การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

AN ANALYSIS OF ELECTRICAL CONSERVATION IN M.L.PINMALAKUL SERVICE BUILDING, SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY.

นายจิรเมธ ศรียาชีพ

นางสาวชนากานต์ เที่ยงทัด

นางสาวศิริศาสตร์ บุตรศาสตร์

โครงงานวิศวกรรมไฟฟ้านี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

แขนงวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2556

การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

AN ANALYSIS OF ELECTRICAL CONSERVATION IN M.L.PIN MALAKUL SERVICE BUILDING, SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY.

นายจิรเมธ ศรียาชีพ

นางสาวชนากานต์ เที่ยงทัด

นางสาวศิริศาสตร์ บุตรศาสตร์

โครงงานวิศวกรรมไฟฟ้านี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

แขนงวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2556

หัวข้อโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า

เรื่อง การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

โดย	นายจิรเมธ ศรียาชีพ
	นางสาวชนากานต์ เที่ยงทัด
	นางสาวศิริศาสตร์ บุตรศาสตร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อนุมัติให้นับโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.เวคิน ปียรัตน์)

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.คมกฤษ ประเสริฐวงษ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ธนาธิป สุ่มอิ่ม)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ)

การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2556

โดย
นายจิรเมธ ศรียาชีพ
นางสาวชนากานต์ เที่ยงทัด
นางสาวศิริศาสตร์ บุตรศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ

บทคัดย่อ

โครงงานวิศวกรรมไฟฟ้านี้เป็นการศึกษาเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ มาสร้างมาตรการต่างๆซึ่งจะเป็นแนวทางต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารในอนาคต โดยทำการปรับปรุงระบบไฟฟ้าต่างๆให้มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้ได้มากที่สุด

จากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุลทำให้สามารถแยกการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลักๆภายในอาคารเป็นระบบต่างๆได้ดังนี้ 1) ระบบแสงสว่าง 2) ระบบปรับอากาศ 3) ระบบขนส่งและอุปกรณ์เครื่องจักรเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร ซึ่งเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมาก ด้วยสาเหตุนี้จึงจำเป็นต่อการนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารมาทำการวิเคราะห์เพื่อหามาตรการต่างๆช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

มาตรการการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการวิเคราะห์ ทำให้ทราบผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจนว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมาก เช่น การเปลี่ยนหลอด FLT-8 ขนาด 36 W เป็นหลอด LED Tube T-8 ขนาด 20W และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบต่างๆเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ให้มากยิ่งขึ้น เป็นต้น

คำสำคัญ: การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า/มาตรการการประหยัดพลังงานไฟฟ้า/ ระบบแสงสว่าง/ ระบบปรับอากาศ/ ระบบขนส่ง

AN ANALYSIS OF ELECTRICAL CONSERVATION IN M.L.PIN MALAKUL SERVICE BUILDING, SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY.

Academic Year 2013

By Project Report

Mr.Jiramet Sriyacheep

Mrs. Chanakan Thieangtad

Mrs. Sirisart Butsart

Advisor

Asst. Prof. Dr. PathomthatChiradeja

ABSTRACT

The purpose of this project is to analyze the usage of electrical energy in M.L. Pin Malakul Service Building, Srinakharinwirot University. The analysis of energy data will be used to measure the energy conservation methods.The energy data shown that the main usage energy came from lighting, air-conditioning, escalator and elevator system.The results clearly shown that by replacing all conventional light source, the energy usage for electrical can be reduced dramatically.In addition, by reduce the temperature of chilled water of air-conditioningsystem, the usage energy is also reduced.

With the concern of electrical energy pricing as well as the environmental impact, those methods should be under consideration by university.

Keyword : Electrical Conservation/ Energy Saving Measures/ Lighting System/ Air-conditioning System/ Transport System

กิตติกรรมประกาศ

ทางผู้จัดทำโครงงานนี้ต้องขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและเป็นผู้ที่ชี้แนะแนวทางและสอนแนวคิดในการทำงาน จนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณสำนักงานรับผิดชอบดูแลอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล และเจ้าหน้าที่ภายในสำนักงานทุกคน ที่อนุเคราะห์ให้เข้าใช้สถานที่ เพื่อทำการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้า และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีและขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่ค่อยให้คำปรึกษาและอบรมสั่งสอนวิชาความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้า ให้เราได้มีความรู้ ความสามารถพร้อมที่ออกไปเป็นวิศวกรไฟฟ้าที่ดี เพื่อช่วยพัฒนาประเทศชาติให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

สุดท้ายขอขอบพระคุณ พ่อ-แม่ ที่ได้อบรมสั่งสอน เลี้ยงดูเรามาจนเติบใหญ่ และคอยเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตโครงงานวิศวกรรม	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนและแนวทางการดำเนินการวิจัย	2
1.6 ระยะเวลาการทำโครงงาน	4
บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน	5
2.2 กระบวนการประหยัดพลังงาน	6
2.3 ระบบแสงสว่าง	7
2.3.1 ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux :φ)	7
2.3.2 ประสิทธิผลการส่องสว่าง (Efficacy)	7
2.3.3 ความเข้มการส่องสว่าง(Luminous Intensity: I)	8
2.3.4 ความส่องสว่าง (Illuminance : E)	8
2.3.5 ความสว่าง (Luminance: L)	9
2.3.6 การคำนวณความส่องสว่างแบบลูเมน (Lumen Method)	10
2.3.7 วิธีการวัดค่าความส่องสว่างของพื้นที่ทำงาน	11
2.3.8 แนวทางการจัดการค่าตัวแปรที่มีผลต่อการอนุรักษ์พลังงานด้านแสงสว่าง	12
2.3.9 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลอดไฟ	13

สารบัญ(ต่อ)

2.4 ระบบปรับอากาศ 17

2.4.1 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System) 17

2.4.2 วัฏจักรของการทำความเย็น(Refrigeration Cycle) 18

2.4.3 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) 18

2.4.4 ระบบปรับอากาศแบบชุดหรือแพ็คเกจ (Package) 18

2.4.5 ระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น(Chiller) 19

2.4.6 ประสิทธิภาพระบบปรับอากาศ 22

2.5 ลิฟต์และบันไดเลื่อน 23

2.5.1 ลิฟต์ระบบไฟฟ้า 23

2.5.2 ลิฟต์ระบบไฮดรอลิค (Hydraulic) 24

2.5.3 บันไดเลื่อน 24

2.5.4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์และบันไดเลื่อน 25

2.5.5 แนวทางการประหยัดพลังงานของระบบลิฟต์ 27

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 29

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 29

บทที่ 4 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร 31

4.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะอาคาร 31

4.1.1 ข้อมูลทั่วไป 31

4.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง 32
ภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

4.2.1 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง 32

4.2.2 รายละเอียดตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าใน 32
ระบบแสงสว่าง

4.2.3 การคำนวณหาค่าความสว่าง 46

4.3 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศ 48
ภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

4.3.1 รายละเอียดการตรวจวัดระบบทำความเย็น (Cooling Tower) 48

สารบัญ(ต่อ)

4.3.2 รายละเอียดการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศ (Split Type) 52
4.4 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าระบบขนส่ง 53
ภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล
4.4.1 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์โดยสาร 53
4.4.2 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์ขนของ 56
4.4.3 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในบันไดเลื่อนโดยสาร 59

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 61
5.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง 61
5.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ 62
5.3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟต์โดยสาร 64
5.4 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบบันไดเลื่อนโดยสาร 65
5.5 สรุปผลการดำเนินการ 66
5.6 ปัญหาการดำเนินงาน 68
5.7 ข้อเสนอแนะ 69

เอกสารอ้างอิง 70
ภาคผนวก 71

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการทำโครงงาน	4
ตารางที่ 2.1 ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง และ ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอดไฟ	8
ตารางที่ 2.2 ค่าความส่องสว่างกับพื้นที่และกิจกรรมประเภทต่างๆ	9
ตารางที่ 2.3 สรุปลักษณะการใช้งานของเครื่องปรับอากาศแบบต่างๆ	21
ตารางที่ 4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	32
ตารางที่ 4.2 แสดงรายระเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร	33
ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร	35
ตารางที่ 4.4 แสดงรายระเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม	37
ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 16-17 SWUTEL HOTEL	39
ตารางที่ 4.6 แสดงรายระเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 10MEIJI UNIVER	41
ตารางที่ 4.7 แสดงรายระเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร	43
ตารางที่ 4.8 แสดงรายละเอียดระบบแสงสว่างห้องน้ำหญิง-ห้องน้ำชายชั้น 2-15 ส่วนพื้นที่ ส่วนกลาง	44
ตารางที่ 4.9 รายละเอียดข้อมูลของเครื่องส่งลมเย็น (AIR HANDLING UNIT)	48
ตารางที่ 4.10 รายละเอียดข้อมูลของเครื่องจักรในระบบทำความเย็น	51
ตารางที่ 4.11 แสดงจำนวนเครื่องปรับอากาศภายในชั้น 16-17SWUTEL HOTEL	52
ตารางที่ 4.12 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าในลิฟต์ในแต่ละชั้น	55
ตารางที่ 4.13 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าในลิฟต์ในแต่ละชั้น	58
ตารางที่ 5.1 แสดงการลงทุนการเปลี่ยนหลอดไฟภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล	62
ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังปรับลดเวลาทำการ	63
ตารางที่ 5.3 แสดงการใช้พลังงานก่อนและหลังของอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล	67
ตารางที่ 5.4 แสดงค่าไฟฟ้าก่อนและหลังของอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล	68
ตาราง ก1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร	72
ตาราง ก2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม	73
ตาราง ก3 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 6 คลินิกกายภาพบำบัด	74

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง ก4 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 10 MEIJI UNIVERSITY 78
ตาราง ก5 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 11 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม 79
ตาราง ก6 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 12 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม 80
ตาราง ก7 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 13 สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ 81
ตาราง ก8 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 15 ศูนย์บริการวิชาการ 84
ตาราง ก9 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 2 SWUTEL HOTEL 85
ตาราง ก10 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 2 SWUTEL HOTEL 87
ตาราง ก11 แสดงรายละเอียดระบบปรับอากาศแบบ AHU 90
ตาราง ก12 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรของระบบปรับอากาศ Water-Cooled Condenser 91
ตาราง ก13 แสดงรายรายละเอียดเครื่องจักรระบบปรับอากาศ COOLING 92
ตาราง ก14 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรระบบปรับอากาศ CONDENSER 93
ตาราง ก15 แสดงรายละเอียดระบบปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE (SWUTEL) 94
ตาราง ข1 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร 96
ตาราง ข2 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม 97
ตาราง ข3 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 6 คลินิกกายภาพบำบัด 100
ตาราง ข4 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 10 MEIJI UNIVERSITY 102
ตาราง ข5 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 11 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม 103

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง ข6 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 12 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม 104
ตาราง ข7 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 13 สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ 105
ตาราง ข8 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 15 ศูนย์บริการวิชาการ 107
ตาราง ข9 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 16 SWUTEL HOTEL 108
ตาราง ข10 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 17 SWUTEL HOTEL 110

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงาน	30
ค1 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร ขนาดพื้นที่ 677.0 ตร.ม	112
ค2 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม ขนาดพื้นที่ 789.0 ตร.ม	113
ค3 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 6 คลินิกกายภาพบำบัด ขนาดพื้นที่ 688.0 ตร.ม	114
ค4 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 10 MEIJI UNIVERSITY ขนาดพื้นที่ 592.0 ตร.ม	115
ค5 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 11 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม ขนาดพื้นที่ 592.0 ตร.ม	116
ค6 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 12 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม ขนาดพื้นที่ 592.0 ตร.ม	117
ค7 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 13 สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ ขนาดพื้นที่ 731.0 ตร.ม	118
ค8 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 15 ศูนย์บริการวิชาการ ขนาดพื้นที่ 733.0 ตร.ม	119
ค9 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 16 SWUTEL HOTEL ขนาดพื้นที่ 744.6 ตร.ม (ไม่ระบุตำแหน่งโคมไฟตั้งโต๊ะ)	120
ค10 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 17 SWUTEL HOTEL ขนาดพื้นที่ 744.6 ตร.ม (ไม่ระบุตำแหน่งโคมไฟตั้งโต๊ะ)	121

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นอย่างมากในปัจจุบันซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และแหล่งกำเนิดพลังงานมีค่อนข้างกำจัด ในปัจจุบันได้พบตัวเลขข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การใช้เทคโนโลยีให้ประหยัดพลังงานต้องคำนึงถึงการประโยชน์ที่ได้รับ และผู้ใช้ต้องเห็นความสำคัญของพลังงานซึ่งในปัจจุบันเรากำลังเผชิญกับปัญหาราคาพลังงานที่เพิ่มสูงขึ้น

สำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารขนาดใหญ่นั้น มีการใช้ไฟฟ้าในปริมาณที่ค่อนข้างสูงมาก ส่วนใหญ่จะใช้กับระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง ระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆภายในอาคาร ซึ่งจำเป็นต่อการใช้งานเพื่อการให้บริการและความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้บริการภายในอาคาร

ดังนั้นจากแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าทำให้เห็นการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในระบบอุปกรณ์ต่างๆในอาคาร โดยไม่จำเป็นจำนวนมาก การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันถือว่ามีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกฝ่ายจะต้องร่วมมือกันอย่างจริงจังเพราะปัจจุบันต้นทุนที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้านับวันยิ่งหายากและราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ การใช้ไฟฟ้าควรใช้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดให้มากที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้ช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานค่าใช้จ่ายภายในสำนักงาน ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากแหล่งที่ใช้และผลิตพลังงานด้วย

ทั้งนี้ทางผู้จัดทำโครงงานได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้น จึงมีความสนใจจัดทำโครงงาน“ การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ” โดยทำการสำรวจและศึกษาแนวทางพร้อมทั้งกำหนดและวางมาตรการการจัดการพลังงานให้เหมาะสมเพื่อที่จะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

1.2.3 เพื่อใช้ข้อมูลเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการระบบต่างๆภายในอาคารให้เกิดประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้มากที่สุด

1.2.4 เพื่อเป็นข้อมูลเชิงวิเคราะห์มาตรการการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่นมาลากุล

1.3 ขอบเขตโครงงานวิศวกรรม

1.3.1 สำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบต่างๆภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

1.3.2 วิเคราะห์และกำหนดมาตรการการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร

1.3.3 วิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อน-หลัง การวางแผนกำหนดแนวทางและกำหนดมาตรการการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายใน

1.3.4 ประเมินความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และความต้องการของการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ทราบถึงการใช้พลังงานที่แท้จริงภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล ซึ่งจะเป็นข้อมูลเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานหรือค่าที่ควรใช้

1.4.2 สามารถดำเนินการจัดการพลังงานการปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

1.4.3 สามารนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาเป็นแนวทางในการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารอื่นๆในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ต่อไป

1.4.4 ช่วยลดรายจ่ายภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

1.4.5 สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และสร้างจิตสำนึกด้านการประหยัดพลังงานให้แก่บุคลากรภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

1.5 ขั้นตอนและแนวทางการดำเนินการวิจัย

1.5.1 การรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน

เวลาทำงานของอาคารแต่ละชั้น

1.5.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนามโดยละเอียด

การสำรวจข้อมูลภาคสนามโดยละเอียด จะทำการสำรวจและตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบต่างๆประกอบด้วยข้อมูล และรายละเอียดต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

1.5.2.1 สำรวจระบบแสงสว่าง จำพวกหลอดไฟ โคมไฟ และบัลลาสต์

1.5.2.2 สำรวจระบบปรับอากาศที่ใช้ภายในอาคาร

1.5.2.3 สำรวจระบบขนส่ง เช่น ลิฟต์และบันไดเลื่อน

1.5.2.4 รายชื่อ และขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.5.2.5 บิลอัตราค่าไฟฟ้า

1.5.2.6 การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละระบบของอาคาร เพื่อเทียบสัดส่วนกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในอาคาร

1.5.2.7 ข้อมูลจำเพาะ และราคาอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อการประหยัดพลังงาน

1.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ระบบการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศระบบแสงสว่าง และระบบขนส่งที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานรวมถึงการปรับปรุงและปรับเปลี่ยนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

1.6 ระยะเวลาการทำโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการทำโครงงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2556						2557	
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโครงงาน								
2. วางแผนการจัดทำโครงงาน								
3. จัดทำโครงร่างโครงงาน								
4.ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง								
5. ศึกษาข้อมูลของอาคาร								
6. สำรวจและเก็บข้อมูลแต่ละชั้น								
7. คำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคารในแต่ละชั้น								
8. วิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคารในแต่ละชั้น								
9. สรุปผลการดำเนินงาน								

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในโครงงาน “การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ” ได้ศึกษาแนวคิดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าและทฤษฎีต่างๆที่นำมาประกอบเป็นความรู้ในการทำโครงงาน ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร มีหลายระบบ เช่น ระบบแสง-สว่างระบบปรับอากาศและระบบขนส่ง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน

รายได้ประชากรร้อยละ 60 ของประเทศไทย ขึ้นกับประสิทธิภาพการผลิตและความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมเกษตร ในแง่มุมของการใช้พลังงานภาคอุตสาหกรรมจัดว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีส่วนแบ่งการใช้พลังงานมากที่สุด ในขณะเดียวกัน ก็มีศักยภาพในเชิงพลังงานหมุนเวียนมากที่สุดด้วย หากมีการดำเนินนโยบายด้านพลังงานที่เหมาะสมสามารถที่จะลดการใช้พลังงานและนำวัสดุต่างๆ มาผลิตเป็นพลังงานทดแทนได้

การอนุรักษ์พลังงานคือการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดการอนุรักษ์พลังงานนอกจากจะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นการประหยัด ค่าใช้จ่ายในกิจการแล้วยังจะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากแหล่งที่ใช้และผลิตพลังงานด้วย (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551)

การอนุรักษ์พลังงานเป็นวัตถุประสงค์หลักภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ที่กำหนดให้กลุ่มเป้าหมายคือ อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม ต้องจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ข้อมูล บุคลากร แผนงาน เป็นต้นเพื่อนำไปสู่การอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายและกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานนี้ยังใช้เป็นกรอบและแนวทางปฏิบัติในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้ดียิ่งขึ้น ผู้ที่จะอยู่ภายใต้กฎหมายฉบับนี้และมีหน้าที่ต้องดำเนินการตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 นั้น จะถูกเรียกว่า "อาคารควบคุม" หรือ "โรงงานควบคุม" แล้วแต่กรณี โดยจะเน้นไปที่อาคารและโรงงานที่มีการใช้พลังงานในปริมาณที่มากและมีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน โดยจะประกาศออกมาเป็นพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมมาใช้บังคับอาคารหรือโรงงานจะเข้าข่ายเป็นอาคารควบคุมหรือโรงงานควบคุมนั้น

โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมในโรงงานอุตสาหกรรมควบคุมด้วยเทคนิคการจัดการโดยมุ่งเน้นที่ผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน เพราะว่า “คน” เป็นทรัพยากรที่สำคัญที่จะทำให้ เกิดการประหยัดพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการนำหลักวิชาวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering: VE) มาประยุกต์ใช้ให้มีการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า เพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรอุปกรณ์ เช่น

2.1.1 มาตรการการดูแลรักษาเบื้องต้น โดยการเอาใจใส่ดูแลการใช้พลังงานในสภาวะปกติ ให้มีการรั่วไหลและสูญเปล่าน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่าย ลงทุนน้อย และมีระยะเวลาคืนทุนสั้น

2.1.2 มาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในเวลากลางวัน โดยการนำแสงธรรมชาติมาใช้งาน

2.1.3 มาตรการถอดหลอดไฟฟ้าแสงสว่างที่มีค่าส่องสว่างเกินมาตรฐานรวมถึงการจัดกลุ่มสวิทซ์ เปิด/ปิด ไฟฟ้าแสงสว่างให้เหมาะสมและตรงจุดกับบริเวณที่ใช้งาน

2.1.4 มาตรการซ่อมแซมรอยรั่วในระบบอากาศอัด

2.1.5 มาตรการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต เช่น มาตรการลดการเดินเครื่องตัวเปล่า (Idle Time) มาตรการลดของเสียจากกระบวนการผลิต และอื่นๆ ซึ่งมาตรการดังกล่าวสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของสถานประกอบการได้ประมาณ 10-20 % ของศักยภาพการประหยัดพลังงาน

ปัจจัยสำคัญในการดำเนินโครงการให้บรรลุเป้าหมาย คือ การที่ทุกคนในองค์กรตระหนักถึงความสำคัญและร่วมแรงร่วมใจกันอนุรักษ์พลังงาน ทำให้โรงงานประสบความสำเร็จในการดำเนินการเป็นอย่างดี ซึ่งถือได้ว่าเป็นความยั่งยืนของการอนุรักษ์พลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง

2.2 กระบวนการประหยัดพลังงาน

กระบวนการประหยัดพลังงานเป็นขั้นตอนในการนำเทคนิคประหยัดพลังงานไปใช้ ดังนั้นถึงแม้ว่าเราจะมีเทคนิคแต่ไม่สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประหยัดพลังงานก็จะไม่สัมฤทธิ์ผลไม่ดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งขบวนการประหยัดพลังงานประกอบไปด้วย

2.2.1 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงาน เป็นการเริ่มต้นของการประหยัดพลังงาน

2.2.2 ตรวจสอบการใช้พลังงาน เป็นการตรวจสอบลักษณะการใช้พลังงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงาน

2.2.3 วิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงาน เป็นการเลือกใช้เทคนิคการประหยัดพลังงานที่เหมาะสม

2.2.4 วิเคราะห์การเงินประเมินว่าเทคนิคการ ประหยัดพลังงานมีผลการตอบแทนทางการเงินที่คุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่

2.2.5 กำหนดเป้าหมาย แผน และการลงทุนนำศักยภาพในการประหยัดของเทคนิคการประหยัดพลังงานมากำหนดเป้าหมาย หลังจากนั้นนำเป้าหมายนั้นมาจัดทำแผนและวิธีการลงทุนที่เหมาะสม แล้วจึงทำการดำเนินการประหยัดพลังงาน

2.3 ระบบแสงสว่าง

ตัวแปรหน่วยวัดทางระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามลักษณะการใช้งานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าแสงสว่าง

2.3.1 ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux :φ)

กำลังงานแสงทั้งหมดที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดแสงใน1วินาทีคูณด้วยตัวคูณค่าความไวของตามนุษย์ มีหน่วยเป็นลูเมน (lumen) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\phi = 638 \int_{380}^{780} P_\lambda V_\lambda \, d\lambda \qquad (2.1)$$

โดยที่ ϕ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)

λ คือ ความยาวคลื่นแสง (m)

P_λ คือ กำลังงานของแสงที่ความยาวคลื่น λ เมตร

V_λ คือ ความไวของตามนุษย์ที่ความยาวคลื่น λ เมตร

2.3.2 ประสิทธิผลการส่องสว่าง (Efficacy)

อัตราส่วนของปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงต่อ กำลังไฟฟ้า (วัตต์) ที่ป้อนให้แก่หลอด มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อวัตต์ ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$Efficacy = \frac{\phi}{P} \qquad (2.2)$$

ตารางที่ 2.1 ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง และ ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า

ชนิดหลอดไฟ	ฟลักซ์การส่องสว่าง	ประสิทธิผลการส่องสว่าง
หลอดอินแคนเดสเซนต์	1380	13.8
หลอดฟลูออเรสเซนต์	2650	73.6
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	1200	60
หลอดโซเดียมความดันสูง	48000	120
หลอดโซเดียมความดันต่ำ	32500	180.6
หลอดปรอทความดันสูง	6700	53.6
หลอดเมทัลฮาไลด์	155000	86.1

