การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนรวมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

AN ANALYSIS OF ENERGY CONSERVATION IN LEARNING TOWERBUILDING

นางสาวดีนา ฟักประเสริฐ

นาวสาวมาริษา คงเจริญ

นางสาวสุพัฒตรา ปริภัสสร

โครงงานวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2557

การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนรวมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

AN ANALYSIS OF ENERGY CONSERVATION IN LEARNING TOWERBUILDING

นางสาวดีนา ฟักประเสริฐ

นาวสาวมาริษา คงเจริญ

นางสาวสุพัฒตรา ปริภัสสร

โครงงานวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2557

หัวข้อโครงงานวิศวกรรม สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

เรื่อง การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนรวมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

โดย	นางสาวดีนา ฟักประเสริฐ
	นางสาวมาริษา คงเจริญ
	นางสุพัฒตรา ปริภัสสร
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อนุมัติให้นับโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. เวคิน ปิยรัตน์)

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.คมกฤษ ประเสริฐวงษ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ธนาธิป สุ่มอิ่ม)

การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนรวมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ปีการศึกษา 2557

จัดทำโดย

นางสาวดีนา ฟักประเสริฐ

นางสาวมาริษา คงเจริญ

นางสาวสุพัฒตรา ปริภัสสร

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปฐมทัศน์ จิระเดชะ

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนรวมของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร โดยจะทำการสำรวจ รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ นำเสนอแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน รวมทั้งพิจารณาถึงจุดคุ้มทุน

จากการสำรวจระบบไฟฟ้าหลัก ๆ ภายในอาคาร ได้แก่ ระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง ได้เสนอให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซ็นต์ T-8 36W เป็นหลอดแอลอีดี T-8 Tube 18Wการดูแลเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ การติดฟิล์มกรองแสงและวิธีการอื่น ๆ พบว่าสามารถลดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้ถึง 279,328.06kWh/Yearซึ่งคิดเป็นเงินลงทุน 1,259,594.03บาท ระยะเวลาคืนทุน 1.23 ปี

คำสำคัญ: การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า/ ระบบแสงสว่าง/ ระบบปรับอากาศ

AN ANALYSIS OF ENERGY CONSERVATION INLEARNING TOWER BUILDING

Academic Year 2014

By

Ms. Dena Fakprasert

Ms. Marisa Kongcharoen

Ms. Supattra Pariphatsorn

Advisor

Asst. Prof. Dr. PathomthatChiradeja

ABSTRACT

This project analyzes and studies the electrical energy conservation in learning tower building at Srinakharinwirot University, Prasanmitscampus.The work include surveying and gathering the electrical usage in lighting and air conditioning system.

The methods of electrical energy reduction are presented in this project as well as the analysis of payback period.

The result shown that by replacing the existing T-8 LED Tube, maintenance air conditioning regularly and employing the window film, the electrical energy consumption can be reduced 279,328.06 kWh/year with the payback period of 1.23 years.

Key word: Energy Conservation/ Lighting system/ Air conditioning system

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมการวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนรวมเพื่อการอนุรักษ์พลังงานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนข้อเสนอแนะ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปฐมทัศน์ จิระเดชะ ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจ พร้อมทั้งให้ข้อคิดและคำแนะนำทำให้โครงงานวิศวกรรมฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นคณะผู้จัดทำโครงงานซาบซึ้งในความเมตตาและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ดร.สมใจ ศิริโภค ผู้อำนวยการสำนักนวัตกรรมการเรียนรู้ เจ้าหน้าที่สำนักนวัตกรรมการเรียนรู้และเจ้าหน้าที่ฝ่ายดูแลอาคารทุกท่าน ที่อนุเคราะห์ให้เข้าใช้สถานที่ในการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าและให้อำนวยความสะดวกอย่างดี

ขอขอบคุณศูนย์พัฒนาสภาพ กายภาพ การจัดการขนส่งและความปลอดภัย ที่ช่วยอนุเคราะห์เครื่องมือในการตรวจวัดค่าพลังงานต่าง ๆ

และขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน มอบวิชาความรู้ทั้งทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและแนวทางการดำเนินชีวิต เพื่อเติบโตไปเป็นวิศวกรที่ดีของประเทศชาติ

คุณค่าและประโยชน์ของโครงงานวิศวกรรมวิจัยฉบับนี้ คณะผู้จัดทำโครงงานขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดามารดาที่อบรมบ่มนิสัยให้คณะผู้จัดทำโครงงานมีความเข้มแข็งอดทนและไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคทั้งปวง รวมทั้งครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขั้นตอนและแนวทางการดำเนินงาน	3
1.6 กรอบแนวความคิดของโครงงาน	5
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	29
3.1 ขั้นตอนการค้นคว้าวิจัย	29
บทที่ 4 การใช้พลังงานภายในอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร	31
4.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะของอาคาร	31
4.2 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	32
4.3 ระบบแสงสว่าง	32
4.4 ระบบปรับอากาศและกรอบอาคาร	36

สารบัญ(ต่อ)

	หน้าที่
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	43
5.1 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	43
5.2 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ	46
5.3 สรุปผลการดำเนินงาน	49
5.4 ปัญหาในการดำเนินงาน	50
5.5 ข้อเสนอแนะ	50
เอกสารอ้างอิง	51
ภาคผนวก	52
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน	93

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร	4
2.1 แสดงเกณฑ์มาตรฐาน EER ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (2555)	25
2.2 ตารางแสดงค่า OTTV และ RTTV ตามข้อกำหนดของประเทศไทย	26
4.1 รายละเอียดการตรวจวัดระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	32
4.2 รายละเอียดการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง	32
4.3 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องActive learning ชั้น 3	33
4.4 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าทางเดินชั้น3	35
4.5 รายละเอียดเครื่องปรับอากาศขนาดต่าง ๆ	37
4.6 รายละเอียดผลการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังและหลังคา (OTTV, RTTV)	38
4.7 แสดงรายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยวิธีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ	39
4.8 แสดงผลการประเมินการปรับปรุงผนังอาคาร โดยวิธีการติดฟิล์มกรองแสงที่ผนังโปร่งแสงของอาคาร	41
4.9 แสดงการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศโดยวิธีการติดฟิล์มกรองแสงที่ผนังอาคาร	41
5.1 แสดงรายละเอียดการลงทุนเปลี่ยนหลอดไฟ FLT-8 36W เป็นหลอด LED T-8 Tube 18W	44
5.2 แสดงรายละเอียดการลงทุนเปลี่ยนหลอด Compact Fluorescent 11W เป็นหลอด LED Bulb 7W	45
5.3 แสดงรายละเอียดการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 140 เครื่องอย่างสม่ำเสมอ	47
5.4 แสดงรายละเอียดการปรับปรุงผนังอาคารด้วยการติดฟิล์มกรองแสงเพื่อลดค่าถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่ผนังอาคาร	48

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงกรอบแนวคิดของโครงงาน	5
2.1 แสดงหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ	20
2.2 แสดงส่วนประกอบของระบบปรับอากาศ	21
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	30

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

พลังงานไฟฟ้าเป็นหนึ่งในพลังงานหลักที่มนุษย์ใช้เป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตและขับเคลื่อนเศรษฐกิจทั่วโลกซึ่งพลังงานไฟฟ้าได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างมหาศาลไม่ว่าจะเป็นภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจและภาคครัวเรือนในรอบหลายปีที่ผ่านมาสถิติการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยนับเพิ่มมากขึ้นทุกๆปี นั่นก็หมายถึงว่าประเทศไทยจะต้องสูญเสียเงินตราเป็นจำนวนมากในการผลิตและจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์ที่มีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ประเทศไทยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นส่วนมาก ซึ่งก๊าซธรรมชาติจัดเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ซึ่งผลดังกล่าวข้างต้นทำให้ทุกภาคส่วนมีความคิดเห็นตรงกันที่ต้องเริ่มตระหนักถึงปัญหาการใช้พลังงานที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้ จึงทำให้เกิดแนวคิดการอนุรักษ์พลังงานขึ้นมา โดยการอนุรักษ์ไม่ได้ถึงการเก็บทรัพยากรแต่หมายความว่าการรู้จักใช้ทรัพยากรอย่างฉลาดเป็นประโยชน์ต่อผู้คนจำนวนมาก สามารถใช้ได้เป็นเวลายาวนานที่สุดและใช้ประโยชน์ให้ถูกต้องตามกาลเทศะ โดยกระทรวงพลังงานได้ร่วมมือกับอีกหลายหน่วยงานในการริเริ่มรณรงค์การอนุรักษ์พลังงาน ดังจะเห็นได้จากอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ บริเวณตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นอาคารต้นแบบในการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย โดยออกแบบบนพื้นฐานการใช้พลังงานต่ำสุด เพื่อสร้างองค์ความรู้ ถ่ายทอดและช่วยสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานสู่ประชาชนและช่วยสร้างทางเลือกแนวใหม่ๆในการประหยัดพลังงาน

ฉะนั้นทางผู้จัดทำโครงงานจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการบริหารจัดการพลังงานในอาคาร (Building Energy Management) ภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งเป็นหนึ่งในมหาวิทยาลัยชั้นนำของประเทศที่มีอาคารขนาดใหญ่หลายอาคาร จึงเหมาะสมจะจัดทำเป็นกรณีศึกษา (Case Study) ในการทำอาคารอนุรักษ์พลังงานเพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน

โดยจะทำการสำรวจและศึกษาแนวทางพร้อมทั้งกำหนดและวางมาตรการการจัดการพลังงานให้เหมาะสมเพื่อลดการใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศและระบบอื่นๆของอาคารเรียนรวมมศวประสานมิตร

1.2.3 เพื่อศึกษาแนวทางและวิธีการจัดการพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เกิดการประหยัดและใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.2.4 เพื่อกำหนดมาตรการและวิธีการจัดการพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เกิดการประหยัดและใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.2.5 เพื่อจัดทำรายงานรายละเอียดข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียนรวมมศวประสานมิตรเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงในการเป็นอาคารต้นแบบการอนุรักษ์พลังงาน

1.3 ขอบเขตโครงงานวิศวกรรม

1.3.1 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศและระบบอื่นๆของอาคารเรียนรวม มศวประสานมิตร

1.3.2 วิเคราะห์และกำหนดมาตรการในการลดพลังงานไฟฟ้าใน อาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร

1.3.3 วิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังดำเนินการวางแผนและมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร

1.3.4 ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และระยะเวลาคืนทุน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นำความรู้จากการศึกษาเป็นแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร

1.4.2 สามารถนำมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน มาใช้จัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร ให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.4.3 ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของอาคารเรียนรวม มศวประสานมิตร

1.4.4 สามารถใช้มาตรการการอนุรักษ์พลังงานเป็นแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารอื่นๆของมหาวิทยาลัยและหน่วยงานต่างๆ

1.5 ขั้นตอนและแนวทางการดำเนินงาน

ใช้การตรวจสอบ "Energy Audit Program" การตรวจวัดวิเคราะห์การใช้พลังงาน ซึ่งเป็นรูปแบบเดียวกับระบบมาตรฐานอื่นๆ ที่เป็นที่นิยม เช่น ISO 9001: Quality Management System ISO 14001: Environmental Management System เป็นต้น และมุ่งเน้นการตรวจวัดประสิทธิภาพพลังงาน และศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานของอุปกรณ์และเครื่องจักรหลักที่ใช้พลังงาน เพื่อจัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน โดยโครงสร้างการตรวจสอบพลังงาน มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. จัดทำแบบบันทึกการใช้พลังงาน
2. การสอบถามจากผู้ดูแลอาคาร
3. ดำเนินการสำรวจและตรวจวัดไฟฟ้าชั่วขณะในช่วงเวลางานและช่วงเวลาหลังเลิกงาน
4. สำรวจและตรวจสอบระบบส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้ายังส่วนต่างๆของอาคาร
5. ตรวจสอบสภาพภายนอกของอาคาร
6. คำนวณและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารทั้งหมด
7. วิเคราะห์การใช้พลังงานจากค่าไฟฟ้าปีที่ผ่านๆมา
8. กำหนดเป้าหมายและกำหนดมาตรการประหยัดพลังงานต่างๆ

1.5.1 ข้อมูลเบื้องต้น

ตารางที่ 1.1ข้อมูลเบื้องต้นของอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร

ชื่ออาคาร	อาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร
ประเภทอาคาร	อาคารเรียนจำนวน 14 ชั้น
ที่ตั้งอาคาร	23 แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10110
จำนวนห้อง	จำนวนห้องทั้งหมด 76 ห้องประกอบไปด้วย - ชั้นที่ 1 จำนวน 4 ห้อง - ชั้นที่ 2 จำนวน 4 ห้อง - ชั้นที่ 3 จำนวน 5 ห้อง - ชั้นที่ 4 จำนวน 4 ห้อง - ชั้นที่ 5 จำนวน 6 ห้อง - ชั้นที่ 6 จำนวน 6 ห้อง - ชั้นที่ 7 จำนวน 4 ห้อง - ชั้นที่ 8 จำนวน 5 ห้อง - ชั้นที่ 9 จำนวน 5 ห้อง - ชั้นที่ 10 จำนวน 7 ห้อง - ชั้นที่ 11 จำนวน 7 ห้อง - ชั้นที่ 12 จำนวน 7 ห้อง - ชั้นที่ 13 จำนวน 7 ห้อง - ชั้นที่ 14 จำนวน 5 ห้อง
พื้นที่ใช้งาน	พื้นที่ใช้งานทั้งหมด 7,943.71 ตารางเมตร
เวลาใช้งาน	เวลาใช้งานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง / วัน หรือ 269 วัน / ปี

1.5.2 การเก็บข้อมูล

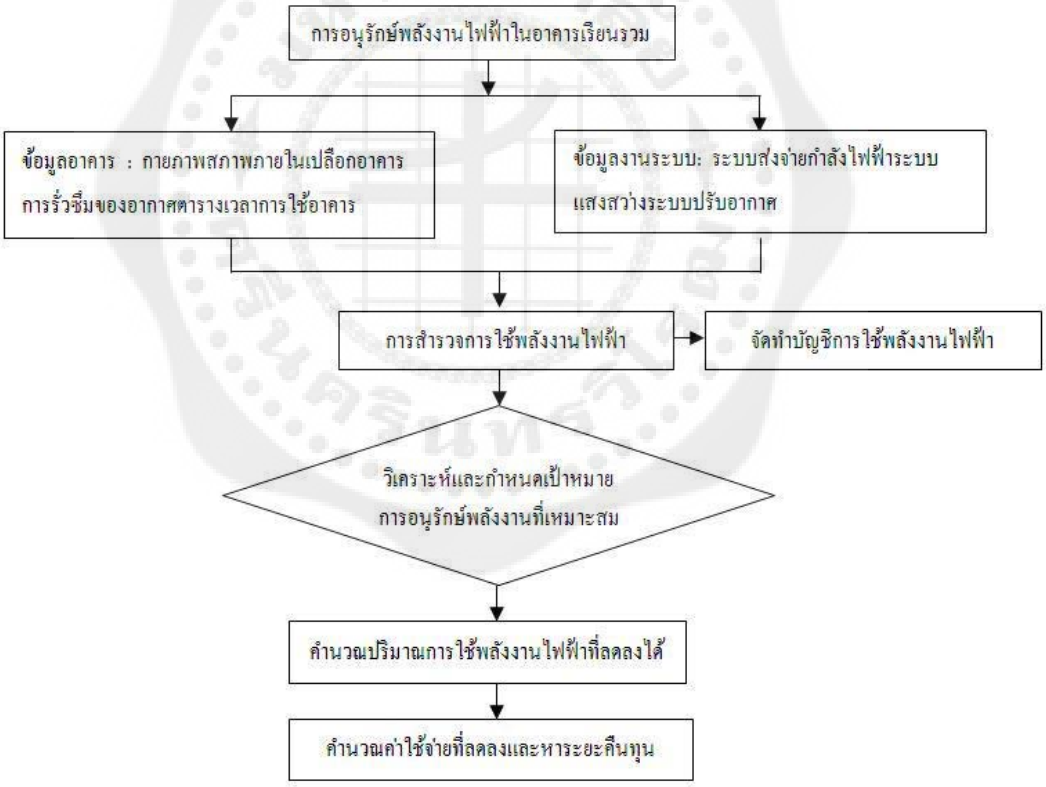
ใช้การสอบถามจากผู้ดูแลอาคารและการเดินสำรวจภายในอาคาร การใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆและตรวจสอบสภาพเครื่องจักรภายในอาคาร เพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งการเก็บข้อมูลมีดังนี้

1. สำรวจระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า โดยตรวจสอบขนาดหม้อแปลงที่ส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับตัวอาคาร

2. สำรวจในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยจะทำการสำรวจ ชนิดหลอดไฟชนิดบัลลาสต์ชนิดโคมจำนวนโคมจำนวนหลอดต่อโคมและสำรวจลักษณะทั่วไปของห้อง รวมทั้งทำการวัดค่าส่องสว่างโดยใช้ Lux Meter ของแต่ละห้องด้วยเครื่องมือวัด

3. สำรวจในส่วนของระบบปรับอากาศ โดยจะทำการสำรวจชนิดของเครื่องปรับอากาศ รุ่นของเครื่องปรับอากาศขนาดการทำความเย็นตรวจสอบสภาพของฉนวนหุ้มท่อน้ำยาและสภาพของคอนเดนเซอร์ รวมทั้งสำรวจลักษณะทั่วไปของห้องและฉนวนกันความร้อน

1.6 กรอบแนวความคิดของโครงงาน



รูปที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดของโครงงาน

บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้เป็นการทบทวนผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

ที่มา:กฤษณ์ เรียนวาที และคณะ (2555: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสำนักหอสมุดกลาง ภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงานโดยจากการสำรวจพบว่ามีอุปกรณ์ไฟฟ้าหลัก ๆ คือ ระบบแสงสว่าง ระบบทำความเย็น ปั๊มน้ำ ระบบลิฟท์และอุปกรณ์สำนักงาน และได้มีการกำหนดมาตรการในการอนุรักษ์พลังงานโดยเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T-8 เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์T-5 ในระบบแสงสว่าง และเปลี่ยนระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำให้มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งพบว่ามาตรการดังกล่าวสามารถประหยัดพลังงานลงได้ 508,454.16 kWh/Year หรือคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 1,731,159.08 บาท / ปีโดยใช้เงินลงทุน 7,490,145 บาท ระยะเวลาคืนทุน 4.33 ปี

ที่มา:วรพจน์งามชมพู (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้พลังงานของอาคารต่างๆในส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เพื่อจัดหาแนวทางการประหยัดพลังงาน จากผลการศึกษาพบว่าในปี 2547 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 3,051,512 kWh โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศมากที่สุด 46.76 % อุปกรณ์สำนักงาน 26.26% ระบบแสงสว่าง 23.28% และระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า 3.83% ตามลำดับ จึงมีแนวทางในการประหยัดพลังงานดังนี้ มีการย้ายโหลดหม้อแปลงที่มีโหลดน้อยมารวมกัน มีการปรับปรุงเพิ่มค่าตัวประกอบโหลด ในระบบปรับอากาศเสนอให้มีการเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง มีการปรับปรุงผนังอาคารเพื่อลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารในระบบแสงสว่างมีการเปลี่ยนโคมเป็นชนิดสะท้อนแสงเปลี่ยนหลอดไส้เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ เปลี่ยนบัลลาสต์เป็นชนิดการสูญเสียต่ำ

ซึ่งการดำเนินการทั้งหมดจะประหยัดพลังงานได้ 394,198.79 kWh/ปี เป็นเงินที่ประหยัดได้ 861,250 บาท/ปี โดยใช้เงินลงทุน 2,674,759 บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.10 ปี

ที่มา:พุฒิกานต์ เอารัตน์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการประหยัดพลังงานในอาคารสำนักงานใหญ่บริษัทปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) ซึ่งประกอบไปด้วยอาคารสูง 2 อาคาร คือ อาคารสำนักงานใหญ่ 1 ขนาด 11 ชั้น และอาคารสำนักงานใหญ่ 2 ขนาด 12 ชั้น ใช้พลังงาน ไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 7,076,900 kWh/ปี และเป็นค่าใช้จ่ายไฟฟ้าทั้งสิ้น 10,821,321.39 บาท/ปี โดยได้กำหนดมาตรการ ที่จะลดการใช้พลังงานของอาคารได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิด้านน้ำออกของเครื่องทำน้ำเย็น การเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนด้านคอนเดนเซอร์ การรวมโหลดเครื่องทำน้ำเย็น และการเปลี่ยนเวลาการใช้งานเครื่องทำน้ำเย็น การเปลี่ยนใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง การเปลี่ยนใช้เทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์ การใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงการปิดไฟฟ้าแสงสว่างช่วงที่ไม่มีการใช้งานการรวมหม้อแปลงการปรับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสม และการลดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร ซึ่งจะลดการใช้พลังงานลงได้ 729,191.66 kWh/ปี คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ 1,142,436.07 บาท โดยต้องลงทุนในการดำเนินการประมาณ 4,484,282 บาท

ที่มา:กิตติศักดิ์ ตุ้นสกุล ได้ศึกษาการวิเคราะห์เพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารประเภทโรงพยาบาลซึ่งได้ทำการศึกษาที่อาคารโรงพยาบาลยันฮี ซึ่งเป็นอาคารสูง ขนาด 10 ชั้น โดยมีพื้นที่ใช้สอยรวมทั้งสิ้น 34,460 ตารางเมตร ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าแบบ TOUและมีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด 1,100 กิโลวัตต์ ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 5,196,000.00 กิโลวัตต์ชั่วโมง / ปี และคิดเป็นค่าไฟฟ้าทั้งสิ้น 13,038,365.75 บาท/ปี จากมาตรการการอนุรักษ์พลังงานที่ได้จากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลสามารถที่จะลดการใช้พลังงานของอาคารได้โดยการรวมโหลดหม้อแปลง การควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด การใช้มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง การใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงการใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง การลดการใช้ ไฟฟ้าแสงสว่าง การใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนประสิทธิภาพสูง การใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบอิเล็กทรอนิกส์ การเดินเครื่องทำน้ำเย็นให้เหมาะสมกับภาระ และการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ปั๊มสูบน้ำเย็น ซึ่งจะลดการใช้พลังงานลงได้ 465,531.92 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี และลดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ได้ 102.19 กิโลวัตต์/เดือน คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ 1,076,594.01

บาท หรือคิดเป็น 8.26 เปอร์เซ็นต์ของค่าไฟฟ้ารวม โดยต้องลงทุนในการดำเนินการประมาณ 2,663,780.00 บาท

