-045	Daikin	24	BT	380	50	32.91	10.54	10.63	344	1	0.75	90,251.51
	8			347,000	PW-046	Daikin	24	BT	380	50	32.91	10.54	10.63	344	1	0.75	90,251.51
	9	ห้อง102	91	28,300	FS-078	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.1	883.32
	10			25,600	FS-060	Benson	24	BT	220	15.9	3.50	7.32	10.63	344	0.6	0.1	767.47
	11	ทรงยศ	10	12,500	FS-087	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.7	2,567.90
	12	เชิดชาติ	12.75	12,500	FS-086	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.7	2,567.90
	13	เก็บอุปกรณ์โสตฯ	11.31	12,500	FS-085	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.7	2,567.90
	14	เก็บโสตทัศนวัสดุ	29.85	25,600	FS-089	Benson	24	BT	220	17	3.74	6.84	10.63	344	0.6	0.7	5,743.98
	15	ปฏิบัติงานโสตฯ	18.48	18,300	FS-088	Benson	24	BT	220	12.3	2.71	6.76	10.63	344	0.6	0.5	2,968.53
รวม			633.62	985,900	รวม												220,751.1

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 2

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
2	1	โถง	654	60,900	FC-	Star-Air	4	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.7	4,031.53
	2			27,000	FC-302	Focus	6	ET	220	10.4	2.40	11.25	10.63	344	0.4	0.7	2,457.32
	3			56,000	FS-178	CentralAir	24	BT	380	10.9	7.17	7.81	10.63	344	0.6	0.5	7,869.93
	4			60,900	FC-	Star-Air	4	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	1	5,759.33
	5			61,000	FS-139	Airtemp	16	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.55	0.5	7,611.21
	6			27,000	FC-297	Focus	6	ET	220	10.4	2.40	11.25	10.63	344	0.4	0.7	2,457.32
	7			33,800	FC-001	Airtemp	16	BT	220	15.8	3.30	10.24	10.63	344	0.55	0.7	4,645.86
	8			62,150	FC-300	Star-Air	6	ET	380	9.3	6.12	10.15	10.63	344	0.4	0.7	6,267.06
	9			60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.7	4,031.53
	10			62,150	FC-301	Star-Air	6	ET	380	9.3	6.12	10.15	10.63	344	0.4	0.7	6,267.06
	11			60,900	FC-	Star-Air	4	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.7	4,031.53
	12	หลังคาเทอร์	93.94	35,000	FS-096	Net	24	BT	220	17	3.70	9.46	10.63	344	0.6	0.7	5,682.54
	13	บริการ		35,000	FS-097	Net	24	BT	220	17	3.70	9.46	10.63	344	0.6	0.7	5,682.54
	14	หัวหน้างานบริการ	33.6	28,300	FS-082	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.7	6,183.22

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 2 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
2	15	พักบุคลากร	24.5	28,300	FS-066	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.1	883.32
	16	ควบคุม	34.5	28,300	FS-091	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.1	883.32
	17	แม่ข่ายคอมฯ	26	24,000	FC-284	Trane	7	ET	220	12.37	2.20	10.93	10.63	344	0.4	0.8	2,568.48
	18			24,000	FC-285	Trane	7	ET	220	12.37	2.20	10.93	10.63	344	0.4	0.8	2,568.48
	19	ปฏิบัติการส่งเสริม	49.4	27,000	FC-099	Focus	6	ET	220	10.4	2.40	11.25	10.63	344	0.4	0.7	2,457.32
	20	ห้องประชุม	281	320,000	PW-047	Daikin	24	BT	380	60	39.49	8.10	10.63	344	1	0.1	14,440.24
	21	สุขใจ		320,000	PW-048	Daikin	24	BT	380	60	39.49	8.10	10.63	344	1	0.1	14,440.24
รวม			1,196.9	1,442,600	รวม												111,219.4

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 3

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
3	1	โถง	934.35	61,000	FS-120	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	2			61,000	FS-121	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	3			61,000	FS-122	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	4			61,000	FS-123	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	5			61,000	FS-126	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	6			61,000	FS-129	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	7			61,000	FS-130	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	8			60,900	FC-	Star-Air	4	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.7	4,031.53
	9			25,600	FS-095	Benson	24	BT	220	17	3.74	6.84	10.63	344	0.6	0.5	4,102.84
	10			61,000	FS-124	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	11	งานเทคโนโลยี	33.4	28,300	FS-079	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.7	6,183.22
	12	ศ.ดร.สุดใจใจ 2	83.7	38,400	FC-282	Tasaki	10	BT	380	7	4.61	8.33	10.63	344	0.4	0.1	673.88
	13			38,400	FC-283	Tasaki	10	BT	380	7	4.61	8.33	10.63	344	0.4	0.1	673.88
	14	ห้อง 305	42.3	37,400	FC-	York	3	ET	220	15.25	3.36	11.15	10.63	344	0.3	0.7	2,576.34
	15	ห้อง 306	34.4	12,000	FC-	Focus	6	ET	220	5.7	1.25	9.57	10.63	344	0.4	0.3	550.26
	16	ปฏิบัติงานวารสาร	56.05	12,000	FC-295	Focus	6	ET	220	5.7	1.25	9.57	10.63	344	0.4	0.7	1,283.95

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 3 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
3	17	ปฏิบัติงานวารสาร	56.05	25,600	FS-081	Benson	24	BT	220	15.9	3.50	7.32	10.63	344	0.6	0.1	767.47
	18	(ต่อ)		12,000	FC-296	Focus	6	ET	220	5.7	1.25	9.57	10.63	344	0.4	0.7	1,283.95
รวม			1,184.2	778,600	รวม												88,552.43

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 4

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
4	1	โถง	1,262.60	60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.4	0.68	5,221.80
	2			61,000	FS-133	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	3			61,000	FS-132	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	4			60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.68	3,916.35
	5			61,000	FS-141	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	6			61,000	FS-140	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	7			61,000	FS-138	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	8			61,000	FS-137	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	9			61,000	FS-136	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	10			30,000	FC-258	Trane	21	BT	220	18.7	4.11	7.29	10.63	344	0.6	0.1	902.62
	11			30,000	FC-259	Trane	21	BT	220	18.7	4.11	7.29	10.63	344	0.6	0.1	902.62
	12			61,000	FS-134	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	13			61,000	FS-143	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	14			61,000	FS-142	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14
	15			60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.68	3,916.35
	16			61,000	FS-144	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 4 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสแตท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
4	17	โถง (ต่อ)	1,262.60	60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.68	3,916.35
	18	บุคลากร	34.65	28,200	FC-	Star-Air	2	ET	220	12	2.35	11.98	10.63	344	0.3	0.68	1,755.27
	19	ปริญญาภิพนธ์	49.42	25,000	FC-182	Kent	16	BT	220	12.6	2.77	9.02	10.63	344	0.55	0.1	557.50
	20			25,000	FC-181	Kent	16	BT	220	12.6	2.77	9.02	10.63	344	0.55	0.1	557.50
	21	404/1	19.80	12,500	FC-076	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.25	917.11
	22	404/2	20.96	12,500	FC-075	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.25	917.11
รวม			1,387.4	1,077,800	รวม												114,815.1

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 5

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
5	1	โถง	1,226.27	78,900	FS-147	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	2			78,900	FS-146	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	3			60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.68	3,916.35
	4			78,900	FS-145	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	5			28,300	FS-083	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.68	6,006.56
	6			28,300	FS-093	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.68	6,006.56
	7			78,900	FS-153	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	8			78,900	FS-152	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	9			78,900	FS-151	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	10			78,900	FS-150	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	11			78,900	FS-149	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	12			78,900	FS-154	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	13			78,900	FS-155	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	14			60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.68	3,916.35
	15	502	39.89	33,000	FC-302	Daisenko	6	ET	220	16	3.52	9.38	10.63	344	0.4	0.68	3,501.09
	16	503	19.80	12,500	FC-072	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.25	917.11

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 5 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
5	17	504/1	4.78	8,800	FC-307	Panasonic	5	ET	220	3.6	0.77	11.43	10.63	344	0.3	0.25	211.18
	18	504/2	5.68	8,800	FC-306	Panasonic	5	ET	220	3.6	0.77	11.43	10.63	344	0.3	0.25	211.18
	19	504/3	4.00	8,800	FC-305	Panasonic	5	ET	220	3.6	0.77	11.43	10.63	344	0.3	0.25	211.18
	20	504/4	4.00	8,800	FC-304	Panasonic	5	ET	220	3.6	0.77	11.43	10.63	344	0.3	0.25	211.18
	21	504/5	4.00	8,800	FC-303	Panasonic	5	ET	220	3.6	0.77	11.43	10.63	344	0.3	0.25	211.18
รวม			1,308.4	1,056,900	รวม												118,674.8

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 6

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
6	1	โถง	1,070.00	28,300	FS-061	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.5	4,416.59
	2			60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.68	3,916.35
	3			78,900	FS-159	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	4			60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.68	3,916.35
	5			78,900	FS-164	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	6			78,900	FS-165	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	7			78,900	FS-166	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	8			78,900	FS-157	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	9			78,900	FS-158	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	10			78,900	FS-161	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	11			78,900	FS-160	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49
	12			60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.5	2,879.67
	13	คร.สาโรช	33.60	28,300	FS-063	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.01	88.33
	14	หนังสือเด็ก	124.58	36,000	FS-309	Carrier	4	ET	380	5.2	3.28	10.97	10.63	344	0.3	0.1	360.04
	15			36,000	FS-310	Carrier	4	ET	380	5.2	3.28	10.97	10.63	344	0.3	0.1	360.04
	16			36,000	FS-311	Carrier	4	ET	380	5.2	3.28	10.97	10.63	344	0.3	0.1	360.04

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 6 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสแตท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
6	17	ห้องขจร	73.30	28,300	FS-067	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.1	883.32
	18			25,600	FS-092	Benson	24	BT	220	15.9	3.50	7.32	10.63	344	0.6	0.1	767.47
	19	604	33.90	28,300	FS-059	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.25	2,208.29
	20	604/1	19.80	12,500	FS-062	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.25	917.11
	21	604/2	20.96	18,800	FS-308	Trane	5	ET	220	11	1.82	10.33	10.63	344	0.3	0.25	499.14
รวม			1,376.1	1,092,000	รวม												96,256.65

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 7

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
7	1	ผอ.	31.70	30,600	FC-049	Star-Air	2	ET	220	12.3	2.69	11.39	10.63	344	0.3	0.68	2,004.42
	2	เลขาฯ	9.30	35,000	FS-118	Net	24	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61
	3	การเงิน	26.70	28,300	FS-150	Benson	24	BT	220	15.4	3.39	8.35	10.63	344	0.6	0.68	5,054.70
	4	สำนักงาน ผอ.	70.50	30,000	FS-293	Carrier	24	BT	220	13.48	3.12	9.62	10.63	344	0.6	0.68	4,654.86
	5			35,000	FS-119	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61
	6	ประชุม710	24.20	25,900	FS-286	Star-Air	4	ET	220	12.39	2.66	9.76	10.63	344	0.3	0.01	29.13
	7	ห้องพิมพ์	61.00	36,000	FS-312	York	4	ET	220	15.69	3.25	11.08	10.63	344	0.3	0.68	2,423.66
	8			60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.68	3,916.35
	9	งานวิเคราะห์	443.43	35,000	FS-109	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61
	10			35,000	FS-110	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61
	11			35,000	FS-111	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61
	12			35,000	FS-112	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61
	13			35,000	FS-115	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61
	14			39,000	FS-172	Kent	17	BT	220	20	4.40	8.86	10.63	344	0.55	0.68	6,017.50
	15			30,000	FS-294	Carrier	6	ET	220	13.48	3.12	9.61	10.63	344	0.4	0.68	3,104.23
	16			60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.68	3,916.35

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 7 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
7	17	งานวิเคราะห์	443.43	60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.68	3,916.35
	18			33,000	FC-277	Carrier	23	BT	220	15.4	5.25	6.29	10.63	344	0.6	0.68	7,832.69
	19	ซ่อมหนังสือ	65.10	25,800	FC- บันทึก	Carrier	10	BT	220	12.46	2.74	9.41	10.63	344	0.4	0.68	2,726.47
	20			24,000	FC- บันทึก	Airtemp	10	BT	220	11.5	2.53	9.49	10.63	344	0.4	0.68	2,516.41
	21	งานพัฒนา	62.70	60,900	FC-	Star-Air	2	ET	380	9.2	5.25	11.60	10.63	344	0.3	0.68	3,916.35
	22	พักบุคลากร	104.68	35,800	FS-055	Benson	24	BT	220	20.8	4.58	7.82	10.63	344	0.6	0.1	1,003.99
	23			35,800	FS-056	Benson	24	BT	220	20.8	4.58	7.82	10.63	344	0.6	0.1	1,003.99
	24	สมเด็จพระเทพฯ	42.09	25,600	FS-054	Benson	24	BT	220	17	3.74	6.84	10.63	344	0.6	0	0.00
	25	อ.เนลิยา	20.80	25,600	FS-053	Benson	24	BT	220	17	3.74	6.84	10.63	344	0.6	0	0.00
	26	อ.มาเรีย	39.07	25,600	FS-052	Benson	24	BT	220	17	3.74	6.84	10.63	344	0.6	0	0.00
	27	ประชุม 702	79.50	44,000	FC-287	CentralAir	10	BT	220	23.53	5.18	8.50	10.63	344	0.4	0.1	757.18
	28			44,000	FC-288	CentralAir	10	BT	220	23.53	5.18	8.50	10.63	344	0.4	0.1	757.18
รวม			1,080.8	1,027,600	รวม												100,125