ที่มา : เว็บไซต์สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน

2.3.3 ความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity: I) คือความหนาแน่นของฟลักซ์ส่องสว่างในทิศทางหนึ่ง (ปริมาณแสงต่อมุมตัน) มีหน่วยเป็นแคนเดลา (cd) ดังแสดงได้ในสมการ

$$I = \frac{d\phi}{d\omega} \tag{2.3}$$

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

2.3.4 ความส่องสว่าง (Illuminance : E)

ปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วยหรือฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วยมีหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางเมตรหรือลักซ์ (lux, lx) ซึ่งค่าความส่องสว่างนี้คำนวณได้จากสมการ

$$E = \frac{\phi}{A} \tag{2.4}$$

$$E_A = \frac{\mathrm{I}}{H^2} \tag{2.5}$$

โดยที่ H คือ ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดแสงหรือดวงโคมถึงพื้นที่ (m)

E_A คือ ความส่องสว่างที่จุด A (lux , lx)

ตารางที่ 2.2 ค่าความส่องสว่างกับพื้นที่และกิจกรรมประเภทต่างๆ

ค่าความส่องสว่าง (Lux)	พื้นที่และกิจกรรม
20-30-50	ทางเดินและพื้นที่ใช้งานภายนอก
50-100-150	ทางเดินภายใน
100-150-200	ห้องที่ไม่ได้ใช้ทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน
200-300-500	งานที่ไม่ใช้สายตามากนัก
300-500-750	งานที่ใช้สายตาปานกลางเช่นงานสำนักงาน
500-750-1000	งานที่ใช้สายตามากเช่นงานเขียนแบบ
750-1000-1500	งานที่ใช้สายตามากๆเช่นงานประกอบชิ้นส่วนเล็ก
1000-1500-2000	งานที่ใช้สายตามากเป็นพิเศษเช่นงานชิ้นส่วนเล็กมาก
มากกว่า 2000	งานที่ใช้สายตาเพื่อการทำงานอย่างพิถีพิถันเช่นผ่าตัด

ที่มา : เว็บไซต์สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน

2.3.5 ความสว่าง (Luminance: L)

ความเข้มการส่องสว่างจากพื้นผิวในทิศทางที่กำหนดต่อพื้นที่ผิวที่ปรากฏหรือหมายถึงความสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุมีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตร(cd/m^2)

$$L = \frac{I}{A_P} \tag{2.6}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความส่องสว่าง (E) และความสว่าง (L) แสดงได้ดังสมการ

$$L = \frac{\rho c}{\pi} \tag{2.7}$$

โดยที่ ρ คือ สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุ

E คือ ความส่องสว่าง (lux)

การวัดค่าความส่องสว่างจะใช้เครื่องมือวัดเรียกว่าลักซ์มิเตอร์ (Lux meter) และวัดความสว่างจะใช้เครื่องมือวัดเรียกว่าลูมิแนนซ์มิเตอร์ (Luminance meter)

2.3.6 การคำนวณความส่องสว่างแบบลูเมน (Lumen Method)

เหมาะสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในบริเวณที่ต้องการความสม่ำเสมอของแสงทั่วทั้งพื้นที่เช่นสำนักงานสถาบันการศึกษาหรือโรงเรียนเป็นต้นซึ่งการคำนวณแบบลูเมนนี้จะรวมผลของการสะท้อนแสงของเพดานกำแพงและพื้นด้วยซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$E = \frac{n \times \phi \times MF \times UF}{A} \tag{2.8}$$

โดยที่ E คือ ค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (lux)

n คือ จำนวนโคม

ϕ คือ ฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดต่อโคม (lm)

MF คือ ตัวประกอบการบำรุงรักษา (Maintenance Factor)

UF คือ ตัวประกอบการใช้งานของโคม (Utilization Factor)

A คือ พื้นที่ (m^2)

ค่าตัวประกอบการบำรุงรักษาเป็นค่าที่ขึ้นเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษาหลอดไฟฟ้าหลอดไฟที่ไม่ได้ทำความสะอาดจะมีฝุ่นละอองมาเกาะมีผลทำให้แสงที่ออกมาจากโคมมีปริมาณลดน้อยลงนอกจากนี้แล้วปริมาณแสงที่ลดลงขึ้นอยู่กับความเสื่อมของหลอดไฟ (Lamp Lumen Depreciation: LLD) และเนื่องมาจากความสกปรกของโคมไฟ (Luminaire Dirt Depreciation: LDD) อีกด้วย

2.3.7 วิธีการวัดค่าความส่องสว่างของพื้นที่ทำงาน

ในการวัดค่าความส่องสว่าง(E) ของพื้นที่ทำงานเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งเมื่อเราต้องการประหยัดเพราะเนื่องจากบางครั้งเราอาจละเลยว่าการเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆที่ประหยัดพลังงานเช่น หลอดไฟบัลลาสต์โคมไฟซึ่งอาจสามารถลดการใช้พลังงานได้จริง แต่ระดับความส่องสว่างพื้นที่ทำงานอาจลดลงไปด้วยนั่นหมายถึงอาจมีผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานหรือใช้งานพื้นที่นั้นๆ การวัดค่าความส่องสว่างพื้นที่ทำงานควรกระทำทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงระบบแสงสว่างเพื่อการอนุรักษ์พลังงานซึ่งควรวัดและตรวจสอบค่าความส่องสว่างให้เป็นตามมาตรฐานในแต่ละพื้นที่ โดยกำหนดเป็นขั้นตอนดังนี้

ก) เลือกเครื่องมือวัดควรเลือกเครื่องมือวัดที่มีย่านวัดที่เหมาะสมเช่นหากเราต้องการตรวจสอบความส่องสว่างในอาคารก็ควรใช้ลักซ์มิเตอร์ (Lux meter) ที่มีย่านสูงสุดมากกว่า 2000 lx ขึ้นไปแต่ถ้าต้องการตรวจสอบระดับความส่องสว่างพื้นที่จากแสงธรรมชาติในอาคารควรเลือกเครื่องวัดที่มีย่านสูงสุด 20,000 lxขึ้นไปและถ้าต้องการตรวจสอบระดับความส่องสว่างพื้นที่จากแสงธรรมชาติเวลากลางวันนอกอาคารควรเลือกเครื่องวัดที่มีย่านสูงสุด 100,000 lx ขึ้นไปและควรเลือกเครื่องที่มีมาตรฐานรับรองด้วย

ข) กำหนดพื้นที่ห้องที่ต้องการวัด เช่น ตีตารางกำหนดพื้นที่ในห้อง หรือบริเวณที่ต้องการวัดความส่องสว่างทุกๆ1 ตร.ม. หรือถ้าพื้นที่ใหญ่มากอาจกำหนดเป็นทุกๆ 2 หรือ 5 ตร.ม. ก็ได้ซึ่งถ้ายิ่งกำหนดจุดวัดมากเท่าใดความละเอียดก็จะสูงขึ้นตามด้วยควรกำหนดจุดวัดอยู่ตำแหน่งกลางของพื้นที่ด้วย

ค) ตำแหน่งการตั้งเครื่องมือวัดเครื่องมือวัดความส่องสว่างเพื่อตรวจสอบค่าความส่องสว่างพื้นที่นั้นจะวัดความส่องสว่างแนวระนาบหรือแนวนอนขนานไปกับพื้นและหงายเซนเซอร์รับแสงขึ้นด้านบน(เนื่องจากต้องการตรวจสอบแสงที่ตกกระทบลงพื้นที่ทำงาน) และตั้งเครื่องวัดอยู่ระดับพื้นที่ทำงานในห้องนั้นเช่นถ้าทำงานบนโต๊ะ (ความสูงโต๊ะมาตรฐาน 0.85 ม.) ก็ตั้งเครื่องวัดระดับโต๊ะทำงานและควรระวังเรื่องเงาของผู้ทำการวัดเนื่องจากบางครั้งอาจบังเงาแหล่งกำเนิดแสงที่เข้าสู่เซนเซอร์รับแสงดังนั้นเครื่องวัดบางรุ่นจะมีสายต่อแยกเซนเซอร์รับแสงแยกออกจากตัวเครื่องวัดเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

ง) จัดทำตารางบันทึกค่าจากการตรวจวัดควรจัดทำตารางบันทึกค่า E ทุกตำแหน่งต่างๆดังที่ได้กำหนดจุดวัดในพื้นที่ไว้

จ) คำนวณค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (Average Illuminance)

ฉ) ตรวจสอบค่าความส่องสว่างเฉลี่ยเมื่อคำนวณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยเสร็จสิ้นแล้วทำการตรวจสอบค่าความส่องสว่างเฉลี่ยเทียบกับตารางภาคผนวกตามลักษณะพื้นที่ใช้งานค่าที่วัดได้ไม่ควรต่ำกว่าค่ามาตรฐานหลังจากมีการปรับปรุงระบบแสงสว่างเพื่อการอนุรักษ์พลังงานแล้ว

ช) ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (U) หาจากความส่องสว่างต่ำสุดจากจุด P ที่สนใจ (Emin) ต่อค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (Eav) ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (U) ที่เหมาะสมสำหรับการส่องสว่างภายในอาคารควรมีค่าไม่น้อยกว่า 0.8

2.3.8 แนวทางการจัดการค่าตัวแปรที่มีผลต่อการอนุรักษ์พลังงานด้านแสงสว่าง

2.3.8.1 ลดค่าความส่องสว่าง (E) หมายถึงลดค่าความส่องสว่างจากระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าให้น้อยลงโดย

2.3.8.1.1 ใช้แสงธรรมชาติหรือแสงอาทิตย์เข้ามาเสริมใช้กับบริเวณที่แสงธรรมชาติเข้ามาถึงหรือปรับปรุงพื้นที่ให้แสงธรรมชาติเข้าถึงมากขึ้นสามารถลดกำลังไฟฟ้าจากการส่องสว่างได้โดยแยกวงจรสวิตช์ใช้เครื่องหรี่แสงแต่ต้องคำนึงถึงความร้อนที่ตามมากับแสงธรรมชาติด้วย

2.3.8.1.2 สำรวจพื้นที่ใช้งานแสงสว่างว่าบริเวณใดมีการออกแบบดั้งเดิมไว้สูงเกินค่ามาตรฐานหรือมีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดพื้นที่ใช้งานที่ไม่จำเป็นต้องใช้ความส่องสว่างมากเหมือนแต่ก่อนทำให้สามารถลดค่าความส่องสว่างพื้นที่นั้นๆลงได้

2.3.8.2 ลดพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็น (A) หมายถึงการลดพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็นลงเช่นในห้องขนาด 100ตารางเมตรใช้ความส่องสว่าง 500 ลักซ์ ติดตั้งโคมไฟใช้ 10 ชุดแสดงว่าโคมไฟ 1 ชุดครอบคลุมพื้นที่ 10ตารางเมตรหากผู้ใช้งานพื้นที่ในห้องปฏิบัติงานในบริเวณเพียงครึ่งห้องหรือ 50 ตารางเมตรสามารถปิดโคมไฟในพื้นที่อีกครึ่งห้องที่เหลือที่ไม่ได้ใช้งาน 5 ชุดสิ่งที่จำเป็นต้องใช้คือการควบคุมการเปิด-ปิดใช้งานเช่นสวิตช์กระตุกที่โคมไฟอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ประเภทต่างๆ การตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานเป็นโซน

2.3.8.3 ลดช่วงเวลาการใช้งาน (t) หมายถึงการลดช่วงเวลาการใช้งานระบบแสงสว่างที่ไม่จำเป็นลงเช่นไม่เปิดไฟแสงสว่างก่อนทำงานไม่เปิดไฟแสงสว่างทิ้งไว้หลังเลิกงานปิดไฟตอนพักเที่ยงแต่อาจมีข้อยกเว้นสำหรับพื้นที่ที่ต้องการรักษาความปลอดภัยสิ่งที่จำเป็นต้องใช้คือการควบคุมการเปิด-ปิดใช้งานการตั้งโปรแกรมควบคุมเวลาการใช้งานการกำหนดมาตรการในหน่วยงานในมาตรการคือ E A และ t เป็นมาตรการด้านการจัดการเนื่องจากเกี่ยวข้องกับการใช้งานโดยตรงจึงขึ้นอยู่กับความต้องการใช้ของผู้ปฏิบัติงานอยู่ในพื้นที่นั้นๆทั้งในด้านปริมาณความส่องสว่าง (E) และแสงที่ต้องการใช้ในแต่ละพื้นที่และเวลา (A, t)

2.3.8.4 เพิ่มค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอดไฟและบัลลาสต์ (LPW) หมายถึง การเลือกใช้หลอดไฟและบัลลาสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงกินไฟน้อยแต่ให้แสงปริมาณมากและมีคุณภาพด้านอื่นๆอยู่ในระดับดีด้วยเช่นการเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟการเปลี่ยนรุ่นของหลอดไฟ การเปลี่ยนชนิดของบัลลาสต์และการเปลี่ยนรุ่นของบัลลาสต์

2.3.8.5 เพิ่มค่าตัวประกอบการใช้งานของโคม (UF) หมายถึงการเลือกใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูงมีลักษณะการกระจายแสงเหมาะสมกับสถานที่ที่ติดตั้งใช้งานตลอดจนการปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่ต้องการส่องสว่างด้วยการใช้วัสดุที่สว่างแทนวัสดุสีทึบ

2.3.8.6 เพิ่มค่าตัวประกอบการบำรุงรักษา (MF) หมายถึงมีการบำรุงรักษาระบบแสงสว่างอย่างเป็นระบบชัดเจนว่าช่วงใดต้องทำอะไรบ้าง

2.3.9 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลอดไฟ

2.3.9.1 หลอดไส้ หรือ หลอดอินแคนเดสเซนท์ (Incandescent Lamp) บางทีเรียกว่า หลอดดวงเทียน มีทั้งชนิดแก้วใส และแก้วฝ้า ไส้หลอดทำจากทังสเตน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดจะเกิดความร้อนขึ้น ยิ่งความร้อนมากขึ้นเท่าใดแสงสว่างที่เปล่งออกมาจากไส้หลอดก็จะมากขึ้นเท่านั้น และให้แสงสีเหลืองส้ม อายุการใช้งานสั้น ทั้งยังสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าอย่างมาก เนื่องจากสูญเสียพลังงานไปกับความร้อนที่เกิดขึ้น เพราะสาเหตุนี้ปัจจุบันจึงไม่เป็นนิยมนำหลอดไฟชนิดนี้ไปใช้งาน

2.3.9.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp : T8 หรือ LTD) หลอดที่มีประสิทธิภาพทางแสงสูงกว่าหลอดไส้มาตรฐานทั่วไปประมาณ 3 ถึง 5 เท่า (โดยเฉลี่ยอยู่ประมาณ 55-90 ลูเมน/วัตต์) และอายุการใช้งานมากกว่าประมาณ 20 – 30 เท่า หลอดฟลูออเรสเซนต์แท่งยาวที่ใช้แพร่หลายมีขนาด 36 วัตต์ แต่ยังมีหลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง (หลอดซุปเปอร์ลักซ์) ซึ่งมีราคาต่อหลอดแพงกว่าหลอดแสสว่าง 36 วัตต์ธรรมดา แต่ให้ปริมาณแสงมากกว่าร้อยละ 20 ในขนาดการใช้กำลังไฟฟ้าที่เท่ากัน

2.3.9.3 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง (Fluorescent Lamp : T5) หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบใหม่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร มีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 28 วัตต์ต่อหลอด ซึ่งประหยัดไฟมากขึ้นแต่ต้องใช้งานกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น ประสิทธิภาพทางแสงสว่างสูงสุดที่ 104 ลูเมนต่อวัตต์

2.3.9.4 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp) หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ หรือ หลอดตะเกียบ เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กที่ได้มีการพัฒนาขึ้น มาเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานและเพื่อใช้แทนหลอดไส้ที่ใช้กันมาแต่ดั้งเดิม มีขนาด กะทัดรัดและมีกำลังส่องสว่างสูง หลอดชนิดนี้เหมาะสมในการให้แสงสว่างทั่วไปที่ ต้องการความสวยงาม มีอายุ

การใช้งานนานกว่าหลอดไส้ประมาณ 8 เท่า หรือ 8,000 ชั่วโมง และการใช้พลังงานของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์จะน้อยกว่าหลอดไส้ ประมาณ 4 เท่า ปัจจุบันหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มี 2 ชนิด คือ

2.3.9.4.1 หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน

หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็ก คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ได้รวมเอาบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์อยู่ภายใน ผลิตขึ้นมาแทนหลอดไส้ สามารถนำไปสวมกับขั้วหลอดไส้ชนิดเกลียวได้ทุกดวงได้ทันที ลักษณะของหลอดภายในเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กเป็นแท่งแก้วดัดโค้งเป็นรูปตัวยูมีเปลือกเป็นโคม ทรงกระบอก มีชุดบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ปิดผนึกรวมกันอยู่ในชิ้นเดียวกันกับตัวหลอด

หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดอิเล็คทรอนิกส์ มีลักษณะเหมือนหลอดฟลูออเรส-เซนต์บัลลาสต์ ภายในชนิดแกนเหล็ก จะต่างกันที่เป็นหลอดประหยัดไฟขนาดเล็กที่ไม่มีโคมกระบอก ผลิตด้วยเทคโนโลยีล่าสุดในการทำบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์อิเลคทรอนิกส์ซึ่งพัฒนารูปแบบของหลอดให้ประหยัดและมีขนาดกะทัดรัดขึ้นกว่าเดิม ตัวหลอดเป็นแท่งแก้วโค้งเป็นรูปตัวยูหลายชุดและใช้เทคนิคพิเศษเชื่อมต่อกันหลอดชนิดนี้จะติดทันทีโดยไม่กระพริบ

2.3.9.4.2 หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอกใช้หลักการเช่นเดียวกับหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน ต่างกันที่หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอก สามารถเปลี่ยนเฉพาะตัวหลอดได้ในการติดตั้งใช้งานต้องมีขาเสียบเพื่อใช้กับบัลลาสต์ที่แยกออก หรือขาเสียบที่มีชุดบัลลาสต์

2.3.9.5 หลอดฮาโลเจน (Halogen Lamp) มีหลักการทำงานคล้ายกับหลอดไส้คือ กำเนิดแสงจากความร้อน โดยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดที่ทำจากทังสเตน แต่จะแตกต่างจากหลอดไส้ตรงที่มีการบรรจุสารตระกูลฮาโลเจน ได้แก่ ไอโอดีน คลอรีน โบรมีน และฟลูออรีนลงในหลอดแก้วที่ทำด้วยควอทซ์ ซึ่งจะช่วยให้หลอดฮาโลเจนมีอายุการใช้งาน ปริมาณแสงสว่าง อุณหภูมิสี สูงกว่าหลอดไส้ และให้แสงสีขาว และให้ค่าความถูกต้องของสีถึง 100 % มีอายุการใช้งานประมาณ 1,500-3,000 ชม จึงนิยมใช้ให้แสงพวกเครื่องประดับหรือให้แสงสำหรับการแต่งหน้า

2.3.9.6 บัลลาสต์ เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมแหล่งจ่ายพลังงาน ให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในหลอดไฟฟ้าให้มีค่าสม่ำเสมอ เหมาะสมกับหลอดแต่ละประเภท แต่ละชนิด และแต่ละขนาด ซึ่งเป็นอุปกรณ์จำเป็นสำหรับหลอดก๊าซดิสชาร์จ เพราะเมื่อหลอดไฟผ่านขั้นตอนการจุดติดแล้วนั้น ค่าความต้านทานของหลอดจะลดลงอย่างมากจึงต้องนำบัลลาสต์มาต่ออนุกรมในวงจรเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานมิให้กระแสไหลเกินพิกัดจนไส้หลอดขาด การใช้งาน

ร่วมกันระหว่างหลอดไฟฟ้าและบัลลาสต์ จะต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้งานร่วมกันได้ หากใช้งานผิดชนิดกันย่อมทำให้เกิดผลเสียหายหลายอย่าง เช่น จุดหลอดติดยาก หลอดเสื่อมสภาพเร็ว อายุใช้งานสั้น กำลังสูญเสียในบัลลาสต์สูง ซึ่งจะทำให้อายุงานบัลลาสต์สั้นลงได้คุณสมบัติสำคัญที่ต้องพิจารณาได้แก่ แรงดันไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้าตก, ตัวประกอบกำลัง, ประสิทธิภาพของบัลลาสต์, ความสูญเสียในตัวบัลลาสต์ และตัวประกอบยอดคลื่นกระแส ซึ่งหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดจะมีบัลลาสต์ที่ออกแบบมาให้ใช้โดยเฉพาะ บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดประเภทฟลูออเรสเซนต์และหลอดประเภทคายประจุความดันสูงโดยแบ่งบัลลาสต์ออกได้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ

2.3.9.6.1 บัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กแบบธรรมดา (Magnetic Ballast)เป็นบัลลาสต์ที่มีมานานพร้อม ๆ กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบ่งออกเป็น ชนิดความเหนี่ยวนำ (Inductive), ชนิดความจุ (Capacitive) และชนิดความต้านทาน (Resistive) แต่ที่ใช้งานกันทั่วไปจะเป็นชนิดความเหนี่ยวนำ แกนเหล็กประกอบขึ้นมาจากแผ่นเหล็กนำมาเรียงกันและพันรอบด้วยขดลวดทองแดง มีการสูญเสียพลังงานอยู่ในช่วง 9-13 วัตต์ แล้วแต่คุณภาพของวัสดุแกนเหล็กขดลวดที่นำมาใช้ และขนาดกำลังของหลอดไฟฟ้าซึ่งจะทำให้บัลลาสต์มีอุณหภูมิขณะใช้งานอยู่ในช่วง 55-70°C

2.3.9.6.2 บัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูงหรือบัลลาสต์โลลอสเป็นบัลลาสต์ที่ทำด้วยแกนเหล็ก และขดลวดที่มีคุณภาพดีทำให้มีการสูญเสียพลังงานจะลดลงเหลือ5-6 วัตต์ อุณหภูมิขณะการใช้งานต่ำกว่าแบบแกนเหล็กธรรมดาโดยจะอยู่ที่ช่วง 35 - 50°C ให้ค่าประกอบกำลังต่ำ (PF)

2.3.9.6.3 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) มีหน้าที่ไม่ต่างจากบัลลาสต์แกนเหล็ก แต่แทนที่จะใช้แผ่นแกนเหล็กพันขดลวดเพื่อก่อให้เกิดผลทางไฟฟ้า ก็เปลี่ยนมาใช้เป็นวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์แทน ดังนั้นภายในตัวบัลลาสต์จึงบรรจุด้วยชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ คือ วงจรป้องกันการรบกวน วงจรเรียงกระแส วงจรกำเนิดความถี่สูง (อินเวอร์เตอร์) วงจรควบคุม และขดลวดบัลลาสต์ (ตัวเหนี่ยวนำแกนเฟอร์ไรต์)กระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายจะถูกเรียงและกรอง เพื่อเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับวงจรกำเนิดความถี่สูง (โดยทั่วไป 25-50 kHz) เพื่อขับดันตัวทรานซิสเตอร์ไวให้ทำงานสลับกัน โดยมีขดลวดบัลลาสต์ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้า และตัวเก็บประจุคร่อมหลอดทำหน้าที่กำหนดความถี่และการสตาร์ท ซึ่งบางวงจรอาจใช้หม้อแปลงแรงดันด้านขาออกเป็นตัวควบคุมการจุดหลอด

2.3.9.7 โคมไฟฟ้า

2.3.9.7.1 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียมใช้กันมากในสำนักงาน เพราะให้แสงออกมาจากโคมมาก ลักษณะโคมเหมือนกับโคมแบบครีบ แต่มีตัวสะท้อน