ที่มา:กิตติศักดิ์วรรณแก้ว (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างโดยวิเคราะห์ความคุ้มทุนของหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์เทียบกับหลอดไส้ วิเคราะห์ความคุ้มทุนของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ และบัลลาสต์แกนเหล็กความสูญเสียต่ำเทียบกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาและวิเคราะห์ความคุ้ม ทุนของโคมฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงเทียบกับโคมฟลูออเรสเซนต์ธรรมดาซึ่งในงานวิจัยนี้ได้สร้างโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์การประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อให้ง่าย ต่อผู้ใช้งาน จากการวิเคราะห์ความคุ้มทุนพบว่า หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์จะคุ้มทุนในระยะเวลาสั้น ก็ต่อเมื่อมีการเปิดใช้งานนานและในบริเวณที่มีเครื่องปรับอากาศ ในส่วนของบัลลาสต์อิเล็ก ทรอนิกส์พบว่าถ้าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ราคามากกว่า 300 บาทในระยะเวลา 10 ปี จะไม่คุ้มทุน

ที่มา:Ganandran GS และคณะ (ม.ป.ป.: ทคัดย่อ) ได้ศึกษาทำการวิจัยเรื่อง Cost-benefit analysis and emission reduction of energy efficient lighting at the universititenaganasional โดยการวิจัยนี้เสนอผลของการอนุรักษ์พลังงานระบบแสงสว่างภายในมหาวิทยาลัย tenaganasionalซึ่งได้ประกอบด้วย หอสมุด อาคารธุรการคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะสารสนเทศและเทคโนโลยี หอพัก และโรงอาหาร มีหลักการในอนุรักษ์พลังงานโดยการปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้มีความสว่างเหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน และคำนวณหาจุดคุ้มทุน โดยใช้แนวทางการเปลี่ยนระบบไฟฟ้าแสงสว่างแบบเก่าเป็นหลอด LED ซึ่งในปีแรกจะเริ่มเปลี่ยนเป็นหลอด LED 10% และเปลี่ยนต่อเนื่องในปีถัดไปอย่างคงที่เป็นระยะเวลา 1 ปี จนกระทั่งระบบแสงสว่างทั้งหมดในอาคารถูกแทนที่ด้วยหลอด LED

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ความหมายของคำว่า “ อนุรักษ์”

ทวี ทองสว่าง และทัศนีย์ ทองสว่าง (2553: 1) การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (Natural resources conservation) หมายถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติด้วยวิธีการฉลาดเหมาะสม โดยใช้อย่าง

ประหยัด ให้เกิดประโยชน์และเกิดคุณค่ามากที่สุด รวมทั้งการปรับปรุงของเสียให้นำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด

สุรภีโรจน์อารยานนท์ (2526: 9)การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง การรู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างชาญฉลาดให้เป็นประโยชน์ต่อมหาชนมากที่สุด และใช้เป็นเวลานานที่สุด ทั้งนี้ต้องให้สูญเสียทรัพยากรธรรมชาติโดยเปล่าประโยชน์น้อยที่สุด และจะต้องกระจายการใช้ประโยชน์โดยทั่วถึงกันด้วย

จากความหมายดังกล่าวของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ จะมีลักษณะของการจัดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติแต่ละประเภทอย่างฉลาด ทรัพยากรธรรมชาติชนิดใดหาอยาก หรือลดจำนวนน้อยลง ถ้านำมาใช้ประโยชน์อาจทำให้เกิดผลเสียหายได้ ในสภาพนี้จะต้องนำหลักของการสงวนมาใช้ และในการใช้อย่างประหยัดและพยายามเพิ่มปริมาณให้เพียงพอก่อนที่จะนำไปใช้ในอนาคตสิ่งที่สำคัญ คือ ควรหาวิธีการที่จะทำให้มีทรัพยากรธรรมชาติไว้ใช้ตลอดไป

2.2.2 ความหมายของคำว่า “พลังงาน”

พลังงานสามารถให้จำกัดความหมายได้หลายอย่าง คือ

1. ความสามารถซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที่อาจให้แรงงานได้

2. ประสิทธิภาพในการทำงานได้ หรือความสามารถที่จะทำงานได้

3. ความสามารถในการทำงานซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที่อาจให้งานได้โดยการทำให้วัตถุหรือธาตุเกิดการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนรูปแบบไปได้การที่วัตถุเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ก็เพราะมีแรงหรือพลังงานเข้าไปกระทำ

4.สิ่งที่ทำให้สิ่งต่างๆเคลื่อนที่ได้ ถ้าไม่มีพลังงาน ก็ไม่มีอะไรเกิดขึ้น สิ่งใดก็ตามที่เคลื่อนไหว เติบโต หรือทำงานในทางใดทางหนึ่ง ย่อมมีพลังงาน

2.2.3 ประเภทของแหล่งพลังงาน

พลังงานสามารถจำแนกประเภทตามลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

2.2.3.1 จำแนกตามแหล่งที่ได้มา แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.แหล่งพลังงานปฐมภูมิ (Primary energy resources) หมายถึง แหล่งพลังงานต้นกำเนิด เป็นแหล่งพลังงานที่เกิดขึ้นหรือมีอยู่ตามธรรมชาติ สามารถนำมาใช้โดยตรง ได้แก่ น้ำ แสงแดด ลม เชื้อเพลิงตามธรรมชาติ เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ พลังงาน

2. แหล่งพลังงานทุติยภูมิ (Secondary energy resources) หมายถึง แหล่งพลังงานแปรรูปซึ่งเป็นพลังงานที่ได้มาโดยการนำพลังงานต้นกำเนิดมาแปนรูป ให้อยู่ในรูปที่ใช้ประโยชน์ในลักษระต่าง ๆ ได้ เช่น พลังงานไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ปิโตรเลียมเหลว ถ่านไม้ เป็นต้น

2.2.3.2 จำแนกตามแหล่งที่นำมาใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. แหล่งพลังงานหมุนเวียน (Renewable energy resources) หมายถึง แหล่งพลังงานที่ได้จากธรรมชาติรอบ ที่นำใช้ได้ไม่มีวันหมด ซึ่งสามารถสร้างทดแทนได้ในช่วงเวลาสั้นๆ โดยธรรมชาติหลังจากมีการใช้ไป จึงมีหลายชื่อที่ใช้เรียก เช่น พลังงานทดแทน พลังงานใช้ไม่หมด พลังงานสะอาดและพลังงานสีเขียว เนื่องจากไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมนั่นเอง

2. แหล่งพลังงานสิ้นเปลือง (Non-renewable energy resources) หมายถึง แหล่งพลังงานที่ไม่สามารถสร้างขึ้นมาใหม่หรือหามาทดแทนได้ทันความต้องการมีแต่จะน้อยลงไปหรือหมดสิ้นไป

2.2.4 ความหมายของค่าทางไฟฟ้าที่ควรทราบ

กำลังไฟฟ้าคือความต้องการไฟฟ้าจริงที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรใช้ในการทำงานเวลาหนึ่งๆมีหน่วยเป็นวัตต์ (W) หรือกิโลวัตต์ (kW)

กำลังไฟฟ้าปรากฏคือพลังไฟฟ้ารวมที่ระบบไฟฟ้าจ่ายให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลท์แอมป์ (VA) หรือกิโลโวลท์แอมป์ (kVA)

กำลังไฟฟ้าเสมือนคือพลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรชนิดเหนี่ยวนำ (Inductive Load) ไม่ได้ใช้การให้กำลังงานแต่ใช้ในการสร้างสนามแม่เหล็กเช่นพลังไฟฟ้าที่ไหลผ่านแกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าหรือผ่านช่องว่างอากาศ (Air Gap) ของมอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำเป็นต้นมีหน่วยเป็นวาร์ (VAR) หรือกิโลวาร์ (kVAR)

พลังงานไฟฟ้าคือพลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรใช้ในการทำงานระยะเวลาหนึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ชั่วโมง (kWh) หรือกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) หรือหน่วยยูนิต

สูตรของพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง)

พลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) x จำนวนชั่วโมงใช้งาน (ชั่วโมง) (2.1)

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์หรือค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor: PF) คือ อัตราส่วนของพลัง

ไฟฟ้าปรากฏมีค่าจาก 0 ถึง 1

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ = กำลังไฟฟ้าจริง/กำลังไฟฟ้าปรากฏ (2.2)

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

จากสมการ (2.3) ถ้าอุปกรณ์หรือเครื่องจักรต้องการkVARมากขึ้นแต่ kW คงที่ดังนั้นจึงต้องการ kVA มากขึ้นซึ่งจากสมการ (2.2) ทำให้ PF ลดลง

2.2.5 ดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Use Index: EUI)

ดัชนีการใช้พลังงานช่วยในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานคือสังเกตลักษณะการเพิ่มหรือลดของการใช้พลังงานเมื่อเปรียบเทียบกับเวลาโดยดูจากข้อมูลการใช้พลังงานรายเดือนในอดีตอย่างน้อย 1 ปีซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากใบแจ้งค่าใช้จ่ายพลังงานแต่การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานดังกล่าวจะบอกให้ทราบว่าเดือนใดหรือปีใดมีการใช้พลังงานสูงหรือต่ำผิดปกติปริมาณการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอาจมีสาเหตุมาจากปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้นหรือเครื่องจักรทำงานผิดพลาดซึ่งเราไม่สามารถวิเคราะห์ได้จากข้อมูลการใช้พลังงานในอดีตเพียงอย่างเดียวได้ดังนั้นเราจึงมักใช้ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Use Index : EUI) ช่วยในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานโดยที่ดัชนีการใช้พลังงานคืออัตราส่วนของพลังงานที่ใช้กับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานนี้ยากที่จะควบคุมและมักจะแตกต่างกันตามกิจกรรมในการใช้พลังงาน ดัชนีการใช้พลังงานสำหรับอาคารมักจะแสดงถึงพลังงานที่ใช้กับขนาดของอาคารหรือจำนวนผู้อาศัยเช่น

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

2.2.6 ตัวประกอบโหลด (Load Factor : LF)

ตัวประกอบโหลดคืออัตราส่วนของพลังไฟฟ้าเฉลี่ยกับพลังไฟฟ้าสูงสุดซึ่งใช้แสดงศักยภาพในการปรับปรุงการใช้ไฟฟ้าโดยการย้ายโหลดในช่วง Peak ไปช่วง Off Peak กล่าวคือถ้าตัวประกอบโหลดต่ำแสดงว่ามีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสูงกว่าพลังไฟฟ้าเฉลี่ยจึงมีศักยภาพในการย้ายโหลดมากด้วยโดยที่ค่าตัวประกอบโหลดอุดมคติมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึงความต้องการ

พลังไฟฟ้าคงที่ตลอด 24 ชั่วโมงส่วนค่าตัวประกอบโหลดต่ำเช่น 0.20 หมายถึงว่ามีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงบางช่วงเวลาแต่อย่างไรก็ตามอาคารส่วนใหญ่และโรงงานบางแห่งไม่ได้ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นค่าตัวประกอบโหลดสูงสุดที่เป็นได้อาจจะต่ำกว่า 1 มากเช่นอาคารส่วนใหญ่ใช้งานเพียง 12 ชั่วโมงต่อวันค่าตัวประกอบสูงสุดที่เป็นไปได้เท่ากับ 0.5 เป็นต้นดังนั้นการการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการใช้ไฟฟ้าโดยใช้ตัวประกอบโหลดจึงต้องพิจารณาถึงเวลาการใช้งานของอาคารหรือโรงงานด้วย

$$LF = \frac{\text{พลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 เดือน (กิโลวัตต์)}}{\text{พลังไฟฟ้าสูงสุดใน1 เดือน (กิโลวัตต์)}} \quad (2.5)$$

แต่จากใบแจ้งค่าไฟฟ้าเราจะไม่ทราบพลังไฟฟ้าเฉลี่ยเราจึงแปลงสูตรการคำนวณค่าตัวประกอบโหลดเป็นดังนี้

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

ค่าตัวประกอบโหลดอุดมคติมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึงความต้องการพลังไฟฟ้าคงที่ตลอด 24 ชั่วโมงส่วนค่าตัวประกอบโหลดต่ำเช่น 0.20 หมายถึงว่ามีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงบางช่วงเวลาแต่อย่างไรก็ตามอาคารส่วนใหญ่และโรงงานบางแห่งไม่ได้ทำงานตลอก 24 ชั่วโมงดังนั้นค่าตัวประกอบโหลดสูงสุดที่เป็นได้อาจจะต่ำกว่า 1 มากเช่นอาคารส่วนใหญ่ใช้งานเพียง 12 ชั่วโมงต่อวันค่าตัวประกอบสูงสุดที่เป็นไปได้เท่ากับ 0.5 เป็นต้น

2.2.7 การตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า

ในการวางแผนจัดการด้านพลังงานให้มีการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องมีการดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์หาสภาพการใช้พลังงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของโรงงานหรืออาคารที่เรียกว่า Energy Auditเสียก่อน การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานดังกล่าวจะให้ทราบถึงสภาพการใช้พลังงาน และการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปมีการปฏิบัติอยู่ 3 ขั้นตอนคือ

2.2.7.1 การตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น (Preliminarly Audit)เป็นการตรวจสอบรวบรวมข้อมูลด้านการผลิตระบบการใช้พลังงานในปีก่อนๆ ที่ทางโรงงานหรืออาคาร

จดบันทึกไว้เพื่อทราบปริมาณการใช้พลังทุกรูปแบบ ค่าใช้จ่าย ด้านพลังงาน ผลผลิตที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้ ตัวแปรของการใช้พลังงานในแต่ละช่วงตลอดจนรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง

2.2.7.2 การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยการสำรวจแผนผังโรงงานหรืออาคารเพื่อทราบลักษณะทั่วไปของโรงงานหรืออาคารเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆในโรงงานหรืออาคาร พิจารณาบริเวณที่มีการใช้พลังงานสูง ระบบการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆและบริเวณที่เกี่ยวข้อง และในขั้นตอนต่อมาคือ การเข้าสำรวจในโรงงานหรืออาคารเพื่อหาสาเหตุการสูญเสียพลังงาน โดยการสำรวจใช้พลังงานทุกระบบทั้งในช่วงเวลางานและช่วงเวลาหลังเลิกงาน รวมทั้งทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือต่างๆทำให้ได้ข้อมูลสภาพการใช้พลังงานของโรงงานหรืออาคารนั้น โดยมีการตรวจวัดและบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบที่สำคัญดังนี้

1.ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

ดำเนินการสำรวจและตรวจวัดพร้อมบันทึกค่าทางไฟฟ้าของโหลดเพื่อการตรวจสอบลักษณะการใช้ไฟฟ้า ช่วงเวลาที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด เพื่อหาแนวทางหลีกเลี่ยงการใช้งานช่วง Peak loadและทำการตรวจสอบ กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าของแต่ละเฟสในช่วงเวลา แตกต่างกัน โดยใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

2.ระบบปรับอากาศ

ดำเนินการสำรวจและตรวจวัด พร้อมบันทึกค่า เพื่อคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและตรวจสอบระยะเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศในแต่ละวัน โดยใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า

3. ระบบแสงสว่าง

ดำเนินการสำรวจและตรวจวัดค่าเพื่อคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟสำหรับการคำนวณดัชนีการใช้แสงสว่าง พร้อมทั้งตรวจวัดและบันทึกเวลาใช้งานของระบบแสงสว่าง ค่าความส่องสว่าง เพื่อดำเนินการปรับปรุงต่อไป

2.2.7.3 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด(Detailed Audit)ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น นำข้อมูลมาสร้างรูปแบบการใช้พลังงานว่าจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนใดบ้าง ซึ่งจะต้องทำการตรวจสอบและวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง หรือเป็นช่วงเวลาอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อให้ทราบสภาพ

การทำงานและวิเคราะห์การสูญเสียพลังงานโดยจัดทำสมดุลพลังงาน เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบและของอุปกรณ์ที่สำคัญ และหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในแต่ละมาตรการลงทุนเพื่อหามาตรการที่เหมาะสมและเป็นไปได้

2.2.8 การวิเคราะห์ระบบแสงสว่าง

2.2.8.1 ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและหน่วยวัดทางแสง

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

$$I = \frac{d\emptyset}{d\omega} \tag{2.7}$$

โดยที่ ***I***คือ ความเข้มของการส่องสว่าง (cd)

$\emptyset$ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)

ω คือ มุมตัน (Solid Angle) มีหน่วยเป็นSteradians (sr)

2. ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux : φ) เป็นปริมาณแสงทั้งหมดที่ปลดปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดแสงมีหน่วยเป็นลูเมน (lumen : lm) ซึ่งมีค่าเท่ากับปริมาณแสงที่ตกลงพื้นที่ 1ตารางหน่วย ที่ห่างจากจุดกำเนิดแสง 1 แคนเดลลาเป็นระยะทาง 1 หน่วย

$$\emptyset = 638 \int_{360}^{780} P_\lambda V_\lambda \, d\lambda \tag{2.8}$$

โดยที่$\emptyset$คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)

λ คือ ค่าความยาวคลื่นแสง (m)

P_λ คือ ค่ากำลังงานของแสงที่มีความยาวคลื่น $\lambda_{(W)}$

V_λ คือ ค่าความไวของตามนุษย์ที่มีความยาวคลื่นλ

3. ความส่องสว่าง (Iluminance : E *)* คือปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วย หรือฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วย มีหน่วยเป็น Lux

$$E = \frac{\emptyset}{A} \tag{2.9}$$

โดยที่ *E*คือ ค่าความส่องสว่าง (Lumen/m^2) หรือ Lux, lx

Ø คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm*)*

*A*คือ พื้นที่แสงตกกระทบ (m^2)

ประสิทธิผลการส่องสว่าง (Efficacy*)* คืออัตราส่วนปริมาณแสงที-ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงต่อกำลังไฟฟ้า (Watt*)* ที-ป้อนให้แก่หลอด มีหน่วยเป็น (lm/W*)*

$$\text{Efficacy} = \frac{\emptyset}{P} \tag{2.10}$$

โดยที่ Efficacy คือ ประสิทธิพลการส่องสว่าง (lm/W*)*

Ø คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm*)*

*P*คือ กำลังไฟฟ้าที-ป้อนให้กับแหล่งกำเนิดแสง (Watt: W*)*

4. ความสว่าง (Luminance: L*)* คือความเข้มการส่องสว่างจากพื้นผิวในทิศทางที่กำหนดต่อพื้นที่ผิวปรากฏ มีหน่วยเป็น แคนเดลลาต่อตารางเมตร (cd/m2*)*

$$L = \frac{I}{A_p} \tag{2.11}$$

โดยที่ *L* คือ ค่าความสว่าง (*cd/m^2)*

I คือ ความเข้มของการส่องสว่าง (*cd)*

A_p คือ พื้นที่ตั้งฉากกับแนวแสงกระทบ (*m^2)*

2.2.8.2 การคำนวณความส่องสว่างแบบลูเมน (Lumen Method)

เหมาะสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้ าแสงสว่างที่ต้องการความสม่ำเสมอแข องแสงทั่วทั้งพื้นที่ โดนรวมผลของการสะท้อนแสงของวัสดุที่ใช้เพดาน กำแพงและพื้นด้วย ซึ่ง สามารถคำนวณได้จาก

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

โดยที่ E คือ ค่าความส่องสว่าง (Lumen/m^2) หรือ Lux, lx

n คือ จำนวนหลอด

$\emptyset$ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (*lm)*

MF คือ ตัวประกอบบำรุงรักษา (*Maintenance Factor)*

UF คือตัวประกอบการใช้งานของโคม (*Utilization Factor)*

A คือ พื้นที่ (m^2)

โดยที่ค่าตัวประกอบบำรุงรักษา (Maintenance Factor*)* จะขึ้นอยู่กับการ บำรุงรักษาหลอดไฟฟ้า หลอดไฟที่ไม่ได้ทำความสะอาดจะมีฝุ่นละอองมาเกาะ มีผลทำให้แสงที่ ออกมาจากโคมมีปริมาณแสงลดน้อยลง

ค่าตัวประกอบการใช้งานของโคม (Utilization Factor*)* คืออัตราส่วนปริมาณ แสงที่ออกมาจากโคมและสะท้อน พื้น เพดาน และกำแพง ก่อนลงมาที่พื้นที่ทำงานต่อปริมาณแสงที่ ออกมาจากหลอด โดยที่ค่าตัวประกอบการใช้งานของโคมจะขึ้นอยู่กับ การกระจายแสงของโคม ประสิทธิภาพโคม สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของเพดาน กำแพง และพื้น ซึ่งตารางสัมประสิทธ์ การใช้งานของโคมแต่ละชนิดได้จากผู้ผลิตเป็นผู้กำหนดมา และก่อนที่จะหา ค่าตัวประกอบการใช้ งานของโคมจากตาราง จะต้องมีค่าบางค่าเพื่อนำไปเปิดตาราง คือ RCR (Room Cavity Ratio) สำหรับโคมตามมาตรฐานอเมริกา หรือ ค่า K (Room Index)สำหรับโคมมาตรฐานยุโรป หรือ ญี่ปุ่น ซึ่งค่า RCRหรือค่า Kหาได้จาก

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

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

โดยที่ L คือ ความยาวของห้อง (*m*)

W คือ ความกว้างของห้อง (*m*)

h_m คือ ระยะห่างจากระนาบใช้งานถึงโคม (*m*)

2.2.8.3 การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

1. การเลือกใช้หลอดไฟที่เหมาะสมกับการใช้งานและเป็นหลอดประหยัดพลังงาน

2. การลดพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็น คือ การลดพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้งาน เช่น ภายในห้องมีพื้นที่ 100 ตารางเมตร ติดตั้งโคมไฟ 10 ชุด แต่มีการใช้งานเพียง 50 ตารางเมตร สามารถเปิดโคมไฟเพียงบริเวณ ที่ใช้งานได้

3. การลดช่วงเวลาการใช้งาน คือ การลดช่วงเวลาที่ไม่ต้องใช้ระบบแสงสว่างลง เช่น ในช่วงกลางวันมีแสงสว่างเพียงพอ จึงไม่จำเป็นต้องเปิดไฟ หรือไม่เปิดไฟแสงสว่างก่อนทำงาน ไม่เปิดไฟแสงสว่างทิ้งไว้หลังเลิกงาน

4. การบำรุงรักษา คือ มีการบำรุงรักษาระบบแสงสว่างอย่างเป็นระบบชัดเจนว่าช่วงใดต้องทำอะไรบ้าง เช่น จังหวะการเปลี่ยนหลอดที่เสื่อมหรือเสีย การทำความสะอาดดวงโคมและพื้นที่

2.2.9 การวิเคราะห์ระบบปรับอากาศ

2.2.9.1 หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศมีลักษณะการทำงานเบื้องต้นเหมือนกันกับเครื่องทำความเย็น แต่แตกต่างกันที่เครื่องปรับอากาศไม่มีตัวตู้ฉนวนเท่านั้น ซึ่งยังคงใช้หลักการของการระเหยของสารทำความเย็นในการสร้างความเย็นเช่นเดิม โดยที่อุปกรณ์หรือกลไกในการสร้างวัฏจักรในการระเหยกลายเป็นไอในเครื่องปรับอากาศก็จะเหมือนกันกับเครื่องทำความเย็นทำความเย็น โดยหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศจะเริ่มจาก