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 8

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
8	1	ห้องประชุม8101	250.60	60,000	FC-272	Trane	14	BT	380	13.4	5.43	11.05	10.63	344	0.5	0.1	992.80
	2			60,000	FC-273	Trane	14	BT	380	13.4	5.43	11.05	10.63	344	0.5	0.1	992.80
	3			60,000	FC-274	Trane	14	BT	380	13.4	5.43	11.05	10.63	344	0.5	0.1	992.80
	4			60,000	FC-275	Trane	14	BT	380	13.4	5.43	11.05	10.63	344	0.5	0.1	992.80
	5	ห้องประชุม8110	165.00	30,000	FC-268	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43
	6			30,000	FC-269	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43
	7			30,000	FC-270	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43
	8			30,000	FC-271	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43
	9	ห้องประชุม8105	77.40	30,000	FC-260	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43
	10			30,000	FC-261	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43
	11	ห้องครัว8104	19.67	30,000	FC-262	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.1	578.68
	12	ห้องประชุม8103	134.04	30,000	FC-263	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43
	13			30,000	FC-264	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43
	14			30,000	FC-265	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43
	15	ห้องประชุม8102	80.79	30,000	FC-266	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43
	16			30,000	FC-267	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43

ตาราง ก.2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 8 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	kWh/y
8	17	ห้องประชุม8111	68.73	60,000	FC-276	Trane	18	BT	380	13.4	5.43	11.05	10.63	344	0.5	0.27	2,680.56
	18	ห้องควบคุมลิฟต์	16.52	32,000	FS-184	Kent	14	BT	220	23.1	5.08	6.30	10.63	344	0.5	0	0.00
	19	โถง	183.20	56,000	FS-176	CentralAir	18	BT	380	10.9	7.17	7.81	10.63	344	0.5	0	0.00
	20			56,000	FS-177	CentralAir	18	BT	380	10.9	7.17	7.81	10.63	344	0.5	0	0.00
	21	ห้องควบคุม8101	11.95	32,000	FS-179	Kent	14	BT	220	15.1	3.32	9.63	10.63	344	0.5	0.1	607.38
รวม			1,007.90	836,000	รวม												25,024.49
รวมทั้งอาคาร			9,175.42	8,297,400	รวมการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ												875,418.95

หมายเหตุ สัญลักษณ์เครื่องปรับอากาศ

: FC = Fan Coil Ceiling Mounted

: FS = Fan Coil Standing Mounted

: PW = Package Water Cooled

ค่าตัวแปร

: F_C = แฟคเตอร์การทำงานของคอมเพรสเซอร์

: F = แฟคเตอร์การใช้งาน

: EER = Energy Efficiency Ratio

สัญลักษณ์เทอร์โมสตัท

: BT = Bi-metal Thermostats

: ET = Electronic Thermostats

ตาราง ก.3 แสดงรายละเอียดการปรับอากาศในแต่ละห้อง

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ ห้อง	พิกัดทำความเย็น เครื่องปรับอากาศรวม (BTU/h)	พิกัดทำ ความเย็นต่อ พื้นที่	พลังงานที่ ใช้ (kWh/year)
1	1	ห้อง 105	23.68	28,600	1,207.77	1,650.79
	2	ทางเข้าออก	104.12	128,000	1,229.35	20,530.28
	3	โถงใหญ่	332.43	694,000	2,087.66	180,503.02
	4	ห้อง 102	91	53,900	592.31	1,650.79
	5	ห้องเจ้าหน้าที่ (ทรงยศ)	10	12,500	1,250.00	2,567.90
	6	ห้องเจ้าหน้าที่ (เชิดชาติ)	12.75	12,500	980.39	2,567.90
	7	เก็บอุปกรณ์โสตทัศน	11.31	12,500	1,105.22	2,567.90
	8	เก็บโสตทัศนวัสดุ	29.85	25,600	857.62	5,743.98
	9	ปฏิบัติงานโสตทัศน	18.48	18,300	990.26	2,968.53
รวม			633.62	985,900	-	220,751.07
2	1	โถง	654	572,700	875.69	55,429.7
	2	หลังเคาน์เตอร์บริการ	93.94	70,000	875.69	11,365.08
	3	หัวพนักงานบริการ	33.6	28,300	824.26	6,183.22
	4	พักบุคลากร	24.5	28,300	1155.1	883.32
	5	ควบคุมห้องประชุมสุดใจ	34.5	28,300	820.29	883.32
	6	แม่ข่ายคอมพิวเตอร์	26	48,000	1846.15	5,136.96
	7	ปฏิบัติการส่งเสริม ฯ	49.4	27,000	546.56	2,457.32
	8	ห้องประชุมสุดใจ	281	640,000	2277.58	22,880.48
รวม			1,196.9	1,442,600	-	105,219.4
3	1	โถง	934.35	574,500	614.87	74,559.48
	2	งานเทคโนโลยี	33.4	28,300	847.31	6,183.22
	3	ประชุมสุดใจ 2	83.7	76,800	917.56	1,347.76
	4	305	42.3	37,400	884.16	2,576.34
	5	306	34.4	12,000	348.84	550.26
	6	ปฏิบัติงานวารสาร	56.05	49,600	884.92	3,335.37
รวม			1,184.2	778,600	-	88,552.43

ตาราง ก.3 แสดงรายละเอียดการปรับอากาศในแต่ละห้อง (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ ห้อง	พิกัดทำความเย็น เครื่องปรับอากาศรวม (BTU/h)	พิกัดทำ ความเย็นต่อ พื้นที่	พลังงานที่ ใช้ (kWh/year)
4	1	โถง	1,262.6	974,600	771.9	110,110.61
	2	บุคลากร	34.65	28,200	813.85	1,755.27
	3	ปริญญานิพนธ์	49.42	50,000	1,011.74	1,115.04
	4	404/1	19.8	12,500	631.31	917.11
	1	404/2	20.96	12,500	596.37	917.11
รวม			1,387.4	1,077,800	-	114,815.14
5	1	โถง	1,226.3	967,400	788.9	113,200.7
	2	502	39.89	33,000	827.28	3,501.09
	3	503	19.8	12,500	631.31	917.11
	4	504/1	4.78	8,800	1,841	211.18
	5	504/2	5.68	8,800	1,549.3	211.18
	6	504/3	4	8,800	2,200	211.18
	7	504/4	4	8,800	2,200	211.18
	8	504/5	4	8,800	2,200	211.18
รวม			1,308.4	1,056,900	-	118,674.8
6	1	โถง	1,070	842,200	787.1	89,812.86
	2	ดร.สาโรช บัวศรี	33.6	28,300	842.26	88.33
	3	หนังสือเด็ก	124.58	108,000	866.91	1,080.12
	4	ขจร	73.3	53,900	735.33	1,650.79
	5	604	33.9	28,300	834.808	2,208.29
	6	604/1	19.8	12,500	631.31	917.11
	7	604/2	20.96	18,800	896.95	449.14
รวม			1,376.1	1,092,000	-	96,206.64

ตาราง ก.3 แสดงรายละเอียดการปรับอากาศในแต่ละห้อง (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ ห้อง	พิกัดทำความเย็น เครื่องปรับอากาศรวม (BTU/h)	พิกัดทำ ความเย็นต่อ พื้นที่	พลังงานที่ ใช้ (kWh/year)
7	1	ผู้อำนวยการสำนักฯ	31.7	30,600	965.3	2,004.42
	2	เลขาผู้อำนวยการฯ	9.3	35,000	1104.1	6,367.61
	3	การเงิน	26.7	28,300	1,059.93	5054.7
	4	สำนักงานผู้อำนวยการ	70.5	65,000	921.98	11,022.47
	5	ห้องประชุม 710	24.2	25,900	1,070.25	29.13
	6	ห้องพิมพ์	61	96,900	1615	6,340.01
	7	งานวิเคราะห์	443.43	398,800	899.35	56,625.16
	8	ซ่อมหนังสือ	65.1	49,800	764.98	5,242.88
	9	งานพัฒนา	62.7	60,900	917.29	3,916.35
	10	พัสดุกลาง	104.68	71,600	638.99	2,007.98
	11	สมเด็จพระเทพฯ	42.09	25,600	608.22	0
	12	อ.เฉลิม	20.8	25,600	1,230.77	0
	13	ห้องหนังสือเด็ก	39.07	25,600	655.23	0
	14	ประชุม 702	79.5	88,000	1,160.92	1,514.36
รวม			1,080.8	1,027,600	-	100,125.07
8	1	ห้องประชุม 8101	250.6	240,000	957.7	3971.2
	2	ห้องประชุม 8110	165	120,000	727.27	6,249.72
	3	ห้องประชุม 8105	77.4	60,000	775.19	3,124.86
	4	ห้องครัว 8104	19.67	30,000	1,525.17	578.68
	5	ห้องประชุม 8103	134.04	90,000	671.44	4,687.29
	6	ห้องประชุม 8102	80.79	60,000	742.67	3,124.86
	7	ห้องประชุม 8111	68.73	60,000	872.98	2,680.56
	8	ควบคุมลิฟต์	16.52	32,000	1,937.05	0
	9	โถง	183.2	112,000	611.35	0
	10	ควบคุมเสียง	11.95	32,000	2,677.82	607.38
รวม			1,007.9	836,000	-	25,024.55

ภาคผนวก ข. แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 1

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
1	1	1st-floor(Sali-Center)	F LT-5	28	R	2	23	ฝังฝ้า	ET	2	177.37	824.7	10.63	344	1	5,046.27	7,737.62	2,691.35
			F LT-5	28	R	3	17	ฝังฝ้า	ET	2			10.63	344		5,594.78	8,578.67	2,983.88
	2	โถงลิ้นน้ำเงิน	F LT-5	28	R	2	36	ฝังฝ้า	ET	2	216.75	540.94	10.63	344	1	7,898.52	12,111.06	4,212.54
			P-LS	14	R	1	17	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		870.30	870.30	-
	3	โสตทัศน	F LT-5	28	R	2	55	ฝังฝ้า	ET	2	300.5	594.48	10.63	344	1	12,067.18	18,503.00	6,435.83
	4	เคาท์เตอร์	F LT-5	28	R	2	5	ฝังฝ้า	ET	2	17.63	618.49	10.63	344	1	1,097.02	1,682.09	585.08
	5	ห้องอบรม102	F LT-5	28	R	2	20	ฝังฝ้า	ET	2	91	644.09	10.63	344	0.5	2,194.03	3,364.18	1,170.15
	6	ห้อง101	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	33.03	496.9	10.63	344	0.1	131.64	201.85	70.21
	7	ขึ้น-ลง ห้องชุดใจ	F LT-5	28	R	2	5	ฝังฝ้า	ET	2	104.12	207	10.63	344	1	1,097.02	1,682.09	585.08
			F LT-5	28	NR	1	16	หลิบ	ET	2			10.63	344		1,755.23	2,691.35	936.12
			P-LS	14	R	1	12	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		614.33	614.33	-
	8	มัลติมีเดีย	F LT-5	28	R	2	4	ฝังฝ้า	ET	2	23.68	391.89	10.63	344	0.2	175.52	269.13	93.61
	9	เก็บของ	F LT-5	28	R	2	5	ฝังฝ้า	ET	2	41.5	285.12	10.63	344	0.1	109.70	168.21	58.51
	10	ตู้ไฟฟ้า	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	12.2	342.29	10.63	344	0.01	4.39	6.73	2.34
	11	เครื่องปรับอากาศ	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	18.1	112.8	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 1 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
1	12	ทางเข้าห้องปรับอากาศ1	F LT-5	28	R	2	1	เพดาน	ET	2	10.2	168.31	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17
	13	ทางเข้าห้องปรับอากาศ2	F LT-5	28	NR	1	1	เพดาน	ET	2	3.9	154.67	10.63	344	0.01	1.10	1.68	0.59
	14	นอกเวลา	P-LS	14	R	1	1	ฝังฝ้า	-	0	3.9	31.6	10.63	344	0.1	5.12	5.12	-
	15	ปฏิบัติการโสตฯ	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	18.5	240.78	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
	16	เก็บโสตฯ	F LT-5	28	R	2	4	ฝังฝ้า	ET	2	29.85	494.311	10.63	344	1	877.61	1,345.67	468.06
	17	งานเทคโนโลยีการศึกษา	F LT-5	28	R	2	8	ฝังฝ้า	ET	2	53	399.5	10.63	344	1	1,755.23	2,691.35	936.12
	18	ทรงยศ	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	10	185.6	10.63	344	0.7	153.58	235.49	81.91
	19	เชิดชาติ	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	12.75	160.13	10.63	344	0.7	153.58	235.49	81.91
	20	เก็บอุปกรณ์โสต	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	11.31	172.31	10.63	344	0.3	65.82	100.93	35.10
	21	ห้องน้ำฝ่ายโสต	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	7.9	214.4	10.63	344	0.5	109.70	168.21	58.51
	22	ห้องสุขาชาย	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	18.68	294.35	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		109.70	168.21	58.51
	23	ห้องสุขาหญิง	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	19.38	277.73	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		109.70	168.21	58.51

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 1 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
1	24	ห้องน้ำผู้พิการ	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	3.28	424.39	10.63	344	1	219.40	336.42	117.02
	25	ห้องสุขา101	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	3.6	186.67	10.63	344	0.5	58.51	102.39	43.88
	26	แม่บ้าน	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	2	336	10.63	344	1	117.02	204.78	87.76
	27	ห้องไฟฟ้า	F LT-5	28	R	2	1	ติดเพดาน	ET	2	6.6	203.7	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17
รวม																43,714.99	66,273.15	22,558.2