แสงทำด้วยอะลูมิเนียม ซึ่งอะลูมิเนียมที่ใช้มี 2 แบบ คือ อะลูมิเนียมแบบกระจก (Kiooro Reflector) และ แบบด้าน (Matt Reflector) อะลูมิเนียมแบบกระจกจะให้แสงที่ค่อนข้างบาดตามาก เพราะอะลูมิเนียมที่มีสัมประสิทธิ์แสงมากแต่สัมประสิทธิ์การกระจายแสงน้อย อะลูมิเนียมที่ไม่ดี เวลาใช้ไปนานๆ อะลูมิเนียมจะมีสีออกเหลืองเนื่องจากแสงUV ที่ออกมาจากหลอดทำให้วัสดุประเภทอะลูมิเนียมและแผ่นพลาสติกมีสีสันเปลี่ยนไป

2.3.9.7.2โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดเปลือย (Bare Type)โคมไฟแบบนี้ใช้กันมากในบริเวณที่ต้องการแสงสว่างมากและทุกทิศทางโดยเฉพาะที่ต้องการแสงสว่างด้านข้าง เช่น การให้ความส่องสว่างกับชั้นวางของในบริเวณบริเวณจ่ายยาในโรงพยาบาล หรือ ใช้ในพื้นที่ที่ไม่พิถีพิถันเรื่องความสวยงามมากนัก แต่ต้องการประหยัดไฟฟ้า เช่น ห้องเก็บของ โคมจะมีราคาถูกเพราะไม่มีตัวกรองแสง บ้างใช้ในสำนักงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาว่าต้องการความสวยงามหรือไม่ แสงบาดตามีบ้างแต่ยอมรับได้ ค่าไฟฟ้าถูกลง และ การระบายความร้อนก็ดี ทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆนานขึ้น

2.3.9.7.3 โคมไฟส่องลง (Downlight) คือ โคมที่ให้แสงส่องลงด้านล่าง เป็นโคมที่ใช้กันโดยทั่วไป มีทั้งแบบที่ใช้กับหลอดGLS ,หลอดPAR38,หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำ และหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ โคมไฟประเภทนี้มีใช้กันมากรองจากโคมฟลูออเรสเซนต์ แต่ละแบบขึ้นอยู่กับชนิดของหลอดที่ใช้ ตัวอย่างเช่น

2.3.9.7.3.1 โคมไฟส่องลงหลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำใช้กับงานที่ค่อนข้างทันสมัย แสงที่ได้ออกมาจะดูมีประกายและบาดตาบ้าง แสงจากหลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำมีสีขาวกว่าหลอดGLS อายุการใช้งานประมาณ 3000 ชม. โคมมีขนาดเล็กที่สุดเมื่อเทียบกับโคมไฟส่องลงชนิดอื่นๆ

2.3.9.7.3.2 โคมไฟส่องลงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ใช้กับงานที่ต้องการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หรือค่าไฟฟ้า หรือไม่ในบริเวณที่มีการเปิดไฟทิ้งไว้เป็นระยะเวลานาน หรือไม่ต้องการเปลี่ยนหลอดบ่อย เพราะหลอดประเภทนี้มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดอื่นๆ มี 2 แบบ คือหลอดติดตั้งในแนวนอน และหลอดติดตั้งในแนวตั้ง

2.3.9.7.4 โคมไฟสปอต (Spot Fixture) โคมไฟสปอตมีหลายแบบ มีทั้งแบบฝังและแบบติดตั้งลอยแต่ปรับมุมได้เพื่อส่องไปในทิศทางที่ต้องการได้ หลอดที่ใช้ก็มีหลายชนิดแล้วแต่ความต้องการทางด้านแสงสว่างว่าต้องการอย่างไร มีตั้งแต่หลอดGLS หลอดแรงดันต่ำ12 โวลต์ 20 หรือ 50 วัตต์ และหลอดPAR 38 ขนาด 120 วัตต์ การให้แสงจากโคมไฟสปอตมีหลักการโดยทั่วไป คือ ให้แสงแล้วควรมรความส่องสว่างประมาณ 3.5 เท่าของแสงรอบข้าง

2.3.9.7.5 โคมระย้าเป็นโคมไฟที่ใช้งานกับงานที่ต้องการความสวยงาม งานประดับตกแต่ง มักจะแขวนบริเวณที่เพดานสูงหรือบริเวณบันได ส่วนใหญ่ที่พบมักจะใช้กับหลอดไส้ทั้งแบบหลอดกลมหลอดปิงปองหรือหลอดทรงจำปาและจะติดตั้งจำนวนของหลอดไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก มักใช้คู่กับอุปกรณ์หรี่ไฟ (Dimmer)

2.4 ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning)

ระบบปรับอากาศในภาคอาคารธุรกิจซึ่งได้แก่อาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา ถือว่ามีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุด ในบางแห่งสัดส่วนการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศอาจสูงกว่า 50% ของการใช้พลังงานทั้งหมดในอาคาร ดังนั้นการออกแบบอาคารที่ดีไม่ว่าจะเป็นการปรับภูมิทัศน์หรือเลือกวัสดุป้องกันความร้อนประเภทต่างๆเข้ามาภายในอาคาร รวมทั้งการออกแบบระบบปรับอากาศและระบบควบคุมที่ดีและถูกต้องจะทำให้ประหยัดพลังงานและประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงขึ้น

หลักการทำงานของระบบปรับอากาศแต่ละประเภทจะแตกต่างกันตามลักษณะการออกแบบการติดตั้งและใช้งาน แต่ทุกระบบโดยส่วนใหญ่จะใช้วัฏจักรการทำความเย็นแบบวงจรอัดไอโดยมีสารทำความเย็น เช่น R22 หรือ R134a และอื่นๆ เป็นสารที่ทำหน้าที่ดูดและคายความร้อนจากสารตัวกลางอันได้แก่อากาศหรือน้ำให้ได้อุณหภูมิตามต้องการ เมื่อสารตัวกลางได้รับความเย็นจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (ในกรณีที่สารตัวกลางเป็นน้ำ) หรืออากาศเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศโดยตรง (ในกรณีที่สารตัวกลางเป็นอากาศ) ส่วนความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไประบายออกที่ชุดระบายความร้อนซึ่งอาจจะเป็นการระบายความร้อนด้วยอากาศหรือระบายความร้อนด้วยน้ำขึ้นอยู่กับระบบที่เลือกใช้งาน

2.4.1 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System)
ระบบทำความเย็นและปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบันอาศัยการทำงานแบบอัดไอน้ำยาทำความเย็นด้วยคอมเพรสเซอร์เพื่อนำน้ำยาที่ทำความเย็นแล้วกลับมาใช้อีกน้ำยาทำความเย็นจะไหลเวียนภายในระบบปิดอยู่ตลอดเวลา ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก คือ คอยล์เย็น คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ และอุปกรณ์ควบคุมการไหล ซึ่งอุปกรณ์แต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

2.4.1.1 คอยล์เย็น (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดความร้อนจากพื้นที่ หรือวัตถุที่ต้องการทำความเย็นไปใช้ในการเดือดกลายเป็นไอของน้ำยา

2.4.1.2 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ดูดน้ำยาให้ไหลเวียนภายในระบบพร้อมกับอัดไอน้ำยาที่มีความดันต่ำให้เป็นไอน้ำยาที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง

2.4.1.3 คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับไอน้ำยาที่มีอุณหภูมิสูงออกสู่อากาศภายนอกระบบ เมื่อไอน้ำยาได้รับการระบายความร้อนจะเกิดการควบแน่นเป็นน้ำยาเหลว

2.4.1.4 อุปกรณ์ควบคุมการไหล (Expansion Valve) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำยาที่ไหลเข้าคอยล์เย็น

2.4.2 วัฏจักรของการทำความเย็น (Refrigeration Cycle) ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอน้ำยาทำความเย็นจะไหลเวียนผ่านส่วนต่างๆของระบบอยู่ตลอดเวลา ในแต่ละรอบน้ำยาจะต้องผ่านกระบวนการต่อไปนี้ คือ

2.4.2.1 การขยายตัว (Expansion) เกิดที่อุปกรณ์ควบคุมการไหล

2.4.2.2 การกลายเป็นไอ (Vaporization) เกิดที่คอยล์เย็น

2.4.2.3 การอัดไอ (Compression) เกิดที่คอมเพรสเซอร์

2.4.2.4 การควบแน่น (Condensation) เกิดที่คอนเดนเซอร์

ระบบปรับอากาศมักจะถูกออกแบบเพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอยู่ในช่วงความสบายของผู้ที่อยู่ในอาคาร หรือที่เรียกว่า Comfort Zone คืออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 °c และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 20-75% โดยทั่วไประบบปรับอากาศที่มีการใช้งานในภาคอาคารธุรกิจมีการออกแบบอยู่หลายประเภทดังนี้

2.4.3 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) เป็นระบบปรับอากาศขนาดเล็ก โดยส่วนใหญ่ ขนาดทำความเย็นจะไม่เกิน 40,000 บีทียูต่อชั่วโมง ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศจะแยกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของคอยล์ทำความเย็นที่เรียกว่า คอยล์เย็น (Fan Coil Unit) ซึ่งจะติดตั้งในพื้นที่ปรับอากาศ และ คอยล์ร้อน(Condensing Unit) ซึ่งจะมีเครื่องอัดสารทำความเย็น (Compressor) อยู่ภายในโดยจะติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร ระหว่างชุดคอยล์ร้อนและคอยล์เย็นจะมีท่อสารทำความเย็นทำหน้าที่เป็นถ่ายเทความร้อนออกจากห้องปรับอากาศ

2.4.4 ระบบปรับอากาศแบบชุดหรือแพ็คเกจ (Package) เป็นระบบปรับอากาศที่ใช้ในอาคารธุรกิจขนาดเล็ก อาจมีจำนวนห้องที่จำเป็นต้องปรับอากาศหลายห้อง หลายโซน หรือหลายชั้น ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศประกอบด้วยแผงคอยล์เย็น คอยล์ร้อน และเครื่องอัดสารทำความเย็น จะรวมอยู่ในชุดแพ็คเกจเดียวกันโดยมีท่อส่งลมเย็นและท่อลมกลับ ซึ่งจะติดตั้งอยู่ด้านในแล้วต่อผ่านทะลุออกมาตามผนังด้านนอกอาคาร แล้วต่อเชื่อมเข้ากับตัวเครื่องปรับอากาศแพ็คเกจซึ่งจะติดตั้งอยู่ด้านนอกอาคาร ท่อส่งลมเย็น (Supply Air Duct) ทำหน้าที่จ่ายลมเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศ และท่อลมกลับ (Return Air Duct) ทำหน้าที่นำลมเย็นที่ได้แลกเปลี่ยนความเย็นให้กับห้องปรับอากาศกลับมายังแผงทำความเย็นอีกครั้ง นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจ่าย

ปริมาณลมเย็น (Variable Air Volume, VAV) เพื่อควบคุมให้ปริมาณลมเย็นเหมาะสมกับภาระการทำความเย็นที่ต้องการโดยเฉพาะกรณีที่มีภาระลดลงโดยที่อุณหภูมิยังคงที่แต่ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจที่ใช้งานมีให้เลือกหลายประเภทซึ่งมีข้อดีและข้อเสียของแต่ละประเภทแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน หากแบ่งตามลักษณะการระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่น (Condenser) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

2.4.4.1 ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Packaged Air Cooled Air Conditioner) โดยปกขนาดการทำความ เย็นไม่เกิน 30 ตัน เหมาะสำหรับพื้นที่ปรับอากาศที่มีข้อจำกัดของพื้นที่ติดตั้งหรือระบบน้ำสำหรับระบายความร้อน ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศจะอยู่ระหว่าง 1.4-1.6 กิโลวัตต์ต่อตัน

2.4.4.2 ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Packaged Water Cooled Air Conditioner) ใช้สำหรับระบบที่ต้องการขนาดการทำความเย็นมาก ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำดีกว่าระบายความร้อนด้วยอากาศโดยจะอยู่ประมาณ1.2กิโลวัตต์ต่อตัน

2.4.5 ระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ บางครั้งเรียกว่าระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ต้องการปรับอากาศที่ขนาดใหญ่ มีจำนวนห้องที่จำเป็นต้องปรับอากาศหลายห้อง หลายโซน หรือหลายชั้น โดยส่วนใหญ่จะใช้น้ำเป็นสารตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนหรือความเย็น โดยมีส่วนประกอบของระบบดังต่อไปนี้

2.4.5.1 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ถือว่าเป็นหัวใจของระบบปรับอากาศประเภทนี้ ในการออกแบบระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็นนี้ เครื่องทำน้ำเย็นจะทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่เข้าและออกจากเครื่องระเหย(Evaporator) ให้ได้ 12 °C และ7°C โดยมีอัตราการไหลของน้ำเย็นตามมาตรฐานการออกแบบของผู้ผลิตอยู่ที่ 2.4 แกลลอนต่อนาทีต่อตันความเย็น ภายในประกอบไปด้วยระบบทำน้ำเย็นโดยมีวัฏจักรการทำความเย็น ที่มีส่วนประกอบ 4 ส่วนคือ เครื่องระเหย (Evaporator) เครื่องอัดไอ(Compressor) เครื่องควบแน่น (Condenser) และวาล์วลดความดัน (Expansion Valve) สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้งานมีให้เลือกหลายประเภทซึ่งมีข้อดีและข้อเสียของแต่ละประเภทแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน หากแบ่งตามลักษณะการระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่น (Condenser) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

2.4.5.1.1 ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) โดยปกติขนาดการทำความเย็นไม่เกิน 500 ตัน เหมาะสำหรับพื้นที่ปรับอากาศที่มีข้อจำกัดของพื้นที่ติดตั้งหรือระบบน้ำสำหรับระบายความร้อน ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศจะอยู่ระหว่าง 1.4-1.6 กิโลวัตต์ต่อตัน

2.4.5.1.2 ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) ใช้สำหรับระบบที่ต้องการขนาดการทำความเย็นมาก ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำดีกว่าระบายความร้อนด้วยอากาศโดยจะอยู่ระหว่าง0.62-0.75 กิโลวัตต์ต่อตัน อย่างไรก็ตามเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำต้องมีการลงทุนที่สูงกว่าเนื่องจากต้องมีการติดตั้งหอระบายความร้อน(Cooling Tower) เครื่องสูบน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Pump)และยังต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการสึกกร่อนและตะกรันในระบบท่อและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนอันเป็นสาเหตุทำให้ประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็นต่ำลง

2.4.5.2 เครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สูบสารตัวกลางหรือน้ำจากเครื่องทำน้ำเย็นไปยังเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เช่น เครื่องส่งลมเย็น(Air Handling Unit) หรือคอยล์เย็น (Fan Coil Unit)

2.4.5.3 ระบบส่งจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit) และท่อส่งลมเย็น (Air Duct System) ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิอากาศภายนอก (Fresh Air) หรืออุณหภูมิอากาศไหลกลับ (Return Air) ให้อยู่ในระดับที่ควบคุมโดยอากาศจะถูกเป่าด้วยพัดลม (Blower) ผ่านแผงคอยล์น้ำเย็น (Cooling Coil) ซึ่งจะมีวาล์วควบคุมปริมาณน้ำเย็นที่ส่งมาจากเครื่องทำน้ำเย็นด้วยเครื่องสูบน้ำเย็นตามความต้องการของภาระการทำความเย็น ณ.ขณะนั้น อากาศเย็นที่ไหลผ่านแผงคอยล์เย็นจะไหลไปตามระบบท่อส่งลมเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศ

2.4.5.4 คอยล์ร้อน (Condensing Unit) สำหรับระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ หรือหอระบายความร้อน (Cooling Tower) สำหรับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ซึ่งทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นเพื่อเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นจากก๊าซไปเป็นของเหลว สำหรับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำโดยหอระบายความร้อนนั้น อุณหภูมิของน้ำที่ออกแบบไว้เมื่อเข้าและออกของเครื่องควบแน่นจะอยู่ที่ 32 °C และ 37°C โดยมีอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนตามมาตรฐานการออกแบบของผู้ผลิตอยู่ที่ 3.0 แกลลอนต่อนาทีต่อตันความเย็น เนื่องจากน้ำที่ใช้ในระบบหล่อเย็นต้องใช้เป็นปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องใช้ระบบน้ำหมุนเวียน และใช้หอระบายความร้อนเพื่อปรับอุณหภูมิของน้ำให้ต่ำลง เพื่อสามารถนำกลับไปใช้ได้อีก ปริมาณจะสูญเสียไปประมาณ 4-6 % ของปริมาณน้ำหมุนเวียน ซึ่งแบ่งเป็นน้ำ 2-3 % กระเด็นสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์น้ำอีก 2-3 % จะระเหยหายไป การระเหยของน้ำจะมากน้อยเพียงใดขึ้นกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อน อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศยิ่งต่ำเท่าใดเราจะยิ่งได้น้ำหล่อเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำยิ่งขึ้น

ตารางที่ 2.3 สรุปลักษณะการใช้งานของเครื่องปรับอากาศแบบต่างๆ

ลักษณะเครื่องปรับอากาศ	ขนาดทำความเย็น (ตัน)	ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย(กิโลวัตต์ต่อตัน)	ลักษณะการใช้งาน
แบบหน้าต่าง (Window Type)	0.5-3	1.3-1.5	บ้านพักอาศัย สำนักงาน
แบบแยกส่วน (Split Type)	0.75-3.0	1.3-1.5	บ้านพักอาศัย สำนักงาน
แบบแพ็คเกจระบายความร้อนด้วยอากาศ (Packaged Air-Cooled Air conditioner)	3-30	1.3-1.5	คอนโดมิเนียม สำนักงาน
แบบแพ็คเกจระบายความร้อนด้วยน้ำ (Packaged Water-Cooled Air conditioner)	1-50	1.2	สำนักงาน คอนโดมิเนียม สำนักงาน
เครื่องทำน้ำเย็นระบายชนิดความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Water Chiller)	3-10 10-500	1.4-1.6 1.4-1.6 (ปริมาณการกิน ไฟทั้งระบบ)	บ้านพักอาศัย โรงแรมขนาดกลาง ห้องส่งสถานีโทรทัศน์ โรงพยาบาลขนาดกลาง

ที่มา : เว็บไซต์สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน

2.4.6 ประสิทธิภาพระบบปรับอากาศ

ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศสามารถคำนวณและระบุได้ 2 รูปแบบคือ

2.4.6.1 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficient Ratio, EER)เช่นเดียวกับสัมประสิทธิ์ในการทำงาน เพียงแต่พลังงานความเย็นใช้มีหน่วยเป็น บีทียู / ชม. แต่พลังงานไฟฟ้าที่ใช้มีหน่วยเป็นวัตต์ เพราะฉะนั้น

$$\text{ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER)} = \frac{\text{อัตราการทำความเย็น(บีทียูต่อชั่วโมง)}}{\text{กำลังไฟฟ้าป้อนเข้า(วัตต์)}} \quad (2.9)$$

สำหรับค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจะใช้บอกประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศขนาดเล็ก เช่น ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน และระบบปรับอากาศแบบแพ็คเกจขนาดเล็ก

2.4.6.2 ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Performance, ChP) เป็นค่าที่แสดงประสิทธิภาพการทำความเย็น คือ อัตราส่วนระหว่างพลังงานที่เครื่องสามารถทำความเย็นได้ต่อพลังงานที่ต้องใช้ (พลังงานไฟฟ้า)

TON = ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด (ตันความเย็น) (2.10)

หาได้จาก

TON = (FxT) / 50.4

F = ปริมาณน้ำเย็นที่ไหลผ่านส่วนทำน้ำเย็น (ลิตรต่อนาที)

T = อุณหภูมิแตกต่างของน้ำเย็นที่ไหลเข้าและไหลออกจากส่วนทำน้ำเย็น (องศาเซลเซียส)

kW = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของส่วนทำน้ำเย็น (กิโลวัตต์)

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น (ChP)} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าป้อนเข้า (กิโลวัตต์)}}{\text{อัตราการทำความเย็น (ตัน)}} \quad (2.11)$$

2.5 ลิฟต์และบันไดเลื่อน (Elevator and Escalator)

2.5.1 ลิฟต์ระบบไฟฟ้า

องค์ประกอบหลักของระบบลิฟต์ มีดังต่อไปนี้

- ตัวลิฟต์ (Car)
- สลิง (Sling)
- เครื่องลิฟต์ (Elevator Machine)
- อุปกรณ์ควบคุม (Control Equipment)
- น้ำหนักถ่วง (Counterweight)

• ปล่องลิฟต์ (Hoistway)

• รางบังคับ (Guide Rail)

• ห้องเครื่องลิฟต์ (Machine Room)

• บ่อลิฟต์ (Pit)

ตัวลิฟต์ คือ ส่วนเดียวที่ผู้ใช้ลิฟต์ทั่วไปคุ้นเคย ตัวลิฟต์เป็นห้องเล็กๆที่รองรับด้วยโครงสร้างเหล็ก ที่ด้านบนของโครงสร้างเหล็กจะยึดติดกับสลิง ตัวลิฟต์จะเคลื่อนที่โดยวิ่งไปตามรางบังคับในแนวดิ่งตลอดความสูงของปล่องลิฟต์ ตัวลิฟต์จะประกอบด้วยประตูนิรภัย, อุปกรณ์ควบคุม, หมายเลขบอกชั้น, ไฟฟ้าแสงสว่าง, อุปกรณ์ส่งสัญญาณฉุกเฉิน และ ระบบระบายอากาศ

สลิงยึดติดกับส่วนบนของตัวลิฟต์และเป็นส่วนที่รับน้ำหนักที่เกิดขึ้น จะประกอบด้วยสลิงที่ผลิตมาเป็นพิเศษเพื่อใช้กับลิฟต์ โดยปกติจะมีประมาณ 4 ถึง 8 เส้นขึ้นอยู่กับความเร็วและขนาดของลิฟต์ ในการออกแบบทั่วไป สลิงแต่ละเส้นจะสามารถรับน้ำหนักได้ทั้งหมดอยู่แล้ว จึงหมายความว่าสลิงที่เหลือเป็นการเผื่อเพื่อความปลอดภัย สลิงจะเชื่อมจากตัวลิฟต์ขึ้นไปยังรอกที่เครื่องลิฟต์ และต่อไปยังน้ำหนักถ่วง น้ำหนักถ่วงซึ่งประกอบด้วยแผ่นเหล็กจำนวนหลายแผ่นยึดติดกันจะต่อเชื่อมกับปลายอีกด้านหนึ่งของสลิง น้ำหนักถ่วงจะวิ่งตามแนวดิ่งในทิศทางตรงข้ามกับตัวลิฟต์น้ำหนักของน้ำหนักถ่วงจะประมาณเท่ากับน้ำหนักของตัวลิฟต์เปล่าบวกกับ 40% ของน้ำหนักบรรทุกวัตถุประสงค์ของการมีน้ำหนักถ่วงก็เพื่อให้เครื่องลิฟต์ไม่ต้องออกแรงมาก, สามารถใช้เครื่องลิฟต์ได้ขนาดเล็กลง และประหยัดพลังงาน