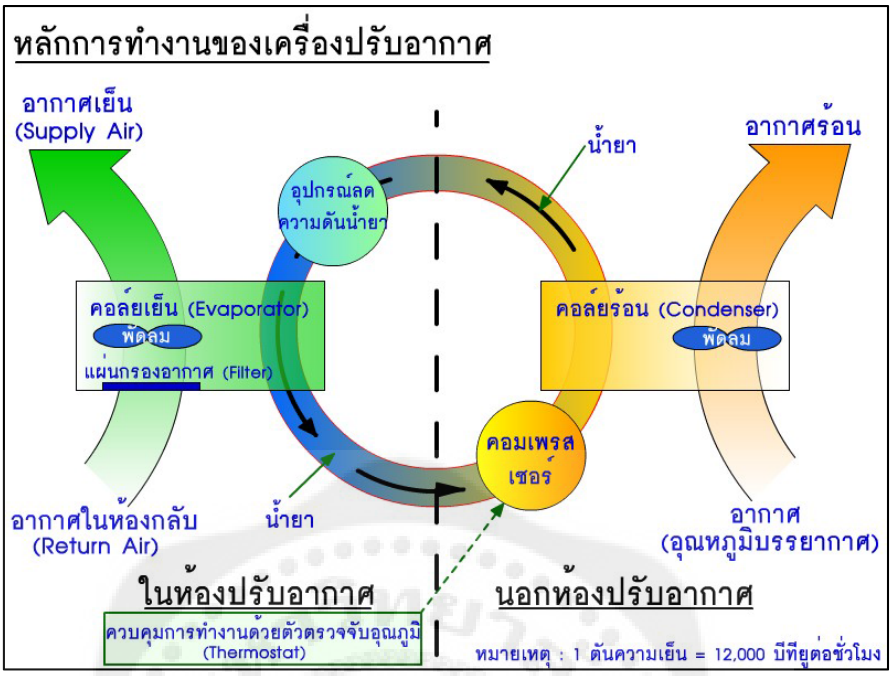
1. เริ่มจากคอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่ดูดสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สจากอิวาปอเรเตอร์หรือแผงคอยล์เย็น โดยสารทำความเย็นที่ดูดเข้ามาจะมีความดันสูง และมีอุณหภูมิสูง จากการดูดความร้อนจากอากาศ และถ่ายความเย็นให้แก่ห้อง ซึ่งสารทำความเย็นจะถูกดูดเข้าคอมเพรสเซอร์ทางท่อดูด และตัวคอมเพรสเซอร์จะอัดสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สให้มีความดันและอุณหภูมิต่ำลง

2. ต่อมาสารทำความเย็นจะถูกดันออกทางท่อทางส่ง และส่งผ่านไปยังคอนเดนเซอร์ ซึ่งมีหน้าที่รับเอาสารทำความเย็นไว้ และระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นผ่านตัวกลางซึ่งปกติคืออากาศ สารทำความเย็นจะมีอุณหภูมิต่ำจนควบแน่นเป็นของเหลว แต่ยังมีความดันสูงอยู่เล็กน้อย ซึ่งจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ลดความดัน

3. สารทำความเย็นเหลวจะถูกส่งไปอุปกรณ์ลดความดัน ซึ่งมีหน้าที่ลดความดันน้ำยาแอร์

4. สารทำความเย็นที่ถูกลดความดันแล้ว และมีอุณหภูมิต่ำจะถูกส่งไปยังอิวาปอเรเตอร์ เมื่อไหลเข้าอิวาปอเรเตอร์จะรับความร้อนผ่านตัวกลางคืออากาศเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อน และถ่ายเทความเย็นให้แก่อากาศ ทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้น

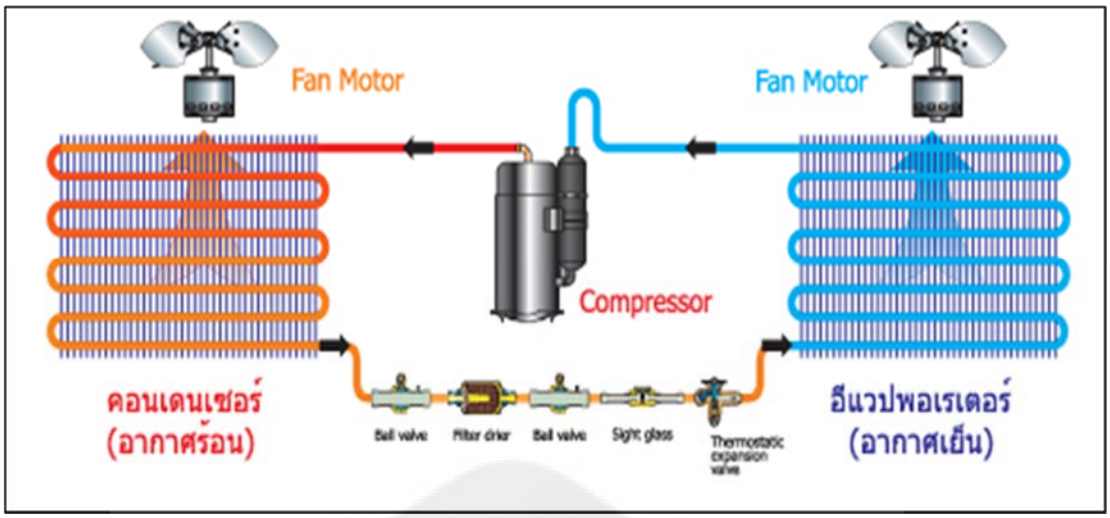
5. สารทำความเย็นผ่านอิวาปอเรเตอร์โดยการนำพาความร้อนจากอากาศแล้วจะมีความดัน และอุณหภูมิสูง ซึ่งจะไหลกลับเข้าคอมเพรสเซอร์เพื่อทำการเพิ่มความดัน และทำให้อุณหภูมิลดลงกลายเป็นของเหลว พร้อมส่งต่อไปยังคอนเดนเซอร์ เพื่อลดความดัน และอุณหภูมิอีกครั้งก่อนส่งไปยังแผงคอยล์เย็นเพื่อถ่ายเทความเย็นให้แก่อากาศภายในห้องอีกครั้งหนึ่งซึ่งทั้งหมดจะเป็นกระบวนการทำงานของระบบทำความเย็น หากเครื่องปรับอากาศไม่สามารถทำความเย็นให้แก่อากาศในห้องแล้วนั่นหมายถึง ความบกพร่องเกิดขึ้นกับระบบส่วนใดส่วนหนึ่ง ซึ่งระดับความเย็นจะถูกควบคุมด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า เทอร์โมสตัท กำหนดอุณหภูมิตามความต้องการ หากอุณหภูมิในห้องเย็นลงตามที่ตั้งไว้ ระบบจะตัดการทำงานจนกว่าอุณหภูมิจะสูงขึ้นจึงจะทำงานอัตโนมัติอีกครั้ง ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.1แสดงหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

ที่มา: จากเอกสารเผยแพร่ ระบบปรับอากาศ บริษัท แอซเซ็ทเพอฟอร์แมนซ์ โซลูชั่น จำกัด

เครื่องปรับอากาศทุกประเภทอาศัยหลักการทำงานเดียวกัน โดยการนำเอาความร้อนของอากาศภายในห้องถ่ายเทไปสู่อากาศด้านนอกโดย อาศัยตัวกลางคือ สารทำความเย็นหรือที่เรียกกันว่า น้ำยาแอร์ผ่านระบบการทำงานของส่วนประกอบของแอร์ (ส่วนประกอบของแอร์) โดยเฉพาะพัดลมหมุนเวียนอากาศ พัดลมในการระบายความร้อน และการทำงานของคอมเพรสเซอร์ในการหมุนเวียนน้ำยาแอร์ในระบบ โดยมีรูปแบบการทำงาน และส่วนประกอบหลักแบ่งตามหน้าที่ ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.2แสดงส่วนประกอบของระบบปรับอากาศ

ที่มา: จากเอกสารเผยแพร่ ระบบปรับอากาศ บริษัท บีที ฮีท-ชีล โซลูชั่น (ประเทศไทย) จำกัด

2.2.9.2 ประเภทของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศมีวิธีในการแบ่งประเภทออกได้หลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่นิยมใช้แบ่งประเภท ของเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ การแบ่งตามลักษณะการใช้งานการแบ่งตามลักษณะการระบายความร้อนของคอนเดนซิ่งการแบ่งตามชนิดของคอมเพรสเซอร์ และการแบ่งตามขนาด ซึ่ง วิธีนี้เป็นที่นิยมมากที่สุด

1. เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง (Window Type Units) เป็นเครื่องปรับอากาศที่รวมทั้ง คอนเดนซิ่ง ยูนิต และ แฟนคอยล์ ยูนิต อยู่ในเครื่องเดียว ซึ่งสามารถติดตั้งโดยการฝังที่กำแพงห้องได้เลย โดยที่ไม่ต้องเดินท่อน้ำยา ดังนั้นการติดตั้งจึงต้องติดตั้งบริเวณช่องหน้าต่างหรือเจาะช่องที่ผนังแข็งแรง

2. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)เป็นระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานง่ายมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูงแต่ประสิทธิภาพต่ำกว่าเหมาะสำหรับอาคารที่แบ่งเป็นพื้นที่ขนาดเล็กหลายๆส่วนเช่นอาคารชุดพักอาศัยโดยเครื่องปรับอากาศชนิดนี้สามารถแบ่งย่อยออกได้หลายรูปแบบ ดังนี้

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

ข้อดี:

- รูปแบบทันสมัย และมีให้เลือกหลากหลาย
- เรียบ
- ติดตั้งง่าย

ข้อเสีย:

- ไม่เหมาะกับงานหนัก เนื่องจากคอยล์เย็นมีขนาดเล็กส่งผลให้คอยล์สกปรก และอุดตันง่ายกว่าคอยล์ที่มีขนาดใหญ่กว่า

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

ข้อดี:

- สามารถเลือกการติดตั้งได้ทั้งตั้งพื้น หรือแขวนเพดาน
- สามารถใช้งานได้หลากหลาย เข้าได้กับทุกสถานที่
- การระบายลมดี

ข้อเสีย:

- ไม่มีรูปแบบให้เลือกมากนัก

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

ข้อดี:

- ติดตั้งง่าย โดยสามารถตั้งกับพื้นได้เลย ไม่ต้องทำการยึด
- ทำความเย็นได้เร็วเนื่องจากมีเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดลมที่ใหญ่ ซึ่งให้กำลังลมที่แรงกว่า

ข้อเสีย:

- เสียพื้นที่ใช้สอย

4)แบบฝังเพดาน (Built-in type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่เน้นความสวยงามโดยการซ่อน หรือฝังอยู่ใต้ฝ้าหรือเพดานห้อง เหมาะกับห้องที่ต้องการเน้นความสวยงาม โดยที่ต้องการให้เห็นเครื่องปรับอากาศน้อยที่สุด

ข้อดี:

- สวยงาม โดยสามารถทำตู้ซ่อน หรือ ฝังเรียบไว้บนเพดานห้อง

ข้อเสีย:

- ติดตั้งยาก เนื่องจากต้องทำการฝังเข้าตู้ หรือเพดานห้อง
- การดูแลรักษาทำได้ไม่ค่อยสะดวก

5)แบบเคลื่อนที่ (Movable type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่ไม่ต้องทำการติดตั้ง และสามารถเข็นไปใช้ได้ทุกพื้นที่ พูดง่ายๆก็คือสามารถเสียบปลั๊กใช้ได้เลย

ข้อดี:

- ขนาดกะทัดรัด
- ไม่ต้องติดตั้ง
- สามารถเข็นไปได้ใช้ได้ทุกพื้นที่ ทั้งในห้อง และกลางแจ้ง

ข้อเสีย:

- ใช้ได้กับห้องที่มีขนาดใหญ่ไม่มาก
- ประสิทธิภาพการทำความเย็นต่ำกว่า เนื่องจากเป็นระบบเปิดเมื่อนำไปใช้กลางแจ้ง

3. เครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Central Air-conditioning System)เป็นระบบปรับอากาศที่ใช้ในอาคารขนาดใหญ่ โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งโดยทั่วไปเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในอาคารขนาดใหญ่จะเป็นเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ที่เรียกว่าชิลเลอร์ (ชิลเลอร์) ซึ่งแบ่งเป็นระบบระบายความร้อนด้วยน้ำและระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

2.2.9.3 ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ

บีทียู(Btu : British Thermal Unit)คือหน่วยที่ใช้วัดปริมาณความร้อนหน่วยหนึ่ง (ซึ่งเป็นที่นิยมใช้มากในระบบปรับอากาศ) สามารถเทียบได้กับหน่วยแคลรี่หรือหน่วยจูลในระบบสากล โดยที่ความร้อน 1 Btu คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 ปอนด์ ททมีอุณหภูมิที่

เพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 องศาฟาเรนไฮต์ สำหรับเครื่องปรับอากาศนั้นจะวัดกำลังความเย็นหรือความสามารถในการดึงความร้อน(ถ่ายเทความร้อน) ออกจากห้องปรับอากาศในหน่วยบีทียูต่อชั่วโมง (Btu/h) ซึ่งเทียบเท่ากับหน่วยวัตต์ในระบบสากลเช่น เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง หมายความว่าเครื่องปรับอากาศเครื่องนั้น มีความสามารถในการดึงความร้อนออกจากห้องปรับอากาศ 14,000 บีทียูภายในเวลา 1 ชั่วโมงซึ่งการเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมจะทำให้การทำงานของระบบปรับอากาศเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1. การคำนวณค่า BTU

[BTU = พื้นที่ห้อง(กว้างxยาว) x ตัวแปร]

โดยที่ ตัวแปรแบ่งได้ 2 ประเภท

700 = ห้องที่มีความร้อนน้อยใช้เฉพาะกลางคืน

800 = ห้องที่มีความร้อนสูงใช้กลางวันมาก

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficient Ratio, EER) คือ ค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์ เป็นอัตราส่วนของความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (บีทียู/ชั่วโมง) กับกำลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศนั้นต้องใช้ในการทำความเย็น (วัตต์) ซึ่งค่า EER ที่สูงกว่าเครื่องปรับอากาศเครื่องนั้นยิ่งมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานที่ดียิ่งขึ้น ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าได้มากว่า สามารถหาค่า EER ได้จาก

$$EER = \frac{\text{อัตราการทำความเย็น } (BTU/hr)}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ } (W)} \qquad (2.15)$$

จากการดำเนินโครงการฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ทำให้เกิดการกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการติดฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพเบอร์ 5 ในการกำหนดระดับประสิทธิภาพและพัฒนาเครื่องปรับอากาศ โดยแบ่งเครื่องปรับอากาศออกเป็น 5 ระดับตามค่า EER ดังแสดงตามข้อมูลด้านล่าง

ตารางที่ 2.1แสดงเกณฑ์มาตรฐาน EER ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (2555)

แอร์ประหยัดไฟเบอร์	ค่า EER	เกณฑ์การประหยัด
5	> 10.6	ดีมาก
4	9.6 – 10.6	ดี
3	8.6 – 9.6	ปานกลาง
2	7.6 – 8.6	พอใช้
1	< 7.6	ต่ำ

หมายเหตุ: ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำเครื่องปรับอากาศของประเทศไทย กำหนดค่า EER ตั้งแต่ 8.6 (ระดับ 3) ขึ้นไป

2.2.9.4การถ่ายเทความร้อนในระบบกรอบอาคาร(building envelope)

พลังงานสามารถเข้าออกอาคารได้ด้วยวิธีการ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี โดยวิธีการเหล่านี้จะทำให้ภายในอาคารมีความร้อนเพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้ภาระการทำความเย็นเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ดังนั้นการลดปริมาณความร้อนภายในอาคารจึงเป็นปัจจัยที่จะช่วยลดพลังงานลงได้ การที่เราสามารถเข้าใจกลไกของวิธีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารต้องทราบถึงวิธีการประเมินสมรรถนะของกรอบอาคาร จะสามารถวิเคราะห์หาแนวทางการป้องกันความร้อน ในการประเมินสมรรถนะของกรอบอาคารวิธีหนึ่งที่ใช้กันอย่างต่อเนื่องคือ การคำนวณค่า OTTV และค่า RTTVซึ่งในประเทศไทยได้มีการบังคับควบคุมค่า OTTV และ RTTV ให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

ตารางที่ 2.2ตารางแสดงค่า OTTV และ RTTV ตามข้อกำหนดของประเทศไทย

ประเภทอาคาร/ลักษณะ	OTTV	RTTV
การใช้งานอาคาร	Wm^{-2}ผนังอาคาร	Wm^{-2}หลังคาอาคาร
สำนักงานสถานศึกษา	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 15
ห้างสรรพสินค้า	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 12
โรงแรมโรงพยาบาล	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 10

1. การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังภายนอกอาคาร (OTTV)

1) ค่าการถ่ายเทความร้อนผนังของแต่ละด้านของอาคาร

$$OTTV_i = (U_w)(1 - WWR)(TD_{eq}) + (U_f)(WWR)(\Delta T) + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR) \quad (2.16)$$

โดยที่ $OTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านที่พิจารณา,W/m^{-2}

U_w= อัตราส่วนของพื้นที่ผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังที่พิจารณา

TD_{eq}= ความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า(temperature different equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ, $°C$

WWR= อัตราส่วนของพื้นที่ผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังที่พิจารณา

U_f= สัมประสิทธ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสงหรือกระจก, $W/m^2\ °C$

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร, $W/m^2\ °C$

$SHGC$= ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสงหรือกระจก

SSC= ค่าสัมประสิทธิ์การบังคับแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR= ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสงและ / หรือผนังทึบ

ค่าถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารหรือ OTTV คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละด้านรวมกัน ซึ่งจะสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$OTTV = \frac{(A_{w1})(OTTV_1) + (A_{w2})(OTTV_2) + \ldots + (A_{wi})(OTTV_i)}{A_{w1} + A_{w2} + \ldots + A_{wi}} \quad (2.17)$$

A_{wi}= พื้นที่ของผนังซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง,m^2

$OTTV_i$ = ค่าการถ่ายแทความร้อยรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน

2. การคำนวณค่าถ่ายเทความร้อนของหลังคาอาคาร (RTTV)

1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารแต่ละส่วน($RTTV_{ni}$)

$$RTTV_{ni} = (U_r)(1 - SSR)(TD_{eq}) + (U_s)(SRR)(\Delta T) + (SSR)(SHGC)(SC)(ESR) \quad (2.18)$$

$RTTV_{ni}$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่พิจารณา, W/m^2

U_r= สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา, $W/m^2\ °C$

SSR= อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา

TD_{eq}= ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (temperature different equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ, $°C$

U_s= สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาโปร่งแสง, $W/m^2\ °C$

U_f= สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาโปร่งแสงหรือกระจก,$W/m^2\ °C$

ΔT= ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร, $W/m^{-2}\ °C$

$SHGC$= ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสงหรือกระจก

SC= ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR= ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสงและ / หรือผนังทึบ

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร คือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารในแต่ละส่วน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$RTTV = \frac{(A_{w1})(RTTV_1) + (A_{w2})(RTTV_2) + \ldots + (A_{wi})(RTTV_i)}{A_{w1} + A_{w2} + \ldots + A_{wi}} \quad (2.19)$$

$RTTV$= ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร, W/m^{-2}

A_{wi}= พื้นที่ของผนังซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง,m^2

2.2.9.5 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

1. ด้านการออกแบบปรับปรุงอาคาร
   - ปรับปรุงสภาพแวดล้อมโดยรอบ เช่น ปลูกต้นไม้
   - จัดทิศทางของตัวอาคารให้เหมาะสม(สำหรับอาคารใหม่)
   - ใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่เป็นฉนวนกันความร้อน
   - ป้องกันการรั่วซึมของอากาศสู่ภายนอกอาคาร
2. ด้านการใช้อุปกรณ์
   - เลือกขนาดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับพื้นที่และขนาดของตัวอาคาร
   - เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง
3. ด้านการใช้งาน
   - ตั้งอุณหภูมิให้เหมาะสม
   - หลีกเลี่ยงใช้อุปกรณ์ที่มีความร้อนสูงในพื้นที่ปรับอากาศ
   - หลีกเลี่ยงการใช้งานที่ไม่จำเป็น
   - ใช้อุปกรณ์ที่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน เช่น ติดตั้ง Cooling pad ให้กับ Condenser Unit

4. ด้านการบำรุงรักษา

- หมั่นตรวจเช็คการทำงานของเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ
- ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการค้นคว้าวิจัย

3.1.1 ปรึกษา กำหนดหัวข้อ ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับหัวข้อที่สนใจ

3.1.2 ทำหนังสือติดต่อผู้ดูแลอาคาร ทำการสำรวจและศึกษาข้อมูลทั่วไปของอาคาร โดยอาศัยจากแผนผังอาคารและการเดินสำรวจ