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 2

ชั้น- ที่	ลำดับ- ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่- ห้อง	ความ- สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
2	1	ห้องประชุมสุดใจ	F LT-5	28	NR	2	2	ผนังเวที	ET	2	281.05	246.86	10.63	344	0.1	43.88	67.28	23.40
			P-LS	11	DL	1	14	ติดผนัง	-	0			10.63	344		56.31	56.31	-
			HL	50	SL	1	2	เพดาน	-	0			10.63	344		36.57	36.57	-
			F LT-5	28	NR	1	32	ฝังถ้ำ	ET	2			10.63	344		351.05	538.27	187.22
			P-LS	18	DL	1	50	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		329.10	329.10	-
			F LT-5	28	R	2	15	ฝังฝ้า	ET	2			10.63	344		329.10	504.63	175.52
	2	ห้องควบคุม	F LT-5	28	R	2	4	ฝังฝ้า	ET	2	34.53	295.63	10.63	344	0.1	87.76	134.57	46.81
	3	ห้องบันไดลงชั้น1	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	10.23	254.00	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17
	4	แม่ข่ายคอมพิวเตอร์	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	25.96	546.93	10.63	344	0.01	13.16	20.19	7.02
	5	ปฏิบัติงานส่งเสริม	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	45.11	388.81	10.63	344	0.7	921.49	1,412.96	491.46
	6	ห้องเก็บของ	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	8.92	197.67	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17
	7	โถงหน้าห้องสุดใจ ฯ	P-LS	14	R	1	8	ฝังฝ้า	-	0	118	304.29	10.63	344	0.1	40.96	40.96	-
			P-LS	14	NR	1	10	แขวน	-	0			10.63	344		51.19	365.67	314.48
			F LT-5	28	R	2	10	ฝังฝ้า	ET	2			10.63	344		219.40	336.42	117.02
	8	ห้องพักบุคลากร	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	24.6	188.62	10.63	344	0.7	307.16	470.99	163.82
	9	เคาท์เตอร์บริการ	F LT-5	28	R	2	16	ฝังฝ้า	ET	2	92.31	562.97	10.63	344	1	3,510.45	5,382.69	1,872.24

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 2

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด/ โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
2	10	หัวหน้างานบริการ	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	33.43	441.38	10.63	344	0.7	921.49	1,412.96	491.46
	11	โถงใหญ่(ชั้นหนังสือ)	F LT-5	28	R	2	19	ฝังฝ้า	ET	2	128.26	481.15	10.63	344	1	4,168.66	6,391.95	2,223.29
	12	โถงใหญ่	F LT-5	28	R	2	93	ฝังฝ้า	ET	2	687.52	463.26	10.63	344	1	20,404.50	31,286.90	10,882.4
			F LT-5	14	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2			10.63	344		234.03	409.55	175.52
			HL	20	DL	1	10	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		731.34	731.34	-
			P-LS	8	NR	1	5	แขวน	-	0			10.63	344		146.27	146.27	-
	13	ห้องสุขาหัวหน้าบริการ	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	3.6	166.67	10.63	344	0.5	58.51	102.39	43.88
	14	ห้องแม่บ้าน	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	2	300.00	10.63	344	1	117.02	204.78	87.76
	15	ห้องน้ำปฏิบัติการส่งเสริม	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	4.3	139.53	10.63	344	0.5	58.51	102.39	43.88
	16	ห้องสุขาชาย	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	17.68	297.87	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		109.70	168.21	58.51
	17	ห้องสุขาหญิง	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	22.66	301.01	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			F LT-5	28	NR	2	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		219.40	336.42	117.02
	18	ห้องไฟฟ้า	F LT-5	28	R	2	1	ติดเพดาน	ET	2	7.78	262.42	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 2 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
2	19	ทางเดินบันได	F LT-5	28	NR	1	1	ติดเพดาน	ET	2	15.09	64.57	10.63	344	1	109.70	168.21	58.51
	20	บันไดหนีไฟ	F LT-5	28	R	2	1	ติดเพดาน	ET	2	18.32	124.10	10.63	344	1	219.40	336.42	117.02
รวม																34,680.33	52,850.14	18,169.8

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 3

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
3	1	ประชุมสุดใจ 2	F LT-5	28	R	2	9	ฝังฝ้า	ET	2	83.72	339.16	10.63	344	0.1	197.46	302.78	105.31
			P-LS	14	DL	1	6	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		30.72	30.72	-
	2	งานวารสาร305	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	42.5	366.83	10.63	344	0.7	921.49	1,412.96	491.46
	3	ประชุม306	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	34.42	428.68	10.63	344	0.4	526.57	807.40	280.84
	4	รองฯ ส่งเสริม	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	56	288.34	10.63	344	0.7	921.49	1,412.96	491.46
	5	โถง	F LT-5	28	R	2	111	ฝังฝ้า	ET	2	651.02	569.61	10.63	344	1	24,353.76	37,342.42	12,988.6
	6	วารสารล่วงหน้า	F LT-5	28	R	2	60	ฝังฝ้า	ET	2	295.7	677.88	10.63	344	0.4	5,265.68	8,074.04	2,808.36
	7	ห้องงานเทคโนโลยี	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	33.43	441.38	10.63	344	0.7	921.49	1,412.96	491.46
	8	ห้องสุขารองฯส่งเสริม	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	6.19	113.09	10.63	344	0.5	58.51	102.39	43.88
	9	ห้องสุขางานเทคโนโลยี	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	3.6	166.67	10.63	344	0.5	58.51	102.39	43.88
	10	ห้องแม่บ้าน	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	2	300.00	10.63	344	1	117.02	204.78	87.76
	11	ห้องสุขาชาย	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	17.68	297.87	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		109.70	168.21	58.51
	12	ห้องสุขาหญิง	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	22.66	301.01	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			F LT-5	28	NR	2	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		219.40	336.42	117.02
	13	ห้องไฟฟ้า	F LT-5	28	NR	1	2	ติดผนัง	ET	2	10.65	165.56	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 3 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
3	14	ทางเดินบันได	FLT-5	28	NR	1	1	ติดเพดาน	ET	2	15.09	64.57	10.63	344	1	109.70	168.21	58.51
	15	บันไดหนีไฟ	FLT-5	28	R	2	1	ติดเพดาน	ET	2	18.32	124.10	10.63	344	1	219.40	336.42	117.02
รวม																34,910.71	53,564.07	18,653.3

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 4

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
4	1	ปริญญานิพนธ์1	F LT-5	28	R	2	8	ฝังฝ้า	ET	2	49.42	495.73	10.63	344	0.4	702.09	1,076.54	374.45
	2	ปริญญานิพนธ์2	F LT-5	28	R	2	46	ฝังฝ้า	ET	2	201.7	751.33	10.63	344	0.4	4,037.02	6,190.10	2,153.08
	3	บุคลากร	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	34.65	425.84	10.63	344	0.7	921.49	1,412.96	491.46
	4	ศึกษาค้นคว้ากลุ่ม404/1	F LT-5	28	R	2	4	ฝังฝ้า	ET	2	19.8	459.31	10.63	344	0.9	789.85	1,211.11	421.25
	5	ศึกษาค้นคว้ากลุ่ม404/2	F LT-5	28	R	2	4	ฝังฝ้า	ET	2	20.97	433.69	10.63	344	0.9	789.85	1,211.11	421.25
	6	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ 1)	F LT-5	28	R	2	35	ฝังฝ้า	ET	2	155.4	752.43	10.63	344	1	7,679.11	11,774.64	4,095.53
	7	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ 2)	F LT-5	28	R	2	36	ฝังฝ้า	ET	2	182.16	660.24	10.63	344	1	7,898.52	12,111.06	4,212.54
	8	ห้องโถง	F LT-5	28	R	2	94	ฝังฝ้า	ET	2	694.44	452.21	10.63	344	1	20,623.90	31,623.31	10,999.4
	9	ห้องสุขาบุคลากร	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	3.6	166.67	10.63	344	0.5	58.51	102.39	43.88
	10	ห้องแม่บ้าน	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	2	300.00	10.63	344	1	117.02	204.78	87.76
	11	ห้องสุขาชาย	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	17.68	297.87	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		109.70	168.21	58.51
	12	ห้องสุขาหญิง	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	22.66	301.01	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			F LT-5	28	NR	2	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		219.40	336.42	117.02

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 4 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
4	13	ห้องไฟฟ้า	FLT-5	28	R	2	1	ติดเพดาน	ET	2	6.15	256.52	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17
	14	ทางเดินบันได	FLT-5	28	NR	1	1	ติดเพดาน	ET	2	15.09	64.57	10.63	344	1	109.70	168.21	58.51
	15	บันไดหนีไฟ	FLT-5	28	R	2	1	ติดเพดาน	ET	2	18.32	124.10	10.63	344	1	219.40	336.42	117.02
รวม																45,155.37	69,276.27	24,120.9

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 5

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
5	1	ห้องถ่ายเอกสาร	F LT-5	28	R	2	12	ฝังฝ้า	ET	2	60.6	551.29	10.63	344	1	2,632.84	4,037.02	1,404.18
	2	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ1)	F LT-5	28	R	2	25	ฝังฝ้า	ET	2	162.16	500.74	10.63	344	1	5,485.08	8,410.46	2,925.38
	3	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ2)	F LT-5	28	R	2	44	ฝังฝ้า	ET	2	179.08	809.43	10.63	344	1	9,653.74	14,802.40	5,148.66
	4	ศึกษาค้นคว้าอาจารย์502	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	39.85	384.24	10.63	344	0.7	921.49	1,412.96	491.46
	5	ศึกษาค้นคว้ากลุ่ม503	F LT-5	28	R	2	4	ฝังฝ้า	ET	2	19.8	384.32	10.63	344	0.9	789.85	1,211.11	421.25
	6	ศึกษาค้นคว้า504/1	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	4	348.00	10.63	344	0.9	197.46	302.78	105.31
	7	ศึกษาค้นคว้า504/2	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	4	348.00	10.63	344	0.9	197.46	302.78	105.31
	8	ศึกษาค้นคว้า504/3	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	4	348.00	10.63	344	0.9	197.46	302.78	105.31
	9	ศึกษาค้นคว้า504/4	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	5.68	269.58	10.63	344	0.9	197.46	302.78	105.31
	10	ศึกษาค้นคว้า504/5	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	4.8	309.33	10.63	344	0.9	197.46	302.78	105.31
	11	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ 3)	F LT-5	28	R	2	9	ฝังฝ้า	ET	2	75.05	344.99	10.63	344	1	1,974.63	3,027.76	1,053.14
	12	ชั้นหนังสือมุมบูรณาการ	F LT-5	28	R	2	5	ฝังฝ้า	ET	2	25.74	459.67	10.63	344	1	1,097.02	1,682.09	585.08
	13	ห้องโถง	F LT-5	28	R	2	133	ฝังฝ้า	ET	2	679.51	635.73	10.63	344	1	29,180.63	44,743.63	15,563.0
	14	ห้องสุขาเจ้าหน้าที่	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	3.6	166.67	10.63	344	0.5	58.51	102.39	43.88
	15	ห้องแม่บ้าน	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	2	300.00	10.63	344	1	117.02	204.78	87.76

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 5 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
5	16	ห้องสุขาชาย	FLT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	17.68	297.87	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			FLT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		109.70	168.21	58.51
	17	ห้องสุขาหญิง	FLT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	22.66	301.01	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			FLT-5	28	NR	2	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		219.40	336.42	117.02
	18	ห้องไฟฟ้า	FLT-5	28	R	2	1	ติดเพดาน	ET	2	6.15	256.52	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17
	19	ทางเดินบันได	FLT-5	28	NR	1	1	ติดเพดาน	ET	2	15.09	64.57	10.63	344	1	109.70	168.21	58.51
	20	บันไดหนีไฟ	FLT-5	28	R	2	1	ติดเพดาน	ET	2	18.32	124.10	10.63	344	1	219.40	336.42	117.02
รวม																54,436.13	83,506.76	29,070.6

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 6

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
6	1	ศ.ดร.ขจรฯ	F LT-5	28	R	2	12	ฝังฝ้า	ET	2	73.3	501.35	10.63	344	0.1	263.28	403.70	140.42
	2	ดร.มาเรีย(หนังสือเด็ก)	F LT-5	28	R	2	12	ฝังฝ้า	ET	2	123.96	314.40	10.63	344	1	2,632.84	4,037.02	1,404.18
			P-LS	14	DL	2	4	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		409.55	409.55	-
			HL	20	NR	2	3	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		438.81	438.81	-
	3	ศ.ดร.สาโรช บัวศรี	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	33.43	441.38	10.63	344	0.01	13.16	20.19	7.02
	4	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ1)	F LT-5	28	R	2	29	ฝังฝ้า	ET	2	131.41	757.74	10.63	344	1	6,362.69	9,756.13	3,393.44
	5	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ2)	F LT-5	28	R	2	64	ฝังฝ้า	ET	2	177.23	1239.92	10.63	344	1	14,041.80	21,530.77	7,488.96
	6	กุหลาบ604	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	39.89	411.77	10.63	344	0.9	1,184.78	1,816.66	631.88
	7	ศึกษาค้นคว้ากลุ่ม604/1	F LT-5	28	R	2	4	ฝังฝ้า	ET	2	14.8	664.65	10.63	344	0.9	789.85	1,211.11	421.25
	8	ศึกษาค้นคว้ากลุ่ม604/2	F LT-5	28	R	2	4	ฝังฝ้า	ET	2	20.97	469.09	10.63	344	0.9	789.85	1,211.11	421.25
	9	ห้องโถง(ชั้นหนังสือ3)	F LT-5	28	R	2	9	ฝังฝ้า	ET	2	60.04	466.01	10.63	344	1	1,974.63	3,027.76	1,053.14
	10	ห้องโถง	F LT-5	28	R	2	104	ฝังฝ้า	ET	2	674.32	508.09	10.63	344	1	22,817.93	34,987.50	12,169.6
	11	ห้องลิฟท์เจ้าหน้าที่	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	2.78	517.41	10.63	344	1	219.40	336.42	117.02
	12	ห้องสุขา ดร.สาโรช	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	3.6	166.67	10.63	344	0.01	1.17	2.05	0.88
	13	ห้องแม่บ้าน	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	2	300.00	10.63	344	1	117.02	204.78	87.76