2.5.1.1 ประเภทลิฟต์ระบบไฟฟ้า

2.5.1.1.1 แบบไม่มีเกียร์ (Gearless Traction Machine)ระบบนี้ประกอบด้วยมอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) ซึ่งเพลาต่อตรงกับรอกขับเคลื่อน (Sheave) การที่ไม่มีเกียร์แสดงว่ามอเตอร์จะต้องมีความเร็วรอบค่อนข้างต่ำเท่ากับรอกขับเคลื่อน ดังนั้นระบบขับเคลื่อนแบบไม่มีเกียร์จึงไม่เหมาะกับลิฟต์ความเร็วต่ำ ระบบนี้เหมาะกับลิฟต์ที่มีความเร็ว 120 เมตรต่อนาทีขึ้นไป โดยทั่วไปลิฟต์แบบไม่มีเกียร์จะมีขนาดรับน้ำหนักประมาณ 900 ถึง 1800 กิโลกรัม แต่ลิฟต์ออกแบบเป็นพิเศษถึง 4500 กิโลกรัม ก็มี เช่น ลิฟต์ที่อาคารเวิลด์เทรดเซ็นเตอร์ นิวยอร์ก เป็นต้น สำหรับลิฟต์ที่มีความเร็วต่ำกว่า 120 เมตรต่อนาที จะใช้ระบบมีเกียร์ระบบไม่มีเกียร์มีข้อดีกว่าแบบมีเกียร์ที่วิ่งและหยุดได้นุ่มนวลกว่า มีเสียงเงียบกว่า และมีอายุใช้งานยาวนานกว่า

2.5.1.1.2 แบบมีเกียร์ (Geared Traction Machine)ระบบนี้ จะมีเฟืองตัวหนอน (Worm Gear) เป็นชุดส่งกำลังและทดรอบระหว่างมอเตอร์กับรอบขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ใช้จึงมีรอบสูงได้ และมีราคาถูกกว่า ระบบแบบมีเกียร์อาจใช้มอเตอร์แบบกระแสตรงก็ได้ หรือเป็นมอเตอร์กระแสสลับ (AC Motor) ก็ได้ระบบมีเกียร์สมัยใหม่จะใช้มอเตอร์กระแสสลับที่ควบคุมด้วยอุปกรณ์

ปรับความเร็วรอบ ซึ่งจะสามารถสร้างความเร่งและความเร็วได้มีคุณภาพใกล้เคียงกับมอเตอร์กระแสตรง โดยที่มีราคาถูกกว่า และมีประสิทธิภาพมากกว่า

2.5.2 ลิฟต์ระบบไฮดรอลิค (Hydraulic)

ลิฟต์ระบบไฮดรอลิคมีลักษณะพื้นฐานคล้ายกับลิฟต์ระบบไฟฟ้า ยกเว้นไม่ได้ใช้มอเตอร์และสลิงในการขับเคลื่อนลิฟต์ แต่ใช้ก้านยกไฮดรอลิคและปั๊มไฮดรอลิคในการขับเคลื่อน แทนก้านยกไฮดรอลิคจะยึดติดกับด้านล่างของตัวลิฟต์ เมื่อลิฟต์ต้องการวิ่งขึ้น ปั๊มไฮดรอลิคจะอัดน้ำมันไฮดรอลิคเข้าไปก้านยก ก้านยกจะยืดตัวและยกตัวลิฟต์ขึ้น เมื่อลิฟต์ต้องการวิ่งลง ปั๊มจะหยุดทำงานปล่อยให้ลิฟต์วิ่งลงโดยอาศัยน้ำหนักของตัวเอง และควบคุมความเร็วในการวิ่งลงด้วยการปรับวาล์วไฮดรอลิค

ลิฟต์ระบบไฮดรอลิค ไม่จำเป็นต้องมีห้องเครื่องที่ด้านบนเหมือนลิฟต์ระบบไฟฟ้า โดยทั่วไปจะมีห้องเครื่องปั๊มไฮดรอลิคอยู่ด้านล้างใกล้กับปล่องลิฟต์ (แต่ไม่จำเป็นต้องอยู่ติดกัน อาจอยู่ห่างกันได้บ้าง)

ลิฟต์ระบบไฮดรอลิค เหมาะกับอาคารที่ไม่สูงมาก (โดยทั่วไปไม่เกิน 20 เมตร) และต้องการลิฟต์ความเร็วต่ำ (ไม่เกิน60 เมตร/นาที)

ระบบควบคุมต่างๆ จะเหมือนกันลิฟต์ระบบไฟฟ้า เช่น ปุ่มเรียกลิฟต์, ระบบประตู, ระบบความปลอดภัยเป็นต้น

2.5.3 บันไดเลื่อน

องค์ประกอบหลักของระบบบันไดเลื่อน มีดังต่อไปนี้

- โครงสร้าง (Structure)
- ขั้นบันได (Steps)
- ราวบันได (Handrail)
- อุปกรณ์ขับ (Drive)
- อุปกรณ์ควบคุม (Control Equipment)

โครงสร้างเหล็กประกอบด้วยการนำเหล็กมาเชื่อมต่อกันเป็นโครงถัก ขั้นบันไดจะเลื่อนอยู่บนรางซึ่งยึดติดอยู่กับโครงเหล็ก ส่วนล้อเฟือง, โซ่ และมอเตอร์ขับ จะประกอบกันคล้ายกับระบบโซ่ของจักรยานอุปกรณ์ควบคุม เช่น เซอร์กิตเบรคเกอร์, รีเลย์, คอนเทคเตอร์ จะติดตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับมอเตอร์ปุ่มหยุดฉุกเฉินจะติดตั้งอยู่บริเวณทางขึ้นทางลง (ปกติจะเป็นปุ่มสีแดง) เมื่อมีการกดปุ่ม ระบบควบคุมจะสั่งให้ระบบขับเคลื่อนทั้งหมดหยุดทำงาน

การเปิดปิดปกติและการสั่งกลับทางเคลื่อนที่ของบันไดเลื่อน จะใช้กุญแจไข เพื่อป้องกันบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องมารบกวนราวจับจะถูกขับเคลื่อนด้วยความเร็วเท่ากับขั้นบันได เพื่อช่วยให้ผู้ใช้ยึดจับทรงตัวทั้งในระหว่างอยู่บนบันได และระหว่างก้าวเข้าและออกจากบันไดเลื่อน สำหรับบันไดเลื่อนทั่วไปที่ไม่สูงมากนัก (ไม่เกิน 6.5 เมตร) มอเตอร์ขับเคลื่อนจะติดตั้งอยู่ที่บริเวณชานพักด้านบน ทำหน้าที่ขับเคลื่อนอุปกรณ์ทั้งหมด อย่างไรก็ตามเมื่อบันไดเลื่อนมีความสูงและความยาวมากขึ้น มอเตอร์จะต้องมีขนาดใหญ่ขึ้นมาก และอาจไม่สามารถติดตั้งไว้ในโครงบันไดเลื่อนได้ ต้องมีห้องเครื่องแยกต่างห่าง ดังนั้นบันไดเลื่อนที่มีมอเตอร์จุดเดียวจึงมีข้อจำกัดไม่สามารถสูงได้มาก

บันไดเลื่อนที่มีความสูงมาก จะต้องออกแบบให้เป็นลักษณะโมดูล่า กล่าวคือ มีมอเตอร์ขับเคลื่อนติดตั้งอยู่เป็นช่วงๆตลอดความยาวของบันไดเลื่อน เช่น ถ้าความสูงไม่เกิน 6 เมตรใช้มอเตอร์ชุดเดียว, ถ้าสูงระหว่าง 6-12 เมตร ใช้มอเตอร์ 2 ชุด และมีมอเตอร์เพิ่ม 1 ชุดทุกๆความสูง 6 เมตร การที่มีการกระจายโหลดออกไป ทำให้กลไกต่างๆภายในระบบบันไดเลื่อนออกแบบได้ง่ายขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบมากขึ้นด้วย โดยจะมีขนาดมอเตอร์รวมน้อยลง และใช้พลังงานน้อยลงด้วยขนาดมอเตอร์ปกติของบันไดเลื่อน (Typical Escalator Motor Size)

2.5.4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์และบันไดเลื่อน

2.5.4.1 กำลังไฟฟ้าที่ลิฟต์ต้องการคือ กำลังที่ใช้ในการดึงลิฟต์ และกำลังที่สูญเสียจากความเสียดทาน ขนาดของมอเตอร์ลิฟต์นอกจากจะแปรผันตามน้ำหนักบรรทุกแล้ว ยังแปรผันตามความเร็วของลิฟต์ด้วย เช่นลิฟต์ขนาดรับน้ำหนัก 1,350 กิโลกรัม ความเร็ว 200 เมตรต่อนาที จะใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าที่ความเร็ว100 เมตรต่อนาที

2.5.4.2 พลังงานไฟฟ้าที่ลิฟต์ใช้คือ พลังงานที่เอาชนะความเสียดทาน, ความร้อนสูญเสียที่ระบบเบรค, ความร้อนสูญเสียที่มอเตอร์ และความร้อนสูญเสียในอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ส่วนพลังงานที่ใช้ในการยกลิฟต์ จะถูกเก็บไว้ในรูปพลังงานศักย์ และจะได้กลับคืนมาเมื่อลิฟต์เคลื่อนที่ลง

2.5.4.3 กำลังไฟฟ้าที่บันไดเลื่อนต้องการคือ กำลังที่ใช้ในการขับโซ่และชุดขับราวบันได และกำลังที่สูญเสียจากความเสียดทาน ขนาดของมอเตอร์บันไดเลื่อนแปรผันตามความกว้างของขั้นบันได และความสูงของระหว่างชั้นที่ติดตั้งบันไดเลื่อน เนื่องจากส่วนมากบันไดเลื่อนมีความเร็วต่ำ และคงที่ ดังนั้นความเร็วจึงไม่มีผลต่อกำลังของมอเตอร์ที่ใช้มากนัก เช่น บันไดเลื่อนความกว้างของขั้นบันได 800 มิลลิเมตร ที่ความเร็ว 27 เมตรต่อนาที และความสูง 5.1 เมตร ใช้มอเตอร์ขนาด7.5 แรงม้า ในขณะที่บันไดเลื่อนความกว้างของขั้นบันได 1,200 มิลลิเมตร ที่ความเร็ว 27 เมตรต่อนาที และความสูง 6.3 เมตร ใช้มอเตอร์ขนาด 10 แรงม้า

2.5.4.4 พลังงานไฟฟ้าที่บันไดเลื่อนใช้จะขึ้นกับระยะทาง และชั่วโมงการใช้งานของบันไดเลื่อนเป็นหลักอย่างไรก็ตาม บันไดเลื่อนรุ่นใหม่ในปัจจุบัน มีความสามารถในการตรวจจับน้ำหนักการขนส่งเพื่อปรับให้เข้าสู่โหมดประหยัดพลังงาน ซึ่งอาจก่อให้เกิดศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน มากกว่า 30% ได้อีกด้วยระยะเวลาคืนทุนของการติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ สำหรับเปิด-ปิดการใช้งานบันไดเลื่อนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานอยู่ในช่วง 2-4 ปี ซึ่งขึ้นอยู่กับความถี่ในการใช้งานของบันไดเลื่อนตามจำนวนคนที่มาใช้บริการ (ตั้งแต่ 3 ครั้งต่อชั่วโมง ถึง ตลอดเวลา)

2.5.4.5 สภาพที่เหมาะสมในการใช้งานแม้ว่าการใช้งานลิฟต์และบันไดเลื่อนจะเป็นความจำเป็นสำหรับอาคารธุรกิจในแต่ละประเภท เช่น อาคารสูง (High Rise Building) ประเภทโรงแรม โรงพยาบาล สำนักงาน ฯลฯ แต่อย่างไรก็ตาม ควรคำนึงถึงลักษณะการใช้งานที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถลดค่าใช้จ่ายลงทุนเริ่มต้น และค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในการใช้งานในระยะยาวอาทิ การพิจารณาคุณสมบัติที่จำเป็นของลิฟต์และบันไดเลื่อนประเภทต่างๆเพื่อให้สามารถเลือกขนาด จำนวนและความเร็วที่เหมาะสมในการใช้งานสูงสุด ดังนี้

ควรเลือกใช้ลิฟต์ที่อัตราเร็วที่กำหนดต่ำสุด (Minimum Rated Speed) เท่าที่จะทำได้เนื่องจากลิฟต์ที่มวลบรรทุกเท่ากัน ตัวที่มีความเร็วสูงกว่าจะมีขนาดมอเตอร์ที่พิกัดสูงกว่าด้วย

ควรเลือกใช้เครื่องลิฟต์ชนิดขับเคลื่อนโดยตรง (Gearless Machine) เพราะมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าและความร้อนน้อยกว่าเครื่องลิฟต์ที่ขับเคลื่อนด้วยเฟือง (Geared Machine) เกือบ 2 เท่า

ห้องเครื่องลิฟต์ไม่จำเป็นต้องติดตั้งระบบปรับอากาศในกรณีที่สามารถติดตั้งระบบระบายอากาศได้ตามข้อกำหนดในมาตรฐานของ ว.ส.ท. (E.I.T. Standard 3007-43) ซึ่งกำหนดไว้ว่าห้องเครื่องลิฟต์จะต้องติดตั้งระบบระบายอากาศทางกล โดยอัตราการระบายอากาศจะต้องไม่ทำให้อุณหภูมิของอากาศในระยะ 1.00 เมตร โดยรอบเครื่องจักรที่ให้ความร้อนสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส

2.5.5 แนวทางการประหยัดพลังงานของระบบลิฟต์

2.5.5.1 ปิดลิฟต์บางชุด ในช่วงเวลาที่มีคนใช้งานน้อย เช่น เวลากลางคืน โดยยอมให้ระยะเวลาการรอลิฟต์เพิ่มขึ้นได้เมื่อผู้ใช้กดปุ่มเรียกลิฟต์ ระบบควบคุมจะสั่งการให้ลิฟต์ตัวที่จะไปถึงได้เร็วที่สุด วิ่งไปยังชั้นที่เรียกโดยทั่วไป ในการออกแบบระบบลิฟต์ ผู้ออกแบบจะกำหนดระยะเวลาในการรอคอยเฉลี่ย แล้วเลือกจำนวนและขนาดลิฟต์ให้เหมาะกับเวลารอคอยที่กำหนดและจำนวนคนที่คาดว่าจะมาใช้ลิฟต์สูงสุด เมื่อมีจำนวนคนใช้งานอาคารน้อยลง เราจะสามารถหยุดลิฟต์บางชุดได้ โดยไม่ทำให้ระยะเวลารอคอยลิฟต์นานมากเกินกว่าที่ยอมรับได้ หรือ ในกรณีที่

มีคนใช้งานน้อยมากและสามารถยอมให้ระยะเวลารอคอยมากขึ้นได้อีก ก็จะสามารถหยุดลิฟต์ได้มากขึ้นอีกด้วย ตัวอย่างเช่นในเวลากลางคืน ถ้าเปิดลิฟต์ทุกชุดตามปกติ เมื่อมีผู้กดเรียกลิฟต์ในเวลาใกล้เคียงกัน ระบบควบคุมอาจกำหนดให้ลิฟต์ 2 ชุดไปรับผู้ที่กดทั้งสอง แต่ถ้ามีการปิดลิฟต์บางชุด ระบบควบคุมอาจกำหนดให้ลิฟต์ตัวเดียวกันวิ่งไปรับผู้กดทั้งสองซึ่งจะประหยัดพลังงานได้ส่วนหนึ่ง

2.5.5.2 รณรงค์ให้ใช้บันไดแทนลิฟต์ ในกรณีขึ้นลงชั้นใกล้เคียงอาคารหลายแห่งนำวิธีการนี้ไปรณรงค์ โดยการติดป้ายประชาสัมพันธ์เชิญชวนบริเวณโถงลิฟต์ ให้ผู้ที่จะขึ้นหรือลงชั้นใกล้เคียง ให้ใช้บันไดแทน เช่น อาคารแห่งหนึ่งเชิญชวน “ขึ้น 2 ลง 4 โปรดใช้บันได”เป็นต้น วิธีการนี้ จะทำให้ลิฟต์ถูกเรียกใช้น้อยลง จึงประหยัดพลังงานลง และเป็นวิธีการที่ได้รับความร่วมมือจากประชาชนทั่วไปค่อนข้างดี

2.5.5.3 รณรงค์ให้กดปุ่มขึ้นหรือลงตามที่ต้องการไม่ควรกดทั้งขึ้นและลงอาคารบางแห่งซึ่งมีคนใช้งานค่อนข้างมาก ในช่วงเวลาเร่งด่วนจะมีคนมารอคอยลิฟต์มาก และอาจต้องคอยนาน ทำให้ผู้รอคอยบางส่วนจะกดปุ่มเรียกลิฟต์ทั้งสองทาง เช่น ต้องการลง แต่กดปุ่มเรียกลิฟต์ทั้งลงและขึ้น โดยเข้าใจว่าจะทำให้ลิฟต์มาเร็วขึ้นการกดปุ่มเรียกลิฟต์ทั้งสองทิศทางโดยไม่จำเป็น จะทำให้ลิฟต์ต้องจอดแวะบ่อยผิดปกติ และจำทำให้เวลารอคอยลิฟต์เฉลี่ย (Average Waiting Time) ของทั้งระบบสูงขึ้น และใช้พลังงานมากขึ้นเนื่องจากลิฟต์ต้องจอดแวะบ่อยและมีจำนวนเที่ยววิ่งมากขึ้น ดังนั้นจึงควรรณรงค์ให้ผู้ใช้ลิฟต์กดเรียกลิฟต์เฉพาะทิศทางที่จะไปเท่านั้น

2.5.5.4 ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติในการบริหารจัดการผู้ใช้ลิฟต์ขึ้นและลงอย่างเหมาะสมระบบลิฟต์สมัยใหม่บางรุ่น มีการใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารจัดการผู้ใช้ลิฟต์ โดยสามารถกดเลือกชั้นที่ปุ่มกดภายนอกหน้าลิฟต์ และจะประมวลผลแจ้งให้ผู้ใช้ลิฟต์ทราบว่าจะต้องใช้ลิฟต์ตัวใด ซึ่งเป็นการจำแนกและจัดกลุ่มผู้ใช้ลิฟต์ให้ขึ้นและลงลิฟต์โดยมีจำนวนครั้งในการจอดให้น้อยที่สุด เนื่องจากการจอดบ่อยครั้ง จะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานค่อนข้างมาก

2.5.5.5 ใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (Inverter) ควบคุมการขึ้นลงของลิฟต์อย่างเหมาะสมอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (Inverter) ทำหน้าที่ในการควบคุมการขึ้นลงได้อย่างนุ่มนวล และสามารถปรับความเร็วของลิฟต์ได้ตามภาระการใช้งานที่ต้องการ โดยที่ยังสามารถนำพลังงานที่ได้กลับคืนมาในขณะมอเตอร์เบรค

2.5.6 แนวทางการประหยัดพลังงานของระบบบันไดเลื่อน

2.5.6.1 บำรุงรักษาระบบเฟืองและโซ่ในการขับเคลื่อนอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากบันไดเลื่อนมีการส่งกำลังผ่านระบบเฟืองและโซ่ในการขับเคลื่อน ดังนั้น ถ้าระบบส่งกำลังมีความฝืดสูง

(High Friction) ย่อมทำให้มอเตอร์ต้องทำงานหนักขึ้นและใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น นอกจากนี้ การระบายความร้อนของมอเตอร์ก็มีส่วนสำคัญเช่นเดียวกันในแง่ของอายุการใช้งานที่สั้นลงและการสูญเสียพลังงานที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเสื่อมของฉนวนหากไม่มีการระบายความร้อนที่ดีพอ นั่นคือกว่า 40% ของกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียอยู่ในรูปของความร้อน ตัวอย่าง เช่น มอเตอร์ขนาด 10 แรงม้า ต้องการการระบายความร้อน = 0.4 x 10 แรงม้า x 2,500 บีทียู/แรงม้า = 10,000 บีทียู/ชั่วโมง เป็นต้น

2.5.6.2 ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับคนสำหรับการควบคุมอัตโนมัติในบางอาคารซึ่งไม่ได้มีคนใช้งานบันไดเลื่อนตลอดเวลา เราอาจติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับคน เพื่อใช้สำหรับสั่งให้บันไดเลื่อนทำงานเมื่อมีคนมาใช้งาน และหยุดทำงานเมื่อไม่มีคนมาใช้งานในช่วงเวลาหนึ่งอุปกรณ์ตรวจจับคน ส่วนใหญ่จะเป็นแบบสวิทช์ลำแสง ติดตั้งอยู่บริเวณก่อนถึงบันไดเลื่อนประมาณ 1-2 ก้าว หรืออาจเป็นสวิทช์ที่แผ่นพื้นก่อนถึงบันไดเลื่อน สำหรับการติดตั้งระบบตรวจจับคนอัตโนมัติเพิ่มเติมในบันไดเลื่อนที่มีอยู่แล้ว จะมีค่าใช้จ่ายโดยประมาณ 150,000 - 250,000 บาท ต่อบันไดเลื่อน 1 ชุด

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1.1 ค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวกับเรื่องการวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

3.1.2 ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

3.1.3 สำรวจและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละชั้นของอาคาร

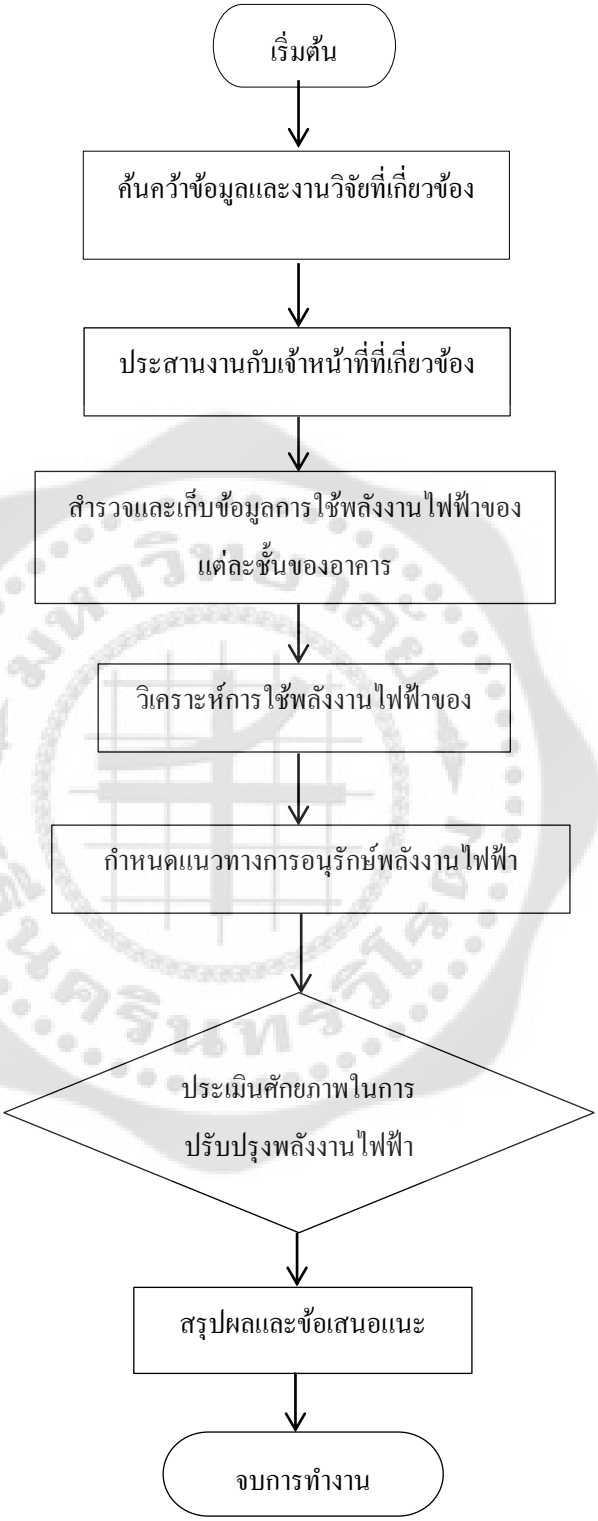
3.1.4 วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละชั้นของอาคาร

3.1.5 กำหนดแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสม

3.1.6 ประเมินศักยภาพในการปรับปรุงการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในแต่ละชั้นของอาคาร

3.1.7 สรุปผลและเสนอแนวทางการจัดการการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