3.1.3 รวบรวมรายละเอียดจากการสำรวจอาคารในเบื้องต้น

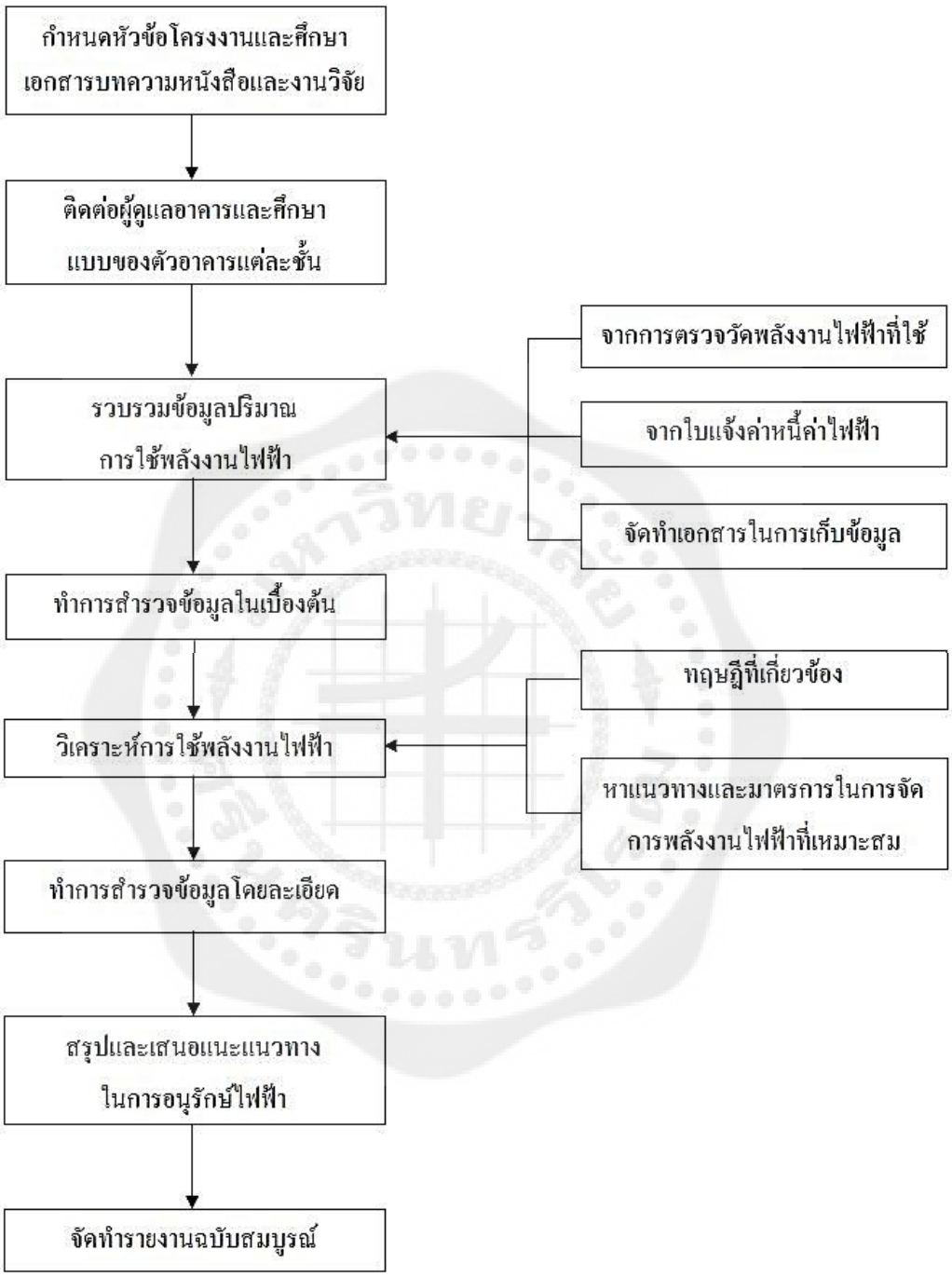
3.1.4 วางแผนการสำรวจและดำเนินการตรวจวัดในระบบต่างๆ คือ ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศและระบบอื่นๆ

3.1.5 วิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจและตรวจวัด เพื่อหาแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน

3.1.6 วิเคราะห์การอนุรักษ์ในเชิงเศรษฐศาสตร์

3.1.7 สรุปและเสนอแนะแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

3.1.8 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

บทที่ 4
การใช้พลังงานภายในอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร

4.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะของอาคาร

ชื่ออาคาร : อาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร

ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงาน จำนวน 14 ชั้น

พื้นที่ใช้งาน : 7,943.71 ตารางเมตร

ที่ตั้งอาคาร : อาคารเรียนรวม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ(ประสานมิตร)

ถนน สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา

กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10110

โทรศัพท์ : 02-649-5000 ต่อ 15452 โทรสาร 02-204-2709

ลักษณะการใช้งาน: อาคารเรียน

เวลาทำการ : เวลาทำการเฉลี่ย 8 ชั่วโมง/วัน 269 วัน/ปี

เริ่มดำเนินการ : ปีพุทธศักราช 2552

4.2 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดการตรวจวัดระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ขนาดหม้อแปลง (kVA)	ยี่ห้อ	จำนวน (ลูก)	แรงดัน (kV/V)	จำนวนสายเมนต่อเฟส
1500	Thai TRAFO	1	22/416-240	4

4.3 ระบบแสงสว่าง

4.3.1 รายละเอียดการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง

การสำรวจระบบแสงสว่างภายในอาคาร ได้มีการสำรวจพื้นที่ทั้งหมด14 ชั้น โดยแสดงรายละเอียดการตรวจวัดค่าต่างๆในภาคผนวก ก.ซึ่งจากการสำรวจพบว่ามีการใช้หลอดไฟชนิดต่างๆและพลังงานดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง

ลำดับ	**ชนิดหลอด**	**กำลังไฟต่อหลอด(W)**	**กำลังไฟต่อบัลลาสต์(W)**	**จำนวนหลอด**	**กำลังไฟฟ้ารวม(W)**
1	Incandescent	15	-	150	2,250
2	Mercury Vapor	250	-	49	12,250
3	Compact Fluorescent	11	-	385	4,235
4	Fluorescent	36	10	1,364	62,744
	รวม			1,948	81,479
	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ kWh/Year				156,138.34

*หมายเหตุ: รายละเอียดพลังงานที่ใช้ต่อปีแสดงในภาคผนวก ก.

4.3.2 การประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างและตัวอย่างการคำนวณ

4.3.2.1การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟ FLT-8 เป็นหลอด LED T-8 Tube

ตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟ FLT-8 เป็นหลอด LEDT-8Tube

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้องActive learning ชั้น 3

ที่	ข้อมูล	ค่าจากการวัด	ค่าจากการเปลี่ยนหลอดไฟ	ข้อมูลห้อง	
1	*ชนิดหลอด*	FLT-8	LEDT-8	*height*	2.5 m
	ขนาดหลอด	36 W	18W	*Length*	32 m
	ชนิดบัลลาสต์	Coil	-	*wide*	10.5 m
	ขนาดของการสูญเสียบัลลาสต์	10 W	-	*area*	336 m
	ชนิดโคม	*Reflect 2/1*	*Reflect 2/1*	F	1
	จำนวนโคม	48โคม	48โคม	*hr./day*	8
				Day/y	269

การใช้พลังงานไฟฟ้า ; จากสูตร

$$P_{total} = \frac{(n \times P_T) + (n \times P_B)}{1000}$$

$$P_{total(old)} = \frac{(96\times36)+(96\times10)}{1000} = 4.416\ kW$$

$$P_{total(new)} = \frac{(96\times18)+(96\times0)}{1000} = 1.728 \text{ kW}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

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

$$P_{save} = 4.416–1.728$$

$$= 2.688 \text{ kW}$$

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

$$E_{save} = 2.688 \text{ kW} \times 8 \times 1 \times 269$$

$$= 5{,}784.58 \text{kWh/year}$$

คิดเป็นเงิน (ค่าไฟเฉลี่ย)*5784.58 × 3.6796 = 21,284.94 บาท/ปี

4.3.2.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟ Compact Fluorescent เป็นหลอดLED Bulbตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟ Compact Fluorescentเป็นหลอด LED Bulb

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าทางเดินชั้น3

ที่	*ข้อมูล*	*ค่าจากการวัด*	*ค่าจากการเปลี่ยนหลอดไฟ*
1	*ชนิดหลอด*	CFL	LED Bulb
	ขนาดหลอด	11 W	7W
	ชนิดบัลลาสต์	-	-
	ขนาดบัลลาสต์	-	-
	ชนิดโคม	*Down light 1/1*	*Down light1/1*
	จำนวนโคม	38 โคม	38โคม
	แฟกเตอร์การทำงาน	1	1
	ค่าความสว่างเฉลี่ย	148	

การใช้พลังงานไฟฟ้า ; จากสูตร

$$P_{total} = \frac{(n \times P)}{1000}$$

$$P_{total(old)} = \frac{(38\times11)}{1000} = 0.418 \text{ kW}$$

$$P_{total(new)} = \frac{(38\times7)}{1000} = 0.266 \text{ kW}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

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

$$P_{save} = 0.418 – 0.266$$

$$= 0.152 \text{ kW}$$

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

$$E_{save} = 0.152 \text{ kW} \times 8 \times 1 \times 269$$

$$= 327.104 \text{ kWh/year}$$

คิดเป็นเงิน (ค่าไฟเฉลี่ย)*327.104 x 3.6796 = 1,203.61บาท/ปี

4.4 ระบบปรับอากาศและกรอบอาคาร

4.4.1 รายละเอียดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

การสำรวจระบบปรับอากาศภายในอาคาร ได้มีการสำรวจทั้งหมด 14 ชั้น โดยแสดงรายละเอียดการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ในภาคผนวก ก.2 จากการสำรวจพบว่ามีการใช้เครื่องปรับอากาศยี่ห้อต่าง ๆ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 รายละเอียดเครื่องปรับอากาศขนาดต่าง ๆ

ที่	ขนาด (Btu/hr)	ชนิด เครื่องปรับอากาศ	ยี่ห้อ	จำนวน (เครื่อง)	รวม (Btu/hr)
1	12,000	FC	Eminent	2	24,000
2	25,000	FC	Eminent	77	1,925,000
3	25,000	FC	York	5	125,000
4	25,900	FC	York	5	129,500
5	30,000	FC	Eminent	49	1,470,000
6	36,000	FC	Eminent	2	72,000
			รวม	140	3,745,500

*หมายเหตุ

สัญลักษณ์เครื่องปรับอากาศ : FC = Fan Coil Ceiling Mounted

พื้นที่ปรับอากาศทั้งหมด 4,263.58 ตารางเมตร

พิกัดทำความเย็นต่อพื้นที่ปรับอากาศรวม 878.49 บีทียู/ชั่วโมง/ตารางเมตร

ใช้พลังงานไฟฟ้า 654,638.1 กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี

4.4.2 รายละเอียดการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังและหลังคา (OTTV, RTTV)

จากตารางที่ 4.4 ได้จากการใช้โปรแกรมคำนวณ Building Energy Code version 1.0.5 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เผยแพร่โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งข้อมูลลักษณะอาคารและวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารได้จากการเดินสำรวจ รายละเอียดการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก.2 โดยการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังและหลังคาที่ได้จะนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 จากผลการประเมินพบว่าค่าถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่ในส่วนของค่าถ่ายเทความร้อนของหลังคาผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงผนังอาคารเพื่อประหยัดพลังงานในส่วนของภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดผลการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังและหลังคา (OTTV, RTTV)

อาคาร	**OTTV(W/m^2)**		**ผลการประเมิน**	**RTTV(W/m^2)**		**ผลการประเมิน**
อาคารเรียนรวม (Learning Tower)	คำนวณ	ค่ามาตรฐาน		คำนวณ	ค่ามาตรฐาน	
	62.7	50	ไม่ผ่าน	14.6	15	ผ่าน

4.4.3 การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศและตัวอย่างการคำนวณ

แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศที่เหมาะสมมี 2 วิธี คือ การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอและการปรับปรุงผนังอาคารเพื่อลดค่าถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่อาคาร

4.4.3.1 การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ

จากการศึกษาพบว่าเครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้มีการบำรุงรักษา เมื่อเทียบกับเครื่องปรับอากาศที่มีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอแล้วให้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต่างกัน ซึ่ง

เครื่องปรับอากาศที่มีการบำรุงรักษาจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น 4% และเกิดการประหยัดพลังงานลงได้4%

ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยวิธีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

ลำดับ	รายการ	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
1	ขนาดเครื่องปรับอากาศ	จากตารางที่ 4.3	3,745,500	Btu/hr
2	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	จากตารางที่ 4.3	654,638.1	kWh
3	จำนวนเครื่องปรับอากาศ	จากตารางที่ 4.3	140	เครื่อง
4	ผลการประหยัดพลังงานจากการบำรุงรักษา	จากการศึกษา	4	%

ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยวิธีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
5	ผลการประหยัด* พลังงานไฟฟ้าใน 1 ปี	$\frac{4}{100}$ ×พลังงานที่ใช้	26,185.52	kWh/ปี
6	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย*	ข้อมูลค่าไฟฟ้า	3.6796	บาท/ kWh
7	สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายใน 1 ปี	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย×พลังงานที่ประหยัดได้	96,352.24	บาท/ปี
8	ราคาค่าทำความสะอาด	ราคากลาง	400	บาท
9	เงินลงทุน	ราคาค่าทำความสะอาด× จำนวนเครื่องปรับอากาศ	56,000	บาท
10	ระยะเวลาคืนทุน	เงินลงทุน÷สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายใน 1 ปี	0.58	ปี

หมายเหตุ (ประหยัด4% อ้างอิงจากเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานด้านเครื่องกล)

4.4.3.2 การประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงผนังอาคารเพื่อลดค่าความร้อนที่เข้าสู่อาคาร

การปรับปรุงผนังอาคารเพื่อลดค่าความร้อนที่เข้าสู่อาคารโดยทำการติดฟิล์มกรองแสงที่ผนังโปร่งแสงของอาคารในส่วนของพื้นที่ที่มีการปรับอากาศโดยมีรายละเอียดการคำนวณดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการประเมินการปรับปรุงผนังอาคาร โดยวิธีการติดฟิล์มกรองแสงที่ผนังโปร่งแสงของอาคาร

อาคาร	ค่า OTTV (W/m^2)			ผลการประเมิน
อาคารเรียนรวม (Learning Tower)	ค่ามาตรฐาน	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
	50	62.7	46.17	ผ่าน

ข้อมูล *ได้มาจากการใช้โปรแกรม Building Energy Code v.1.0.5

ตารางที่ 4.9 แสดงการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศโดยวิธีการติดฟิล์มกรองแสงที่ผนังอาคาร

ลำดับ	รายการ	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
1	ค่าOTTVก่อนปรับปรุง	จากตารางข้อมูล	62.7	W/m^2
2	ค่าOTTV หลังปรับปรุง	จากตารางข้อมูล	46.17	W/m^2
3	พื้นที่ผนังที่มีการปรับอากาศ	จากตารางข้อมูล	3660.35	m^2
4	ค่าเฉลี่ย kW/TR	จากตารางข้อมูล	5.84	kW/TR

ตารางที่ 4.9 แสดงการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศโดยวิธีการติดฟิล์มกรองแสงที่ผนังอาคาร (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
5	ชั่วโมงการใช้งานเฉลี่ย 1 ปี	จากตารางข้อมูล	1,960	ชั่วโมง/ปี
6	ค่าความร้อนที่ลดได้	[(ผลต่างค่าOTTV×พื้นที่ผนังปรับอากาศ)]/1000	60.51	kW
7	พลังงานที่ประหยัดได้	จากตารางข้อมูล	196,992.54	kWh/ปี
8	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย*	ข้อมูลค่าไฟฟ้า	3.6796	บาท/ kWh
9	สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายใน 1 ปี	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย×พลังงานที่ประหยัดได้	724,853.75	บาท/ปี
10	ราคาค่าติดฟิล์ม	ราคากลาง	60	บาท/ตารางฟุต
11	เงินลงทุน	ราคาค่าติดฟิล์ม×พื้นที่ผนังโปร่งแสง	691,929.03	บาท
12	ระยะเวลาคืนทุน	เงินลงทุน÷สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายใน 1 ปี	0.95	ปี

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

5.1.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟ FLT-8 36W เป็นหลอด LED T-8 Tube 18W

จากการสำรวจระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร(Learning Tower)พบว่ามีโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 1,364 หลอด และการสูญเสียบัลลาสต์ 10 วัตต์ จำนวน 1,364 ตัว ซึ่งจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 156,138.34 kWh/Year โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้อยู่เดิมนั้นเป็นหลอด FLT-8 เปลี่ยนเป็น LED T-8 Tube ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 1,364 หลอด ซึ่งหลอด LED ที่ทำการเปลี่ยนนั้นไม่จำเป็นต้องใช้บัลลาสต์จึงสามารถลดกำลังสูญเสียจากบัลลาสต์ได้รวมทั้งหลอด LED มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าหลอด FLT-8 ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้52,835.90 kWh/Year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 194,414.99 บาท/ปี (คิดที่ 3.6796บาท/kWh) (รายละเอียดการปรับปรุงที่ภาคผนวก ข.1)

สรุปจากการดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟ FLT-8ขนาด 36 วัตต์เป็นหลอด LED T-8ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 1,364 หลอด มีการคำนวณการลงทุนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดการลงทุนเปลี่ยนหลอดไฟ FLT-8 36W เป็นหลอด LED T-8 Tube 18W

ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ราคาต่อหน่วย (บาท)	เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
ชนิดหลอดและบัลลาสต์	จำนวนหลอดและบัลลาสต์	ชนิดหลอดและบัลลาสต์	จำนวนหลอดและบัลลาสต์			
หลอด FLT-8 (36W)	1,364	LED T-8 (18W)	1,364	350	477,400	2.78
บัลลาสต์ที่สูญเสีย (10W)	1,364	-	-	-	-	-
		รวม			477,400	2.78

จากการดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟ FLT-8ขนาด 36 วัตต์เป็นหลอด LED T-8ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 1,364 หลอด

ลดการใช้พลังงานได้	52,835.90	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (คิดที่ 3.6796 บาท/kWh*)	194,414.99	บาทต่อปี
เงินลงทุน	477,400	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	2.78	ปี

5.1.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟ Compact Fluorescent11W เป็นหลอด LED Bulb 7W

จากการสำรวจระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร(Learning Tower)พบว่าตามทางเดินภายในอาคารมีการใช้หลอด Compact Fluorescent ขนาด 11 วัตต์ จำนวน 385 หลอด ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 9,113.72 kWh/Year จึงมีการเปลี่ยนจากหลอดCompact Fluorescent ขนาด 11 วัตต์ เป็นหลอด LED Bulb ขนาด 7 วัตต์ ซึ่งให้โทนสว่างเหมือนกัน และใช้พลังงานไฟฟ้าที่น้อยกว่า รวมทั้งมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า

ดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนหลอดCompact Fluorescent ขนาด 11วัตต์ เป็นหลอด LED Bulb ขนาด7 วัตต์ ซึ่งจะช่วยลดพลังงานไฟฟ้าได้ 3,314.10 kWh/Year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 12,194.49บาท/ปี (คิดที่ 3.6796บาท/kWh*) (รายละเอียดการปรับปรุงที่ภาคผนวก ข.1)

สรุปจากการดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟ หลอดCompact Fluorescent ขนาด 11 วัตต์ เป็นหลอด LED Bulb ขนาด 7วัตต์ จำนวน 385หลอด มีการคำนวณการลงทุนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.2 แสดงรายละเอียดการลงทุนเปลี่ยนหลอดCompact Fluorescent 11W เป็นหลอด LED Bulb 7W

ก่อนปรับปรุง		**หลังปรับปรุง**		**ราคาต่อหน่วย (บาท)**	**เงินลงทุน (บาท)**	**ระยะเวลาคืนทุน (ปี)**
ชนิดหลอด	จำนวนหลอด	ชนิดหลอด	จำนวนหลอด			
หลอด Compact Fluorescent (11W)	385	LED Bulb (7W)	385	89	34,265	1.66
		รวม			34,265	1.66

จากการดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟ หลอดCompact Fluorescent ขนาด 11 วัตต์ เป็นหลอดLED Bulb ขนาด 7 วัตต์ จำนวน 385หลอด

ลดการใช้พลังงานได้	3,314.10	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้(คิดที่ 3.6796 บาท/kWh*)	12,194.49	บาทต่อปี
เงินลงทุน	34,265	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.66	ปี

5.2 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

5.2.1 การประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ

จากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร(Learning Tower)พบว่ามีจำนวนเครื่องปรับอากาศ 140 เครื่อง ซึ่งเครื่องปรับอากาศทั้งหมดมีอายุการใช้งานเฉลี่ย 2 ปีและเป็นเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ฉะนั้นการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอจะสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ เนื่องจากการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอจะช่วยให้การถ่ายเทความร้อนของระบบทำความเย็น ทั้งในส่วนของคอยล์เย็นและคอยล์ร้อนดีขึ้นมีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้น รวมทั้งมีส่วนช่วยในการลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์และยืดอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศพิจารณาการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ (ล้างใหญ่ ดำเนินการ 1 ครั้ง/ปี)

- ถอดโครงคอยล์เย็นออกทั้งหมดเพื่อทำความสะอาดภายใน และถอดชุด Blower Fan coilเพื่อนำไปล้างทำความสะอาดBlower Fan coilด้วยน้ำแรงดันสูง, เป่าแห้ง, หยอดน้ำมันหล่อลื่น Motor Fan coil
- ถอดโครงคอยล์ร้อน (Condensing Unit) ออกทั้งหมดเพื่อทำความสะอาดภายในด้วยปั๊มน้ำแรงดันสูง เป่าแห้ง, หยอดน้ำมันหล่อลื่น Motor Condensing และทำความสะอาดโครงเหล็ก
- ตรวจเช็คจุดต่อสายไฟภายในระบบ และยึดสกรูสายไฟให้แน่นหนา
- ตรวจเช็คปริมาณน้ำยาในระบบ ตรวจเช็คความดัน ทั้งด้าน High Pressure และด้าน Low Pressure ให้ได้ตามปริมาณที่กำหนดของเครื่อง พร้อมทั้งเช็คกระแสของคอมเพรสเซอร์

2. ขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ (ล้างย่อย ดำเนินการ 2 ครั้ง/ปี)

- ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ ถาดน้ำทิ้ง และเป่าท่อน้ำทิ้ง

- ตรวจเช็คระบบไฟฟ้า (กระแสแรงดันสวิทช์ ท่อร้อยสาย)
- ตรวจเช็คระบบจ่ายลมเย็น ทำความสะอาดหัวจ่ายและท่อลมกลับ
- ตรวจเช็ค CONDENSING และทำความสะอาดด้วยน้ำหรือเป่าลม
- ตรวจเช็คปริมาณน้ำยาทั้งด้าน High และด้าน Low ให้ได้ตามปริมาณที่กำหนดของเครื่อง พร้อมทั้งเช็คกระแสของคอมเพรสเซอร์
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ป้องกันคอมเพรสเซอร์เช่น Magnetic,Timer,Thermostat
- ตรวจเช็คสภาพและปรับสายพาน สปริง น็อตยึด แบริ่ง พูลเล่ย์ ในกรณีที่มอเตอร์มีขนาดใหญ่
- ตรวจเช็คสภาพตะขอเหล็กหรือลูกยางรองคอมเพรสเซอร์ และฉนวนหุ้มท่อน้ำยา
- ตรวจเช็คสภาพ ตัวปรับเครื่องควบคุมอุณหภูมิและตัวคุมอื่นๆ ให้ใช้งานได้ดี

สรุปจากการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ 140 เครื่อง ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.3 แสดงรายละเอียดการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 140 เครื่องอย่างสม่ำเสมอ

จำนวนเครื่องปรับอากาศที่บำรุงรักษา	***พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/Year)**	**ราคาค่าล้างเครื่องปรับอากาศ (บาท)**	**เงินลงทุน (บาท)**	**ระยะเวลาคืนทุน (ปี)**
140	26,185.52	400	56,000	0.58

*หมายเหตุ พลังงานที่ประหยัดได้อ้างอิงจากตารางที่4.4

ลดการใช้พลังงานได้	26,185.52	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้(คิดที่ 3.6796 บาท/kWh)	96,352.24	บาทต่อปี
เงินลงทุน	56,000	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.58	ปี

5.2.2 การประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงผนังอาคารเพื่อลดค่าความร้อนที่เข้าสู่อาคาร

จากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร(Learning Tower)พบว่ามีจำนวนเครื่องปรับอากาศ 140 เครื่องนั้น นอกจากการประหยัดพลังงานโดยการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอแล้ว ยังพบว่าผนังอาคารโดยส่วนมากเป็นผนังโปร่งแสงส่งผลให้แสงสามารถส่องผ่านเข้ามายังตัวอาคารได้ทำให้พื้นที่ปรับอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นจึงทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักขึ้นเช่นกัน จึงมีวิธีการประหยัดพลังงานโดยการลดค่าถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่ผนังอาคารด้วยการติดฟิล์มกรองแสงที่ผนังอาคารโปร่งแสง โดยพิจารณาค่า OTTV ร่วมด้วยซึ่งจะใช้โปรแกรม Building Energy Code version 1.0.5 ในการคำนวณค่าถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่ผนังอาคาร ซึ่งการลดค่าถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่ผนังอาคารจะทำให้พื้นที่ปรับอากาศมีอุณหภูมิต่ำลงและลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศจะทำให้เครื่องปรับอากาศมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สรุปจากการลดค่าถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่ผนังอาคาร ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.4 แสดงรายละเอียดการปรับปรุงผนังอาคารด้วยการติดฟิล์มกรองแสงเพื่อลดค่าถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่ผนังอาคาร

พื้นที่ผนังโปร่งแสง (m2)	***พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/Year)**	**ราคาค่าติดฟิล์ม (บาท/ตารางฟุต)**	**เงินลงทุน (บาท)**	**ระยะเวลาคืนทุน (ปี)**
1072.49	196,992.54	60	691,929.03	0.95

*หมายเหตุ พลังงานที่ประหยัดได้อ้างอิงจากตารางที่4.6

ลดการใช้พลังงานได้	196,992.54	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้(คิดที่ 3.6796 บาท/kWh)	724,853.75	บาทต่อปี
เงินลงทุน	691,929.03	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.95	ปี

*หมายเหตุ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.6796 บาท/kWh คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak: เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์ โดย ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า มีดังนี้

- อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น เป็นอัตราที่เรียกเก็บรายเดือน ที่ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

- ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ ในแต่ละเดือนประกอบด้วยค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าฐาน และค่าไฟฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft) โดยมีการเรียกเก็บ Ft ทุกเดือน แยกเป็นรายการในใบเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้า ทั้งนี้ Ft ที่เรียกเก็บจะปรับเปลี่ยนทุก ๆ 4 เดือน โดยกำหนดให้ Ft เป็นอัตราคงที่ต่อหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า)

5.3 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงงานนี้เป็นโรงงานการวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงาน จากแนวโน้มการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน โดยโครงงานนี้ได้ทำการวิเคราะห์และนำเสนอแนวทางในการลดการใช้พลังงาน เริ่มจากการสำรวจข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบต่าง ๆ ภายในอาคารแล้วนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละระบบ เช่นระบบไฟฟ้าแสงสว่างระบบปรับอากาศเป็นต้นมารวบรวมจัดทำเป็นตารางข้อมูลการสำรวจหลังจากนั้นนำข้อมูลที่ทำการรวบรวมมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าและกำหนดแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีทั้งการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์และการเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์รวมทั้งการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ

โดยแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่กล่าวมาในเบื้องต้น ประกอบด้วย

- แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

สรุปจากการวางแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าทำให้ได้ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดคือ

ลดการใช้พลังงานได้	279,328.06	kWh/Year
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	1,027,815.47	บาทต่อปี
เงินลงทุน	1,259,594.03	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.23	ปี

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์พลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร(Learning Tower) (ใช้พลังงานเฉลี่ย 900,000 kWh/Year) คือ 31.04 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อปี

5.4 ปัญหาในการดำเนินงาน

5.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดค่าพลังงานต่างๆมีไม่เพียงพอ จึงไม่สามารถตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ได้ครบถ้วน

5.4.2 ช่วงเวลาในการเข้าสำรวจเกิดปัญหาเนื่องจากบางห้องมีการใช้งานทำการสำรวจไม่ได้จึงทำให้เกิดความล่าช้าในการสำรวจ

5.4.3 จุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างบางจุดมีแสงแดดส่องผ่านทำให้ค่าที่วัดได้สูงกว่าความเป็นจริง

5.4.4 แบบแปลนของอาคารมีไม่ครบถ้วน จึงเกิดความล่าช้าในการหาข้อมูลของส่วนประกอบอาคาร

5.5 ข้อเสนอแนะ

มาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร (learnning tower) เช่น การปิดไฟที่ไม่ได้ใช้งาน การปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลา การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ มาตรการเหล่านี้เป็นเพียงสิ่งกำหนดให้ผู้ใช้งานหรือผู้ดูแลอาคารปฏิบัติตามซึ่งหากมีการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพควรจะมีการปรับเปลี่ยนวิธีการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนรวม มศว ประสานมิตร (learning tower) เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กฤษณ์ เรียนวาที, จารุพัฒน์ ศรด้วง, ทรงพล โพธิ์สุวรรณ. 2555.**การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารหอสมุดกลางเพื่อการประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงาน**. ปริญญานิพนธ์,ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรนครินทรวิโรฒ องครักษ์.

วรพจน์ งานชมภู. 2548**. การศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานในส่วนการศึกษารงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า**. ปริญญานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรนครินทรวิโรฒ องครักษ์.

กรมอนุรักษ์พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2557. **การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน**. ศุนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, กรุงเทพฯ

พรรณชลัท สุริโยธิน. 2548. **วัสดุและการก่อสร้างหลอดไฟฟ้า**. พิมพ์ครั้งที่ 2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กรมอนุรักษ์พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2013). **อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ**. [ออน-ไลน์].
แหล่งที่มา:http://www2.dede.go.th/bhrd/displaycenter/history.phpสืบค้นวันที่ 8 สิงหาคม 2557

ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย. (1987). **การอนุรักษ์พลังงานภายในอาคาร**. [ออน-ไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.ecct-th.org/home.htm สืบค้นวันที่ 9 สิงหาคม 2557

ภาคผนวก

ภาคผนวกก. แสดงรายละเอียดการตรวจวัดและการคำรวณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ

ตาราง ก.1แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 2-3

	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ					บัลลาสต์		พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
				ขนาด(W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง	ชนิด	Power(W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
2	1	ห้องโถง	IL	15	NR	50	2	แขวน	-	-	1344	21	315	905	844	8	269	0	0
			CFL	11	DL	1	35	ฝังฝ้า	-	-						8	269	1	828.52
			MVL	250	NR	1	49	ฝังฝ้า	-	-						8	269	0	0
	2	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	18.36	2	829	918	874	8	269	1	395.97
	3	ห้องน้ำชาย	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	18.36	2	812	863	838	8	269	1	395.97
	รวม																		1,620.46
3	1	Active learning	FL T-8	36	R	2	48	ฝังฝ้า	coil	10	356	24	459	745	589	8	269	1	9503.23
	2	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	18.55	2	62	75	69	8	269	1	395.97
	3	ห้องน้ำชาย	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	18.39	4	459	745	221	8	269	1	395.97
	4	ทางเดิน	CFL	11	DL	1	38	ฝังฝ้า	-	-	152	40	59	225	148	8	269	1	899.54
	รวม																		11,194.71

ตาราง ก.2แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 4-5

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ					บัลลาสต์		พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
				ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง	ชนิด	Power(W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
4	1	Active learning	FL T-8	36	R	2	48	ฝังฝ้า	coil	10	356	18	274	782	509	8	269	1	9503.23
	2	ห้องพักอาจารย์	FL T-8	36	R	2	50	ฝังฝ้า	coil	10	352.5	34	360	743	539	8	269	1	9899.2
	3	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	19.4	2	23	62	43	8	269	1	593.95
	4	ห้องน้ำชาย	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	18.3	4	99	771	291	8	269	1	395.97
	5	ทางเดิน	CFL	11	DL	1	38	ฝังฝ้า	-	-	201.4	34	66	173	107	8	269	1	899.54
	รวม																		21,291.89
5	1	คอมพิวเตอร์ 1	FL T-8	36	R	2	24	ฝังฝ้า	coil	10	176.25	25	433	751	599	8	269	1	4751.62
	2	คอมพิวเตอร์ 2	FL T-8	36	R	2	24	ฝังฝ้า	coil	10	176.25	25	435	760	616	8	269	1	4751.62
	3	Active learning	FL T-8	36	R	2	48	ฝังฝ้า	coil	10	356	26	459	688	574	8	269	1	9503.23
	4	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	19.4	4	125	688	301	8	269	1	593.95
	5	ห้องน้ำชาย	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	18.3	2	69	106	88	8	269	1	395.97
	6	ทางเดิน	CFL	11	DL	1	38	ฝังฝ้า	-	-	201.4	33	81	743	129	8	269	1	899.54
	รวม																		20,895.93

ตาราง ก.3 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 6-8

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ				บัลลาสต์			พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
				ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง	ชนิด	Power(W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
6	1	ห้องพักอาจารย์1	FL T-8	36	R	2	48	ฝังฝ้า	coil	10	352.5	16	221	362	283	8	269	1	9503.23
	2	ห้องพักอาจารย์2	FL T-8	36	R	2	48	ฝังฝ้า	coil	10	356	17	179	328	202	8	269	1	9503.23
	3	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	19.4	3	98	142	114	8	269	1	593.95
	4	ห้องน้ำชาย	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	18.3	4	135	846	344	8	269	1	395.97
	5	ทางเดิน	CFL	11	DL	1	38	ฝังฝ้า	-	-	201.4	35	89	558	266	8	269	1	899.54
	รวม																		22,785.38
8	1	801	FL T-8	36	R	2	24	ฝังฝ้า	coil	10	152	18	380	496	409	8	269	1	4751.62
	2	802	FL T-8	36	R	2	24	ฝังฝ้า	coil	10	216	29	361	786	609	8	269	1	4751.62
	3	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	13.93	2	370	400	385	8	269	1	593.95
	4	ห้องน้ำชาย	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	21.24	3	398	448	430	8	269	1	395.97
	5	ทางเดิน	CFL	11	DL	1	18	ฝังฝ้า	-	-	130.8	24	76	122	538	8	269	1	426.10
	รวม																		10,919.26

ตาราง ก.4 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 9-10

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ					บัลลาสต์		พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
				ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง	ชนิด	Power(W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
9	1	901	FL T-8	36	R	2	24	ฝังฝ้า	coil	10	152	18	326	665	472	8	269	1	4751.62
	2	902	FL T-8	36	R	2	24	ฝังฝ้า	coil	10	216	29	411	775	563	8	269	1	4751.62
	3	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	13.93	2	380	419	400	8	269	1	593.95
	4	ห้องน้ำชาย	CFL	11	DL	1	2	ฝังฝ้า	-	-	21.24	3	263	439	376	8	269	1	47.34
			FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10						8	269	1	395.97
	5	ทางเดิน	CFL	11	DL	1	18	ฝังฝ้า	-	-	130.8	25	92	1175	547	8	269	1	426.10
	รวม																		17,809.96
10	1	1001	FL T-8	36	R	2	24	ฝังฝ้า	coil	10	152	12	585	741	681	8	269	1	7,850.50
	2	1002	FL T-8	36	R	2	24	ฝังฝ้า	coil	10	216	13	267	714	507	8	269	1	4751.62
			CFL	11	DL	1	6	ฝังฝ้า	-	-						8	269	1	309.89
	3	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	13.93	1	525	525	525	8	269	1	395.97
	4	ห้องน้ำชาย	FL T-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	21.24	2	589	590	590	8	269	1	593.95
	5	ทางเดิน	CFL	11	DL	1	18	ฝังฝ้า	-	-	130.8	24	104	15458	2168	8	269	1	426.10
	รวม																		14,328.03

ตาราง ก.5 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 11

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ					บัลลาสต์		พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
				ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง	ชนิด	Power(W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
11	1	1101	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	76	16	314	948	580	8	269	1	2,375.81
	2	1102	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	76	16	474	673	556	8	269	1	2,375.81
	3	1103	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	96	17	488	640	538	8	269	1	2,375.81
			CFL	11	DL	1	4	ฝังฝ้า	-	-						8	269	1	94.69
	4	1104	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	120	19	220	2085	798	8	269	1	2,375.81
			CFL	11	DL	1	4	ฝังฝ้า	-	-						8	269	1	94.69
	5	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	13.93	2	399	436	418	8	269	1	593.95
	6	ห้องน้ำชาย	CFL	11	DL	1	2	ฝังฝ้า	-	-	21.24	2	474	673	556	8	269	1	47.34
			FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10						8	269	1	395.97
	7	ทางเดิน	CFL	11	DL	1	20	ฝังฝ้า	-	-	130.8	17	488	640	538	8	269	1	473.44
	รวม																		11,203.22

ตาราง ก.6 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 12-13

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ				บัลลาสต์			พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
				ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน (โคม)	การติดตั้ง	ชนิด	Power(W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
12	1	1201	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	76	9	485	640	563	8	269	1	2,375.81
	2	1202	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	76	9	609	790	744	8	269	1	2,375.81
	3	1203	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	76	9	437	823	679	8	269	1	2,375.81
	4	1204	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	76	9	533	728	635	8	269	1	2,375.81
	5	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	13.85	2	408	438	423	8	269	1	395.97
	6	ห้องน้ำชาย	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	20.8	3	351	445	386	8	269	1	395.97
	7	ทางเดิน	CFL	11	DL	1	20	ฝังฝ้า	-	-	137.13	24	6007	77	1562	8	269	1	473.44
	รวม																		10,768.62
13	1	1301	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	76	8	428	724	557	8	269	1	2,375.81
	2	1302	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	76	9	529	71	625	8	269	1	2,375.81
	3	1303	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	76	9	434	1053	666	8	269	1	2,375.81
	4	1304	FL T-8	36	R	2	12	ฝังฝ้า	coil	10	76	9	473	597	539	8	269	1	2,375.81
	5	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	13.85	2	331	446	389	8	269	1	395.97
	6	ห้องน้ำชาย	CFL	11	DL	1	2	ฝังฝ้า	-	-	20.8	3	355	493	418	8	269	1	47.34
			FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10						8	269	1	395.97
	7	ทางเดิน	CFL	11	DL	1	20	ฝังฝ้า	-	-	137.63	24	62	5555	8433	8	269	1	473.44
	รวม																		10,815.96

ตาราง ก.7 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 14

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ					บัลลาสต์		พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
				ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง	ชนิด	Power(W)			Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
14	1	Panoramic Banquet Hall	IL	15	NR	50	1	แขวน	-	-	140.56	19	327	2390	930	8	269	0	0
			CFL	11	DL	1	42	ฝังฝ้า								8	269	1	994.22
	2	ห้องน้ำหญิง	FL T-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	coil	10	13.13	1	1548	1548	1548	8	269	1	593.95
	3	ห้องน้ำชาย	FL T-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	coil	10	8.29	1	654	654	654	8	269	1	395.97
	4	ทางเดิน	CFL	11	DL	1	22	ฝังฝ้า	-	-	113.48	19	327	2390	930	8	269	1	520.78
	รวม																		2,504.92
รวมการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างทั้งหมดในอาคาร																			156,138.34

***หมายเหตุ**ชนิดหลอดไฟ: FL T-8 = Fluorescent T-8 (หลอดฟลูออเรสเซนต์ T-8)
CFL = Compact Fluorescent Lamp (หลอดตะเกียบ)
IL = Incandescent Lamp (หลอดไส้)
MVL = Mercury-Vapor Lamp (หลอดแสงจันทร์)

โคม: R = โคมสะท้อนแสง
NR = โคมไม่สะท้อนแสง
DL = โคมดาวน์ไลท์

บัลลาสต์: Coil = Standard Electromagnetic Ballast (บัลลาสต์ธรรมดา)

ตัวแปร: F = สัดส่วนการทำงานของหลอดไฟ

ตาราง ก.8 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 3

ชั้น	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	Volt (V)	Ir (A)	EER	P (kW)	F	hr/day	day	kWh/y	ความเร็วลม	T
3	1	Active Learning	356	30,000	FCU3-2	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.8	18.9
	2			30,000	FCU3-3	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	4.8	16.5
	3			30,000	FCU3-4	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.2	17.5
	4			30,000	FCU3-5	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	4.6	15.5
	5			30,000	FCU3-6	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.7	20.1
	6			30,000	FCU3-7	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	4.2	19.8
	7			30,000	FCU3-8	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.1	17.6
	8			30,000	FCU3-9	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.8	15.8
รวม			356	240,000										**รวม**	42,668.16		

ตาราง ก.9 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 4

ชั้น	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	Volt (V)	Ir (A)	EER	P (kW)	F	hr/day	day	kWh/y	ความเร็วลม	T
4	1	Active Learning	356	30,000	FCU4-4	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.8	20.1
	2			30,000	FCU4-6	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	4.2	18.2
	3			30,000	FCU4-8	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.1	18.6
	4			30,000	FCU4-10	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.8	18.3
	5			30,000	FCU4-12	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.0	20.6
	6			30,000	FCU4-14	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	2.9	19.6
	7			30,000	FCU4-16	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.2	20.1
	8			30,000	FCU4-18	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.8	21.2
	1	ห้องพักอาจารย์	352.5	30,000	FCU4-3	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	4.5	20.5
	2			30,000	FCU4-5	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.5	20
	3			30,000	FCU4-7	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.4	17
	4			30,000	FCU4-9	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.1	18.5
	5			30,000	FCU4-11	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	6.1	26.2
	6			30,000	FCU4-13	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	4.3	15.3
	7			30,000	FCU4-15	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	6.4	16.3
	8			30,000	FCU4-17	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	6.3	17.5
รวม			708.5	480,000										**รวม**	85,336.32		

ตาราง ก.10 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 5

ชั้น	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	Volt (V)	Ir (A)	EER	P (kW)	F	hr/day	day	kWh/y	ความเร็วลม	T
5	1	Active Learning	356	30,000	FCU5-4	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.8	18.9
	2			30,000	FCU5-6	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	4.2	16.5
	3			30,000	FCU5-8	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.1	17.5
	4			30,000	FCU5-10	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.8	15.5
	5			30,000	FCU5-12	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.0	20.1
	6			30,000	FCU5-14	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	2.9	19.8
	7			30,000	FCU5-16	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.2	17.6
	8			30,000	FCU5-18	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	3.8	21.2
	1	ห้องคอม1	176.25	30,000	FCU5-3	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	6.6	25.4
	2			30,000	FCU5-5	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	6.3	26.5
	3			30,000	FCU5-7	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.8	23.4
	4			30,000	FCU5-9	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.9	24.5
	1	ห้องคอม2	176.25	30,000	FCU5-11	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.3	15.0
	2			30,000	FCU5-13	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	4.8	14.8
	3			30,000	FCU5-15	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.0	16.5
	4			30,000	FCU5-17	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	4.9	15.5
	รวม		708.5	480,000										**รวม**	85,336.32		

ตาราง ก.11 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 6

ชั้น	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	Volt (V)	Ir (A)	EER	P (kW)	F	hr/day	day	kWh/y	ความเร็วลม	T
6	1	ห้องพักอาจารย์	352.5	25,900	FCU6	York	2	220	12.3	9.69	3.098	0.8	8	269	5,029.63	2.4	23.0
	2			25,900	FCU6	York	2	220	12.3	9.69	3.098	0.8	8	269	5,029.63	2.5	16.1
	3			25,900	FCU6	York	2	220	12.3	9.69	3.098	0.8	8	269	5,029.63	3.4	19.8
	4			25,900	FCU6	York	2	220	12.3	9.69	3.098	0.8	8	269	5,029.63	3.3	16.7
	5			25,900	FCU6	York	2	220	12.3	9.69	3.098	0.8	8	269	5,029.63	3.2	18.8
	6			25,000	FCU6	York	2	220	14.1	9.8	7.4	0.8	8	269	12,739.84	3.0	21.2
	7			25,000	FCU6	York	2	220	14.1	9.8	7.4	0.8	8	269	12,739.84	3.4	23.5
	8			25,000	FCU6	York	2	220	14.1	9.8	7.4	0.8	8	269	12,739.84	2.5	15.3
	9			25,000	FCU6	York	2	220	14.1	9.8	7.4	0.8	8	269	12,739.84	4.0	28.4
	1	ห้องพักอาจารย์	356	25,000	FCU6	York	2	220	14.1	9.8	7.4	0.8	8	269	12,739.84	2.8	20.1
	2			36,000	FCU6	Eminent	2	220	17	9.69	3.732	0.8	8	269	6,425.01	5.5	29.2
	3			36,000	FCU6	Eminent	2	220	17	9.69	3.732	0.8	8	269	6,425.01	5.2	24.1
	4			30,000	FCU6	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.1	24.9
	5			30,000	FCU6	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.7	14.8
	6			30,000	FCU6	Eminent	2	220	14.1	9.69	3.098	0.8	8	269	5333.52	5.6	15.8
	7			12,000	FCU6	Eminent	2	220	4.7	12.21	3.6	0.8	8	269	6197.76	4.1	15.5
	8			12,000	FCU6	Eminent	2	220	4.7	12.21	3.6	0.8	8	269	6197.76	4.2	15.8
รวม			708.5	440,500										รวม	130,093.45		

ตาราง ก.12 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 8

ชั้น	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	Volt (V)	Ir (A)	EER	P (kW)	F	hr/day	day	kWh/y	ความเร็วลม	T
8	1	801	152	25,000	FCU8-1	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.6	15.2
	2			25,000	FCU8-2	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.5	15.8
	3			25,000	FCU8-3	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.7	16.3
	4			25,000	FCU8-4	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.1	21.7
	5			25,000	FCU8-5	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.3	16.6
	6			25,000	FCU8-6	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	เครื่องเสีย		
	7	802	216	25,000	FCU8-7	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.1	19.0
	8			25,000	FCU8-8	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.6	22.4
	9			25,000	FCU8-9	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.3	26.9
	10			25,000	FCU8-10	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.0	22.9
	11			25,000	FCU8-11	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.3	23.6
	12			25,000	FCU8-12	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.8	24.9
	13			25,000	FCU8-13	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.1	24.1
รวม			368	325,000										**รวม**	51,474.48		

ตาราง ก.13 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 9

ชั้น	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	Volt (V)	Ir (A)	EER	P (kW)	F	hr/day	day	kWh/y	ความเร็วลม	T
9	1	901	152	25,000	FCU9-1	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.2	11.7
	2			25,000	FCU9-2	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.1	21.3
	3			25,000	FCU9-3	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.9	20.4
	4			25,000	FCU9-4	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.6	18.3
	5			25,000	FCU9-5	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.8	24.6
	6			25,000	FCU9-6	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.3	23.4
	7	902	216	25,000	FCU9-7	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.9	22.0
	8			25,000	FCU9-8	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.8	20.9
	9			25,000	FCU9-9	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.9	18.4
	10			25,000	FCU9-10	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.6	24.2
	11			25,000	FCU9-11	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.8	20.3
	12			25,000	FCU9-12	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.9	24.4
	13			25,000	FCU9-13	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.6	24.6
รวม			368	325,000										**รวม**	55,764.02		