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 6 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
6	14	ห้องสุขาชาย	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	17.68	297.87	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		109.70	168.21	58.51
	15	ห้องสุขาหญิง	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	22.66	301.01	10.63	344	1	438.81	672.84	234.03
			F LT-5	28	NR	2	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		219.40	336.42	117.02
	16	ห้องไฟฟ้า	F LT-5	28	R	2	1	ติดเพดาน	ET	2	6.15	256.52	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17
	17	ทางเดินบันได	F LT-5	28	NR	1	1	ติดเพดาน	ET	2	15.09	64.57	10.63	344	1	109.70	168.21	58.51
	18	บันไดหนีไฟ	F LT-5	28	R	2	1	ติดเพดาน	ET	2	18.32	124.10	10.63	344	1	219.40	336.42	117.02
รวม																53,594.79	81,751.83	28,157.0

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 7

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
7	1	งานวิเคราะห์	F LT-5	28	R	2	3	ฝังฝ้า	ET	2	27.27	270.54	10.63	344	0.7	460.75	706.48	245.73
	2	งานวิเคราะห์	F LT-5	28	R	2	69	ฝังฝ้า	ET	2	481.64	525.14	10.63	344	0.7	10,597.17	16,249.00	5,651.83
	3	งานวิเคราะห์/ฐานข้อมูล	F LT-5	28	R	2	10	ฝังฝ้า	ET	2	61.03	486.58	10.63	344	0.7	1,535.82	2,354.93	819.11
	4	ห้องซ่อมหนังสือ	F LT-5	28	R	2	9	ฝังฝ้า	ET	2	65.15	410.23	10.63	344	0.7	1,382.24	2,119.43	737.19
	5	ฝ่ายจัดหา	F LT-5	28	R	2	9	ฝังฝ้า	ET	2	57.94	410.82	10.63	344	0.7	1,382.24	2,119.43	737.19
	6	ห้องจัดเลี้ยงบุคลากร	F LT-5	28	R	2	12	ฝังฝ้า	ET	2	104.68	340.42	10.63	344	0.7	1,842.99	2,825.91	982.93
	7	ห้องสมเด็จพระเทพฯ	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	42.09	377.02	10.63	344	0	-	-	-
	8	ห้อง อ.เจลิยวฯ	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	20.77	616.58	10.63	344	0.7	921.49	1,412.96	491.46
	9	อ.มาเรีย	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	39.07	406.16	10.63	344	0.7	921.49	1,412.96	491.46
	10	ห้องประชุมสำนัก	P-LS	14	DL	1	16	ฝังฝ้า	-	0	79.5	223.02	10.63	344	0.3	245.73	1,755.23	1,509.49
			P-LS	14	DL	1	20	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		307.16	307.16	-
			F LT-5	36	NR	1	20	ฝังหลืบ	ET	2			10.63	344		833.73	1,009.25	175.52
			P-LS	5	NR	1	2	ติดผนัง	-	0			10.63	344		10.97	10.97	-
	11	ห้องผู้อำนวยการ	F LT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	2	31.65	448.61	10.63	344	0.7	921.49	1,412.96	491.46
	12	เลขานุสำนัก	F LT-5	28	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	9.34	188.78	10.63	344	0.7	153.58	235.49	81.91

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 7 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
7	13	การเงิน/การคลัง	F LT-5	28	R	2	3	ฝังฝ้า	ET	2	26.68	266.09	10.63	344	0.7	460.75	706.48	245.73
	14	สำนักผู้อำนวยการ	F LT-5	28	R	2	12	ฝังฝ้า	ET	2	78.22	405.75	10.63	344	0.7	1,842.99	2,825.91	982.93
	15	ห้องประชุมเล็ก	F LT-5	28	R	2	3	ฝังฝ้า	ET	2	24.26	269.68	10.63	344	0.5	329.10	504.63	175.52
	16	ห้องพัสดุ	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	32.22	146.89	10.63	344	0.4	175.52	269.13	93.61
	17	โถงทางเดิน	F LT-5	28	R	2	19	ฝังฝ้า	ET	2	180.13	278.97	10.63	344	0.7	2,918.06	4,474.36	1,556.30
	18	ห้องน้ำห้องพัสดุอาคาร1	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	4.8	133.33	10.63	344	0.3	35.10	61.43	26.33
	19	ห้องน้ำห้องพัสดุอาคาร2	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	4.84	132.23	10.63	344	0.3	35.10	61.43	26.33
	20	ห้องแม่บ้าน	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	2.89	207.61	10.63	344	0.7	81.91	143.34	61.43
	21	ห้องน้ำสมเด็จพระเทพฯ	F LT-5	14	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	5.25	243.81	10.63	344	0	-	-	-
	22	ห้องสุขา อ.เจลิยว	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	2.77	310.47	10.63	344	0.3	35.10	61.43	26.33
			F LT-5	14	R	1	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		17.55	30.72	13.16
	23	ห้องสุขา อ.มาเรีย	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	2.97	289.56	10.63	344	0.3	35.10	61.43	26.33
			F LT-5	14	R	1	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		17.55	30.72	13.16
	24	ห้องสุขาห้องประชุม702	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	4.78	621.26	10.63	344	0.1	43.88	67.28	23.40
	25	ห้องน้ำ พอ.	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	4	300.80	10.63	344	0.3	35.10	61.43	26.33
			F LT-5	28	R	1	1	ติดผนัง	ET	2			10.63	344		32.91	50.46	17.55

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 7 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
7	26	ห้องสุขาบุคลากร1	F LT-5	14	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	6.5	196.92	10.63	344	0.3	70.21	122.87	52.66
	27	ห้องสุขาบุคลากร2	F LT-5	14	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	7.13	196.35	10.63	344	0.3	70.21	122.87	52.66
	28	ห้องไฟฟ้า	F LT-5	28	R	2	1	ติดเพดาน	ET	2	6.15	256.52	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17
รวม																28,084.34	44,096.09	16,011.7

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 8

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
8	1	ประชุม8101	F LT-5	28	R	3	30	ฝังฝ้า	ET	2	250.61	611.31	10.63	344	0.1	987.31	1,513.88	526.57
			P-LS	14	DL	1	30	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		153.58	153.58	-
	2	ประชุม8102	F LT-5	28	R	3	9	ฝังฝ้า	ET	2	80.79	505.36	10.63	344	0.3	888.58	1,362.49	473.91
			P-LS	14	DL	1	4	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		61.43	61.43	-
	3	ประชุม8103	F LT-5	28	R	3	15	ฝังฝ้า	ET	2	134.05	530.89	10.63	344	0.3	1,480.97	2,270.82	789.85
			P-LS	14	DL	1	8	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		122.87	122.87	-
	4	ห้องครัว8104	F LT-5	28	R	3	3	ฝังฝ้า	ET	2	19.67	477.68	10.63	344	0.1	98.73	151.39	52.66
	5	ประชุม8105	F LT-5	28	R	3	12	ฝังฝ้า	ET	2	77.42	658.06	10.63	344	0.3	1,184.78	1,816.66	631.88
	6	ห้อง8108	F LT-5	14	R	3	3	ฝังฝ้า	ET	2	38.47	84.41	10.63	344	0.05	26.33	46.07	19.75
	7	ห้อง8109	F LT-5	14	R	3	3	ฝังฝ้า	ET	2	37.63	84.72	10.63	344	0.05	26.33	46.07	19.75
	8	ห้องประชุม8110	F LT-5	28	R	3	21	ฝังฝ้า	ET	2	136.68	759.24	10.63	344	0.3	2,073.36	3,179.15	1,105.79
	9	ห้องประชุม8111	F LT-5	28	R	3	6	ฝังฝ้า	ET	2	68.73	364.56	10.63	344	0.3	592.39	908.33	315.94
	10	โถงทางเดิน	F LT-5	28	R	3	30	ฝังฝ้า	ET	2	277.47	495.45	10.63	344	0.7	6,911.20	10,597.17	3,685.97
			F LT-5	14	R	2	3	ฝังฝ้า	ET	2			10.63	344		245.73	430.03	184.30
	11	เก็บของ1	F LT-5	14	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	37.76	58.26	10.63	344	0.1	23.40	40.96	17.55
	12	เก็บของ2	F LT-5	14	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	33.14	65.18	10.63	344	0.1	23.40	40.96	17.55

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 8 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
8	13	ควบคุมลิฟต์1	F LT-5	28	R	1	3	ติดเพดาน	ET	2	12.64	231.27	10.63	344	0.01	3.29	5.05	1.76
	14	ควบคุมลิฟต์2	F LT-5	28	R	1	3	ติดเพดาน	ET	2	16.5	194.04	10.63	344	0.01	3.29	5.05	1.76
	15	ห้องไฟฟ้า	F LT-5	28	NR	1	2	ติดเพดาน	ET	2	16.5	126.55	10.63	344	0.01	2.19	3.36	1.17
	16	ห้องแม่บ้าน	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	13.75	51.43	10.63	344	0.3	35.10	61.43	26.33
			P-LS	14	DL	1	1	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		15.36	109.70	94.34
	17	เก็บของ3	F LT-5	14	R	2	3	ฝังฝ้า	ET	2	15.2	161.84	10.63	344	0.1	35.10	61.43	26.33
	18	Cooling tower	F LT-5	14	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	46.14	60.68	10.63	344	0.01	2.34	4.10	1.76
	19	ถังพักน้ำ	F LT-5	14	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	59.89	26.72	10.63	344	0.01	2.34	4.10	1.76
	20	ห้องสุขาอาจารย์	F LT-5	14	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	2	4.94	218.62	10.63	344	0.3	70.21	122.87	52.66
	21	ห้องสุขาชาย	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	14.82	107.21	10.63	344	0.7	81.91	143.34	61.43
			P-LS	14	DL	1	3	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		107.51	107.51	-
	22	ห้องสุขาหญิง	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	ET	2	14.48	109.72	10.63	344	0.7	81.91	143.34	61.43
			P-LS	14	DL	1	3	ฝังฝ้า	-	0			10.63	344		107.51	107.51	-
	23	ห้องควบคุม8101	F LT-5	14	R	3	2	ฝังฝ้า	ET	2	11.95	205.86	10.63	344	0.1	35.10	61.43	26.33
	24	ทางเดินห้องควบคุม8101	F LT-5	14	R	3	1	ฝังฝ้า	ET	2	18.25	57.02	10.63	344	0.1	17.55	30.72	13.16
	25	ทางเดินบันได	F LT-5	28	NR	1	1	ติดเพดาน	ET	2	20.52	39.57	10.63	344	0.7	5.12	5.12	-

ตาราง ข.1 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้น 8 (ต่อ)

ชั้น ที่	ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		พื้นที่ ห้อง	ความ สว่าง	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy Save
			ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิด โคม	หลอด /โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)			hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
8	23	ห้องควบคุม8101	F LT-5	14	R	3	2	ฝังฝ้า	ET	2	11.95	205.86	10.63	344	0.1	35.10	61.43	26.33
	24	ทางเดินห้องควบคุม8101	F LT-5	14	R	3	1	ฝังฝ้า	ET	2	18.25	57.02	10.63	344	0.1	17.55	30.72	13.16
	25	ทางเดินบันได	F LT-5	28	NR	1	1	ติดเพดาน	ET	2	20.52	39.57	10.63	344	0.7	5.12	5.12	-
รวม																15,583.04	23,835.87	15,583.0
สรุปการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างทั้งอาคาร																310,159.70	468,337.85	164,994.3

*หมายเหตุ ชนิดหลอดไฟ :FLT-5 = Fluorescent T-8 (หลอดฟลูออเรสเซนต์ T-5)

บัลลาสต์ : ET = Electronics Ballast (บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์)

PLS = Compact Fluorescent (หลอดตะเกียบ)

HL = Halogen (หลอดฮาโลเจน)

ค่าตัวแปร : F = แฟกเตอร์การใช้งาน

ตาราง ข.2 แสดงรายละเอียดการคำนวณพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างหลังติดระบบตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion sensor)

ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		การใช้พลังงาน						Energy Save (kWh/y)
		ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิดโคม	หลอด/ โคม	จำนวน (โคม)	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)	hr/d	d/y	F_{old}	Energy _{old} (kWh/y)	F_{new}	Energy _{new} (kWh/y)	
1	ห้องสุขาชายชั้น1	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	109.70	0.30	32.91	76.79
2	ห้องสุขาหญิงชั้น1	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	109.70	0.30	32.91	76.79
3	ห้องสุขาชายชั้น2	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	109.70	0.30	32.91	76.79
4	ห้องสุขาหญิงชั้น2	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	2	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	219.40	0.30	65.82	153.58
5	ห้องสุขาชายชั้น3	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	109.70	0.30	32.91	76.79
6	ห้องสุขาหญิงชั้น3	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	2	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	219.40	0.30	65.82	153.58
7	ห้องสุขาชายชั้น4	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	109.70	0.30	32.91	76.79

ตาราง ข.2 แสดงรายละเอียดการคำนวณพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างหลังติดระบบตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion sensor) (ต่อ)