3.1.8 จัดทำโครงงานฉบับสมบูรณ์



รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงาน

บทที่ 4
การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

4.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะอาคาร

4.1.1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่ออาคาร : อาคารบริการ ศ.ม.ล. ปิ่น มาลากุล

ประเภทอาคาร : อาคารบริการ จำนวน 17 ชั้น

พื้นที่ศึกษา : ชั้น 2 ศูนย์อาหาร
ชั้น 5 คลินิกทันตกรรม
ชั้น 6 คลินิกกายภาพบำบัด
ชั้น 10 MEJI UNIVERSITY
ชั้น 11 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม
ชั้น 12 วิทยาลัยนวัตกกรมสื่อสารสังคม
ชั้น 13 สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ
ชั้น 15 ศูนย์บริการวิชาการ
ชั้น 16 SWUTEL HOTEL
ชั้น 17 SWUTEL HOTEL

ที่ตั้งอาคาร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร) ถนนสุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10110

หมายเหตุ : ชั้น 1 ร้านกาแฟสตาร์บัคส์ ร้านหนังสือ SE-ED BOOK เป็นพื้นที่เอกชนที่ไม่สามารถดำเนินการสำรวจได้ ชั้นที่ไม่มีการใช้งานได้แก่ ชั้น 3 ชั้น 4 ชั้น 7 ชั้น 8 ชั้น 9 และชั้น 14

4.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

4.2.1 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

การสำรวจระบบแสงสว่างภายในอาคาร มีพื้นที่การสำรวจทั้งหมด10 ชั้น โดยมีการสำรวจค่าต่างๆ ได้แสดงในภาคผนวก ก.1 จากการสำรวจพบว่าอาคารมีการหลอดไฟชนิดต่างๆ และมีการใช้พลังงานดังนี้

ตารางที่4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

ลำดับที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้าต่อหลอด(W)	กำลังไฟฟ้าต่อบัลลาสต์(W)	จำนวนหลอด	กำลังไฟฟ้ารวม(W)
1	Fluorescent T-8	36	6	912	38,304
2	Fluorescent T-8	18	6	45	1,080
3	Fluorescent T-5	28	1	128	3,712
4	Compact Fluorescent	23	-	99	2,277
5	Compact Fluorescent	18	10	670	18,760
6	Compact Fluorescent	18	-	90	1,620
7	Halogen	50	-	41	2,050
	รวม			1,985	67,803
	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ kWh/Year				202,440.74

หมายเหตุ : รายละเอียดพลังงานที่ใช้ต่อปีแสดงในภาคผนวก ก.1

4.2.2 รายละเอียดตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอดFLT-8 ขนาด 36 W เป็นหลอด LED Tube T-8 ขนาด 20 W

ตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนหลอดFLT-8 ขนาด 36W เป็นหลอด LED Tube T-8 ขนาด 20W จากข้อมูลที่ได้การสำรวจจากตารางที่ 4.1 ทำให้ทราบว่า

หลอด FLT-8 ขนาด 36W ใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่า หลอด LED Tube T-8 ขนาด 20W เมื่อนำมาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงรายระเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร

ข้อมูล	หลอดไฟเดิม	หลอดไฟที่เปลี่ยน
ชนิดหลอดไฟ	FLT-8	LED Tube T-8
ขนาดหลอดไฟ	36 W	20 W
ชนิดบัลลาสต์	Low Loss	-
กำลังสูญเสียต่อบัลลาสต์	6 W	-
ชนิดโคม	Reflect	Reflect
จำนวนหลอด	94	94
hr./day	10	10
Day/year	264	264
แฟกเตอร์การใช้งานเฉลี่ย	0.895	0.895

หมายเหตุ : ภายในหลอด LED Tube T-8 มี Internal Diver ขนาด 2 W

การใช้พลังงานไฟฟ้า

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

$$P_{total} = \frac{[94 \times 36] + [94 \times 6]}{1{,}000} = 3.948 \text{ kW}$$

$$P_{total(new)} = \frac{[94 \times 20]}{1{,}000} = 1.88 \text{ kW}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

$$P_{save} = P_{total(old)} - P_{total(new)}$$
$$= 3.948\ kW - 1.88kW = 2.068\ kW$$

พลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี

$$E_{save} = P_{save} \times F \times (hr./day) \times (Day/year)$$
$$= 2.068\ kW \times 0.895 \times 10 \times 264$$
$$= 4{,}886.27\ kWh/\ year$$

คิดเป็นจำนวนเงิน(ค่าไฟฟ้า TOU 3.6796 บาท/kWh)

$$= (FT + 3.6796) \times kWh/year$$
$$= (0.59 + 3.6796) \times 4{,}886.27kWh/year$$
$$= 20{,}862.42\ \text{บาท/ ปี}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอด CFL ขนาด 18 W เป็นหลอด LED Corn Bulbขนาด 9 W

ตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนหลอด CFLขนาด18W เป็นหลอด LED Corn Bulb ขนาด 9 W จากข้อมูลที่ได้สำรวจจากตารางที่ 4.1ทำให้ทราบว่า หลอด CFL ขนาด 18 Wใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่า หลอด LED Corn Bulb ขนาด 9 W เมื่อนำมาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่4.3 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร

ข้อมูล	หลอดไฟเดิม	หลอดไฟที่เปลี่ยน
ชนิดหลอด	CFL	LED Corn Bulb
ขนาดหลอด	18 W	9 W
ชนิดบัลลาสต์	Coil	-
กำลังสูญเสียต่อบัลลาสต์	10 W	-
ชนิดโคม	Downlight	Downlight
จำนวนหลอด	26	26
hr./day	10	10
Day/year	264	264
แฟกเตอร์การใช้งานเฉลี่ย	1	1

การใช้พลังงานไฟฟ้า

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

$$P_{total(old)} = \frac{[26 \times 18] + [26 \times 10]}{1{,}000} = 0.728 \text{ kW}$$

$$P_{total(new)} = \frac{[26 \times 9]}{1{,}000} = 0.234 \text{ kW}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

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

$$= 0.728 \text{ kW} - 0.234 \text{ kW} = 0.494 \text{ kW}$$

พลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี

$$E_{save} = P_{save} \times F \times (hr./day) \times (Day/year)$$
$$= 0.494\ kW \times 1 \times 10 \times 264$$
$$= 1{,}304.16\ kWh/\ year$$

คิดเป็นจำนวนเงิน(ค่าไฟฟ้า TOU 3.6796 บาท/kWh)

$$= (FT + 3.6796) \times kWh/year$$
$$= (0.59 + 3.6796) \times 1{,}304.16 kWh/year$$
$$= 5{,}568.25 \text{ บาท/ ปี}$$

จากการคำนวณสรุปได้ว่าชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร สามารถประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างจากการเปลี่ยนหลอด FLT-8 ขนาด 36 W เป็นหลอด LED Tube T-8 ขนาด 20 W และเปลี่ยนหลอด CFT ขนาด 18 W เป็นหลอด LED Corn Bulb ขนาด 9 W ซึ่งคิดเป็นจำนวนเงินต่อปีทั้งหมดดังนี้

20,862.42 + 5,568.25 =26,430.67 บาท/ปี

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอด FLT-8 ขนาด 18 W เป็นหลอด LED Tube T-8 ขนาด 10 W

ตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนหลอด FLT-8ขนาด 18W เป็นหลอด LED Tube T-8 ขนาด 10W จากข้อมูลที่ได้การสำรวจจากตารางที่ 4.1 ทำให้ทราบว่าหลอด FLT-8 ขนาด 18W ใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าหลอด LED Tube T-8 ขนาด 10W เมื่อนำมาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่4.4 แสดงรายระเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม

ข้อมูล	หลอดไฟเดิม	หลอดไฟที่เปลี่ยน
ชนิดหลอดไฟ	FL T-8	LED Tube T-8
ขนาดหลอดไฟ	18 W	10 W
ชนิดบัลลาสต์	Low Loss	-
กำลังสูญเสียต่อบัลลาสต์	6 W	-
ชนิดโคม	Non Reflect	Non Reflect
จำนวนหลอด	42	42
hr./day	12	12
Day/year	312	312
แฟกเตอร์การใช้งานเฉลี่ย	0.614	0.614

หมายเหตุ : ภายในหลอด LED Tube T-8 มี Internal Diver ขนาด 2 W

การใช้พลังงานไฟฟ้า

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

$$P_{total(old)} = \frac{[42 \times 18] + [42 \times 6]}{1{,}000} = 1.008 \text{ kW}$$

$$P_{total(new)} = \frac{[42 \times 10]}{1{,}000} = 0.42 \text{ kW}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

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

$$= 1.008 \text{ kW} - 0.42\text{kW} = 0.588 \text{ kW}$$

พลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี

$$E_{save} = P_{save} \times F \times (hr./day) \times (Day/year)$$
$$= 0.588\ kW \times 0.614 \times 12 \times 312$$
$$= 1{,}351.71\ kWh/\ year$$

คิดเป็นจำนวนเงิน(ค่าไฟฟ้า TOU 3.6796 บาท/kWh)

$$= (FT + 3.6796) \times kWh/year$$
$$= (0.59 + 3.6796) \times 1{,}351.71\ kWh/year$$
$$= 5{,}771.27\ \text{บาท/ ปี}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอด CFL ขนาด 23 W เป็นหลอด LED Corn Bulbขนาด12 W

ตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนหลอด CFL ขนาด 23 W เป็นหลอด LED Corn Bulb มากกว่า ขนาด 12 W จากข้อมูลที่ได้การสำรวจจากตารางที่ 4.1ทำให้ทราบว่า หลอด CFL ขนาด 23 Wใช้พลังงานไฟฟ้า หลอด LED Corn Bulb ขนาด 12 W เมื่อนำมาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่4.5 แสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 16-17 SWUTEL HOTEL

ข้อมูล	หลอดไฟเดิม	หลอดไฟที่เปลี่ยน
ชนิดหลอด	CFL	LED Corn Bulb
ขนาดหลอด	23 W	12 W
ชนิดบัลลาสต์	-	-
กำลังสูญเสียต่อบัลลาสต์	-	-
ชนิดโคม	โคมไฟประดับ	โคมไฟประดับ
จำนวนหลอด	99	99
hr./day	24	24
Day/year	360	360
แฟกเตอร์การใช้งานเฉลี่ย	0.772	0.772

การใช้พลังงานไฟฟ้า

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

$$P_{total(old)} = \frac{[99 \times 23]}{1{,}000} = 2.277 \text{ kW}$$

$$P_{total(new)} = \frac{[99 \times 12]}{1{,}000} = 1.188 \text{ kW}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

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

$$= 2.277 \text{ kW} - 1.188\text{kW} = 1.089 \text{ kW}$$

พลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี

$$E_{save} = P_{save} \times F \times (hr./day) \times (Day/year)$$
$$= 1.089\ kW \times 0.772 \times 24 \times 360$$
$$= 7{,}263.717 kWh/year$$

คิดเป็นจำนวนเงิน(ค่าไฟฟ้า TOU 3.6796 บาท/kWh)

$$= (FT + 3.6796) \times kWh/year$$
$$= (0.59 + 3.6796) \times 7{,}263.717\ kWh/year$$
$$= 31{,}013.17 \text{ บาท/ ปี}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอด FLT-5 ขนาด 28 W เป็นหลอด LED Tube T-8 ขนาด 20 W

ตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนหลอด FLT-5 ขนาด 28W เป็นหลอด LED Tube T-8 ขนาด 20W จากข้อมูลที่ได้การสำรวจจากตารางที่ 4.1ทำให้ทราบว่า หลอด FLT-5 ขนาด 28W ใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่า หลอด LED Tube T-8 ขนาด 20W เมื่อนำมาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่4.6 แสดงรายระเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 10MEIJI UNIVERSITY

ข้อมูล	หลอดไฟเดิม	หลอดไฟที่เปลี่ยน
ชนิดหลอดไฟ	FL T-5	LED Tube T-8
ขนาดหลอดไฟ	28 W	20 W
ชนิดบัลลาสต์	Electronic	-
กำลังสูญเสียต่อบัลลาสต์	1 W	-
ชนิดโคม	Reflect	Reflect
จำนวนหลอด	128	128
hr./day	9	9
Day/year	264	264
แฟกเตอร์การใช้งานเฉลี่ย	0.534	0.534

การใช้พลังงานไฟฟ้า

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

$$P_{total(old)} = \frac{[128 \times 28] + [128 \times 1]}{1{,}000} = 3.712 \text{ kW}$$

$$P_{total(new)} = \frac{[128 \times 20]}{1{,}000} = 2.56 \text{ kW}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

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

$$= 3.712 \text{ kW} - 2.56 \text{ kW} = 1.152 \text{ kW}$$

พลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี

$$E_{save} = P_{save} \times F \times (hr./day) \times (Day/year)$$
$$= 1.152\ kW \times 0.534 \times 9 \times 264$$
$$= 1{,}461.64\ kWh/\ year$$

คิดเป็นจำนวนเงิน(ค่าไฟฟ้า TOU 3.6796 บาท/kWh)

$$= (FT + 3.6796) \times kWh/year$$
$$= (0.59 + 3.6796) \times 1{,}461.64\ kWh/year$$
$$= 6{,}240.62\ \text{บาท/ ปี}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอด Halogen ขนาด 50 W เป็นหลอด LED MR16ขนาด 10 W

ตัวอย่างการคำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนหลอดHalogenขนาด 50 W เป็นหลอด LED MR16 ขนาด 10 W จากข้อมูลที่ได้การสำรวจจากตารางที่ 4.1 ทำให้ทราบว่า หลอด Halogen ขนาด 50 Wใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่า หลอด LED MR16 ขนาด 10 Wเมื่อนำมาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงรายระเอียดระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร

ข้อมูล	หลอดไฟเดิม	หลอดไฟที่เปลี่ยน
ชนิดหลอดไฟ	Halogen	LED MR16
ขนาดหลอดไฟ	50 W	10 W
ชนิดโคม	Downligh,Spotlight	Downlight,Spotlight
จำนวนหลอด	12	12
hr./day	9	9
Day/year	264	264
แฟกเตอร์การใช้งานเฉลี่ย	1	1

การใช้พลังงานไฟฟ้า

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

$$P_{total(old)} = \frac{[\,12 \times 50\,]}{1{,}000} = 0.6\ \text{kW}$$

$$P_{total(new)} = \frac{[\,12 \times 10\,]}{1{,}000} = 0.12\ \text{kW}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

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

$$= 0.6\ \text{kW} - 0.12\ \text{kW} = 0.48\ \text{kW}$$

พลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี

$$E_{save} = P_{save} \times F \times (\text{hr./day}) \times (\text{Day/year})$$

$$= 0.48\ \text{kW} \times 1 \times 9 \times 264$$

$$= 1{,}140.48\ \text{kWh/ year}$$

คิดเป็นจำนวนเงิน(ค่าไฟฟ้า TOU 3.6796 บาท/kWh)

$$= (FT + 3.6796) \times kWh/year$$
$$= (0.59 + 3.6796) \times 1{,}140.48\ kWh/year$$
$$= 4{,}869.40\ \text{บาท/ ปี}$$

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการติดตั้งระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (motion sensors) ที่ห้องน้ำหญิง-ห้องน้ำชาย

ตัวอย่างการคำนวณ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยการติดตั้งระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (motion sensors) ที่ห้องน้ำหญิง-ห้องน้ำชายภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

ตารางที่4.8 แสดงรายละเอียดระบบแสงสว่างห้องน้ำหญิง-ห้องน้ำชายชั้น 2-15 ส่วนพื้นที่ส่วนกลาง

ข้อมูล	หลอดไฟเดิม	หลอดไฟที่เปลี่ยน
ชนิดหลอดไฟ	FL T-8	FL T-8
ขนาดหลอดไฟ	36 W	36 W
ชนิดบัลลาสต์	Low Loss	Low Loss
กำลังสูญเสียต่อบัลลาสต์	6 W	6 W
ชนิดโคม	Reflect	Reflect
จำนวนหลอด	80	80
hr./day	9.75	9.75
Day/year	280	280
แฟกเตอร์การใช้งานเฉลี่ย	1	0.4

การใช้พลังงานไฟฟ้า

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

$$P_{total(old)} = \frac{[80 \times 36] + [80 \times 6]}{1,000} = 3.36 \text{ kW}$$

พลังงานไฟฟ้าก่อนติดตั้ง

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

= 3.36 x 9.75 x 1 x 280

= 9,172.8 kWh/year

พลังงานไฟฟ้าหลังติดตั้ง

$= P_{(old)}$ x ชั่วโมงการทำงาน x F xวันทำงาน/ปี

= 3.36 x 9.75 x 0.4 x 280

= 3,669.12 kWh / year

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = พลังงานไฟฟ้าก่อนติดตั้ง - พลังงานไฟฟ้าหลังติดตั้ง

= 9,172.8 – 3,669.12

= 5,503.68 kWh / year

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh/year

= (0.59 + 3.6796) × 5,503.68 kWh/year

= 23,498.52 บาท/ ปี

4.2.3 การคำนวณหาค่าความสว่าง

4.2.3.1 หลอด FLT-8 ขนาด 36 W เปลี่ยนเป็นหลอด LED T-8 ขนาด20 W ของห้องตรวจ6 ชั้นที่ 6 คลินิกกายภาพบำบัด

ก่อนปรับปรุง:

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

$= \frac{5 \times 3.5 (3.85 + 3.00)}{3.85 \times 3.00}$

$= 10.37$

จากตาราง UF = 0.32

จากสูตร $E = \frac{n \times \emptyset \times MF \times UF}{A}$; กำหนดให้ MF = 0.8

$E = \frac{4 \times 2,650 \times 0.8 \times 0.32}{11.55}$

$E = 234.95$

ค่าความสว่างจากการคำนวณ เท่ากับ 234.95 Lux

ค่าความสว่างจากการสำรวจ เท่ากับ 218 Lux

หลังปรับปรุง:

จากสูตร $E = \frac{n \times \emptyset \times MF \times UF}{A}$; กำหนดให้ MF = 0.8

$E = \frac{4 \times 2,200 \times 0.8 \times 0.32}{11.55}$

$E = 195.05$

ค่าความสว่างจากการคำนวณ เท่ากับ 195.05 Lux

4.2.3.2 หลอด CFL ขนาด18 W เปลี่ยนเป็นหลอด LED Corn ขนาด 9 W ของห้องประชุมเล็ก ชั้นที่ 6 ศูนย์บริการวิชาการ

ก่อนปรับปรุง :

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

$= \frac{5 \times 3.5 (8.00 + 4.50)}{8.00 \times 4.50}$

$= 6.08$

จากตาราง UF = 0.69

จากสูตร $E = \frac{n \times \emptyset \times MF \times UF}{A}$; กำหนดให้ MF = 0.8

$E = \frac{15 \times 1,200 \times 0.8 \times 0.69}{36}$

$E = 276$

ค่าความสว่างจากการคำนวณ เท่ากับ 276 Lux

ค่าความสว่างจากการสำรวจ เท่ากับ 243 Lux

หลังปรับปรุง :

จากสูตร $E = \frac{n \times \emptyset \times MF \times UF}{A}$; กำหนดให้ MF = 0.8

$E = \frac{15 \times 1,000 \times 0.8 \times 0.69}{36}$

$E = 223$

ค่าความสว่างจากการคำนวณ เท่ากับ 223 Lux

4.3 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

4.3.1 รายละเอียดการตรวจวัดระบบทำความเย็น (Cooling Tower)

การสำรวจระบบทำความเย็น (Cooling Tower) ภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล ที่ทำการสำรวจในส่วนของ Air Handing ของระบบทำความเย็น (Cooling Tower) ในพื้นที่ที่มีการปรับอากาศทั้งหมด 8 ชั้นโดยมีการสำรวจและตรวจวัดค่าต่างๆ ดังที่แสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.9 รายละเอียดข้อมูลของเครื่องส่งลมเย็น (AIR HANDLING UNIT)

หมายเลข	ขนาด (BTU)	อัตราการจ่ายลม (CFM)	กำลังไฟฟ้า (kW)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/วัน)	ค่าไฟฟ้าที่ใช้ (บาท/วัน)
AHU-201	378,400	10,750	110.872	1,108.72	4,733.80
AHU-202	378,400	10,750	110.872	1,108.72	4,733.80
AHU-501	329,700	9,240	96.603	1,159.236	4,949.48
AHU-502	329,700	9,240	96.603	1,159.236	4,949.48
AHU-601	378,400	10,750	110.872	997.848	4,260.42
AHU-1001	240,000	8,800	70.32	632.88	2,702.15
AHU-1002	240,000	8,800	70.32	632.88	2,702.15
AHU-1101	240,000	8,800	70.32	632.88	2,702.15
AHU-1102	240,000	8,800	70.32	632.88	2,702.15
AHU-1201	240,000	8,800	70.32	632.88	2,702.15
AHU-1202	240,000	8,800	70.32	632.88	2,702.15
AHU-1301	329,700	9,240	96.603	966.03	4,124.57
AHU-1302	329,700	9,240	96.603	966.03	4,124.57
AHU-1501	329,700	9,240	96.603	966.03	4,124.57
AHU-1502	329,700	9,240	96.603	966.03	4,124.57
รวม				13,195.16	56,338.16

การคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องส่งลมเย็น (AIR HANDLING UNIT) ซึ่งในแต่ละชั้นจะเปิดทำการในเวลาที่ไม่เท่ากันจึงทำการคำนวณแยกแต่ละชั้น

ชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = จำนวนเครื่อง×กำลังไฟฟ้า(kW)× F×(ชม./วัน)×(วัน/ปี)

= 2×110.872 kW×1×10(ชม./วัน)× 264(วัน/ปี)

= 585,404.16 kWh / ปี

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh/year

= (0.59 + 3.6796) × 585,404.16 kWh/year

= 2,499,441.60 บาท / ปี

ชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ =จำนวนเครื่อง×กำลังไฟฟ้า(kW)× F×(ชม./วัน)×(วัน/ปี)

= 2× 96.603 (kW) ×1×12(ชม./วัน)× 312(วัน/ปี)

= 723,363.264 kWh /ปี

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh/year

= (0.59 + 3.6796) × 723,363.264 kWh/year

= 3,088,471.79 บาท/ ปี

ชั้นที่ 6 คลินิกกายภาพบำบัด

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = จำนวนเครื่อง×กำลังไฟฟ้า(kW)× F×(ชม./วัน)×(วัน/ปี)

= 1×110.872(kW) ×1×9 (ชม./วัน)× 264(วัน/ปี)

= 263,431.872 kWh / ปี

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh/year

= (0.59 + 3.6796) × 263,431.872 kWh/year

= 1,124,748.72 บาท / ปี

ชั้นที่ 10 MEJI UNIVERSITY

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = จำนวนเครื่อง×กำลังไฟฟ้า (kW) × F×(ชม./วัน)×(วัน/ปี)

= 2×70.32 (kW) × 1 × 9 (ชม./ วัน)× 264 (วัน/ปี)

= 334,160.64 kWh / ปี

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh/year

= (0.59 + 3.6796) × 334,160.64 kWh/year

= 1,426,732.27 บาท / ปี

ชั้นที่ 11 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = จำนวนเครื่อง×กำลังไฟฟ้า (kW) × F× (ชม./วัน)×(วัน/ปี)

= 2×70.32 (kW) ×1×9 (ชม./วัน)× 264 (วัน/ปี)

= 334,160.97 kWh / ปี

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh/year

= (0.59 + 3.6796) × 334,160.97 kWh/year

= 1,426,733.68 บาท / ปี

ชั้นที่ 12 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = จำนวนเครื่อง×กำลังไฟฟ้า(kW)× F×(ชม./วัน)×(วัน/ปี)

= 2×70.32 (kW) × 1 ×9 (ชม./วัน)× 264(วัน/ปี)