ตาราง ก.14 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 10

ชั้น	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	Volt (V)	Ir (A)	EER	P (kW)	F	hr/day	day	kWh/y	ความเร็วลม	T
10	1	1001	152	25,000	FCU10-1	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.9	25.3
	2			25,000	FCU10-2	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.2	21.0
	3			25,000	FCU10-3	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.4	24.4
	4			25,000	FCU10-4	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.8	24.4
	5			25,000	FCU10-5	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	เครื่องเสีย		
	6			25,000	FCU10-6	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.5	19.1
	7	1002	216	25,000	FCU10-7	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.1	15.3
	8			25,000	FCU10-8	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.8	18.8
	9			25,000	FCU10-9	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	เครื่องเสีย		
	10			25,000	FCU10-10	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.5	20.0
	11			25,000	FCU10-11	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.1	20.7
	12			25,000	FCU10-12	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.9	25.3
	13			25,000	FCU10-13	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.0	22.6
รวม			368	325,000										**รวม**	47,184.94		

ตาราง ก.15 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 11

ชั้น	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	Volt (V)	Ir (A)	EER	P (kW)	F	hr/day	day	kWh/y	ความเร็วลม	T
11	1	1101	76	25,000	FCU11-1	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.3	19.9
	2			25,000	FCU11-2	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.3	17.4
	3			25,000	FCU11-3	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.3	17.2
	4	1102	76	25,000	FCU11-4	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.3	23.3
	5			25,000	FCU11-5	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	1.8	21.2
	6			25,000	FCU11-6	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.1	30.2
	7	1103	96	25,000	FCU11-7	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.3	17.3
	8			25,000	FCU11-8	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.8	8.4
	9			25,000	FCU11-9	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.7	7.1
	10	1104	120	25,000	FCU11-10	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.0	25.0
	11			25,000	FCU11-11	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.1	17.6
	12			25,000	FCU11-12	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.6	16.3
	13			25,000	FCU11-13	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.0	17.7
รวม			368	325,000										**รวม**	55,764.02		

ตาราง ก.16 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 12

ชั้น	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	Volt (V)	Ir (A)	EER	P (kW)	F	hr/day	day	kWh/y	ความเร็วลม	T
12	1	1201	76	25,000	FCU12-1	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.0	17.6
	2			25,000	FCU12-2	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.6	16.0
	3			25,000	FCU12-3	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.1	17.7
	4	1202	76	25,000	FCU12-4	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.2	16.7
	5			25,000	FCU12-5	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.2	8.8
	6			25,000	FCU12-6	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.3	15.5
	7	1203	76	25,000	FCU12-7	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.2	17.3
	8			25,000	FCU12-8	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	2.9	7.2
	9			25,000	FCU12-9	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.8	17.8
	10	1204	76	25,000	FCU12-10	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.2	20.2
	11			25,000	FCU12-11	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.8	19.1
	12			25,000	FCU12-12	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.3	11.2
	13			25,000	FCU12-13	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.2	13.8
รวม			304	325,000										**รวม**	55,764.02		

ตาราง ก.17 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 13

ชั้น	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	Volt (V)	Ir (A)	EER	P (kW)	F	hr/day	day	kWh/y	ความเร็วลม	T
13	1	1301	76	25,000	FCU12-1	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.1	19.9
	2			25,000	FCU12-2	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.8	18.9
	3			25,000	FCU12-3	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.3	20.9
	4	1302	76	25,000	FCU12-4	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.5	20.9
	5			25,000	FCU12-5	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.1	20.5
	6			25,000	FCU12-6	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	3.9	20.4
	7	1303	76	25,000	FCU12-7	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.0	23.3
	8			25,000	FCU12-8	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.1	22.2
	9			25,000	FCU12-9	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.0	21.6
	10	1304	76	25,000	FCU12-10	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.2	16.4
	11			25,000	FCU12-11	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.6	24.8
	12			25,000	FCU12-12	Eminent	2	220	11.55	10.13	2.4916	0.8	8	269	4289.54	4.0	14.7
รวม			304	300,000										**รวม**	51,474.48		

ตาราง ก.18 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 14

ชั้น	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่	ขนาด BTU/hr	สัญลักษณ์	ชื่อผลิตภัณฑ์	อายุ (ปี)	Volt (V)	Ir (A)	EER	P (kW)	F	hr/day	day	kWh/y	ความเร็วลม	T
14	1	Panoramic Banquet Hall	140.58	30,000	FCU13-1	Eminent	2	220	15.23	9.14	3.2836	0.8	8	269	5653.05	4.0	18.9
	2			30,000	FCU13-2	Eminent	2	220	15.23	9.14	3.2836	0.8	8	269	5653.05	3.9	14.7
	3			30,000	FCU13-3	Eminent	2	220	15.23	9.14	3.2836	0.8	8	269	5653.05	3.8	17.6
	4			30,000	FCU13-4	Eminent	2	220	15.23	9.14	3.2836	0.8	8	269	5653.05	3.9	15.9
	5			30,000	FCU13-5	Eminent	2	220	15.23	9.14	3.2836	0.8	8	269	5653.05	4.2	16.6
	6			30,000	FCU13-6	Eminent	2	220	15.23	9.14	3.2836	0.8	8	269	5653.05	4.6	16.8
รวม			140.58	300,000										**รวม**	33,818.3		

หมายเหตุ สัญลักษณ์เครื่องปรับอากาศ : FCU = Fan Coil Unit

ค่าตัวแปร : F =แฟคเตอร์การใช้งาน

: EER = Energy Efficiency Ratio

: T = อุณหภูมิของแรงลมหน่วยองศาเซลเซียส

: ความเร็วลมจากเครื่องปรับอากาศ หน่วย เมตร/วินาที

ตาราง ก.19 แสดงรายละเอียดการปรับอากาศในแต่ละห้อง

ชั้นที่	ลำดับที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ห้อง	พิกัดทำความเย็นเครื่องปรับอากาศรวม (Btu/hr)	พิกัดทำความเย็นต่อพื้นที่	พลังงานที่ใช้ (kWh/year)
3	1	Active Learning	356	240,000	674.16	42,668
รวม			356	240,000	674.16	42,668
4	1	ห้องพักอาจารย์	352.5	240,000	680.85	42,668
	2	Active Learning	356	240,000	674.16	42,668
รวม			708.5	480,000	1,355.01	85,336
5	1	ห้องคอม1	176.25	120,000	680.85	21,334
	2	ห้องคอม2	176.25	120,000	680.85	21,334
	3	Active Learning	356	240,000	674.16	42,668
รวม			708.5	480,000	2,035.86	85,336
6	1	ห้องพักอาจารย์	352.5	229,500	651.06	76,108
	2	ห้องพักอาจารย์	356	211,000	592.70	53,986.1
รวม			708.5	440,500	1,243.76	130,094.1
8	1	801	152	125,000	822.37	21,447.5
	2	802	216	175,000	810.19	30,026.5
รวม			368	300,000	1632.56	51,474
9	1	901	152	150,000	986.84	25,737
	2	902	216	175,000	810.19	30,026.5
รวม			368	325,000	1,877.03	55,763.5
10	1	1001	152	125,000	822.37	17,158
	2	1002	216	150,000	694.44	25,737
รวม			368	275,000	1,516.81	42,895

ตาราง ก.19 แสดงรายละเอียดการปรับอากาศในแต่ละห้อง (ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ห้อง	พิกัดทำความเย็นเครื่องปรับอากาศรวม (Btu/hr)	พิกัดทำความเย็นต่อพื้นที่	พลังงานที่ใช้ (kWh/year)
11	1	1101	76	75,000	986.84	12,868.5
	2	1102	76	75,000	986.84	12,868.5
	3	1103	96	75,000	781.25	12,868.5
	4	1104	120	100,000	833.33	17,158
รวม			368	345,000	3,588.26	55,763.5
12	1	1201	76	75,000	986.84	12,868.5
	2	1202	76	75,000	986.84	12,868.5
	3	1203	76	75,000	986.84	12,868.5
	4	1204	76	100,000	1,315.79	17,158
รวม			304	345,000	4,276.31	55,763.5
13	1	1301	76	75,000	986.84	12,868.5
	2	1302	76	75,000	986.84	12,868.5
	3	1303	76	75,000	986.84	12,868.5
	4	1304	76	75,000	986.84	12,868.5
รวม			304	300,000	3,947.36	51,474
14	1	Panoramic Banquet Hall	140.58	180,000	1,280.41	33,918.6
รวม			140.58	180,000	1,280.41	33,918.6

หมายเหตุ: ชั้น 1 และ 2 ไม่มีพื้นที่ปรับอากาศ

ชั้น 7 ไม่สามารถทำการตรวจวัดได้

ภาคผนวก ข. แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ตาราง ข.1รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง ชั้น 2-3

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ					พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	การใช้พลังงาน				Energy (Old)	Energy save
				ขนาด(W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
2	1	ห้องโถง	IL	15	NR	50	2	แขวน	1344	8	269	0	0	0	0
			LED Bulb	7	DL	1	35	ฝังฝ้า		8	269	1	301.28	385	140
			MVL	250	NR	1	49	ฝังฝ้า		8	269	0	0	0	0
	2	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	18.36	8	269	1	241.02	184	112
	3	ห้องน้ำชาย	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	18.36	8	269	1	241.02	184	112
	รวม												783.32	753	364
3	1	Active learning	LED T-8	18	R	2	48	ฝังฝ้า	356	8	269	1	5,784.58	4,416	2,688
	2	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	18.55	8	269	1	241.02	184	112
	3	ห้องน้ำชาย	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	18.39	8	269	1	241.02	184	112
	4	ทางเดิน	LED Bulb	7	DL	1	38	ฝังฝ้า	152	8	269	1	327.10	418	152
	รวม												6,953.72	5,202	3,064

ตาราง ข.2 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง ชั้น 4-5

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ					พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	การใช้พลังงาน				Energy (Old)	Energy save
				ขนาด(W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
4	1	Active learning	LED T-8	18	R	2	48	ฝังฝ้า	356	8	269	1	5,784.58	4,416	2,688
	2	ห้องพักอาจารย์	LED T-8	18	R	2	50	ฝังฝ้า	352.5	8	269	1	6,025.6	4,600	2,800
	3	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	3	ฝังฝ้า	19.4	8	269	1	361.54	276	168
	4	ห้องน้ำชาย	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	18.3	8	269	1	241.02	184	112
	5	ทางเดิน	LED Bulb	7	DL	1	38	ฝังฝ้า	201.4	8	269	1	327.10	418	152
	รวม												12,703.84	9,894	5,920
5	1	คอมพิวเตอร์ 1	LED T-8	18	R	2	24	ฝังฝ้า	176.25	8	269	1	2,829.29	2,208	1,344
	2	คอมพิวเตอร์ 2	LED T-8	18	R	2	24	ฝังฝ้า	176.25	8	269	1	2,829.29	2,208	1,344
	3	Active learning	LED T-8	18	R	2	48	ฝังฝ้า	356	8	269	1	5,784.58	4,416	2,688
	4	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	3	ฝังฝ้า	19.4	8	269	1	361.54	276	168
	5	ห้องน้ำชาย	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	18.3	8	269	1	241.02	184	112
	6	ทางเดิน	LED Bulb	7	DL	1	38	ฝังฝ้า	201.4	8	269	1	327.10	418	152
	รวม												12,372.82	9,710	5,808

ตาราง ข.3 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง ชั้น 6-8

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ					พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	การใช้พลังงาน				Energy (Old)	Energy save
				ขนาด(W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
6	1	ห้องพักอาจารย์ 1	LED T-8	18	R	2	48	ฝังฝ้า	352.5	8	269	1	5,784.58	4,416	2,688
	2	ห้องพักอาจารย์ 2	LED T-8	18	R	2	48	ฝังฝ้า	356	8	269	1	5,784.58	4,416	2,688
	3	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	3	ฝังฝ้า	19.4	8	269	1	361.54	276	168
	4	ห้องน้ำชาย	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	18.3	8	269	1	241.02	184	112
	5	ทางเดิน	LED Bulb	7	DL	1	38	ฝังฝ้า	201.4	8	269	1	327.10	418	152
	รวม												12,372.82	9,710	5,808
8	1	801	LED T-8	18	R	2	24	ฝังฝ้า	152	8	269	1	2,829.29	2,208	1,344
	2	802	LED T-8	18	R	2	24	ฝังฝ้า	216	8	269	1	2,829.29	2,208	1,344
	3	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	3	ฝังฝ้า	13.93	8	269	1	361.54	276	168
	4	ห้องน้ำชาย	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	21.24	8	269	1	241.02	184	112
	5	ทางเดิน	LED Bulb	7	DL	1	18	ฝังฝ้า	130.8	8	269	1	154.94	198	72
	รวม												6,416.08	5,074	3,040

ตาราง ข.4รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง ชั้น 9-10

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ					พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	การใช้พลังงาน				Energy (Old)	Energy save
				ขนาด(W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
9	1	901	LED T-8	18	R	2	24	ฝังฝ้า	152	8	269	1	2,829.29	2,208	1,344
	2	902	LED T-8	18	R	2	24	ฝังฝ้า	216	8	269	1	2,829.29	2,208	1,344
	3	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	3	ฝังฝ้า	13.93	8	269	1	361.54	276	168
	4	ห้องน้ำชาย	LED Bulb	7	DL	1	2	ฝังฝ้า	21.24	8	269	1	17.22	22	8
			LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า		8	269	1	241.02	184	112
	5	ทางเดิน	LED Bulb	7	DL	1	18	ฝังฝ้า	130.8	8	269	1	154.94	198	72
	รวม												6,433.3	5,096	3,048
10	1	1001	LED T-8	18	R	2	24	ฝังฝ้า	152	8	269	1	2,829.29	2,208	1,344
	2	1002	LED T-8	18	R	2	24	ฝังฝ้า	216	8	269	1	2,829.29	2,208	1,344
			LED Bulb	7	DL	1	6	ฝังฝ้า		8	269	1	51.65	66	24
	3	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	13.93	8	269	1	241.02	184	112
	4	ห้องน้ำชาย	LED T-8	18	R	2	3	ฝังฝ้า	21.24	8	269	1	361.54	276	168
	5	ทางเดิน	LED Bulb	7	DL	1	18	ฝังฝ้า	130.8	8	269	1	154.94	198	72
	รวม												6,467.73	5,140	3,064

ตาราง ข.5 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง ชั้น 11-12

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ					พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	การใช้พลังงาน				Energy (Old)	Energy save
				ขนาด(W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
11	1	1101	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	76	8	269	1	1,704.38	1,224	792
	2	1102	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	76	8	269	1	1,704.38	1,224	792
	3	1103	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	96	8	269	1	1,704.38	1,224	792
			LED Bulb	7	DL	1	4	ฝังฝ้า		8	269	1	34.43	44	16
	4	1104	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	120	8	269	1	1,704.38	1,224	792
			LED Bulb	7	DL	1	4	ฝังฝ้า		8	269	1	34.43	44	16
	5	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	3	ฝังฝ้า	13.93	8	269	1	361.54	276	168
	6	ห้องน้ำชาย	LED Bulb	7	DL	1	2	ฝังฝ้า	21.24	8	269	1	17.22	22	8
			LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า		8	269	1	241.02	184	112
	7	ทางเดิน	LED Bulb	7	DL	1	20	ฝังฝ้า	130.8	8	269	1	172.16	220	80
	รวม												7,678.32	5,686	3,400
12	1	1201	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	76	8	269	1	1,704.38	1,224	792
	2	1202	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	76	8	269	1	1,704.38	1,224	792
	3	1203	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	76	8	269	1	1,704.38	1,224	792
	4	1204	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	76	8	269	1	1,704.38	1,224	792
	5	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	13.85	8	269	1	241.02	184	112
	6	ห้องน้ำชาย	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	20.8	8	269	1	241.02	184	112
	7	ทางเดิน	LED Bulb	7	DL	1	20	ฝังฝ้า	137.13	8	269	1	172.16	220	80
	รวม												7,471.72	5,484	3,472

ตาราง ข.6 รายละเอียดการคำนวณการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง ชั้น 13-14

ชั้นที่	ลำดับที่	ห้อง	ชนิด	หลอดไฟ					พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	การใช้พลังงาน				Energy (Old)	Energy save
				ขนาด(W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวน(โคม)	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
13	1	1301	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	76	8	269	1	1,704.38	1,224	792
	2	1302	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	76	8	269	1	1,704.38	1,224	792
	3	1303	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	76	8	269	1	1,704.38	1,224	792
	4	1304	LED T-8	18	R	2	12	ฝังฝ้า	76	8	269	1	1,704.38	1,224	792
	5	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	13.85	8	269	1	241.02	184	112
	6	ห้องน้ำชาย	LED Bulb	7	DL	1	2	ฝังฝ้า	20.8	8	269	1	17.22	22	8
			LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า		8	269	1	241.02	184	112
	7	ทางเดิน	LED Bulb	7	DL	1	20	ฝังฝ้า	137.63	8	269	1	172.16	220	80
	รวม												7,488.94	5,506	3,480
14	1	Panoramic	IL	15	NR	50	1	แขวน	140.56	8	269		0	0	0
		Banquet Hall	LED Bulb	7	DL	1	42	ฝังฝ้า		8	269	1	361.54	462	168
	2	ห้องน้ำหญิง	LED T-8	18	R	2	3	ฝังฝ้า	13.13	8	269	1	361.54	276	168
	3	ห้องน้ำชาย	LED T-8	18	R	2	2	ฝังฝ้า	8.29	8	269	1	241.02	184	112
	4	ทางเดิน	LED Bulb	7	DL	1	22	ฝังฝ้า	133.48	8	269	1	189.38	242	88
	รวม												1,153.48	1,164	536
รวมการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างทั้งหมดในอาคาร													**88,296.09**	**68,419**	**41,004**

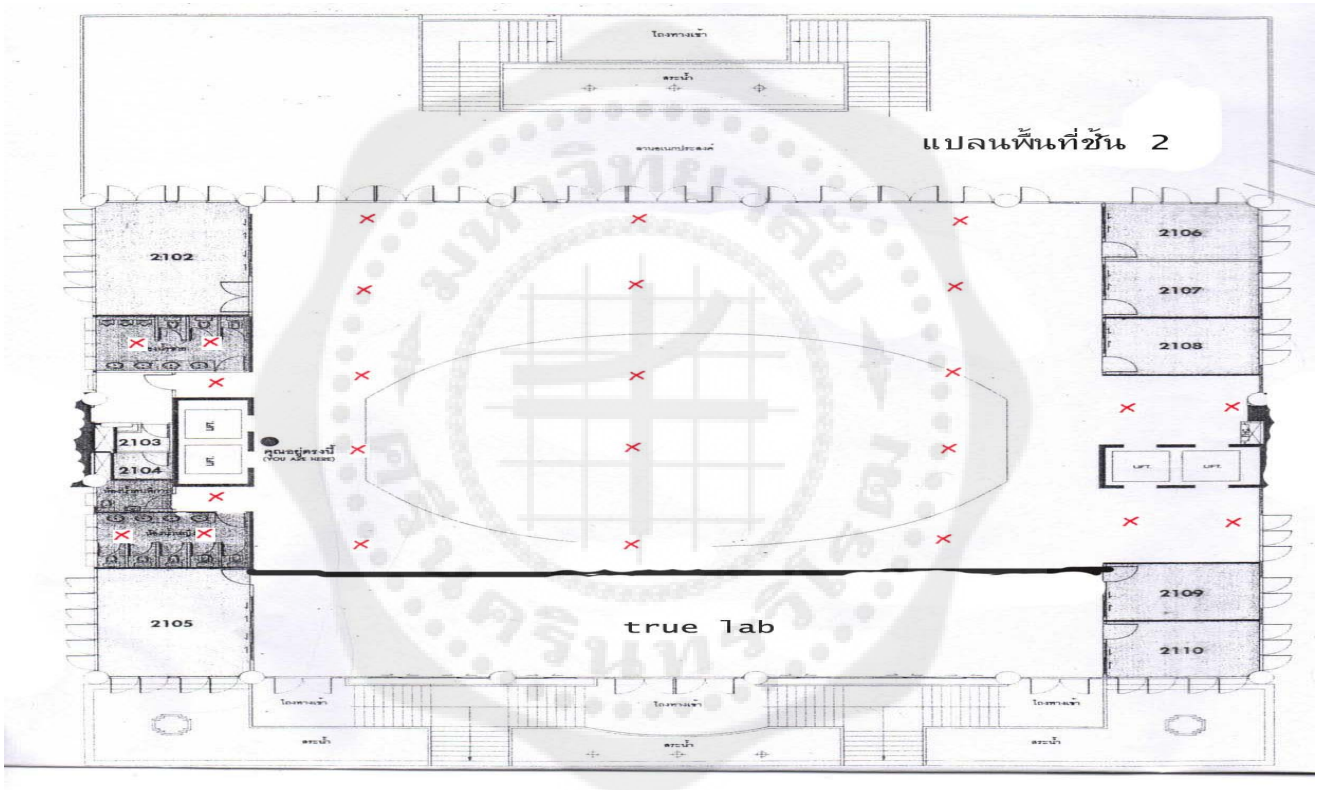
ตาราง ข.7 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศโดยการติดฟิล์มกรองแสง

ลำดับ	ชั้น	ห้อง	ค่า kW/TR เฉลี่ย	ชั่วโมงการใช้งานเฉลี่ย (ชั่วโมง/ปี)	พื้นที่ผนัง (m^2)		พื้นที่ติดฟิล์ม (m^2)	พลังงานที่ใช้ (kWh/ปี)	พลังงานที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)	จำนวนเงินที่ประหยัดได้ (บาท)
					ผนังทึบแสง	ผนังโปร่งแสง				
1	3	Active Learning	6.19	1,960	111.43	33.57	33.57	42,668		
2	4	ห้องพักอาจารย์	6.19	1,960	109.28	35.72	35.72	42,668		
3		Active Learning	6.19	1,960	111.43	33.57	33.57	42,668		
4	5	ห้องคอม 1	6.19	1,960	123.43	6.57	6.57	21,334		
5		ห้องคอม 2	6.19	1,960	123.43	6.57	6.57	21,334		
6		Active Learning	6.19	1,960	111.43	33.57	33.57	42,668		
7	6	ห้องพักอาจารย์	2.50	1,960	202.54	32.46	32.46	76,108		
8		ห้องพักอาจารย์	4.83	1,960	202.54	32.46	32.46	53,986.1		
9	8	801	5.93	1,960	109.93	45.07	45.07	21,447.5		
10		802	5.93	1,960	75.8	79.2	79.2	30,026.5		
11	9	901	5.93	1,960	109.93	45.07	45.07	25,737		
12		902	5.93	1,960	75.8	79.2	79.2	30,026.5		
13	10	1001	5.93	1,960	109.93	45.07	45.07	21,447.5		
14		1002	5.93	1,960	75.8	79.2	79.2	25,737		
15	11	1101	5.93	1,960	87.6	24.35	24.35	12,868.5		