ลำดับ ที่	ห้อง	หลอดไฟ						บัลลาสต์		การใช้พลังงาน						Energy Save (kWh/y)
		ชนิด หลอด	ขนาด หลอด (W)	ชนิดโคม	หลอด/ โคม	จำนวน (โคม)	การ ติดตั้ง	ชนิด	Power (W)	hr/d	d/y	F_{old}	Energy _{old} (kWh/y)	F_{new}	Energy _{new} (kWh/y)	
8	ห้องสุขาหญิงชั้น4	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	2	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	219.40	0.30	65.82	153.58
9	ห้องสุขาชายชั้น5	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	109.70	0.30	32.91	76.79
10	ห้องสุขาหญิงชั้น5	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	2	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	219.40	0.30	65.82	153.58
11	ห้องสุขาชายชั้น6	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	1	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	109.70	0.30	32.91	76.79
12	ห้องสุขาหญิงชั้น6	F LT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	1	438.81	0.30	131.64	307.16
		F LT-5	28	NR	2	1	ติดผนัง	coil	2	10.63	344	1	219.40	0.30	65.82	153.58
13	ห้องสุขาชายชั้น7	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	0.7	81.91	0.20	23.40	58.51
		P-LS	14	DL	1	3	ฝังฝ้า	-	0	10.63	344	0.7	107.51	0.20	30.72	76.79
14	ห้องสุขาหญิงชั้น7	F LT-5	14	R	2	1	ฝังฝ้า	coil	2	10.63	344	0.7	81.91	0.20	23.40	58.51
		P-LS	14	DL	1	3	ฝังฝ้า	-	0	10.63	344	0.7	107.51	0.20	30.72	76.79
รวม																5,262.02

ตาราง ข. 3 แสดงรายละเอียดการเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงพร้อมด้วยเทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์

ลำดับ ที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสแตท	Volt (V)	Ir (A)	P (kW)	EER	hr/d	d/y	Fc	F	kWh/y	EER_{new}	P _{new} (kW)	Energy Save (kWh/y)
1	347,000	PW-045	Daikin	24	BT	380	50	32.91	10.54	10.63	344	1	0.75	90,251.51	11.60	29.91	8,211.73
2	347,000	PW-046	Daikin	24	BT	380	50	32.91	10.54	10.63	344	1	0.75	90,251.51	11.60	29.91	8,211.73
3	12,500	FS-087	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.7	2,567.90	11.60	1.08	1,740.40
4	12,500	FS-086	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.7	2,567.90	11.60	1.08	1,740.40
5	12,500	FS-085	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.7	2,567.90	11.60	1.08	1,740.40
6	25,600	FS-089	Benson	24	BT	220	17	3.74	6.84	10.63	344	0.6	0.7	5,743.98	11.60	2.21	4,049.28
7	18,300	FS-088	Benson	24	BT	220	12.3	2.71	6.76	10.63	344	0.6	0.5	2,968.53	11.60	1.58	2,103.21
8	56,000	FS-178	Central-Air	24	BT	380	10.9	7.17	7.81	10.63	344	0.6	0.5	7,869.93	11.00	5.09	5,077.53
9	61,000	FS-139	Airtemp	16	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.55	0.5	7,611.21	11.00	5.55	4,569.48
10	35,000	FS-096	Net	24	BT	220	17	3.70	9.46	10.63	344	0.6	0.7	5,682.54	11.00	3.18	3,239.19
11	35,000	FS-097	Net	24	BT	220	17	3.70	9.46	10.63	344	0.6	0.7	5,682.54	11.00	3.18	3,239.19
12	28,300	FS-082	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.7	6,183.22	11.00	2.57	4,207.59
13	61,000	FS-120	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41

ตาราง ข. 3 แสดงรายละเอียดการเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงพร้อมด้วยเทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ)

ลำดับ ที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสแตท	Volt (V)	Ir (A)	P (kW)	EER	hr/d	d/y	Fc	F	kWh/y	EER_{new}	P _{new} (kW)	Energy Save (kWh/y)
14	61,000	FS-121	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
15	61,000	FS-122	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
16	61,000	FS-123	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
17	61,000	FS-126	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
18	61,000	FS-129	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
19	61,000	FS-130	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
20	61,000	FS-124	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
21	25,600	FS-095	Benson	24	BT	220	17	3.74	6.84	10.63	344	0.6	0.5	4,102.84	11.60	2.21	2,892.34
22	28,300	FS-079	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.7	6,183.22	11.00	2.57	4,207.59
23	61,000	FS-133	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
24	61,000	FS-132	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
25	61,000	FS-141	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
26	61,000	FS-140	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
27	61,000	FS-138	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
28	61,000	FS-137	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
29	61,000	FS-136	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41

ตาราง ข. 3 แสดงรายละเอียดการเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงพร้อมด้วยเทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ)

ลำดับ ที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสแตท	Volt (V)	Ir (A)	P (kW)	EER	hr/d	d/y	Fc	F	kWh/y	EER_{new}	P _{new} (kW)	Energy Save (kWh/y)
30	61,000	FS-134	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
31	61,000	FS-143	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
32	61,000	FS-142	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
33	61,000	FS-144	Airtemp	21	BT	380	11.5	7.57	8.06	10.63	344	0.6	0.5	8,303.14	11.00	5.55	5,261.41
34	78,900	FS-147	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
35	78,900	FS-146	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
36	78,900	FS-145	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
37	28,300	FS-083	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.68	6,006.56	11.00	2.57	4,087.38
38	28,300	FS-093	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.68	6,006.56	11.00	2.57	4,087.38
39	78,900	FS-153	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
40	78,900	FS-152	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19

ตาราง ข. 3 แสดงรายละเอียดการเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงพร้อมด้วยเทอร์โมสแตทอิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ)

ลำดับ ที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสแตท	Volt (V)	Ir (A)	P (kW)	EER	hr/d	d/y	Fc	F	kWh/y	EER_{new}	P _{new} (kW)	Energy Save (kWh/y)
41	78,900	FS-151	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
42	78,900	FS-150	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
43	78,900	FS-149	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
44	78,900	FS-154	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
45	78,900	FS-155	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
46	28,300	FS-061	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.5	4,416.59	11.00	2.57	3,005.42
47	78,900	FS-161	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
48	78,900	FS-164	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
49	78,900	FS-165	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
50	78,900	FS-166	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
51	78,900	FS-157	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
52	78,900	FS-158	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
53	78,900	FS-159	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
54	78,900	FS-160	Carrier	20	BT	400	13.4	9.28	8.50	10.63	344	0.55	0.5	9,335.49	11.00	7.17	5,401.19
55	28,300	FS-059	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.25	2,208.29	11.00	2.57	1,502.71
56	12,500	FS-062	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.25	917.11	11.60	1.08	621.57

ตาราง ข. 3 แสดงรายละเอียดการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงพร้อมด้วยเทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ)

ลำดับ ที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt (V)	Ir (A)	P (kW)	EER	hr/d	d/y	Fc	F	kWh/y	EER_{new}	P _{new} (kW)	Energy Save (kWh/y)
57	35,000	FS-118	Net	24	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61	11.00	3.18	3,994.06
58	28,300	FS-150	Benson	24	BT	220	15.4	3.39	8.35	10.63	344	0.6	0.68	5,054.70	11.00	2.57	3,135.52
59	30,000	FS-293	Carrier	24	BT	220	13.48	3.12	9.62	10.63	344	0.6	0.68	4,654.86	11.00	2.73	2,620.39
60	35,000	FS-119	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61	11.00	3.18	3,994.06
61	35,000	FS-109	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61	11.00	3.18	3,994.06
62	35,000	FS-110	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61	11.00	3.18	3,994.06
63	35,000	FS-111	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61	11.00	3.18	3,994.06
64	35,000	FS-112	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61	11.00	3.18	3,994.06
65	35,000	FS-115	Net	23	BT	220	19.4	4.27	8.20	10.63	344	0.6	0.68	6,367.61	11.00	3.18	3,994.06
66	39,000	FS-172	Kent	17	BT	220	20	4.40	8.86	10.63	344	0.55	0.68	6,017.50	11.00	3.55	3,372.69
67	33,000	FC-277	Carrier	23	BT	220	15.4	5.25	6.29	10.63	344	0.6	0.68	7,832.69	11.00	3.00	5,594.78
68	12,500	FC-076	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.25	917.11	11.60	1.08	621.57
69	12,500	FC-075	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.25	917.11	11.60	1.08	621.57
70	12,500	FC-072	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.25	917.11	11.60	1.08	621.57
รวม	4,162,300	รวมพลังงานต่อปี												656,472.56	ประหยัด		310,269.37

*หมายเหตุ FC = Fan Coil Ceiling Mounted , FS = Fan Coil Standing Mounted , PW = Package Water Cooled , F_c = แฟกเตอร์การทำงานของคอมเพรสเซอร์ , F = แฟกเตอร์การใช้งาน

EER = Energy Efficiency Ratio

ตาราง ข.4 แสดงรายละเอียดการเปลี่ยนเทอร์โมสตัทแบบ Bi-Thermal เป็นแบบ Electronics

ลำดับ ที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	Energy _{old} (kWh/y)	Energy Save (kWh/y)
1	32,000	FC-278	York	10	BT	220	15.95	3.51	9.12	10.63	344	0.4	1	5,132.57	513.26
2	32,000	FC-279	York	10	BT	220	15.95	3.51	9.12	10.63	344	0.4	1	5,132.57	513.26
3	32,000	FC-280	York	10	BT	220	15.95	3.51	9.12	10.63	344	0.4	1	5,132.57	513.26
4	32,000	FC-281	York	10	BT	220	15.95	3.51	9.12	10.63	344	0.4	1	5,132.57	513.26
5	28,300	FS-078	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.1	883.32	88.33
6	25,600	FS-060	Benson	24	BT	220	15.9	3.50	7.32	10.63	344	0.6	0.1	767.47	76.75
7	33,800	FC-001	Airtemp	16	BT	220	15.8	3.30	10.24	10.63	344	0.55	0.7	4,645.86	464.59
8	28,300	FS-066	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.1	883.32	88.33
9	28,300	FS-091	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.1	883.32	88.33
10	320,000	PW-047	Daikin	24	BT	380	60	39.49	8.10	10.63	344	1	0.1	14,440.24	1,444.02
11	320,000	PW-048	Daikin	24	BT	380	60	39.49	8.10	10.63	344	1	0.1	14,440.24	1,444.02
12	38,400	FC-282	Tasaki	10	BT	380	7	4.61	8.33	10.63	344	0.4	0.1	673.88	67.39
13	38,400	FC-283	Tasaki	10	BT	380	7	4.61	8.33	10.63	344	0.4	0.1	673.88	67.39
14	30,000	FC-258	Trane	21	BT	220	18.7	4.11	7.29	10.63	344	0.6	0.1	902.62	90.26
15	30,000	FC-259	Trane	21	BT	220	18.7	4.11	7.29	10.63	344	0.6	0.1	902.62	90.26
16	25,000	FC-182	Kent	16	BT	220	12.6	2.77	9.02	10.63	344	0.55	0.1	557.50	55.75

ตาราง ข.4 แสดงรายละเอียดการเปลี่ยนเทอร์โมสตัทแบบ Bi-Thermal เป็นแบบ Electronics (ต่อ)

ลำดับ ที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	Energy _{old} (kWh/y)	Energy Save (kWh/y)
17	25,000	FC-181	Kent	16	BT	220	12.6	2.77	9.02	10.63	344	0.55	0.1	557.50	55.75
18	28,300	FS-063	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.01	88.33	8.83
19	28,300	FS-067	Benson	24	BT	220	18.3	4.03	7.03	10.63	344	0.6	0.1	883.32	88.33
20	25,600	FS-092	Benson	24	BT	220	15.9	3.50	7.32	10.63	344	0.6	0.1	767.47	76.75
21	25,800	FC-บันทึก	Carrier	10	BT	220	12.46	2.74	9.41	10.63	344	0.4	0.68	2,726.47	272.65
22	24,000	FC-บันทึก	Airtemp	10	BT	220	11.5	2.53	9.49	10.63	344	0.4	0.68	2,516.41	251.64
23	35,800	FS-055	Benson	24	BT	220	20.8	4.58	7.82	10.63	344	0.6	0.1	1,003.99	100.40
24	35,800	FS-056	Benson	24	BT	220	20.8	4.58	7.82	10.63	344	0.6	0.1	1,003.99	100.40
25	44,000	FC-287	Central-Air	10	BT	220	23.53	5.18	8.50	10.63	344	0.4	0.1	757.18	75.72
26	44,000	FC-288	Central-Air	10	BT	220	23.53	5.18	8.50	10.63	344	0.4	0.1	757.18	75.72
27	60,000	FC-272	Trane	14	BT	380	13.4	5.43	11.05	10.63	344	0.5	0.1	992.80	99.28
28	60,000	FC-273	Trane	14	BT	380	13.4	5.43	11.05	10.63	344	0.5	0.1	992.80	99.28
29	60,000	FC-274	Trane	14	BT	380	13.4	5.43	11.05	10.63	344	0.5	0.1	992.80	99.28
30	60,000	FC-275	Trane	14	BT	380	13.4	5.43	11.05	10.63	344	0.5	0.1	992.80	99.28
31	30,000	FC-268	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43	156.24
32	30,000	FC-269	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43	156.24