= 334,160.97 kWh /ปี

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh / year

= (0.59 + 3.6796) × 334,160.97 kWh/year

= 1,426,733.68 บาท / ปี

ชั้นที่ 13 สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = จำนวนเครื่อง× กำลังไฟฟ้า (kW)× F×(ชม./วัน)×(วัน/ปี)

= 2×96.603 (kW) ×1×10 (ชม./วัน)× 344(วัน/ปี)

= 664,628.64 kWh / ปี

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh/year

= (0.59 + 3.6796) × 664,628.64 kWh/year

= 2,837,698.44 บาท / ปี

ชั้นที่ 15 ศูนย์บริการวิชาการ

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = จำนวนเครื่อง×กำลังไฟฟ้า(kW)× F×(ชม./วัน)×(วัน/ปี)

= 2×96.603 (kW) × 1×10(ชม./วัน)× 264(วัน/ปี)

= 510,063.84 kWh / ปี

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh/year

= (0.59 + 3.6796) × 510,063.84 kWh/year

= 2,177,768.57 บาท / ปี

ตารางที่ 4.10 รายละเอียดข้อมูลของเครื่องจักรในระบบทำความเย็น

รายการ	กำลังไฟฟ้า(kW)	จำนวนเครื่อง	กำลังไฟฟ้ารวม(kW)
Condenser Pump	30	4	120
Cooling Tower	13.3.	3	39.9
Softener	0.75	2	1.5
รวม			179.85
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ kWh/Year			540,103.7
ค่าไฟฟ้า บาท/ปี			2,306,026.76

4.3.2 รายละเอียดการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศ (Split Type)

การสำรวจเครื่องปรับอากาศภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล. ปิ่น มาลากุล ที่ทำการสำรวจในส่วนของ Air conditionerในพื้นที่ที่มีการปรับอากาศทั้งหมด 2ชั้น คือ ชั้น 16-17SWUTEL HOTEL โดยมีการสำรวจและตรวจวัดค่าต่างๆ ดังที่แสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงจำนวนเครื่องปรับอากาศภายในชั้น 16-17SWUTEL HOTEL

ชั้น	ขนาด (Btu/hr)	ชนิดเครื่องปรับอากาศ	จำนวน (เครื่อง)	รวม (Btu/hr)
16	24,000	FC	17	408,000
	30,000	FC	2	60,000
	36,000	FC	1	36,000
17	16,000	FC	1	16,000
	24,000	FC	19	456,000
	30,000	FC	1	30,000
รวม			41	1,006,000

หมายเหตุ : สัญลักษณ์เครื่องปรับอากาศ : FC = Fan Coil Ceiling Mounted

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ =กำลังไฟฟ้า(kW)× F× (ชม./วัน)×(วัน/ปี)

= 294.758 (kW) × 0.6 × 15 (ชม./วัน)× 360 (วัน/ปี)

= 955,015.92 kWh / ปี

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh/year

= (0.59 + 3.6796) × 955,015.92 kWh/year

= 4,077,535.97 บาท / ปี

4.4 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าระบบขนส่งภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

4.4.1 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์โดยสาร

จากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์โดยสารภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล พบว่ามีลิฟต์โดยสารจำนวน 4 ชุด ซึ่งลิฟต์โดยสารทั้ง 4ชุดมีข้อมูลและลักษณะการใช้งานของลิฟต์เช่นเดียวกัน โดยมีรายละเอียดการใช้พลังงานดังต่อไปนี้

ข้อมูลพื้นฐาน

อาคาร อาคารบริการ ศ.ม.ล. ปิ่น มาลากุล

ชนิดลิฟต์ Traction Drive (Rope Drive) ใช้เครื่องขับลิฟต์ชนิดไม่มีเกียร์

ข้อมูลทางเทคนิค

ระบบขับเคลื่อน	Variable Voltage Variable Frequency (VVVF)
ความเร็ว	105 เมตร/นาที (1.75 เมตร / วินาที)
อัตราเร่ง	0.8 m/s^2
ลักษณะการใช้งาน	ลิฟต์โดยสาร (Passenger Elevator)
น้ำหนักบรรทุก	1,000 กิโลกรัม
จำนวนผู้โดยสาร	15 คน
จำนวนจุดหยุดรับ-ส่ง	17 จุด
ความสูงตึก	68.1 เมตร
พลังงานสูญเสียภายในห้องเครื่อง	2.3 kW
ขนาดมอเตอร์ขับเคลื่อนตัวลิฟต์	9.5 kW
กระแสไฟฟ้าช่วงเร่งเต็มพิกัด	49A
ระบบแรงดันไฟฟ้า	380 V
ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเต็มพิกัด(PF)	0.9
กำลังไฟฟ้าในช่วงเร่งเต็มพิกัด(Pa)	29.03 kW
เวลาที่ลิฟต์ใช้ในการเร่ง	2.1875 s
เวลาดำเนินการ เปิด-ปิด ประตู	6 s
เวลาดำเนินการ	0.661 s / m
ชั่วโมงใช้งานต่อวัน	24 ชั่วโมง
จำนวนวันใช้งานที่ปีเฉลี่ย	360 วัน

พิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเคลื่อนที่ไป 1 ชั้น

พลังงานลิฟต์ที่ต้องใช้เมื่อหยุด 1 ชั้น

$$W_E = (2xPa \times 6x (Ta/2) /60))$$

$$= (2x29.03\ kW \times (2.1875/2)/3600))$$

$$= 0.0177\ kWh$$

พลังงานที่ใช้ในมอเตอร์ขับเคลื่อน

$$Wm = kW \times (t /60)$$

$$= 9.5 \times (2.65/3600)$$

$$= 0.007\ kWh$$

พลังงานสูญเสียภายในห้องเครื่อง

$$Wt = kW \times (t / 60)$$

$$= 2.3 \times [((6x\ 2) + 2.65)/3600]$$

$$= 0.00935\ kWh$$

พลังงานไฟฟ้ารวม

$$= 0.0177\ kW+0.007\ kW+ 0.00935\ kW$$

$$= 0.03405\ kWh$$

การใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์ (ลิฟต์โดยสาร) ในแต่ละชั้นจะแสดงดังตารางที่

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าในลิฟต์ในแต่ละชั้น

ชั้น(ที่ลิฟต์จอดและไปส่ง)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า(บาท)
2	0.0264	0.1128
3	0.0469	0.2003
4	0.0566	0.2417
5	0.0664	0.2836
6	0.0761	0.3250
7	0.0859	0.3668
8	0.0956	0.4082
9	0.1041	0.4445
10	0.1125	0.4804
11	0.1210	0.5167
12	0.1294	0.5525
13	0.1379	0.5888
14	0.1463	0.6247
15	0.1548	0.6610
16	0.1645	0.7024
17	0.1730	0.7387

การพิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์โดยสารทั้งหมด 4 ชุด

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = กำลังไฟฟ้า(kW)× F ×(ชม./วัน)×(วัน/ปี)× จำนวนลิฟต์

= 11 kW×0.5 × 24 ชม/วัน × 360 วัน/ปี ×4

= 190,080 kWh / ปี

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh/year

= (0.59 + 3.6796) ×190,080 kWh / year

= 798,336 บาท/ปี

4.4.2 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์ขนของ

จากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์ขนของภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล พบว่ามีลิฟต์ขนของจำนวน 1ตัวโดยมีรายละเอียดการใช้พลังงานดังต่อไปนี้

ข้อมูลพื้นฐาน

อาคาร อาคารบริการ ศ.ม.ล. ปิ่น มาลากุล

ชนิดลิฟต์ Traction Drive (Rope Drive) ใช้เครื่องขับลิฟต์ชนิดไม่มีเกียร์

ข้อมูลทางเทคนิค

ระบบขับเคลื่อน	Variable Voltage Variable Frequency (VVVF)
ความเร็ว	105 เมตร/นาที (1.75 เมตร/วินาที)
อัตราเร่ง	0.8 m/s^2
ลักษณะการใช้งาน	ลิฟต์ขนของ
น้ำหนักบรรทุก	1,350 กิโลกรัม
จำนวนผู้โดยสาร	18-20 คน
จำนวนจุดหยุดรับ-ส่ง	18 จุด
ความสูงตึก	72.2 เมตร
พลังงานสูญเสียภายในห้องเครื่อง	1.6 kW
ขนาดมอเตอร์ขับเคลื่อนตัวลิฟต์	17.9 kW
กระแสไฟฟ้าช่วงเร่งเต็มพิกัด	51.3A
ระบบแรงดันไฟฟ้า	380 V
ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเต็มพิกัด(PF)	0.9
กำลังไฟฟ้าในช่วงเร่งเต็มพิกัด(Pa)	30.39 kW
เวลาที่ลิฟต์ใช้ในการเร่ง	2.1875 s
เวลาดำเนินการ เปิด-ปิด ประตู	6 s
เวลาดำเนินการ	0.71 s/m
ชั่วโมงใช้งานต่อวันเฉลี่ย	24 ชั่วโมง
จำนวนวันใช้งานที่ปีเฉลี่ย	360 วัน

พิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเคลื่อนที่ไป 1 ชั้น

พลังงานลิฟต์ที่ต้องใช้เมื่อหยุด 1 ชั้น

W_E = (2xPa x 6x (Ta/2) /60))

= (2x30.39 kW x(2.1875/2)/3600))

= 0.0185 kWh

มอเตอร์ขับเคลื่อนตัวลิฟต์

Wm = kW of (Tm) x (t / 60)

= 17.9 x [2.84/ 3600]

= 0.0142kWh

พลังงานสูญเสียภายในห้องเครื่อง

Wt = kW x (t / 60)

= 1.6 x ((6x2) +2.84)/3600)

= 0.0066 kWh

พลังงานไฟฟ้ารวม

= 0.0185kW+0.0142 kW+0.0066 kW

= 0.0393kWh

การใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์ (ลิฟต์ขนของ) ในแต่ละชั้นจะแสดงดังตารางที่

ตารางที่4.13 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าในลิฟต์ในแต่ละชั้น

ชั้น (ที่ลิฟต์จอดและไปส่ง)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า(บาท)
1	0.0397	0.1696
2	0.0605	0.2584
3	0.0778	0.3322
4	0.0951	0.4061
5	0.1123	0.4795
6	0.1297	0.5538
7	0.1470	0.6277
8	0.1643	0.7015
9	0.1793	0.7656
10	0.1943	0.8296
11	0.2093	0.8937
12	0.2243	0.9577
13	0.2393	1.0218
14	0.2543	1.0858
15	0.2693	1.1499
16	0.2866	1.2237
17	0.3016	1.2878

การพิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าของลิฟต์ขนของทั้งหมด 1 ชุด

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ =กำลังไฟฟ้า(kW)× F ×(ชม./วัน)×(วัน/ปี)

= 17.3 kW × 0.2× 24 ชม/วัน × 360 วัน / ปี

= 13,701.6 kWh / ปี

ค่าไฟฟ้า = (FT + 3.6796) × kWh/year

= (0.59 + 3.6796) × 13,701.6 kWh/year

= 58,500.36 บาท / ปี

ค่าไฟฟ้ารวมทั้งหมดต่อปีของลิฟต์

= 798,336 +58,500.36

= 847,836.36 บาท / ปี

4.4.3 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในบันไดเลื่อนโดยสาร

จากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของบันไดเลื่อนโดยสารในอาคารบริการศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล พบว่ามีบันไดเลื่อนจำนวน 4 ตัว แต่เปิดใช้บริการในปัจจุบันเพียง 2 ตัว โดยจะใช้ในการโดยสารได้ จากชั้น 1-2 ซึ่งจะมีรายละเอียดการใช้พลังงานดังต่อไปนี้

รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของบันไดเลื่อนโดยสารอาคารบริการศ.ม.ล. ปิ่น มาลากุล ทั้งหมด 2 ตัว ดังข้อมูลต่อไปนี้

ข้อมูลรายละเอียดบันไดเลื่อน

ระบบเครื่องขับ	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับและชุดเกียร์
ระบบเบรก	Electro Magnetic Brake
ระบบการทำงาน	Automatic On-Off
ความเร็วบันไดเลื่อนไฟฟ้า	30 เมตรต่อนาที
ความกว้าง	0.8 เมตร
ความสูง	5.4 เมตร
ขนาดมอเตอร์	7.5kW
ประสิทธิภาพมอเตอร์(eff)	90%
ชั่วโมงใช้งานต่อวันเฉลี่ย	8.8 ชั่วโมง
แฟกเตอร์การใช้งาน(F)	0.85
จำนวนวันใช้งานที่ปี(d)	312 วัน
ขนาดมอเตอร์	7.5kW

พลังงานที่บันไดเลื่อนใช้เมื่อทำงานตลอดเวลา

$$E = \frac{kW}{eff} \times hr. \times d \times F \times n$$
$$= \frac{7.5\ kW}{0.9} \times 8.8 \times 312 \times 0.85 \times 2$$
$$= 38{,}896\ kWh / year$$

ค่าไฟฟ้า $= (FT + 3.6796) \times kWh/year$

$= (0.59 + 3.6796) \times 38{,}896\ kWh/year$

$= 166{,}070.37$ บาท / ปี

หมายเหตุ : เวลาช่วง 10:00 – 14.00 บันไดเลื่อนจะทำงานตลอดเวลา เพราะมีผู้ใช้บริการตลอดเวลา

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

จากการสำรวจระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล มีการเปลี่ยนหลอดไฟทั้งหมดดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์T-8 ขนาด 36 W จำนวน 912 หลอด และบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ(Low Loss) 6 W จำนวน 912 ตัว ซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีการใช้งานร่วมกับตัวบัลลาสต์ในการจุดติดหลอดไฟ ทำให้เกิดกำลังสูญเสียที่บัลลาสต์ให้รูปแบบความร้อน เราจึงเลือกทางเลือกใหม่ นั่นคือ LEDTubeT-8 ขนาด 20 W มาใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบเดิม

หลอดฟลูออเรสเซนต์T-8 ขนาด 18 W ใช้ร่วมกับบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ(Low Loss) 6 W จำนวน45หลอด เปลี่ยนเป็นหลอด LED TubeT-8ขนาด 10 W

หลอดฟลูออเรสเซนต์T-5 ขนาด 28 W ใช้ร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีกำลังสูญเสีย 1 W จำนวน 128 หลอด เปลี่ยนเป็นหลอดLEDTubeT-8 ขนาด 20 W

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 23 W ไม่มีบัลลาสต์ จำนวน 99 หลอด เปลี่ยนเป็นหลอด LED Corn Bulb ขนาด 12 W จำนวน 99 หลอด

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 W ใช้ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็กซึ่งมีกำลังสูญเสีย 10 W จำนวน 670 หลอด เปลี่ยนเป็นหลอด LED Corn Bulb ขนาด 9 W จำนวน 670 หลอด

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 W มีบัลลาสต์ภายในตัวจำนวน 90 หลอด เปลี่ยนเป็นหลอด LED Corn Bulb ขนาด 9 W จำนวน 90 หลอด

สาเหตุของการเปลี่ยนมาใช้หลอดLED เพราะประหยัดไฟได้มากกว่า50% สามารถเปลี่ยนได้ง่าย ใช้เวลาในการติดตั้งน้อย หลอด LED สามารถจุดติดได้ทันทีที่สับสวิตซ์ โดยไม่จำเป็นต้องมีบัลลาสต์ในการจุดติดหลอดไฟ และยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์มาก ประมาณ 4-5 เท่าของอายุการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ จึงทำให้ไม่ต้องมีการเปลี่ยนหลอดไฟบ่อยๆ เนื่องจากการหมดอายุการใช้งานของหลอดไฟ และหลอด LED มีความเสื่อมคุณภาพของแสงน้อย แสงของหลอด LED คงความสว่างได้คงที่เมื่อมีการใช้ไปนานๆ

จากการตรวจวัดและประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง:

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนติดตั้ง 202,440.74 kWh/ Year

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้หลังติดตั้ง 86,018.80 kWh/ Year

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 117,629.83 kWh/ Year

สรุปจากการการเปลี่ยนหลอดไฟภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล มีการคำนวณการลงทุนดังนี้

ตารางที่ 5 . 1 แสดงการลงทุนการเปลี่ยนหลอดไฟภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

รายการ	หลังติดตั้ง				
ชนิดหลอด	LED T-8	LED T-8	LED Corn	LED Corn	LED MR16
ขนาดหลอด	20 W	10 W	12 W	9 W	10 W
จำนวนหลอด	1,040	45	99	760	41
ราคา/หลอด (บาท)	550	450	300	300	280
ค่าติดตั้ง/หลอด	20 บาท				
เงินลงทุน (บาท)	592,800	21,150	31,680	243,200	12,300
ระยะคืนทุน (ปี)	1.79				

จากการดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟภายในอาคารบริการศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ : 117,629.83 kWh /year

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ : 502,232.33 บาทต่อปี

เงินลงทุน : 901,130 บาท

ระยะคืนทุน : 1.79 ปี

5.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

5.2.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศด้วยการปรับลดเวลาการใช้พลังงาน

จากการสำรวจทำให้ทราบว่าเราสามารถเลื่อนเวลาการปิดของระบบทำความเย็นได้ 30 นาที ก่อนเวลาปิดทำการได้ ซึ่งทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้อีก โดยปกติเครื่องจักรของระบบทำความเย็นจะเปิดทำการ 13 ชั่วโมงต่อวันเพราะในชั้นที่ 1 ผู้ประกอบการ

สตาร์บัคส์และ SE-ES BOOK จะปิดทำการในเวลา 20:00 น.ของวัน แต่ชั้นอื่นๆจะมีเวลาทำการโดยเฉลี่ย 9.75 ชั่วโมงต่อวัน ดังนั้นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยการลดเวลาปิดของเครื่องจักร ก่อนเวลาปิดทำการ 30 นาที ก็สามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังปรับลดเวลาทำการ

ก่อนการปรับลดเวลา		หลังการปรับลดเวลา		พลังงานลดได้ (kWh/ปี)	ค่าไฟฟ้าลดได้ (บาท/ปี)
(kWh/ปี)	(บาท/ปี)	(kWh/ปี)	(บาท/ปี)		
4,234,478.50	18,079,529.41	4,047821.75	17,282,579.77	186,656.746	796,949.65

5.2.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศด้วยการปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้น

การปรับอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้น จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน แต่การปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นอาจจะมีผลกระทบกับบุคลากรภายในอาคารได้ ดังนั้นการปรับอุณหภูมิน้ำเย็นใหม่โดยตั้งค่าให้อุณหภูมิน้ำเย็นมีค่าสูงขึ้นประมาน 2-3 ˚F จะเป็นการปรับอุณหภูมิที่ไม่ค่อยเกิดผลกระทบการบุคลากรและสามารถทำให้เครื่องทำน้ำเย็นลดการใช้พลังงานได้ประมาณ 4%ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

พลังงานที่ประหยัดได้ = 12,168 kWh/ ปี
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง = 51,952.49 บาท/ ปี

5.2.3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศด้วยมาตรการอื่นๆ

มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศมีมากมายหลายวิธีซึ่งสามารถปรับใช้ให้เหมาะกับแต่ละสถานการณ์โดยพอสรุปได้ดังนี้

การลดอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเข้าเครื่องทำน้ำเย็น (การลดอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็น)

การใช้ระบบส่งน้ำเย็นแบบปริมาตรแปรเปลี่ยน (Variable Water Volume: VWV)

การใช้ระบบส่งลมเย็นแบบปริมาตรแปรเปลี่ยน (Variable Air Volume: VAV)

การใช้ท่อความร้อน (Heat Pipe)

การปรับปรุงตัวอาคาร
การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง
การควบคุมการทำงานที่เหมาะสม
การบำรุงรักษาที่เหมาะสม

5.3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟต์โดยสาร

จากการสำรวจการใช้พลังงานในระบบลิฟต์โดยสารในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุลพบว่าจากการใช้งานลิฟต์โดยสารและลิฟต์ขนของมีทั้งหมด5 ชุดการใช้พลังงานไฟฟ้าในลิฟต์ทั้ง 5 ชุดนั้นถึงแม้จะมีอายุการใช้งานเป็นเวลาหลายปีแต่ก็ไม่ได้ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากแต่อย่างใดดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องในมาตรการที่ต้องมีการลงทุนในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่จะแนะนำเป็นมาตรการที่เป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อเป็นการร่วมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟต์ และทางสำนักงานดูแลอาคารก็มีมาตรการที่นำเข้ามาปรับใช้ก่อนหน้านี้คือการการกำหนดให้ลิฟต์โดยสาร 2 ชุดปิดทำการในช่วงเวลา 19:00-07.00 น.และเปิดใช้งานแค่ 2 ชุดเท่านั้น เพราะผู้ใช้บริการภายในอาคารมีเพียงชั้น 16-17 SWUTEL HOTEL ที่เปิดทำการเป็นเวลา 24 ชั่วโมงโดยการใช้มาตรการนี้ในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล ช่วยประหยัดพลังงานได้ส่วนหนึ่ง ดังนั้นเราจึงมีมาตรการเพิ่มเติมในส่วนของการประหยัดพลังงานในระบบลิฟต์ดังนี้
แนวทางการประหยัดพลังงานของระบบลิฟต์มีดังต่อไปนี้

5.3.1 รณรงค์ให้ใช้บันไดแทนลิฟต์ในกรณีขึ้นลงชั้นใกล้เคียง

อาคารหลายแห่งนำวิธีการนี้ไปรณรงค์โดยการติดป้ายประชาสัมพันธ์เชิญชวนบริเวณโถงลิฟต์ให้ผู้ที่จะขึ้นหรือลงชั้นใกล้เคียงให้ใช้บันไดแทนเช่นอาคารแห่งหนึ่งเชิญชวน“ขึ้น 2 ลง 4 โปรดใช้บันได”เป็นต้นวิธีการนี้จะทำให้ลิฟต์ถูกเรียกใช้น้อยลงจึงประหยัดพลังงานลงและเป็นวิธีการที่ได้รับความร่วมมือจากประชาชนทั่วไปค่อนข้างดี

5.3.2 รณรงค์ให้กดปุ่มขึ้นหรือลงตามที่ต้องการไม่ควรกดทั้งขึ้นและลง

อาคารบางแห่งซึ่งมีคนใช้งานค่อนข้างมากในช่วงเวลาเร่งด่วนจะมีคนมารอคอยลิฟต์มากและอาจต้องคอยนานทำให้ผู้รอคอยบางส่วนจะกดปุ่มเรียกลิฟต์ทั้งสองทางเช่นต้องการลงแต่กดปุ่มเรียกลิฟต์ทั้งลงและขึ้นโดยเข้าใจว่าจะทำให้ลิฟต์มาเร็วขึ้นการกดปุ่มเรียกลิฟต์ทั้งสองทิศทางโดยไม่จำเป็นจะทำให้ลิฟต์ต้องจอดแวะบ่อยผิดปกติและจำทำให้เวลารอคอยลิฟต์เฉลี่ย (Average Waiting Time) ของทั้งระบบสูงขึ้นและใช้พลังงานมากขึ้นเนื่องจากลิฟต์ต้องจอดแวะบ่อยและมีจำนวนเที่ยววิ่งมากขึ้น ดังนั้นจึงควรรณรงค์ให้ผู้ใช้ลิฟต์กดเรียกลิฟต์เฉพาะทิศทางที่จะไปเท่านั้น

5.4 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบบันไดเลื่อนโดยสาร

5.4.1 มาตรการปรับลดการใช้พลังงานในระบบของบันไดเลื่อนโดยสาร

จากการสำรวจของกลุ่มผู้สำรวจของอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล นั้น พบว่าจำนวนบันไดเลื่อนโดยสารที่เปิดใช้บริการทั้งหมด 2 ตัว โดยวันจันทร์-ศุกร์ จะเปิดทำการในช่วงเวลา 08:30-18:00น. และในวันเสาร์ จะเปิดทำการในช่วงเวลา 08:30-17:00 น. ซึ่งเป็นมาตรการที่สำนักงานดูแลอาคารได้กำหนดไว้ เพื่อเป็นการอนุรักษ์พลังงาน