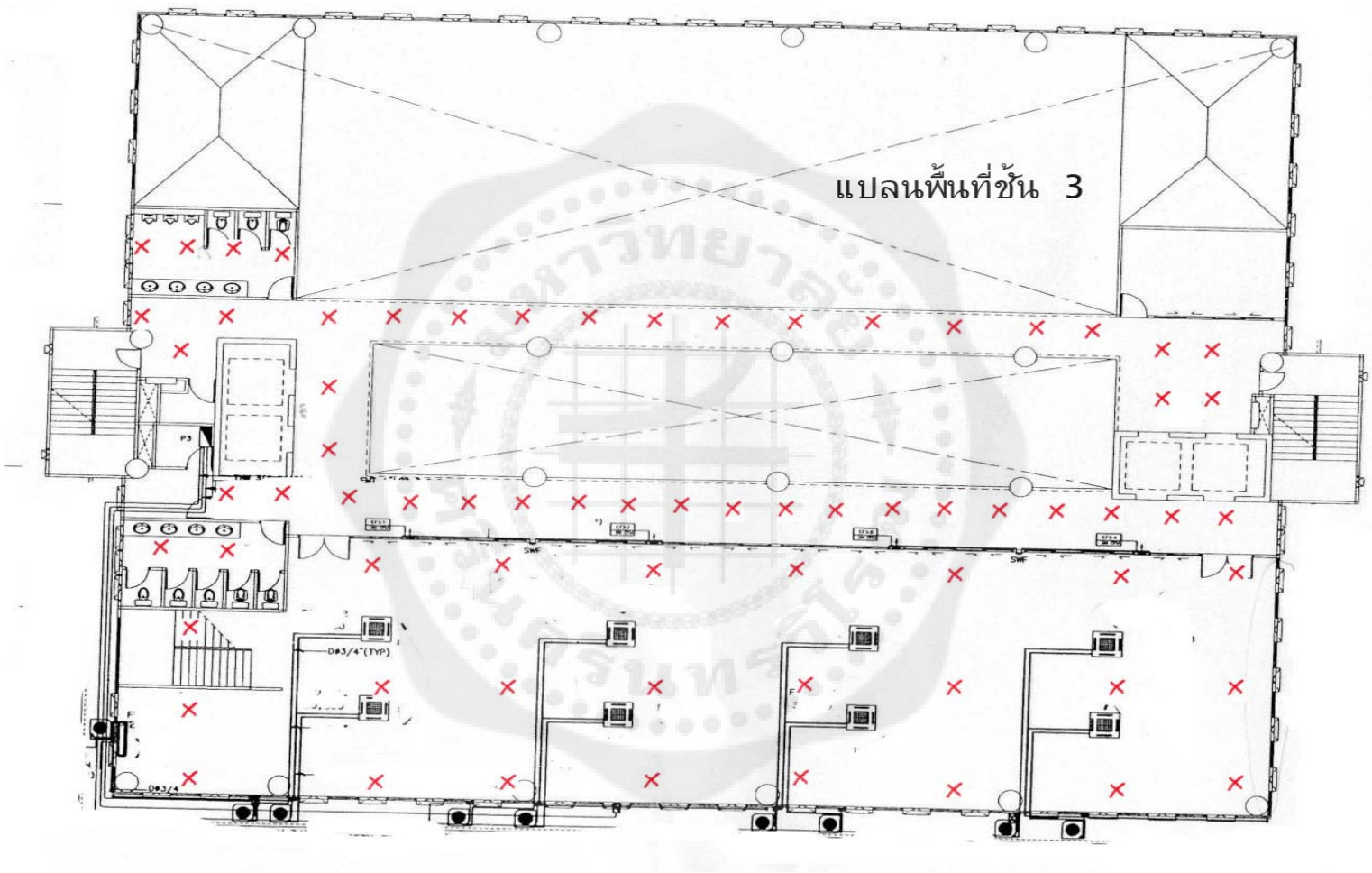
ตาราง ข.7 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศโดยการติดฟิล์มกรองแสง (ต่อ)

ลำดับ	ชั้น	ห้อง	ค่า kW/TR เฉลี่ย	ชั่วโมงการใช้งานเฉลี่ย (ชั่วโมง/ปี)	พื้นที่ผนัง (m^2)		พื้นที่ติดฟิล์ม (m^2)	พลังงานที่ใช้ (kWh/ปี)	พลังงานที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)	จำนวนเงินที่ประหยัดได้ (บาท)
					ผนังทึบแสง	ผนังโปร่งแสง				
16	11(ต่อ)	1102	5.93	1,960	87.6	24.35	24.35	12,868.5		
17		1103	5.93	1,960	87.6	24.35	24.35	12,868.5		
18		1104	5.93	1,960	45.4	42.2	42.2	17,158		
19	12	1201	5.93	1,960	87.6	24.35	24.35	12,868.5		
20		1202	5.93	1,960	87.6	24.35	24.35	12,868.5		
21		1203	5.93	1,960	87.6	24.35	24.35	12,868.5		
22		1204	5.93	1,960	45.4	42.2	42.2	17,158		
23	13	1301	5.93	1,960	87.6	24.35	24.35	12,868.5		
24		1302	5.93	1,960	87.6	24.35	24.35	12,868.5		
25		1303	5.93	1,960	87.6	24.35	24.35	12,868.5		
26		1304	5.93	1,960	45.4	42.2	42.2	12,868.5		
27	14	Panoramic Banquet Hall	6.57	1,960	10.56	139.44	139.44	33,918.6		
		รวม	5.84	1,960	2,587.86	1,072.49	1,072.49	694,776	196,992.54	724,853.76

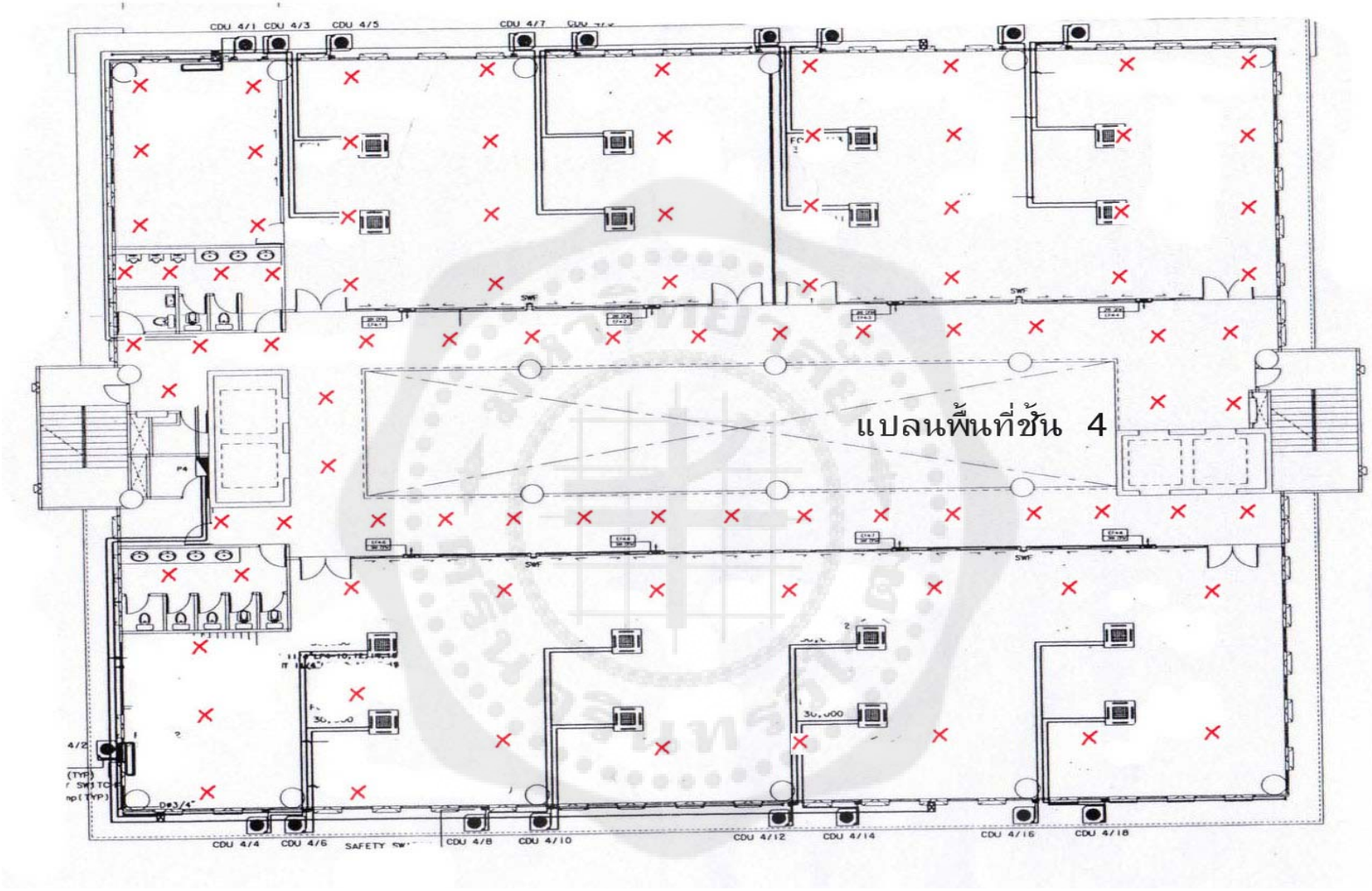
ภาคผนวก ค. แสดงรายละเอียดจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างและตำแหน่งที่ตั้งเครื่องปรับอากาศ



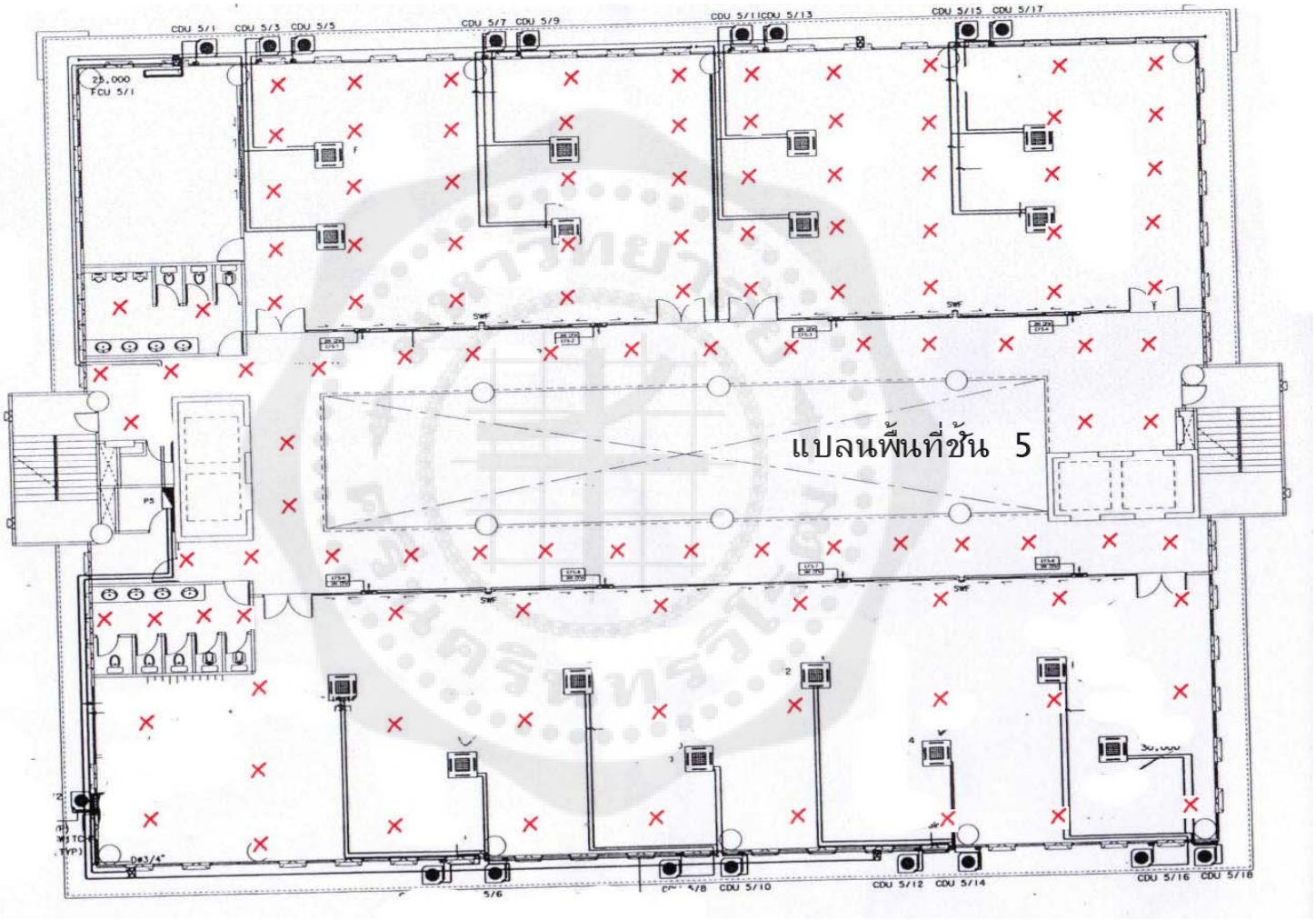
รูป ค.1 แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 2



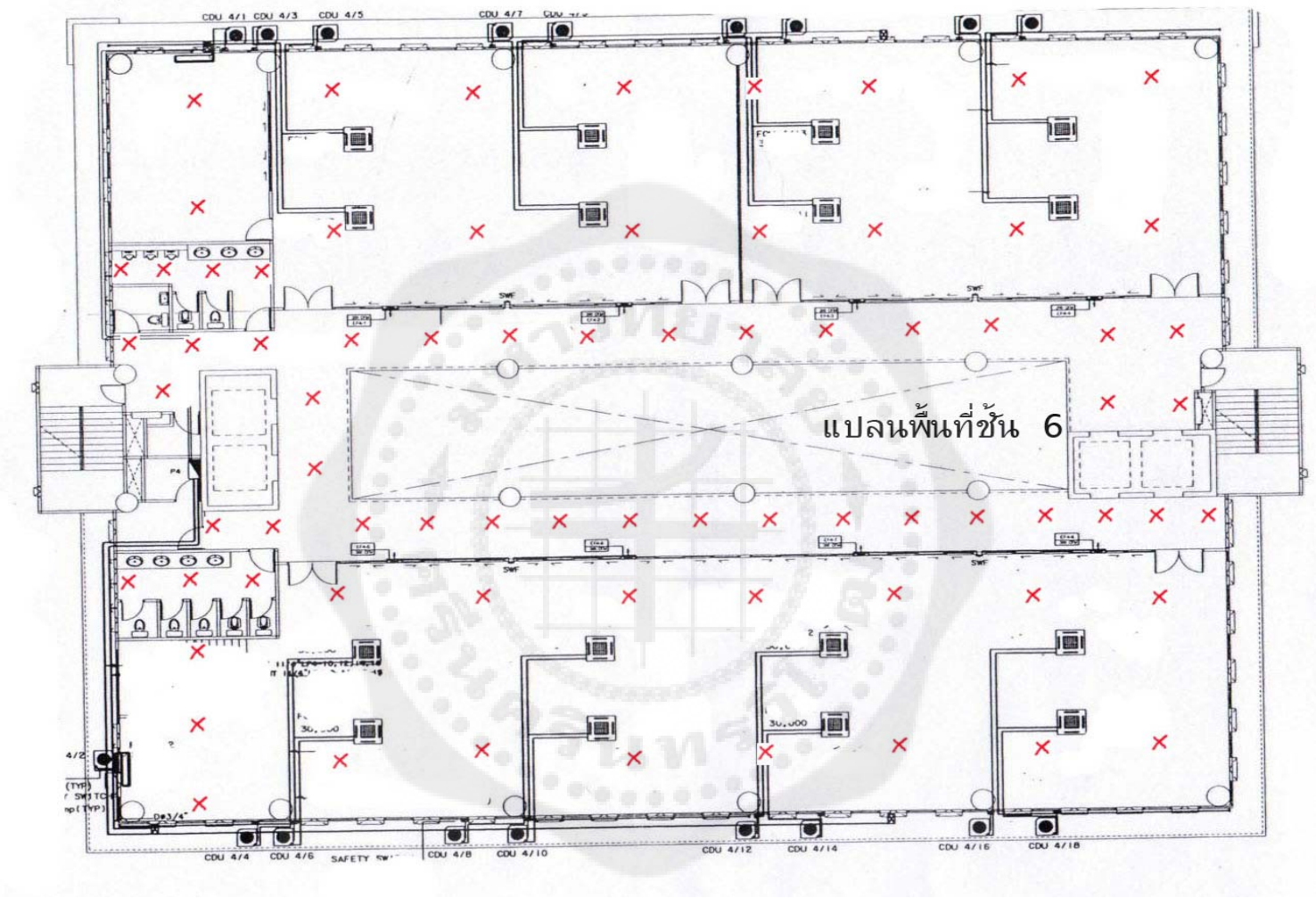
รูป ค.2แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 3



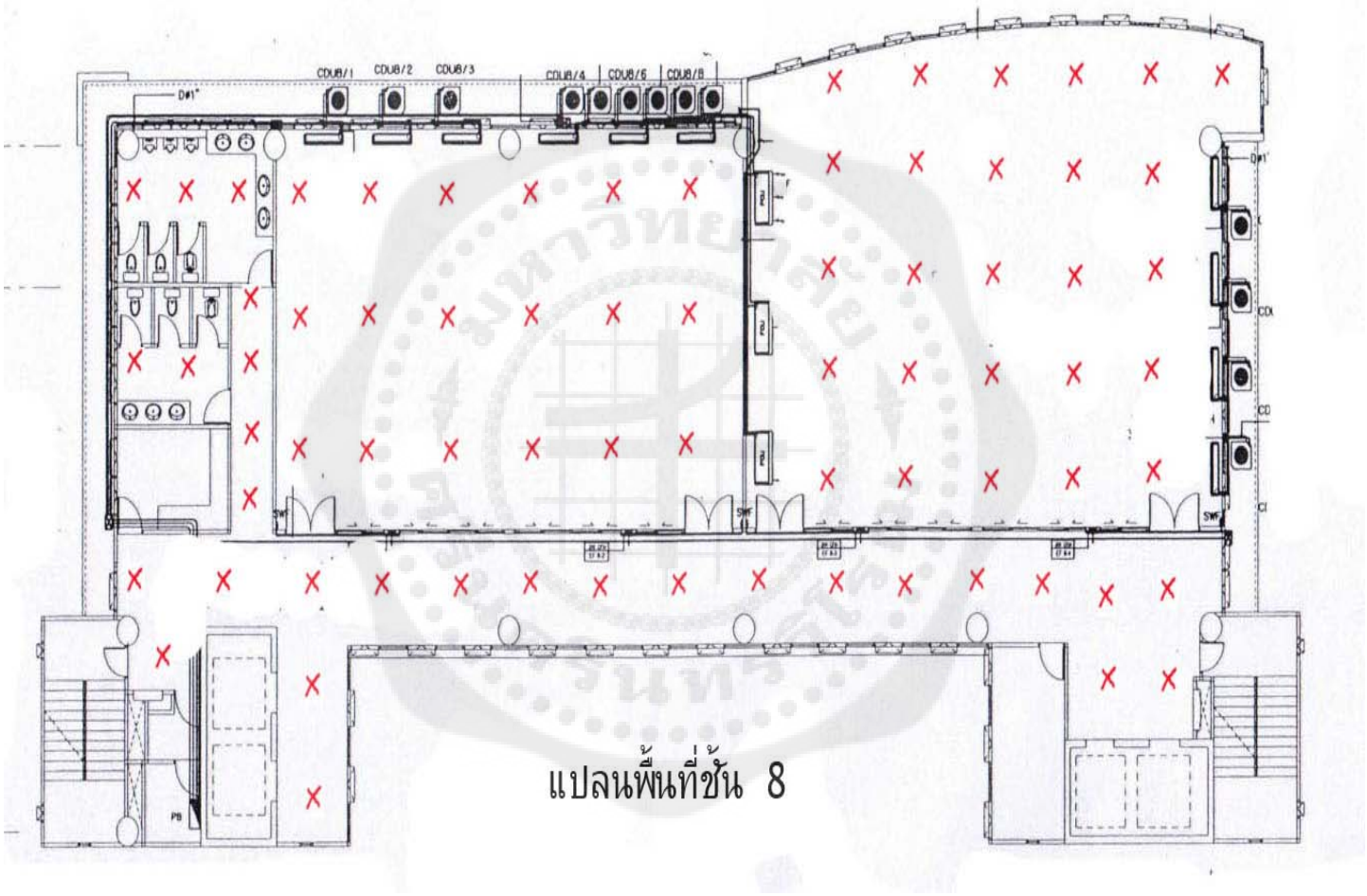
รูป ค.3แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 4



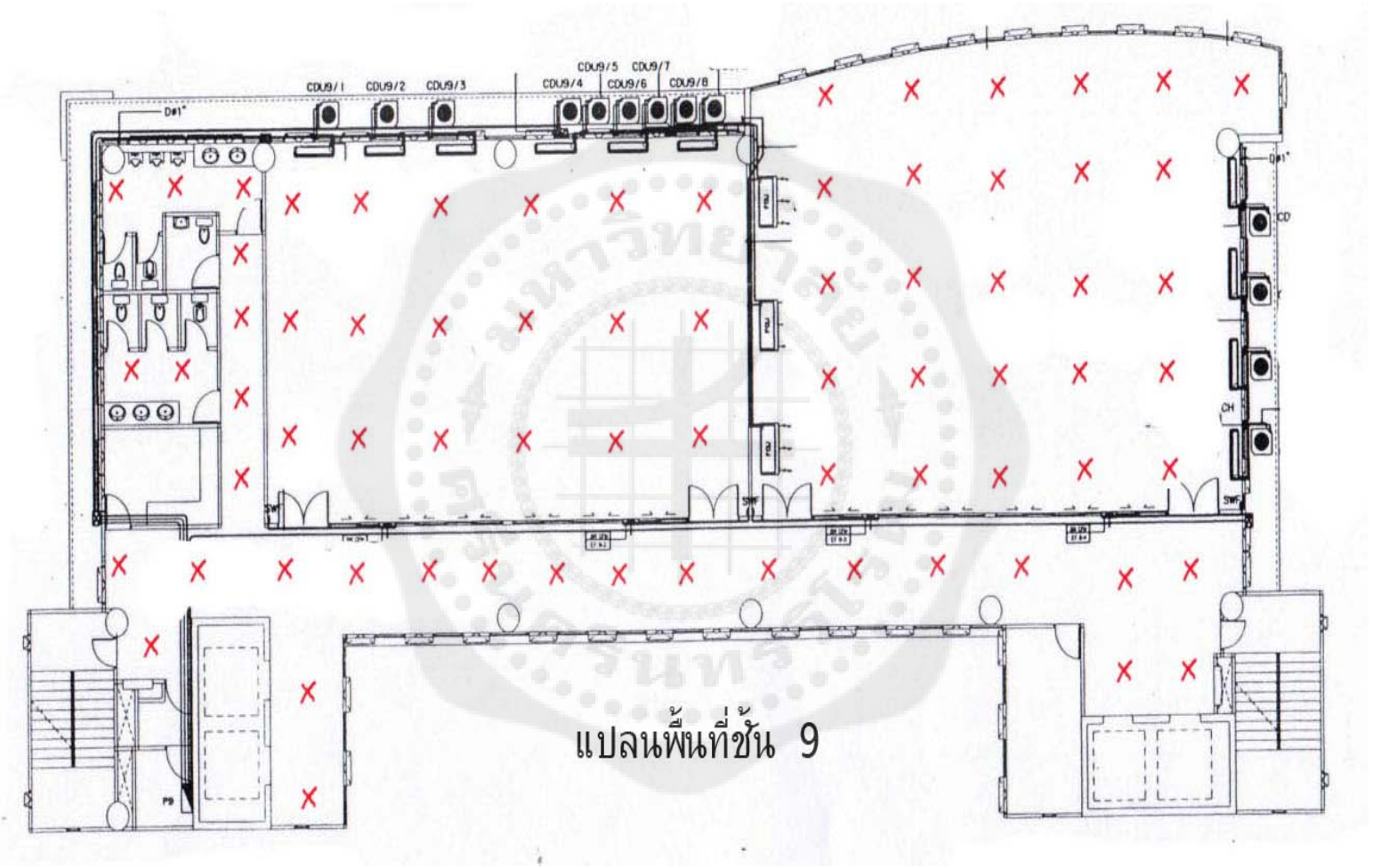
รูป ค.4แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 5