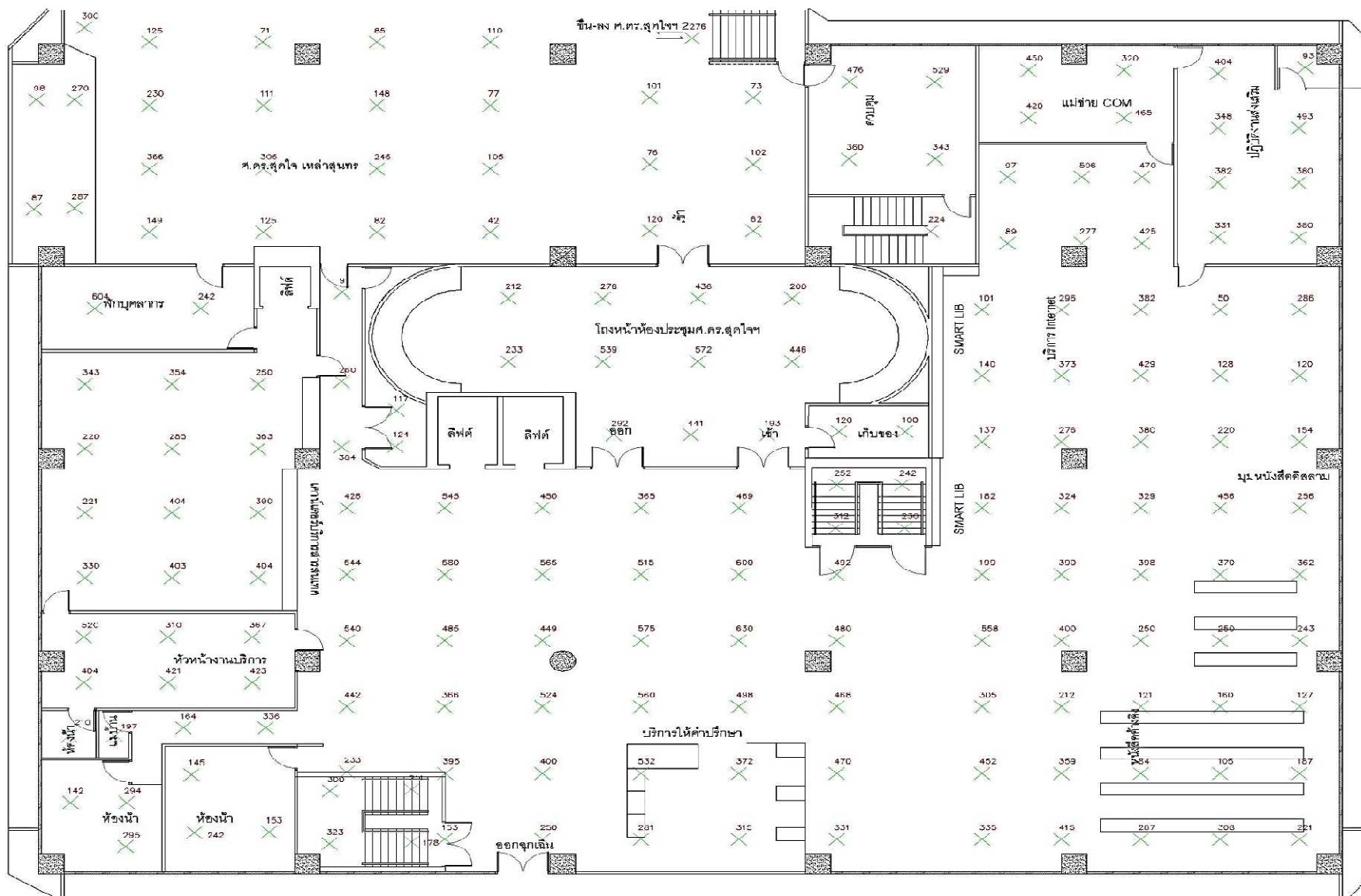
ตาราง ข.4 แสดงรายละเอียดการเปลี่ยนเทอร์โมสตัทแบบ Bi-Thermal เป็นแบบ Electronics (ต่อ)

ลำดับ ที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	ชนิด เทอร์ โมสตัท	Volt(V)	Ir(A)	P(kW)	EER	hr/day	day	Fc	F	Energy _{old} (kWh/y)	Energy Save (kWh/y)
33	30,000	FC-270	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43	156.24
34	30,000	FC-271	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43	156.24
35	30,000	FC-260	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43	156.24
36	30,000	FC-261	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43	156.24
37	30,000	FC-262	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.1	578.68	57.87
38	30,000	FC-263	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43	156.24
39	30,000	FC-264	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43	156.24
40	30,000	FC-265	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43	156.24
41	30,000	FC-266	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43	156.24
42	30,000	FC-267	Trane	14	BT	220	22.35	3.17	9.48	10.63	344	0.5	0.27	1,562.43	156.24
43	32,000	FS-179	Kent	14	BT	220	15.1	3.32	9.63	10.63	344	0.5	0.1	607.38	60.74
44	60,000	FC-276	Trane	18	BT	380	13.4	5.43	11.05	10.63	344	0.5	0.27	2,680.56	268.06
45	16,100	FS-090	Benson	24	BT	220	9.5	2.09	7.70	10.63	344	0.6	0.2	917.11	91.71
46	12,500	FS-094	Benson	24	BT	220	7.6	1.67	7.48	10.63	344	0.6	0.2	733.68	73.37
47	25,600	FS-081	Benson	24	BT	220	15.9	3.50	7.32	10.63	344	0.6	0.1	767.47	76.75
รวม	2,136,900	รวม												98,921.68	9,968.92

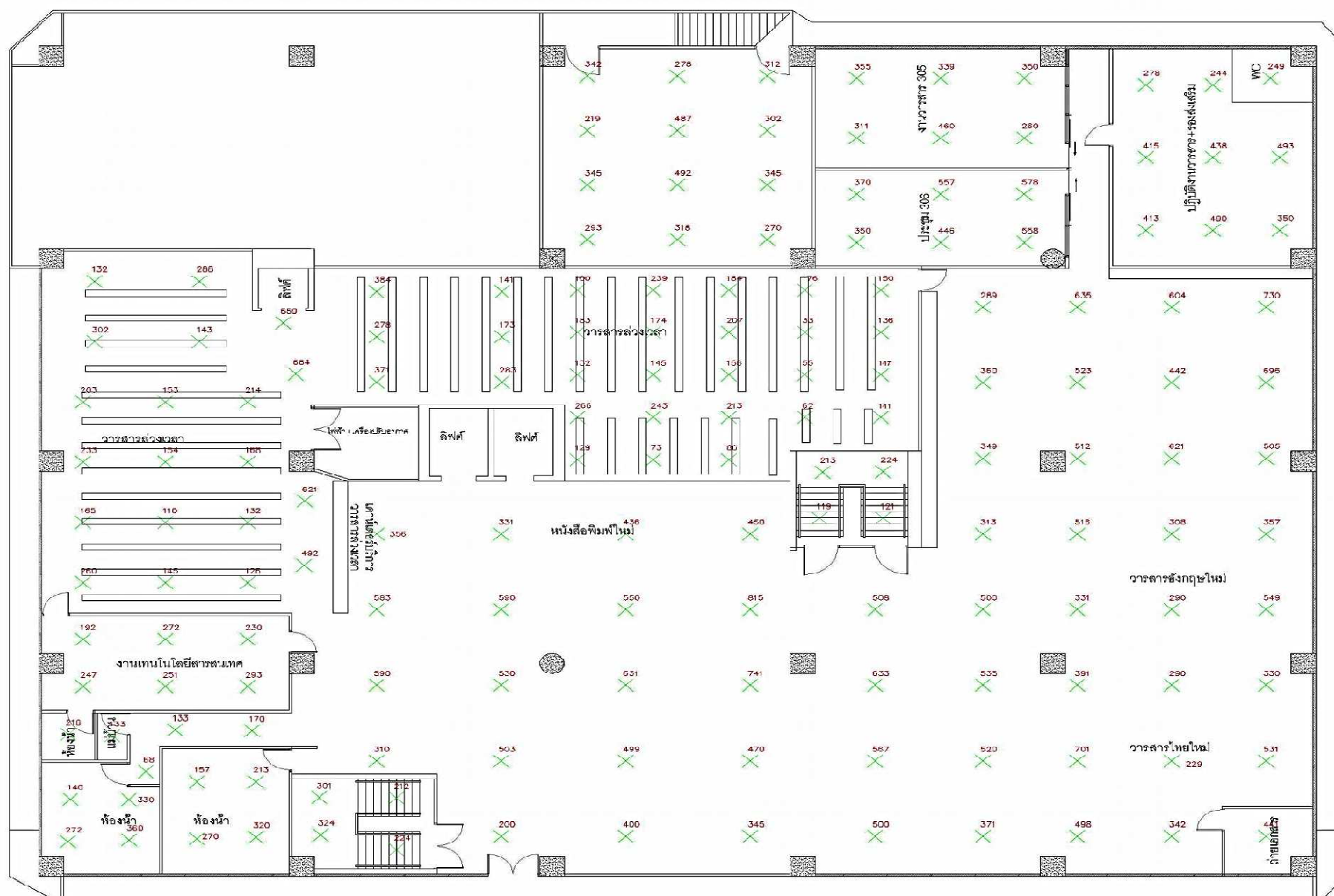
*หมายเหตุ FC = Fan Coil Ceiling Mounted , FS = Fan Coil Standing Mounted , PW = Package Water Cooled , F_c = แฟกเตอร์การทำงานของคอมเพรสเซอร์ , F = แฟกเตอร์การใช้งาน

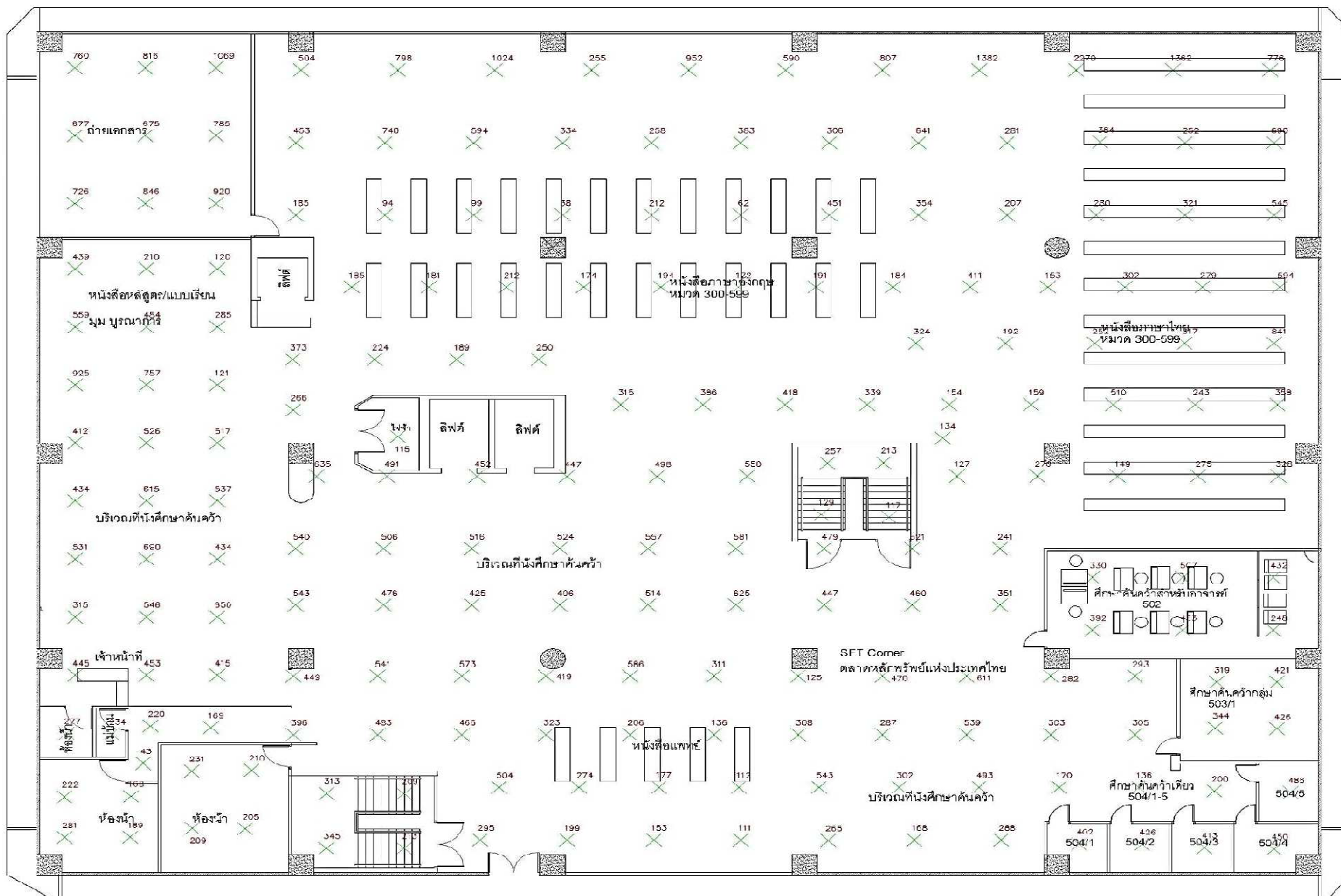
ภาคผนวก ก.แสดงรายละเอียดจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างและตำแหน่งที่ตั้ง
เครื่องปรับอากาศ