ระบบการทำงานของบันไดเลื่อนปัจจุบันจะเป็นระบบ Automatic On-Off โดยควบคุมการทำงานจากระบบ sensor โดยเมื่อมีผู้โดยสารเดินตัดผ่าน sensor ของบันไดเลื่อนนั้นบันไดเลื่อนถึงจะมีการทำงาน การใช้พลังงานไฟฟ้าในบันไดเลื่อนทั้งหมดนั้นถึงแม้ว่าจะมีอายุการใช้งานเป็นเวลาหลายปี แต่ก็ไม่ได้ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากแต่อย่างใด

ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นในการลงทุนในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่จะแนะนำให้เป็นมาตรการที่เป็นแนวทางเพื่อที่จะนำไปใช้การร่วมกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในส่วนของบันไดเลื่อน

5.4.2 ลดระยะทางในการเซนเซอร์ให้ระยะน้อยลง

โดยที่ในปัจจุบันการทำงานของบันไดเลื่อนในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล เป็นระบบที่ต้องใช้ sensor ในการตรวจจับผู้ใช้บริการซึ่งเป็นระยะห่าง 1 เมตร จากตัวบันไดเลื่อน จากการสำรวจเห็นว่าเป็นระยะที่ไกลเกินความจำเป็นเพราะเมื่อมีผู้ใช้บริการเดินเพียงเข้าไปในระยะที่ไกลตัวบันไดเลื่อน บันไดเลื่อนก็ทำงานแล้ว จึงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยสูญเปล่า ดังนั้นจึงขอเสนอให้ลดระยะในการตรวจจับของ sensor ลงเป็นระยะทาง 0.50 เมตร เพื่อที่จะช่วยในการประหยัดพลังงานขอนบันไดเลื่อนและการลดค่าใช้จ่ายของบันไดเลื่อนลงอีกด้วย

สรุปผลการดำเนินการ

โครงงานนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล. ปิ่น มาลากุล โดยโครงงานนี้เริ่มจากการเข้าสำรวจพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ระบบขนส่งภายในอาคาร จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีลดการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยโครงงานได้เสนอมาตรการลดการใช้พลังงานของอาคารดังนี้

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอด FLT-8 ขนาด 36 W เป็นหลอด LED Tube T-8 ขนาด 20W

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอด FLT-8 ขนาด 18 W เป็นหลอด LED Tube T-8 ขนาด 10W

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอด FLT-5 ขนาด 28 W เป็นหลอด LED Tube T-8 ขนาด 20W

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอด CLF ขนาด 23W เป็นหลอดไฟ LED Corn bulb ขนาด 12 W

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอด CLF ขนาด 18W เป็นหลอดไฟ LED Corn bulb ขนาด 9 W

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนหลอด Halogen ขนาด 50 W เป็นหลอด LED MR16ขนาด 10W

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศด้วยมาตรการปรับลดเวลาการใช้พลังงานก่อนเวลาเลิกทำการ 30 นาที

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศด้วยมาตรการปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นให้เหมาะสมกับการใช้งาน

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศด้วยการบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็น

มาตรการปรับลดการใช้พลังงานในระบบของลิฟต์โดยมาตรการต่างๆ

มาตรการปรับลดการใช้พลังงานในระบบของบันไดเลื่อนโดยสาร

โดยผลลัพธ์ของการใช้มาตรการที่กล่าวมาข้างต้นจะสามารถลดการใช้พลังงานและค่าไฟฟ้าของอาคารบริการ ศ.ม.ล. ปิ่น มาลากุล ได้ดังนี้

ตารางที่ 5.3 แสดงการใช้พลังงานก่อนและหลังของอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

ระบบไฟฟ้าภายในอาคาร	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	
	ก่อนใช้(kWh/ปี)	หลังใช้(kWh/ปี)
1.ระบบแสงสว่าง	202,440.74	80,515.12
2.ระบบปรับอากาศ		
-ระบบทำความเย็น	4,234,478.5	4,035,653.75
-Split Type	955,015.92	955,015.92
รวม	5,189,494.42	4,990,669.67
3.ระบบขนส่ง		
- ลิฟต์โดยสาร	190,080	190,080
-ลิฟต์ขนของ	13,701.6	13,701.6
- บันไดเลื่อน	1,944.801	1,944.801
รวม	205,726.401	205,726.401
รวม	5,597,661.56	4,116,168.87

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าไฟฟ้าก่อนและหลังของอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล

ระบบไฟฟ้าภายในอาคาร	ค่าไฟฟ้า (บาท/ ปี)		
	ก่อนใช้	หลังใช้	ลดได้
1.ระบบแสงสว่าง	744,900.95	269,263.43	475,637.51
2.ระบบปรับอากาศ			
-ระบบทำความเย็น	15,582,180.58	14,849,591.55	732,589.03
-Split Type	3,514,076.58	3,514,076.58	-
รวม	19,096,257.16	18,363,668.1	732,589.03
3.ระบบขนส่ง			
- ลิฟต์โดยสาร	699,418.37	699,418.37	-
-ลิฟต์ขนของ	50,416.41	50,416.41	-
- บันไดเลื่อน	14,312.18	14,312.18	-
รวม	764,146.96	764,146.96	-
รวม	20,605305.07	15,118,854.98	1,208,226.6

ปัญหาการดำเนินงาน

จากการทำโครงงานได้พบปัญหาในการทำโครงงานดังนี้

1.) เนื่องจากอาคารเป็นอาคารบริการ ทำให้มีผู้เช่าที่หลากหลายหน่วยงาน เช่น หน่วยงานของรัฐ หน่วยงานของเอกชน และพื้นที่ส่วนการของตึก ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเข้าพื้นที่เพื่อสำรวจและเก็บข้อมูล โดยต้องมีการยื่นหนังสือขอเข้าอนุญาต สำรวจและเก็บข้อมูลในทุกหน่วยงานที่เช่าพื้นที่อาคาร

2.) การสำรวจและเก็บข้อมูล เกิดอุปสรรคในหลายด้าน เช่น เวลาสำรวจและเก็บข้อมูลเป็นเวลาทำการของหน่วยงาน ทำให้ยากต่อการเข้าพื้นที่ไปสำรวจ เป็นต้น

3.) แบบแปลนระบบต่างๆภายในอาคาร ที่ได้จากสำนักงานรับผิดชอบอาคาร ไม่ตรงกับแบบแปลนที่ใช้งานในปัจจุบัน เพราะผู้เช่าทำการดัดแปลงพื้นที่เช่าให้เป็นไปตามความต้องการ ทำให้ต้องมีการสำรวจใหม่

4.) หลอดไฟภายในอาคารที่ถูกติดตั้งมีหลายชนิด ทำให้ยากต่อการระบุขนาด และชนิดเพราะหลอดไฟบางแห่งซ่อนอยู่ใต้เพดานหรือพื้นทางเดิน ทำให้ไม่สามารถเข้าไปสำรวจได้อย่างทั่วถึง จึงอาจทำให้ข้อมูลระบบแสงสว่างที่ได้มาไม่สมบูรณ์ ต่อตรงที่ใช้งานในปัจจุบัน

5.) บางชั้นภายในอาคาร ยังอยู่ในช่วงก่อสร้าง ปรับปรุงภายใน และยังไม่เปิดทำการ ทำให้ไม่สามารถระบุแน่ชัดได้ว่ามีการใช้งานของระบบไฟฟ้าอะไรบ้าง จึงสำรวจเพียงบางชั้นที่เปิดทำการแน่ชัด

6.) ชั้น 1 ร้านกาแฟสตาร์บัคส์ ร้านหนังสือ SE-ED BOOK เป็นพื้นที่ของเอกชน จึงไม่สามารถทำการสำรวจได้ เพราะอาจทำให้เกิดการรบกวนและยื่นหนังสือต่อเจ้าของกิจการเพื่อเข้าสำรวจพื้นที่อาจเป็นเวลานาน

7.) บางพื้นที่เป็นเขตห้ามเข้าไปสำรวจพื้นที่ จึงทำให้ผู้ทำโครงงานไม่สามารถที่จะเก็บข้อมูลได้อย่างถูกต้องเที่ยงตรงได้

8.) ข้อมูลบางอย่างไม่สามารถสอบถามจากผู้รับผิดชอบดูแลอาคารได้ เนื่องจากไม่มีข้อมูลดังกล่าวเก็บไว้ จึงทำให้ต้องทำการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลอื่น

ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารบริการ ศ.ม.ล.ปิ่น มาลากุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พบว่าทางสำนักงานรับผิดชอบดูแลอาคารได้มีมาตรการการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่ปฏิบัติอยู่แล้ว และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ ทำให้ได้มาตรการและแนวทางอื่นที่จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเพิ่มเติม

มาตรการการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่ได้เสนอในโครงงานนี้ สามารถช่วยเป็นแนวทางในการวางแผนและการจัดการทรัพยากรต่างๆภายในอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอนาคตได้ แต่บางมาตรการก็จะต้องมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นการที่จะนำมาตรการหรือแนวทางการปฏิบัติ มาปรับใช้จริงก็ต้องได้รับการพิจารณาจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ เพื่อความเหมาะสมในหลายด้าน เช่น ด้านเศรษฐศาสตร์ ผู้เช่าหรือผู้ใช้บริการ ความเหมาะสมของอาคาร และงบประมาน เป็นต้น

และมาตรการดังกล่าวเป็นเพียงการวิเคราะห์และคำนวณทางทฤษฎี อาจจะมีข้อผิดพลาดในด้านหลายๆด้าน เช่น การสำรวจผิดจากความเป็นจริง การคำนวณ และอนาคตอาจจะมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กฤษณ์ เรียนวาทีและคณะผู้จัดทำ.**การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารหอสมุดกลางเพื่อการประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงาน**. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์,2555.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2557. **คู่มือประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร "พัฒนาบุคลากรภาคปฏิบัติด้านเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ".** (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file_handbook/Pre_Build/Build_14.pdf .18 กุมภาพันธ์ 2557

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2551. **มาตรการอนุรักษ์พลังงานจากเทคโนโลยีที่ประสบความสำเร็จ สำหรับอาคารธุรกิจ.** บริษัท ทีมเอ็นเนอร์ยี่แมเนจเมนท์ จำกัด, กรุงเทพ ฯ.

ชัชชัย คงคาหลวง และ สุรชัย พิรุณสุนทร.2546. **การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล.** ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วัชระ มั่งวิทิตกุล. 2550. **กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 3. บริษัท เรียล ยู พาวเวอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ณัฐพล โชตติยานนท์และคณะผู้จัดทำ.**การวิเคราะห์การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศในอาคาร 9 และอาคาร 14 (ประสานมิตร) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.** ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์, 2552.

สมาคมลิฟต์แห่งประเทศไทย.2557.**กดปุ่มเรียกลิฟต์ 1 ครั้งเสียเงินค่าไฟฟ้า 7-8 บาท จริงหรือไม่**.(ออนไลน์).แหล่งที่มา: www.elevatordesigner.com/documents/07.pdf+&cd=1&hl=th&ct=clnk&gl=th.14 กุมภาพันธ์ 2557

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตาราง ก1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
2	1	ร้านอาหาร 1	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	650	10	264	1	221.76
	2	ร้านอาหาร 2	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	670	10	264	1	221.76
	3	ร้านอาหาร 3	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	690	10	264	1	221.76
	4	ร้านอาหาร 4	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	730	10	264	1	221.76
	5	ร้านอาหาร 5	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	725	10	264	1	221.76
	6	ร้านอาหาร 6	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	705	10	264	1	221.76
	7	ศูนย์อาหาร	FLT-8 CFL	36 18	R DL	1 1	39 11	ฝังฝ้า ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	25	100	420	200	10	264	1	4,324.32 813.12
	8	หลังร้านอาหาร	FLT-8 FLT-8	36 36	R NR	2 1	8 1	ฝังฝ้า ผนัง	Low Loss Low Loss	6 6	3	500	600	543	10	264	1	1,774.08 110.88
	9	ห้องAHU	FLT-8 FLT-8	36 36	R NR	2 2	2 2	ฝังฝ้า ฝังฝ้า	Low Loss Low Loss	6 6	4	50	2,200	1,125	10	264	0.01	4.44 4.44
	10	โถงลิฟท์	FLT-8 CFL	36 18	NR DL	1 1	4 15	ฝังหลืบ ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	3	140	190	172	10	264	1	443.52 1,108.80
	11	ห้องน้ำหญิง	FLT-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	Low Loss	6	3	270	760	470	10	264	1	665.28
	12	ห้องน้ำชาย	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	240	735	488	10	264	1	443.52
	13	ทางออกฉุกเฉิน	FLT-8	36	R	2	1	ห้อย	Low Loss	6	1	-	-	170	10	264	0.5	110.88
	14	บันไดหนีไฟ	FLT-8	36	NR	1	2	เพดาน	Low Loss	6	2	65	210	138	10	264	0.5	110.88
รวม																		11,244.72

ตาราง ก2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
5	1	ห้องทำฟัน 1	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	300	380	340	12	312	0.6	162.74 377.40
	2	ห้องถ่ายภาพรังสี	CFL	18	DL	1	2	ฝังฝ้า	Coil	10	2	120	240	180	12	312	0.8	167.73
	3	ห้องทำฟัน 2	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	120	230	175	12	312	0.6	162.74 377.40
	4	ห้องทำฟัน 3	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	180	260	220	12	312	0.6	162.74 377.40
	5	ห้องทำฟัน4	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	150	240	195	12	312	0.6	162.74 377.40
	6	ห้องบุคลากร	CFL	18	DL	1	4	ฝังฝ้า	Coil	10	2	90	140	115	12	312	0.8	335.46
	7	ห้องทำฟัน 5	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	130	200	165	12	312	0.6	162.74 377.40
	8	ห้องทำฟัน 6	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	175	235	205	12	312	0.6	162.74 377.40
	9	ห้องทำฟัน8	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	250	270	260	12	312	0.6	162.74 377.40
	10	ห้องทำฟัน9	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	222	225	224	12	312	0.6	162.74 377.40
	11	ห้องทำฟัน 10	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	115	150	133	12	312	0.6	162.74 377.40
	12	ห้องทำฟัน 11	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	76	95	86	12	312	0.6	162.74 377.40

ตาราง ก2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม(ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
5	13	ห้องทำฟัน 12	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	85	102	94	12	312	0.6	162.74 377.40
	14	ห้องทำฟัน 13	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	78	110	94	12	312	0.6	162.74 377.40
	15	ห้องทำฟัน 14	FLT-8 CFL	18 18	NR DL	1 1	3 6	เพดาน ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	2	78	90	84	12	312	0.6	162.74 377.40
	16	ห้องเครื่อง	FLT-8	36	NR	1	1	เพดาน	Low Loss	6	1	-	-	178	12	312	0.01	1.57
	17	ห้องพักเจ้าหน้าที่	CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10	2	220	230	225	12	312	0.8	419.33
	18	ห้องเครื่องมือ 1	FLT-8 FLT-8	36 18	R NR	2 1	2 3	ฝังฝ้า เพดาน	Low Loss Low Loss	6 6	2	200	233	217	12	312	0.8	503.19 215.65
	19	ห้องเครื่องมือ 2	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	200	220	210	12	312	0.8	503.19
	20	ห้องLAB	CFL FLT-8	18 36	DL R	1 2	2 1	ฝังฝ้า ฝังฝ้า	Coil Low Loss	10 6	2	75	160	118	12	312	0.8	167.73 251.60
	21	ห้อง Sterile	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	214	222	218	12	312	0.8	503.19
	22	Women Toilet	CFL	18	DL	1	2	ฝังฝ้า	Coil	10	2	60	70	65	12	312	0.8	167.73
	23	Men Toilet	CFL	18	DL	1	2	ฝังฝ้า	Coil	10	2	118	132	125	12	312	0.8	167.73
	24	ห้องพักทันตแพทย์	CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10	2	155	200	178	12	312	0.8	419.33
	25	ห้องเก็บของ	CFL	18	DL	1	2	ฝังฝ้า	Coil	10	2	214	222	218	12	312	0.8	167.73
	26	ห้อง X-ray	CFL	18	DL	1	7	ฝังฝ้า	Coil	10	3	80	200	122	12	312	0.8	587.06

ตาราง ก2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม(ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
5	27	โถง-ทางเดิน	FLT-8 CFL HL	36 18 50	NR DL DL	1 1 1	36 55 2	ฝังหลืบ ฝังฝ้า ฝังฝ้า	Low Loss Coil -	6 10 -	18	50	2,650	636	12	312	1	5,660.93 5,765.76 374.40
	28	ห้องAHU 1	FLT-8	36	NR	2	1	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	12	312	0.01	3.14
	29	ห้องAHU 2	FLT-8	36	NR	2	1	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	12	312	0.01	3.14
	30	โถงลิฟท์	FLT-8 CFL	36 18	NR DL	1 1	3 11	ฝังหลืบ ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	4	140	190	172	12	312	1	471.74 1,153.15
	31	ห้องน้ำหญิง	FLT-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	Low Loss	6	3	270	760	470	12	312	1	943.49
	32	ห้องน้ำชาย	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	240	735	488	12	312	1	628.99
	33	ทางออกฉุกเฉิน	FLT-8	36	R	2	1	ห้อย	Low Loss	6	1	-	-	170	12	312	0.5	157.25
	34	บันไดหนีไฟ	FLT-8	36	NR	1	2	เพดาน	Low Loss	6	2	65	210	138	12	312	0.5	157.25
รวม																		26,919.28

ตาราง ก3 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 6 คลินิกกายภาพบำบัด

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
6	1	ห้องโถงพักคอย	FLT-8	36	R	2	7	ฝังฝ้า	Low Loss	6	6	270	379	324.5	9	264	1	1,397.09
	2	ห้องตรวจ1	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	350	653	501.5	9	264	0.6	119.75
	3	ห้องตรวจ2	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	330	650	490	9	264	0.6	119.75
	4	ห้องตรวจ3	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	367	612	489.5	9	264	0.6	119.75
	5	ห้องตรวจ4	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	350	600	475	9	264	0.6	119.75
	6	ห้องตรวจ5	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	330	580	455	9	264	0.6	119.75
	7	ห้องตรวจ6	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	4	340	540	440	9	264	0.6	119.75
	8	ห้องตรวจ7	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	312	318	315	9	264	0.6	119.75
	9	ห้องตรวจ8	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	298	312	305	9	264	0.6	119.75
	10	ห้องตรวจ9	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	280	320	300	9	264	0.6	119.75
	11	ห้องตรวจ10	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	310	323	316.5	9	264	0.6	119.75
	12	ห้องเวชระเบียน	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	320	330	325	9	264	1	199.58
	13	ห้องเก็บอุปกรณ์	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	4	203	210	206.5	9	264	0.6	239.50
	14	ห้องซักล้าง	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	4	290	312	301	9	264	1	399.17
	15	ห้องน้ำ	CFL	18	DL	1	1	ฝังฝ้า	Coil	10	2	132	150	141	9	264	0.6	39.92
	16	ห้องประชุม	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	4	312	760	536	9	264	0.6	239.50
	17	ห้องออกกำลังกาย	FLT-8	36	R	2	8	ฝังฝ้า	Low Loss	6	8	332	1,280	806	9	264	0.6	958.00
	18	ห้องตรวจระบบประสาท	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	4	460	540	500	9	264	0.6	239.50
	19	ห้องรักษาผู้ป่วยระบบประสาท	FLT-8	36	R	2	4	ฝังฝ้า	Low Loss	6	6	458	545	501.5	9	264	0.6	479.00

ตาราง ก3 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 6 คลินิกกายภาพบำบัด (ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
6	20	บริเวณทางเดิน	CFL	18	DL	1	9	ฝังฝ้า	Coil	10	5	287	312	299.5	9	264	1	598.75
	21	ห้องไฟฟ้า	FLT-8	36	R	2	8	ห้อย	Low Loss	6	6	55	960	273	9	264	1	1,596.67
	22	ห้องเครื่อง	FLT-8	36	R	1	4	ห้อย	Low Loss	6	1	-	-	178	9	264	0.01	3.99
	23	ห้องAHU	FLT-8	36	NR	2	1	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	9	264	0.01	1.99
	24	โถงลิฟท์	FLT-8 CFL	36 18	NR DL	1 1	3 11	ฝังหลืบ ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	4	140	190	172	9	264	1	299.38 731.81
	25	ห้องน้ำหญิง	FLT-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	Low Loss	6	3	270	760	470	9	264	1	598.75
	26	ห้องน้ำชาย	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	240	735	488	9	264	1	399.17
	27	ทางออกฉุกเฉิน	FLT-8	36	R	2	1	ห้อย	Low Loss	6	1	-	-	170	9	264	0.5	99.79
	28	บันไดหนีไฟ	FLT-8	36	NR	1	2	เพดาน	Low Loss	6	2	65	210	138	9	264	0.5	99.79
รวม																		9,818.85

ตาราง ก4 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 10MEIJI UNIVERSITY

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
10	1	Lounge	CFL	18	R	2	40	ฝังฝ้า	-	-	12	150	1,300	377	9	264	1	3,421.44
			CFL	18	DL	1	10	ฝังฝ้า	-	-								427.68
			HL	50	SL	1	10	ห้อย	-	-								1,188
			HL	50	DL	1	2	ฝังฝ้า	-	-								237.6
	2	Office	FLT-5	28	R	2	6	ฝังฝ้า	ET	1	4	700	900	829	9	264	1	826.85
	3	Class Room 2 Meeting Room	FLT-5	28	R	2	16	ฝังฝ้า	ET	1	9	500	1,000	723	9	264	0.6	1,322.96
	4	Faculty Office	FLT-5	28	R	2	8	ฝังฝ้า	ET	1	6	735	790	774	9	264	0.6	661.48
	5	Seminar Room 1 Seminar Room 2	FLT-5	28	R	2	16	ฝังฝ้า	ET	1	6	750	800	778	9	264	0.6	1,322.96
	6	Class Room 1	FLT-5	28	R	2	16	ฝังฝ้า	ET	1	6	605	730	650	9	264	0.6	1,322.96
	7	Storage Room	FLT-5	28	R	2	2	ฝังฝ้า	ET	1	2	580	700	640	9	264	0.3	82.68
	8	ห้องAHU 1	FLT-8	36	NR	2	1	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	9	264	0.01	2.00
	9	ห้องAHU 2	FLT-8	36	NR	2	1	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	9	264	0.01	2.00
	10	โถงลิฟท์	FLT-8	36	NR	1	3	ฝังหลืบ	Low Loss	6	4	140	190	172	9	264	1	299.38
			CFL	18	DL	1	11	ฝังฝ้า	Coil	10								731.81
	11	ห้องน้ำหญิง	FLT-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	Low Loss	6	3	280	765	475	9	264	1	598.75
	12	ห้องน้ำชาย	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	250	735	493	9	264	1	399.17
	13	ทางออกฉุกเฉิน	FLT-8	36	R	2	1	ห้อย	Low Loss	6	1	-	-	170	9	264	0.5	99.79
	14	บันไดหนีไฟ	FLT-8	36	NR	1	2	เพดาน	Low Loss	6	2	65	210	138	9	264	0.5	99.79
รวม																		13,019.74