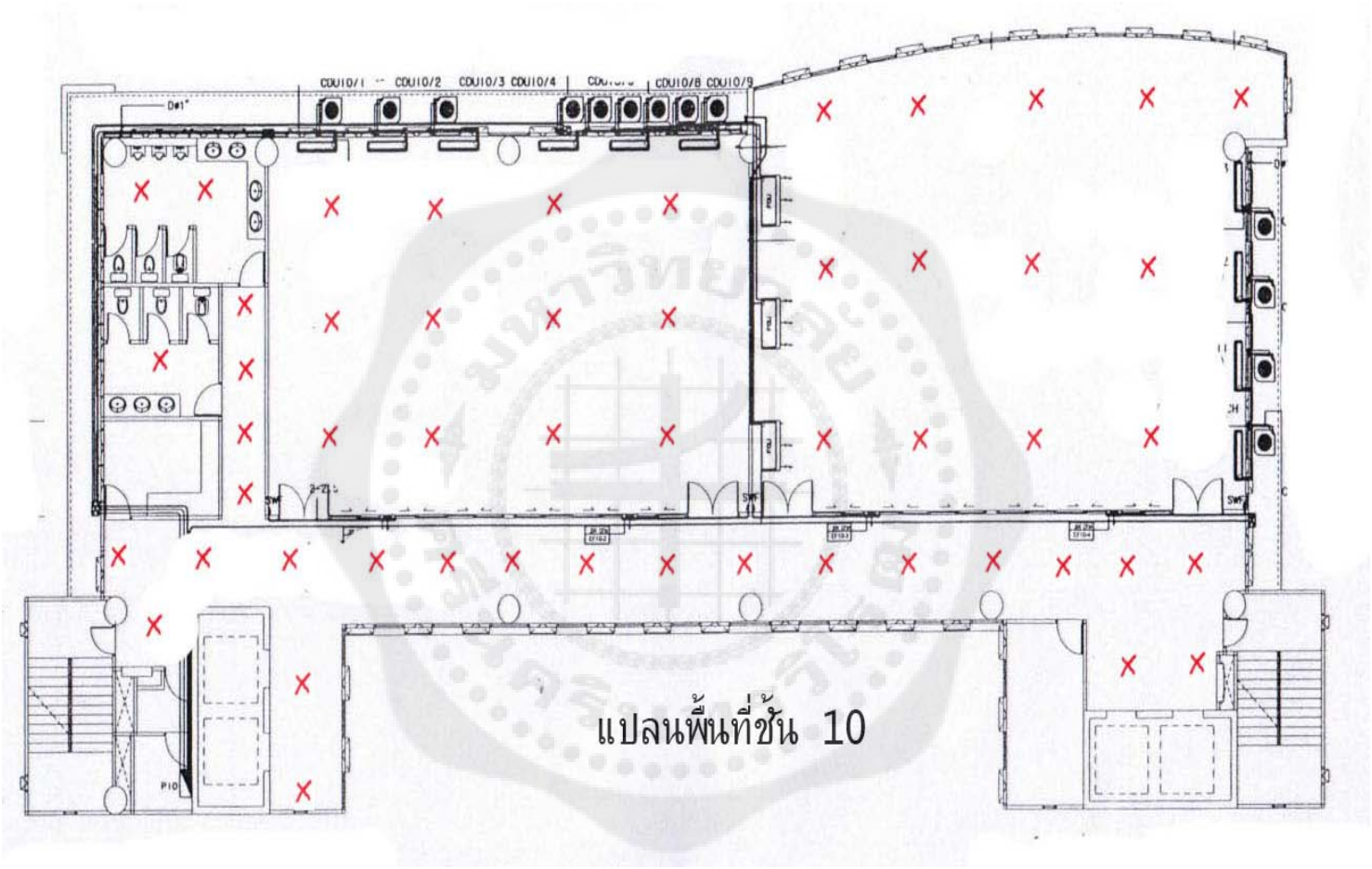
รูป ค.5แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 6



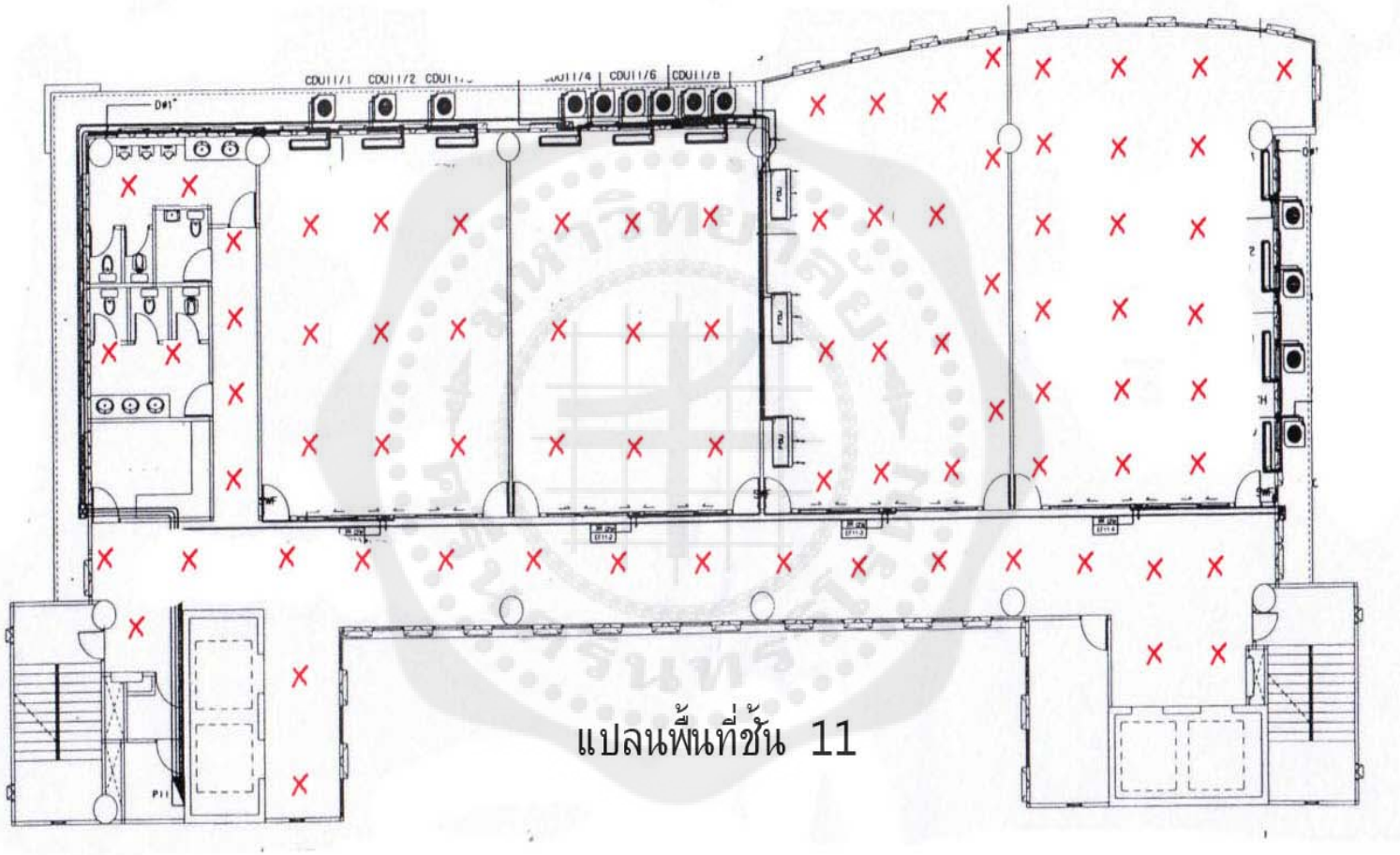
รูป ค.6แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 8



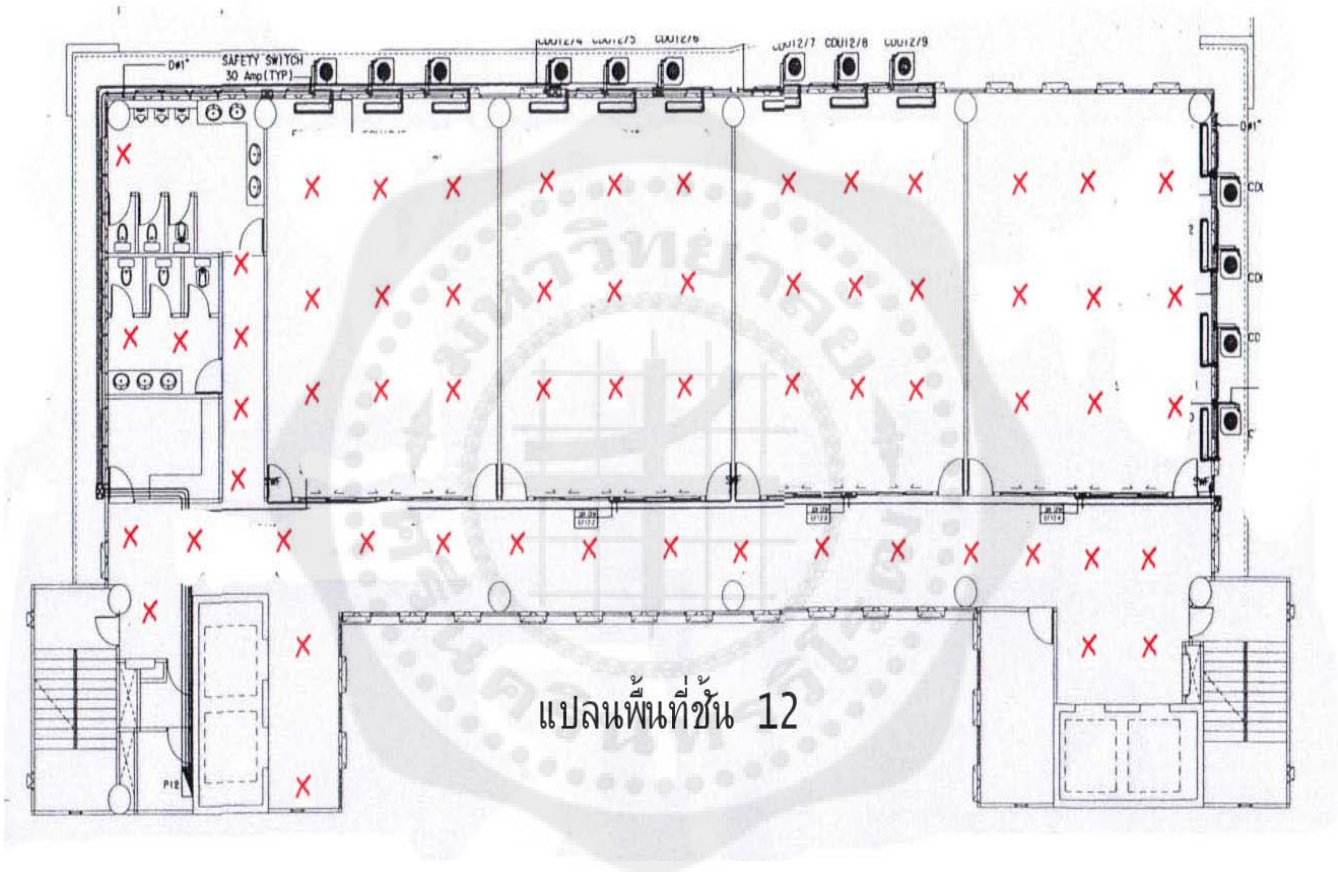
รูป ค.7แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 9



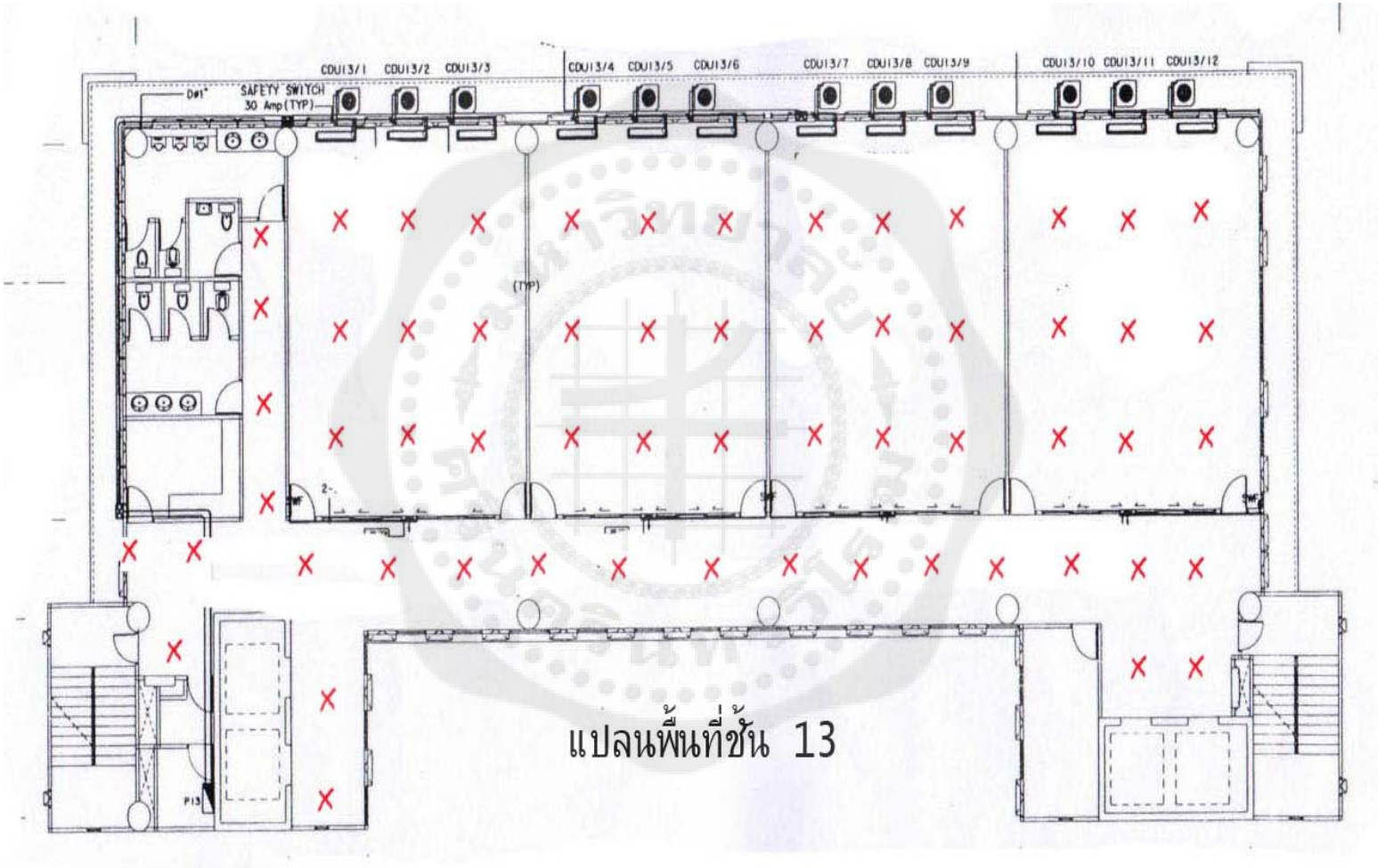
รูป ค.8แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 10



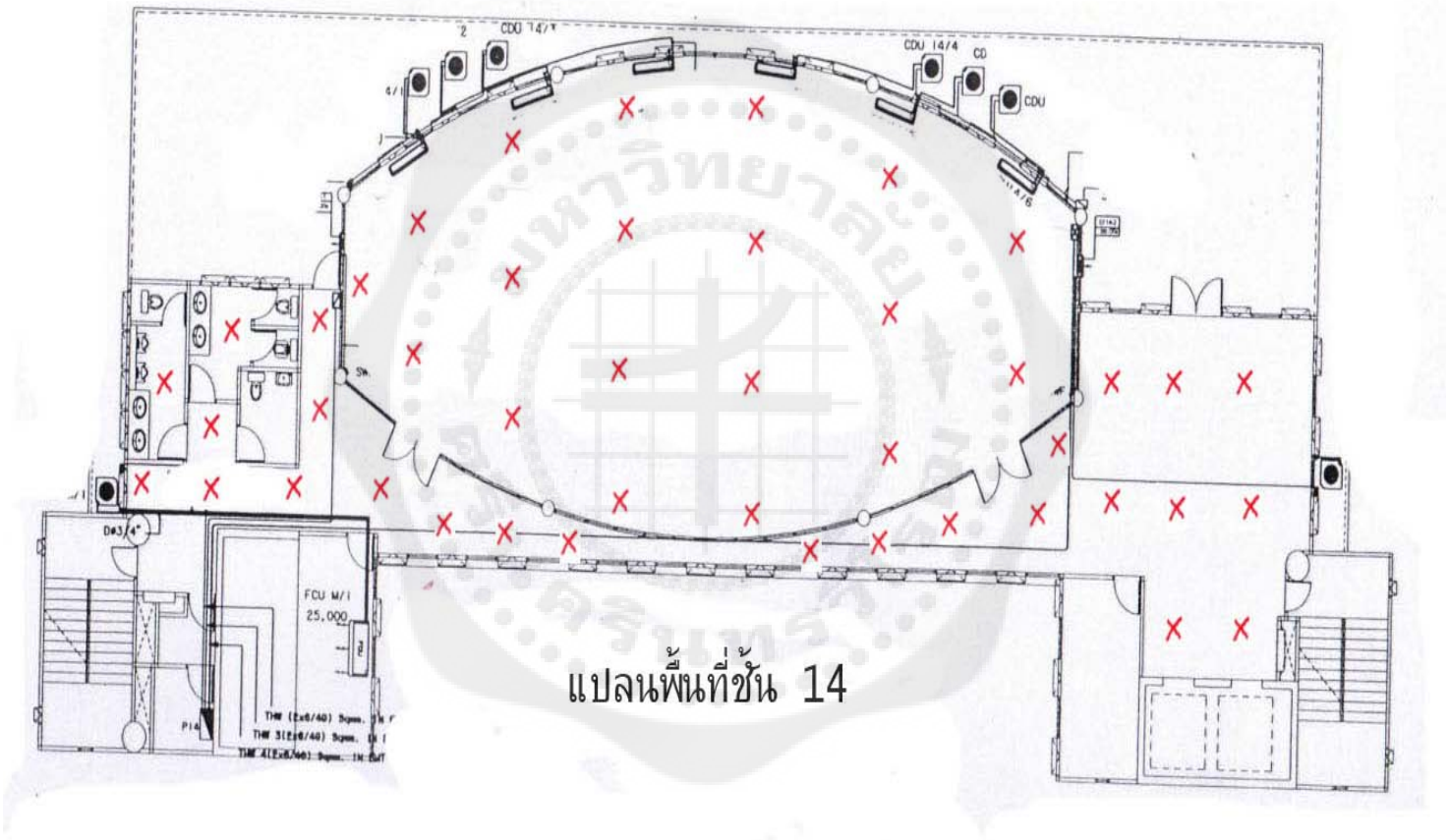
รูป ค.9แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 11



รูป ค.10แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 12



รูป ค.11แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 13



รูป ค.12แสดงจุดตรวจวัดค่าความส่องสว่างแปลนพื้นที่ชั้น 14

ประวัติย่อนิสิตผู้ทำโครงงาน

ชื่อ-สกุล นางสาวดีนา ฟักประเสริฐ

วัน เดือน ปีเกิด 10 กรกฎาคม 2535

สถานที่เกิด โรงพยาบาลซาลามะห์ เมืองเจดดาห์ ประเทศซาอุดิอาระเบีย

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 12 ซอยอ่อนนุช17 แยกสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

โทรศัพท์ 08-1713-6659

E-mail bobonine@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2548	โรงเรียนเกษมพิทยา กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2551	โรงเรียนสายน้ำผึ้งในพระอุปถัมภ์ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2557	กำลังศึกษาระดับ ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

ประวัติย่อนิสิตผู้ทำโครงงาน

ชื่อ-สกุล นางสาวมาริษา คงเจริญ

วัน เดือน ปีเกิด 26 กันยายน 2535

สถานที่เกิด โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราช
องค์ที่ 17จังหวัดสุพรรณบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 98 ซอยเพชรเกษม51
แขวงหลักสองเขตบางแค
กรุงเทพมหานคร 10160

โทรศัพท์ 08-8098-5006

E-mail boom_eepower@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2548 โรงเรียนปัญญาวรคุณ กรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2551 โรงเรียนปัญญาวรคุณ กรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2557 กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

ประวัติย่อนิสิตผู้ทำโครงงาน

ชื่อ-สกุล นางสาวสุพัฒตรา ปริภัสสร

วัน เดือน ปีเกิด 27 มีนาคม 2536

สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 3/19 ถนนแสงราษฎรใต้
ตำบลชุมแสงอำเภอชุมแสง
จังหวัดนครสวรรค์ 60120

โทรศัพท์ 08-7356-7273

E-mail pongko27@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2548 โรงเรียนชุมแสงชนูทิศ จังหวัดนครสวรรค์

พ.ศ. 2551 โรงเรียนชุมแสงชนูทิศ จังหวัดนครสวรรค์

พ.ศ. 2557 กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์