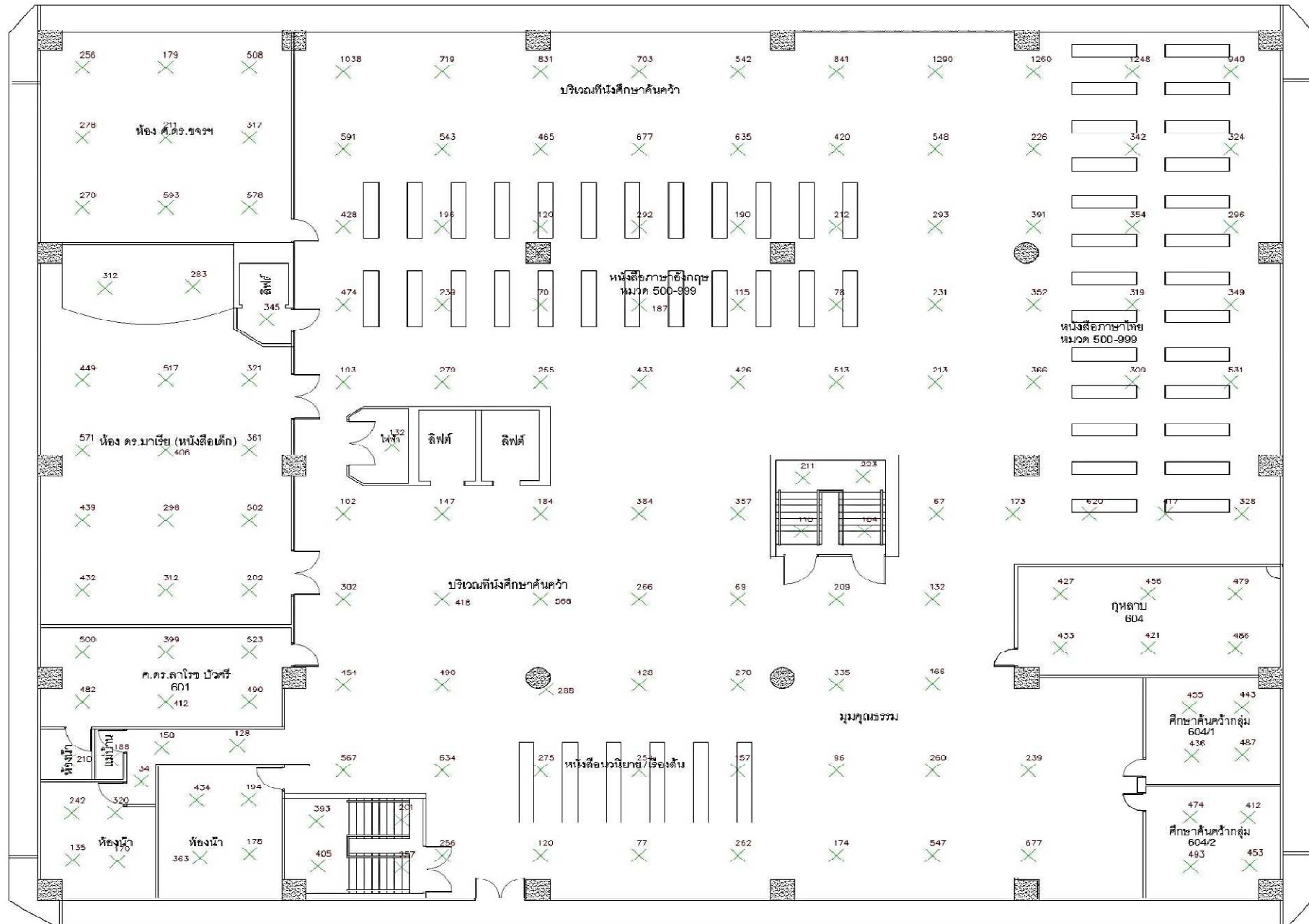




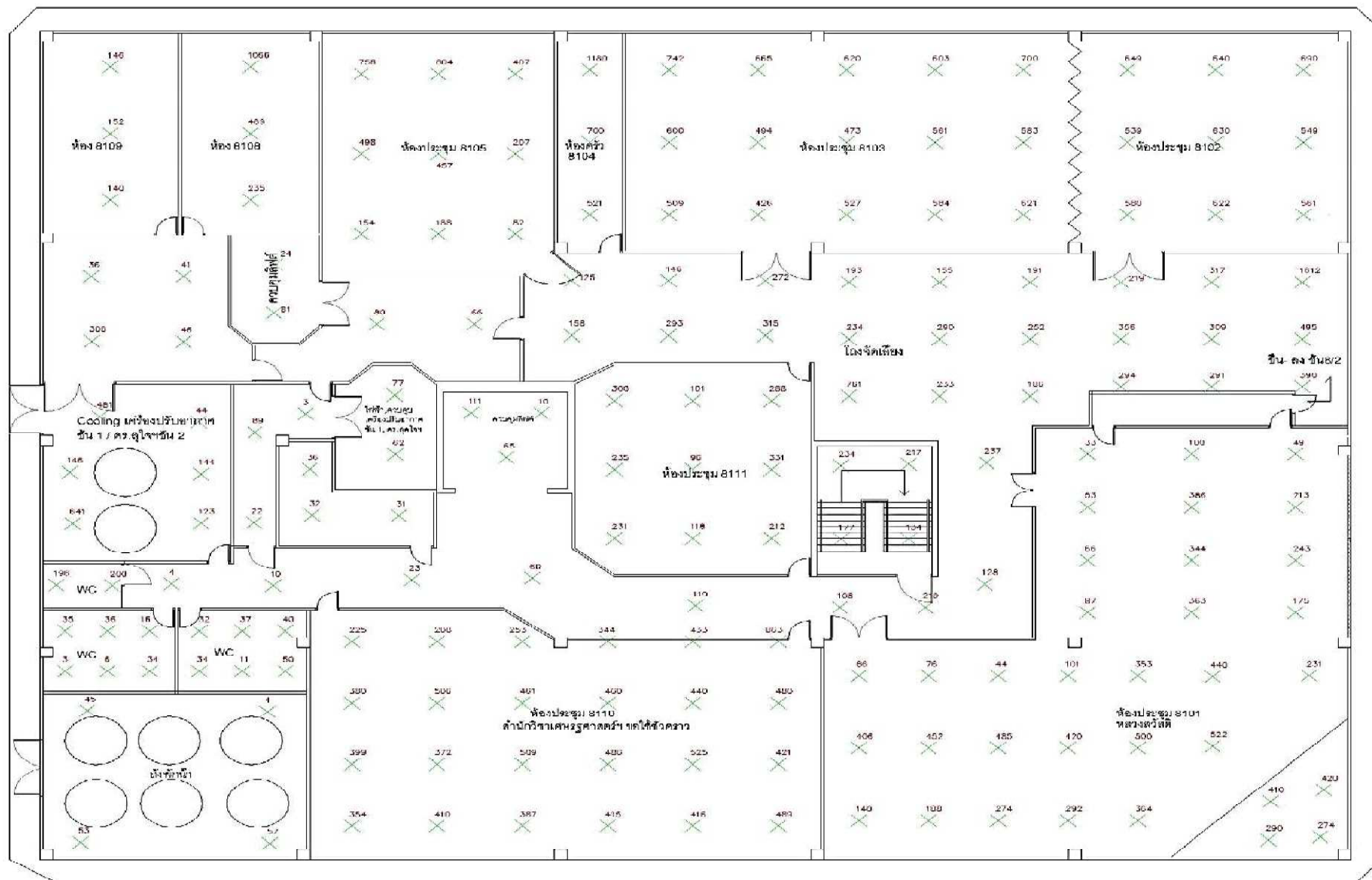
แปลน: พื้นที่ ชั้น 2





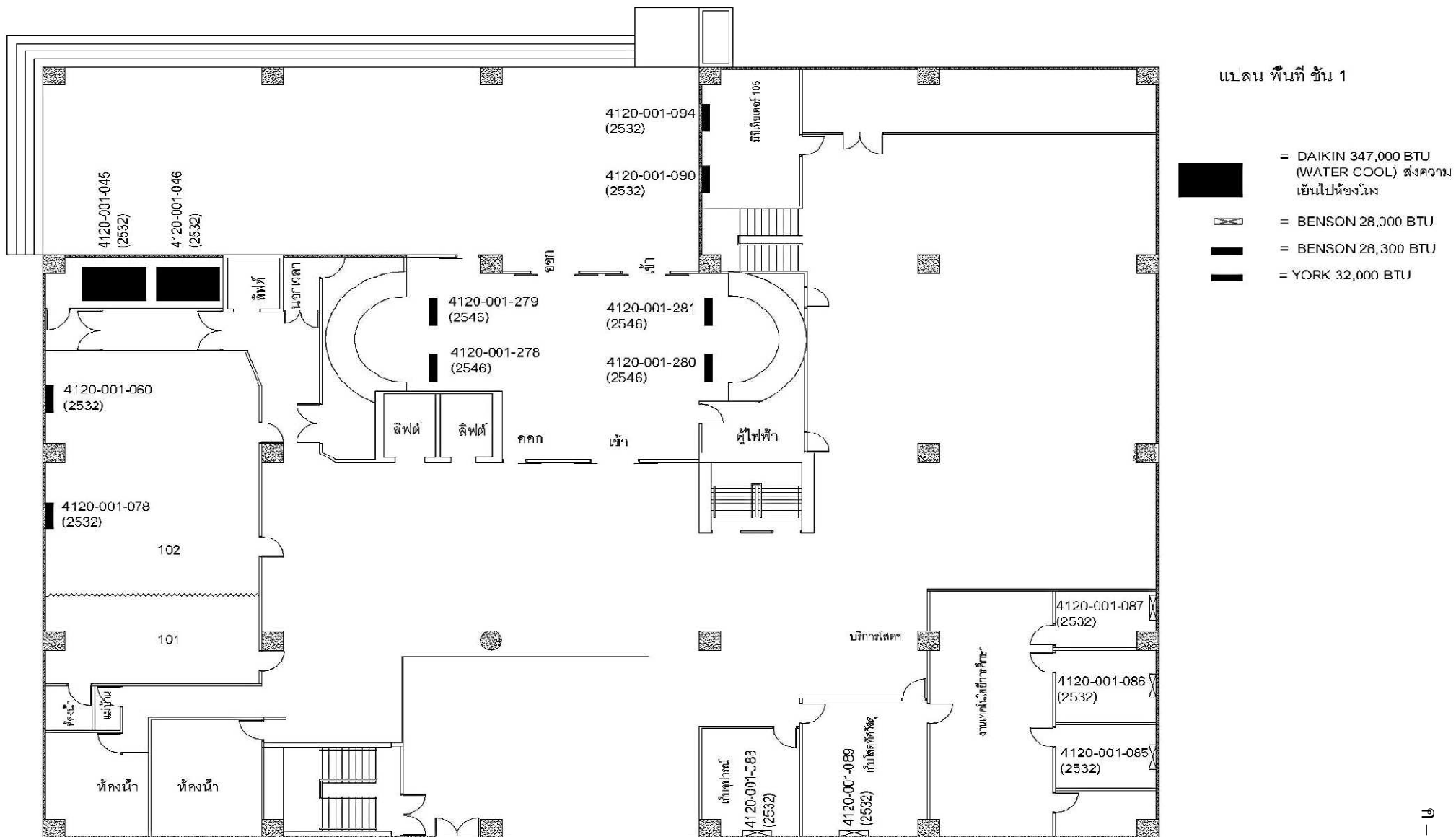


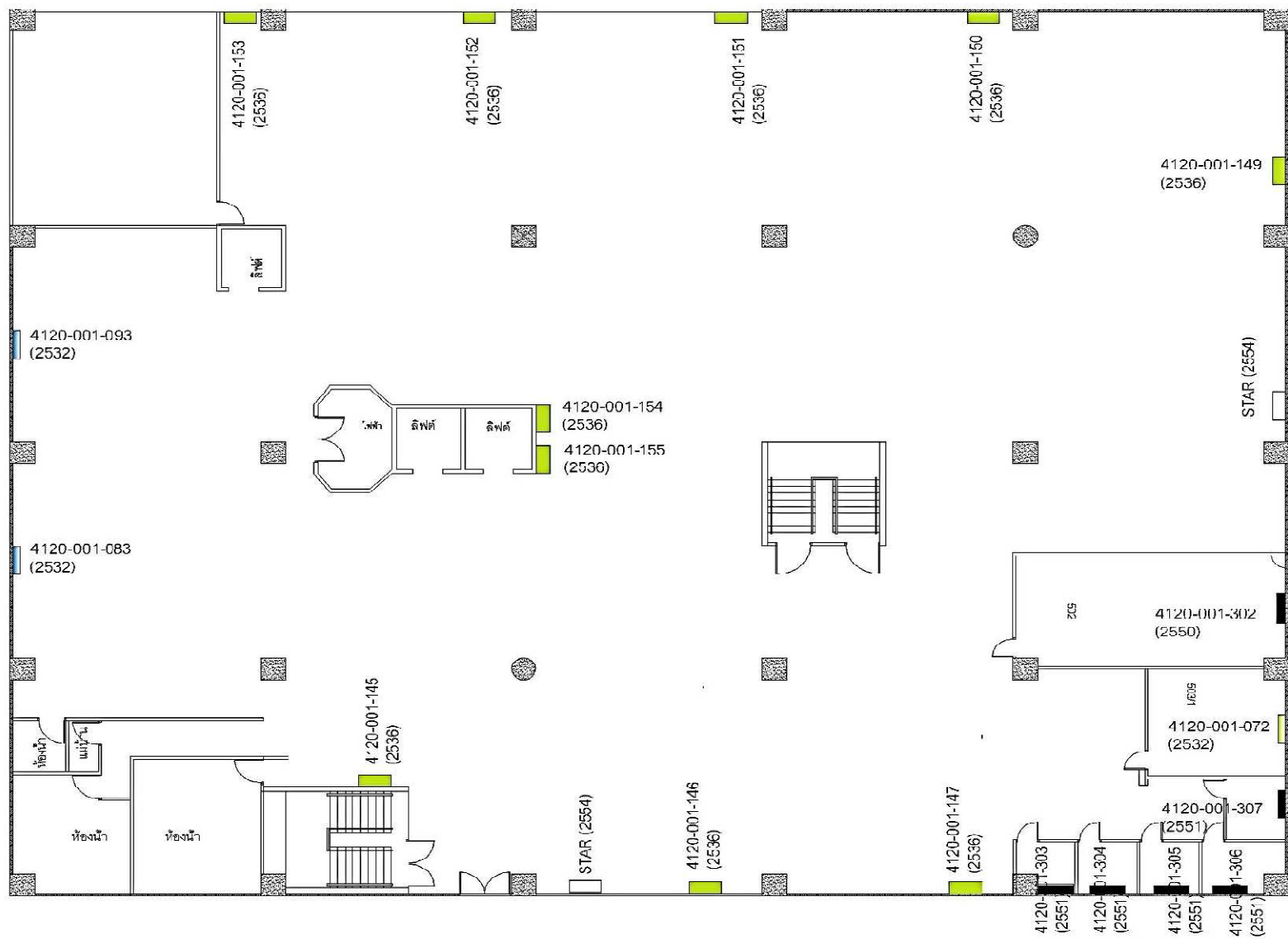
แปลน ชั้นที่ 6



พื้นที่ ชั้น 8

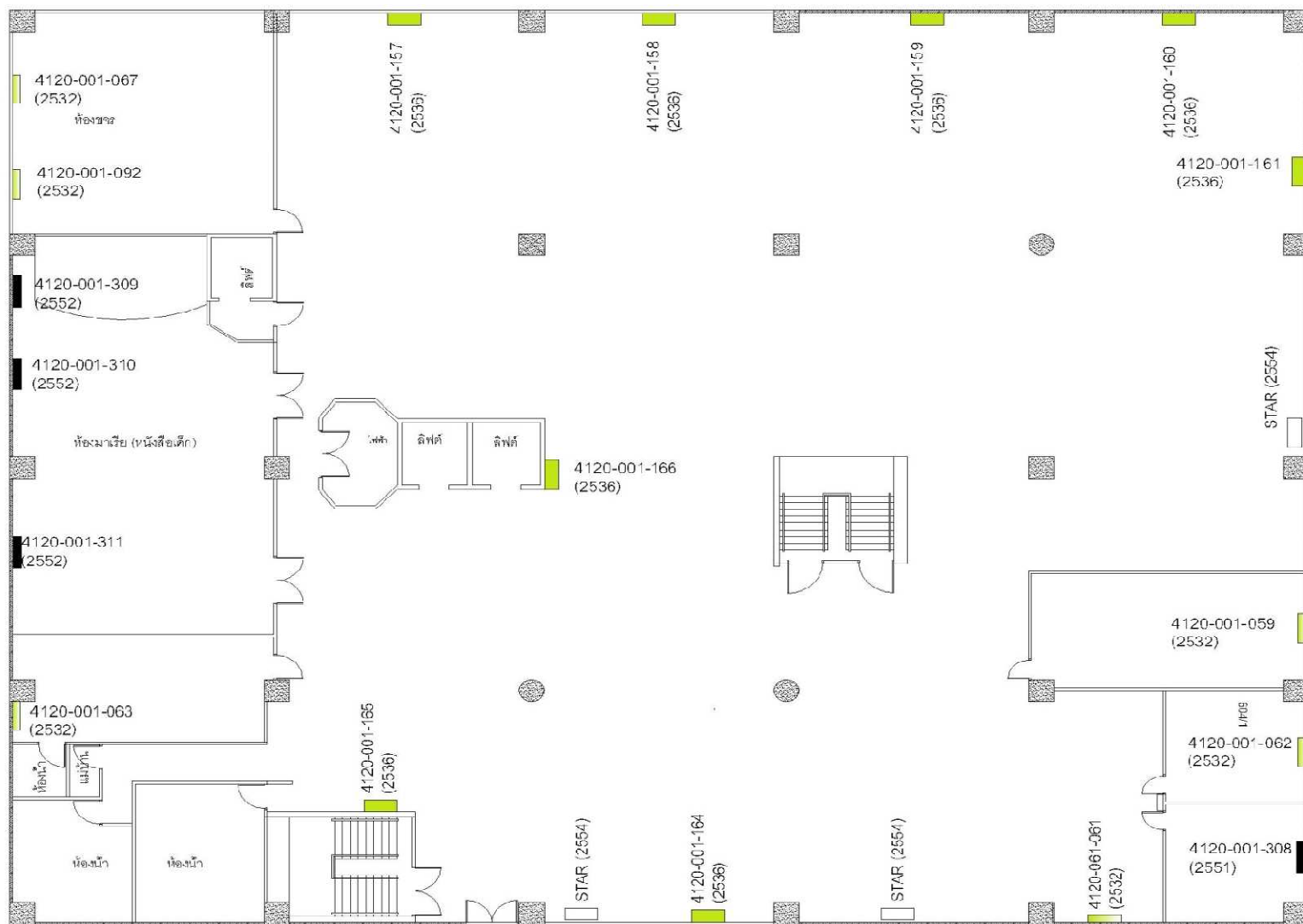
ภาคผนวก รูป ค.2 แสดงตำแหน่งที่ตั้งเครื่องปรับอากาศ





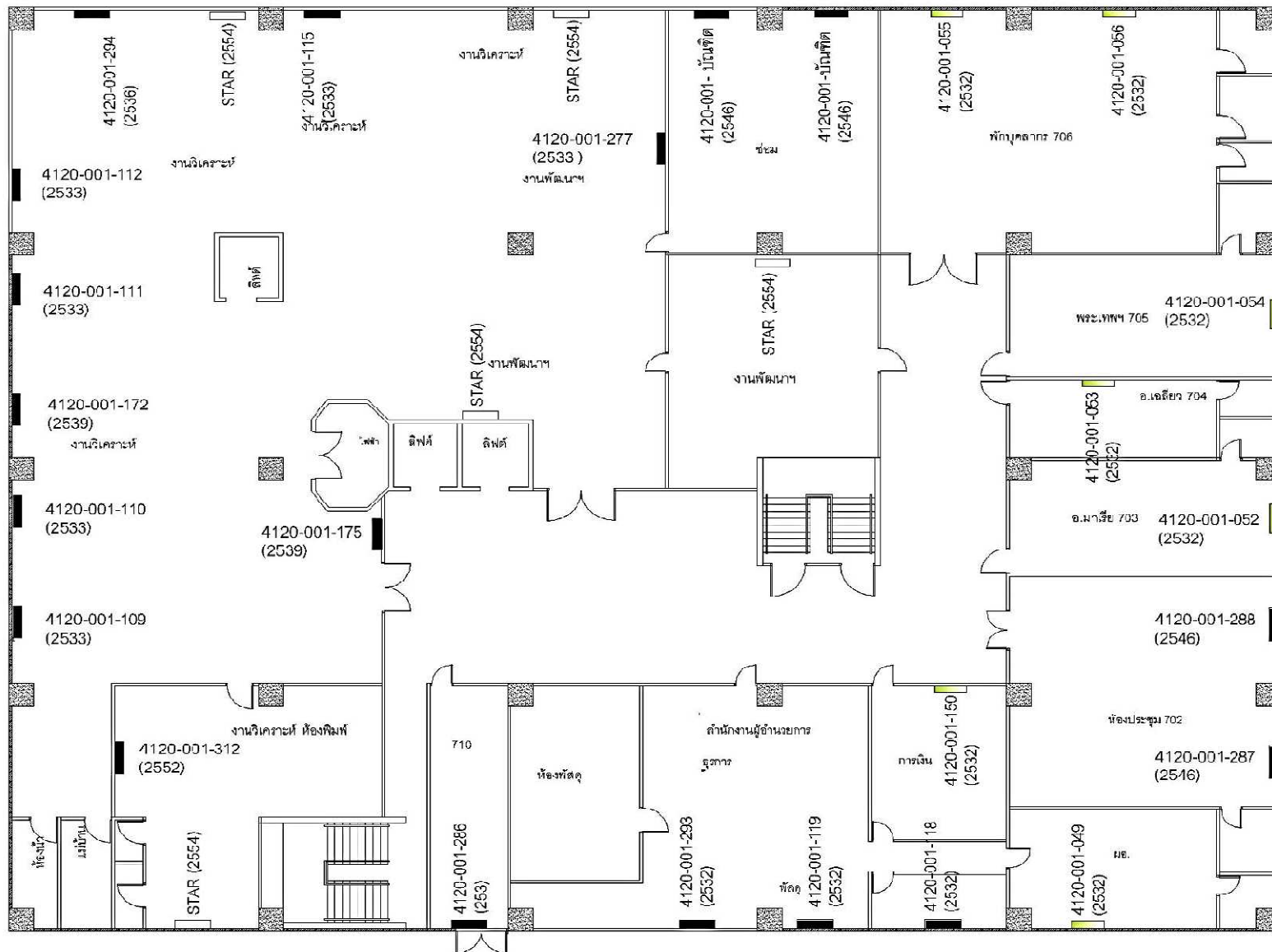
แปลน พื้นที่ ชั้น 5

-  = BENSON 28,000 BTU
 = PANASONIC 9,000 BTU
 = CARRIER 78,000 BTU (ตั้งพื้น)
 = DAISENKO 33,000 BTU
 = STAR 64,000 BTU
- ไทยซัมซุง 2554



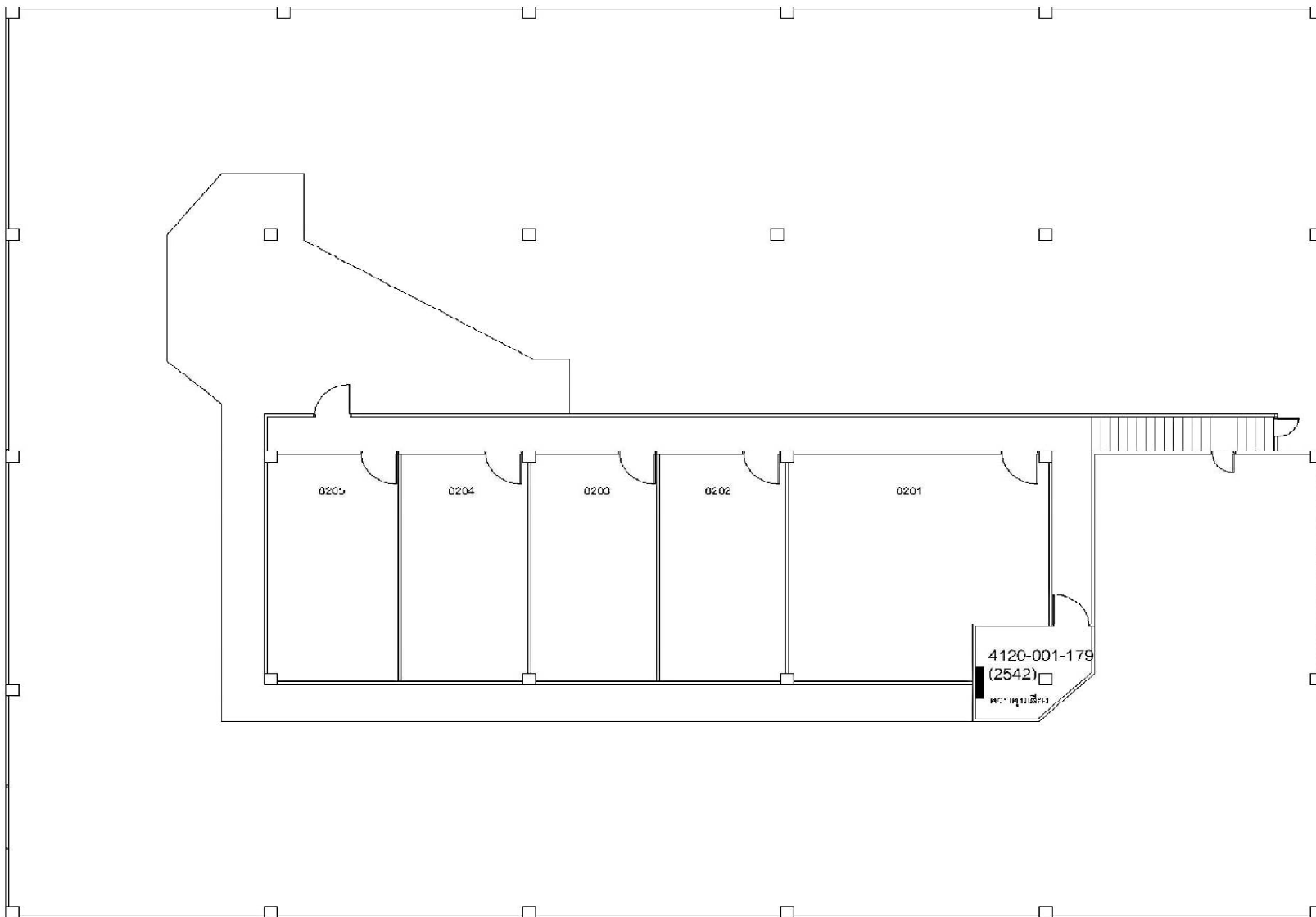
แปลน พื้นที่ ชั้น 6

- = BENSON 28,000 BTU
 - = CARRIER 36,000 BTU
 - = CARRIER 12,000 BTU
 - = CARRIER 78,000 BTU (ตั้งพื้น)
 - = TRANE 36,000 BTU
 - = STAR 64,000 BTU
- ไทยเข้มแข็ง 2554



พื้นที่ ชั้น 7

- BENSON 28,000 BTU
- = YORK 36,000 BTU
- = CARRIER 30,000 BTU
- = STAR AIR 26,000 BTU
- = NET 35,000 BTU
- = CENTRAL 44,000 BTU
- = AIRTEMP 24,000 BTU
- = CENTRAL 25,800 BTU
- = CARRIER 32,000 BTU
- = CENTRAL AIR 32,000 BTU
- = KENT 35,000 BTU
- = STAR 64,000 BTU
- ไทยซัมแมท 2554



พื้นที่ ชั้น 8/2

— = KENT 32,000 BTU