ตาราง ก5 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 11 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
11	1	โถงกลาง	CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10	6	55	960	273	9	264	1	399.17
			CFL	18	ระย้า	12	1	ห้อย	-	-							1	513.22
			HL	50	SL	1	3	ห้อย	-	-							0.3	106.92
	2	Makeup Room	FLT-8	36	R	3	7	ฝังฝ้า	Low Loss	6	6	270	440	375	9	264	0.6	1,257.38
			FLT-8	36	NR	1	26	ฝังหลืบ	Low Loss	6								1,556.76
	3	Lecture Room 1	FLT-8	36	R	3	18	ฝังฝ้า	Low Loss	6	10	310	400	366	9	264	1	5,388.77
	4	Lecture Room 2	FLT-8	36	R	3	19	ฝังฝ้า	Low Loss	6	10	330	415	370	9	264	1	5,688.14
	5	ห้องAHU 1	FLT-8	36	NR	2	1	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	9	264	0.01	2.00
	6	ห้องAHU 2	FLT-8	36	NR	2	1	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	9	264	0.01	2.00
	7	ห้องแม่บ้าน	CFL	18	DL	1	2	ฝังฝ้า	Coil	10	2	560	990	775	9	264	0.2	26.61
	8	โถงลิฟท์	FLT-8	36	NR	1	3	ฝังหลืบ	Low Loss	6	4	140	190	172	9	264	1	299.38
			CFL	18	DL	1	11	ฝังฝ้า	Coil	10								731.81
	9	ห้องน้ำหญิง	FLT-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	Low Loss	6	3	280	765	475	9	264	1	598.75
	10	ห้องน้ำชาย	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	250	735	493	9	264	1	399.17
	11	ทางออกฉุกเฉิน	FLT-8	36	R	2	1	ห้อย	Low Loss	6	1	-	-	170	9	264	0.5	99.79
	12	บันไดหนีไฟ	FLT-8	36	NR	1	2	เพดาน	Low Loss	6	2	65	210	138	9	264	0.5	99.79
รวม																		17,169.66

ตาราง ก6 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 12 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
12	1	โถงกลาง	CFL CFL	18 18	DL ระย้า	1 12	6 1	ฝังฝ้า ห้อย	Coil -	10 -	6	55	960	273	9	264	1	399.17 513.22
	2	Meeting Room	FLT-8 HL	36 50	R SL	2 1	8 8	ฝังฝ้า ห้อย	Low Loss -	6 -	6	270	440	375	9	264	0.6	958.00 570.24
	3	Lecture Room 1	FLT-8	36	R	2	18	ฝังฝ้า	Low Loss	6	10	100	340	220	9	264	1	3,592.51
	4	Lecture Room 2	FLT-8	36	R	2	24	ฝังฝ้า	Low Loss	6	10	85	330	190	9	264	1	4,790.02
	5	ห้องAHU 1	FLT-8	36	NR	2	1	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	9	264	0.01	2.00
	6	ห้องAHU 2	FLT-8	36	NR	2	1	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	9	264	0.01	2.00
	7	โถงลิฟท์	FLT-8 CFL	36 18	NR DL	1 1	3 11	ฝังหลืบ ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	4	140	190	172	9	264	1	299.38 731.81
	8	ห้องน้ำหญิง	FLT-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	Low Loss	6	3	280	765	475	9	264	1	598.75
	9	ห้องน้ำชาย	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	250	735	493	9	264	1	399.17
	10	ทางออกฉุกเฉิน	FLT-8	36	R	2	1	ห้อย	Low Loss	6	1	-	-	170	9	264	0.5	99.79
	11	บันไดหนีไฟ	FLT-8	36	NR	1	2	เพดาน	Low Loss	6	2	65	210	138	9	264	0.5	99.79
รวม																		13,055.85

ตาราง ก7 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 13 สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
13	1	โถงกลาง	FLT-8	36	NR	1	10	ฝังหลืบ	Low Loss	6	4	110	150	123	10	344	1	1,444.80
			CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10								577.92
	2	โครงการบัณฑิตศึกษา	FLT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	Low Loss	6	4	420	700	545	10	344	0.8	1,387.01
	3	ห้องประชุม 1	FLT-8	36	R	2	4	ฝังฝ้า	Low Loss	6	6	75	580	284	10	344	0.5	577.92
			FLT-8	36	NR	1	10	ฝังหลืบ	Low Loss	6								646.72
			CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10								288.96
	4	ห้องประชุม 2	FLT-8	36	R	2	4	ฝังฝ้า	Low Loss	6	6	90	500	273	10	344	0.5	577.92
			FLT-8	36	NR	1	10	ฝังหลืบ	Low Loss	6								646.72
			CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10								288.96
	5	ห้องพักบุคลากร 1	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	345	10	344	0.8	115.58
	6	ห้องพักบุคลากร 2	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	330	10	344	0.8	115.58
	7	ห้องพักบุคลากร 3	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	350	10	344	0.8	115.58
	8	ห้องพักบุคลากร 4	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	345	10	344	0.8	115.58
	9	ห้องพักบุคลากร 5	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	350	10	344	0.8	115.58
	10	ห้องพักบุคลากร 6	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	360	10	344	0.8	115.58
	11	ห้องพักบุคลากร 7	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	330	10	344	0.8	115.58
	12	ห้องพักบุคลากร 8	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	370	10	344	0.8	115.58
	13	ห้องพักบุคลากร 9	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	345	10	344	0.8	115.58
	14	ห้องพักบุคลากร 10	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	350	10	344	0.8	115.58
	15	ห้องพักบุคลากร 11	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	360	10	344	0.8	115.58
	16	ห้องรับประทานอาหาร	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	320	10	344	0.8	115.58

ตาราง ก7 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 13 สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ (ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
13	17	ห้องจัดอาหาร	FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	540	10	344	1	144.48
	18	สำนักงาน	FLT-8	36	R	2	26	ฝังฝ้า	Low Loss	6	10	80	550	355	10	344	1	7,512.96
			FLT-8	36	R	1	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6								144.48
	19	ห้องคณบดี	FLT-8	36	R	1	4	ฝังหลืบ	Low Loss	6	4	75	580	284	10	344	0.8	462.34
			CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10								462.34
	20	ห้องรองคณบดี 1	FLT-8	36	R	1	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	75	580	284	10	344	0.8	231.17
	21	ห้องรองคณบดี 2	FLT-8	36	R	1	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	75	580	284	10	344	0.8	231.17
	22	ห้องรองคณบดี 3	FLT-8	36	R	1	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	75	580	284	10	344	0.8	231.17
	23	ห้องทำงาน 1	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	280	10	344	0.8	231.17
	24	ห้องทำงาน2	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	265	10	344	0.8	231.17
	25	ห้องทำงาน 3	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	1	-	-	290	10	344	0.8	231.17
	26	ห้องทำงาน 4,5	FLT-8	36	R	2	1	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	150	200	175	10	344	0.8	231.17
			FLT-8	36	R	1	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6								231.17
	27	ห้องAHU 1	FLT-8	36	NR	2	1	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	10	344	0.01	2.89
	28	ห้องAHU 2	FLT-8	36	NR	2	1	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	10	344	0.01	2.89
	29	โถงลิฟท์	FLT-8	36	NR	1	3	ฝังหลืบ	Low Loss	6	4	140	190	172	10	344	1	433.44
			CFL	18	DL	1	11	ฝังฝ้า	Coil	10								1,059.52
	30	ห้องน้ำหญิง	FLT-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	Low Loss	6	3	270	760	470	10	344	1	866.88
	31	ห้องน้ำชาย	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	240	735	488	10	344	1	577.92
	32	ทางออกฉุกเฉิน	FLT-8	36	R	2	1	ห้อย	Low Loss	6	1	-	-	170	10	344	0.5	144.48

ตาราง ก7 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 13 สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ (ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
13	33	บันไดหนีไฟ	FLT-8	36	NR	1	2	เพดาน	Low Loss	6	2	65	210	138	10	344	0.5	144.48
รวม																		21,632.35

ตาราง ก8 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 15 ศูนย์บริการวิชาการ

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
15	1	โถงกลาง	CFL FLT-8	18 36	DL NR	1 1	26 6	ฝังฝ้า ฝังหลืบ	Coil Coil	10 6	6	100	250	188	10	264	1	1,921.92 665.28
	2	ห้องครัว	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	1,265	2,120	1,693	10	264	0.5	221.76
	3	สำนักงาน	FLT-8	36	R	2	30	ฝังฝ้า	Low Loss	6	8	630	880	729	10	264	1	6,652.80
	4	ห้องประชุมเล็ก	CFL	18	DL	1	15	ฝังฝ้า	Coil	10	4	100	310	243	10	264	0.8	887.04
	5	ห้องเก็บเอกสาร	FLT-8	36	R	2	6	ฝังฝ้า	Low Loss	6	4	570	1200	880	10	264	0.8	1,064.45
	6	ห้องควบคุม	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	635	1160	898	10	264	0.8	354.82
	6	ห้องประชุมใหญ่	CFL HL	18 50	DL DL	1 1	45 9	ฝังฝ้า ฝังฝ้า	Coil -	10 -	12	60	260	188	10	264	0.8	2,661.12 950.40
	7	ห้องเก็บของ	FLT-8	36	R	2	9	ฝังฝ้า	Low Loss	6	5	350	950	700	10	264	0.8	1,596.67
	8	ห้องผอ.	FLT-8 CFL HL	36 18 50	R DL SL	2 1 1	2 6 5	ฝังฝ้า ฝังฝ้า ห้อย	Low Loss Coil -	6 10 -	4	570	1200	880	10	264	0.8	354.82 354.82 528.00
	9	ห้องAHU 1/ห้องAHU 2	FLT-8	36	NR	2	2	เพดาน	Low Loss	6	2	50	2,200	1,125	10	264	0.01	4.43
	10	โถงลิฟท์	FLT-8 CFL	36 18	NR DL	1 1	3 11	ฝังหลืบ ฝังฝ้า	Low Loss Coil	6 10	4	140	190	172	10	264	1	332.64 813.12
	11	ห้องน้ำหญิง	FLT-8	36	R	2	3	ฝังฝ้า	Low Loss	6	3	270	760	470	10	264	1	665.28
	12	ห้องน้ำชาย	FLT-8	36	R	2	2	ฝังฝ้า	Low Loss	6	2	240	735	488	10	264	1	443.52
	13	ทางออกฉุกเฉิน	FLT-8	36	R	2	2	ห้อย	Low Loss	6	1	-	-	170	10	264	0.5	221.76
	14	บันไดหนีไฟ	FLT-8	36	NR	1	4	เพดาน	Low Loss	6	2	65	210	138	10	264	0.5	221.76
รวม																		20,916.41

ตาราง ก9 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 16 SWUTEL HOTEL

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
16	1	ล็อบบี้ + ทางเดิน	FLT-8	36	NR	1	4	ฝังหลืบ	Low Loss	6	9	105	400	189	24	360	1	1,451.52
			CFL	23	DL	1	1	ตั้งโต๊ะ	-	-								198.72
			CFL	18	DL	1	26	ฝังฝ้า	Coil	10								6,289.92
			HL	50	SL	1	2	ฝังฝ้า	-	-								864
	2	สำนักงาน	CFL	18	DL	1	9	ฝังฝ้า	Coil	10	4	110	350	204	24	360	1	2,177.28
	3	ห้องครัว	CFL	23	DL	1	10	ฝังฝ้า	-	-	2	220	225	223	24	360	0.5	993.60
			CFL	18	DL	1	3	ฝังฝ้า	Coil	10								362.88
	4	ห้องน้ำ	CFL	18	DL	1	2	ฝังฝ้า	Coil	10	2	85	150	118	24	360	0.5	241.92
	5	Internet Bar	CFL	18	DL	1	4	ฝังฝ้า	Coil	10	2	266	355	311	24	360	1	967.68
	6	ห้องพัก 1601	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	62	130	97	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10								1,161.22
	7	ห้องพัก 1602	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	62	130	97	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10								1,161.22
	8	ห้องพัก 1603	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	62	130	97	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10								1,161.22
	9	ห้องพัก 1604	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	10	ห้องพัก 1605	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	32	112	89	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10								1,161.22
	11	ห้องพัก 1606	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68

ตาราง ก9 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 16 SWUTEL HOTEL (ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
16	12	ห้องพัก 1607	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	13	ห้องพัก 1608	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	14	ห้องพัก 1609	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	15	ห้องพัก 1610	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	16	ห้องพัก 1611	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	17	ห้องพัก 1612	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	18	ห้องพัก 1613	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	19	ห้องพัก 1614	CFL	23	DL	1	4	ตั้งโต๊ะ	-	-	7	100	285	157	24	360	0.8	635.90
			CFL	18	DL	1	9	ฝังฝ้า	Coil	10								1,741.82
	20	ทางออกฉุกเฉิน	FLT-8	36	R	2	1	ห้อย	Low Loss	6	1	-	-	170	24	360	0.5	362.88
	21	บันไดหนีไฟ	FLT-8	36	NR	1	4	เพดาน	Low Loss	6	2	65	210	138	24	360	0.5	725.76
รวม																		36,567.97

ตาราง ก10 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 17 SWUTEL HOTEL

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
17	1	ห้องพัก 1701	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	2	ห้องพัก 1702	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	62	130	97	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10								1,161.22
	3	ห้องพัก 1703	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	62	130	97	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10								1,161.22
	4	ห้องพัก 1704	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	5	ห้องพัก 1705	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	62	130	97	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	6	ฝังฝ้า	Coil	10								1,161.22
	6	ห้องพัก 1706	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	7	ห้องพัก 1707	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	8	ห้องพัก 1708	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	9	ห้องพัก 1709	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	10	ห้องพัก 1710	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	11	ห้องพัก 1711	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68

ตาราง ก10 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 17 SWUTEL HOTEL (ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						บัลลาสต์		จุดตรวจวัด	ค่าความส่องสว่าง			การใช้พลังงาน			
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิด	Power (W)		Min	Max	Avg.	hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)
17	12	ห้องพัก 1712	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	13	ห้องพัก 1713	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	14	ห้องพัก 1714	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	15	ห้องพัก 1715	CFL	23	DL	1	3	ตั้งโต๊ะ	-	-	6	50	120	93	24	360	0.8	476.93
			CFL	18	DL	1	5	ฝังฝ้า	Coil	10								967.68
	16	Internet Bar	CFL	18	DL	1	4	ฝังฝ้า	Coil	10	2	200	300	250	24	360	1	967.68
	17	ห้องนั่งเล่น	CFL	18	DL	1	2	ฝังฝ้า	Coil	10	3	145	169	158	24	360	0.5	241.92
	18	ทางเดิน	CFL	18	DL	1	24	ฝังฝ้า	Coil	10	8	90	823	252	24	360	1	5,806.08
	19	Room Service	CFL	18	DL	1	9	ฝังฝ้า	Coil	10	4	110	350	204	24	360	0.8	1,741.82
	20	ทางออกฉุกเฉิน	FLT-8	36	R	2	1	ติดห้อย	Low Loss	6	1	-	-	160	24	360	0.5	362.88
	21	บันไดหนีไฟ	FLT-8	36	NR	1	4	เพดาน	Low Loss	6	2	65	210	138	24	360	0.5	725.76
รวม																		32,095.91
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทุกชั้น																		202,440.74

* หมายเหตุ

ชนิดหลอดไฟ

FLT-8 = Fluorescent Lamp T-8(หลอดฟลูออเรสเซนต์T-8)

FLT-5 = Fluorescent Lamp T-5 (หลอดฟลูออเรสเซนต์T-5)

CFL = Compact Fluorescent Lamp (หลอดตะเกียบ)

HL = Halogen Lamp (หลอดฮาโลเจน)

ชนิดโคม

R = โคมสะท้อนแสง

NR = โคมไม่สะท้อนแสง

DL = Downlight(โคมดาวน์ไลท์)

SL = Spotlight(โคมสปอตไลท์)

ชนิดบัลลาสต์

Coi = Magnetic Ballast (บัลลาสต์ขดลวด)

Low Loss = Low Watt Loss Ballast (บัลลาสต์ชนิดค่าความสูญเสียต่ำ)

ET = Electronic Ballast (บัลลาสต์ขดลวด)

ค่าตัวแปร

F = แฟกเตอร์การใช้งาน

ตาราง ก11 แสดงรายละเอียดระบบปรับอากาศแบบ AHU

Air Side												
Unit No.	Type	Qty Set	Total	Supply	Outdoor	Ext. Static	Entering Air Temp		Leaving Air Temp		Fan Motor	Power
			MBH	CFM	CFM	IN.WG.	Fdb	Fwb	Fdb	Fwb	HP	V/PH/Hz
AHU-101,-102	VFSB	2	360	800	12000	0.7	77	64	54.3	53.1	10	380/3/50
AHU-201,-202	VFSB	2	360	800	12000	0.7	77	64	54.3	53.1	10	380/3/51
AHU-301,-302	VFSB	2	320	800	12000	0.7	77	64	54.3	53.1	10	380/3/52
AHU-401,-402	VFSB	2	300	700	10000	0.7	77	64	54.3	53.1	10	380/3/53
AHU-501,-502	VFSB	2	300	700	10000	0.7	77	64	54.3	53.1	10	380/3/54
AHU-601	VFSB	1	360	800	12000	0.7	77	64	54.3	53.1	10	380/3/55
AHU-701,-702	VFSB	2	240	550	8000	0.35	77	64	54.3	53.1	10	380/3/56
AHU-801 to 1201	VFSB	2	240	600	8000	0.35	77	64	54.3	53.1	10	380/3/57
AHU-802 to 1202	VFSB	2	240	800	8000	0.35	77	64	54.3	53.1	10	380/3/58
AHU-1301 to 1501	VFSB	2	300	700	10000	0.7	77	64	54.3	53.1	10	380/3/59

ตาราง ก12 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรของระบบปรับอากาศ Water-Cooled Condenser

Water-Cooled Condenser							
Starter	Water	Entering/Leaving	Capacity	Condenser	Drain Pipe	Area Served	REMARK
Type	CPM	F	Type	IN.	IN.		
Y-D	80	90/100	B	3	1 1/2	Ground Floor	
Y-D	80	90/101	B	3	1 1/2	2ND FLOOR	45
Y-D	80	90/102	B	3	1 1/2	3RD FLOOR	45
Y-D	75	90/103	B	3	1 1/2	4TH FLOOR	40
Y-D	75	90/104	B	3	1 1/2	5TH FLOOR	40
Y-D	60	90/105	B	3	1 1/2	6TH FLOOR	45
Y-D	60	90/106	B	2 1/2	1 1/4	7TH FLOOR	35
Y-D	60	90/107	B	2 1/2	1 1/4	8TH-12TH FLOOR	35
Y-D	60	90/108	B	2 1/2	1 1/4	8TH-12TH FLOOR	35
Y-D	75	90/109	B	3	1 1/2	13TH-15THFLOOR	40
Y-D	75	90/110	B	3	1 1/2	13TH-15THFLOOR	40

ตาราง ก13 แสดงรายรายละเอียดเครื่องจักรระบบปรับอากาศ COOLING

COOLING											
ลำดับที่	MODEL	COOLING/CAPACITY KCAL/hr	WATER FLOW	AIR VOLUME	WATER INLET	FAN MOTOR		POWER INPUT		
						HP	P	Hz	V	PH
1	LNH-350	1144644	900	1135	5	7.5	4	50	380	3
2	LNH-351	1144644	900	1135	5	7.5	4	50	380	3
3	LNH-352	1144644	900	1135	5	7.5	4	50	380	3

ตาราง ก14 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรระบบปรับอากาศ CONDENSER

ลำดับที่	BRAND	MODEL	SERIAL	IP	POWER INPUT			AMPS	KW	RPM	COS
					VOLTS	PH	Hz				
1	Crompton	Y2-200L-4	7072810234	55	380	3	50	57.6	30	1480	0.86
2	Crompton	Y2-200L-5	7072810234	55	380	3	50	57.6	30	1480	0.86
3	Crompton	Y2-200L-6	7072810234	55	380	3	50	57.6	30	1480	0.86
4	Crompton	Y2-200L-7	7072810234	55	380	3	50	57.6	30	1480	0.86

ตาราง ก15 แสดงรายละเอียดระบบปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE (SWUTEL)

ชั้นที่	พื้นที่ใช้งาน	รหัสเครื่อง	ขนาด BTU/hr	ชื่อผลิตภัณฑ์	Volt(V)	อายุ(ปี)	hr/day	day	kWh/y
16	ห้อง ทำงาน	FCU-16-1	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	โถงหน้าลิฟต์	FCU-16-2	36,000	TRANE	220	4	24	360	91,411.2
	ทางเดิน	FCU-16-3	30,000	TRANE	220	4	24	360	75,168
	ห้องนั่งเล่น	FCU-16-4	30,000	TRANE	220	4	24	360	75,168
	1601	FCU-1601	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1602	FCU-1602	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1603	FCU-1603	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1604	FCU-1604	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1605	FCU-1605	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1606	FCU-1606	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1607	FCU-1607	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1608	FCU-1608	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1609/1	FCU-1609/1	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1609/2	FCU-1609/2	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1610	FCU-1610	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1611	FCU-1611	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1612	FCU-1612	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1613	FCU-1613	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1614	FCU-1614	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1615	FCU-1615	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
17	ห้องทำงาน	FCU-17-1	16,000	TRANE	220	4	24	360	40,608

ตาราง ก15 แสดงรายละเอียดระบบปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE (SWUTEL)(ต่อ)

ชั้นที่	พื้นที่ใช้งาน	รหัสเครื่อง	ขนาด BTU/hr	ชื่อผลิตภัณฑ์	Volt(V)	อายุ(ปี)	hr/day	day	kWh/y
17	โถงหน้าลิฟต์	FCU-17-2	30,000	TRANE	220	4	24	360	75,168
	ทางเดิน	FCU-17-3	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	ทางเดิน	FCU-17-4	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	ห้องนั่งเล่น	FCU-17-5	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1701	FCU-1701	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1702	FCU-1702	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1703	FCU-1703	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1704	FCU-1704	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1705	FCU-1705	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1706	FCU-1706	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1707	FCU-1707	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1708	FCU-1708	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1709/1	FCU-1709/1	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1709/2	FCU-1709/2	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1710	FCU-1710	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1711	FCU-1711	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1712	FCU-1712	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1713	FCU-1713	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1714	FCU-1714	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48
	1715	FCU-1715	24,000	TRANE	220	4	24	360	60,756.48

ภาคผนวก ข

ตาราง ข1 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหาร

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม (W)	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
2	1	ร้านอาหาร 1	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	10	264	1	105.60	221.76	116.16
	2	ร้านอาหาร 2	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	10	264	1	105.60	221.76	116.16
	3	ร้านอาหาร 3	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	10	264	1	105.60	221.76	116.16
	4	ร้านอาหาร 4	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	10	264	1	105.60	221.76	116.16
	5	ร้านอาหาร 5	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	10	264	1	105.60	221.76	116.16
	6	ร้านอาหาร 6	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	10	264	1	105.60	221.76	116.16
	7	ศูนย์อาหาร	LED T8	20	R	1	39	ฝังฝ้า	780	10	264	1	2,059.20	4,324.32	2,265.12
			LED Corn	9	DL	1	11	ฝังฝ้า	99				261.36	813.12	551.76
	8	หลังร้านอาหาร	LED T8	20	R	2	8	ฝังฝ้า	320	10	264	1	844.80	1,774.08	929.28
			LED T8	20	NR	1	1	ผนัง	20				52.80	110.88	58.08
	9	ห้องAHU	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	10	264	0.01	2.11	4.44	2.33
			LED T8	20	NR	2	2	ฝังฝ้า	80				2.11	4.44	2.33
	10	โถงลิฟท์	LED T8	20	NR	1	4	ฝังหลืบ	80	10	264	1	211.20	443.52	232.32
			LED Corn	9	DL	1	15	ฝังฝ้า	135				356.40	1,108.80	752.4
	11	ห้องน้ำหญิง	LED T8	20	R	2	3	ฝังฝ้า	120	10	264	1	316.80	665.28	348.48
	12	ห้องน้ำชาย	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	10	264	1	211.20	443.52	232.32
	13	ทางออกฉุกเฉิน	LED T8	20	R	2	1	ห้อย	40	10	264	0.5	52.80	110.88	58.08
	14	บันไดหนีไฟ	LED T8	20	NR	1	2	เพดาน	40	10	264	0.5	52.80	110.88	58.08
รวม													4,439.42	11,244.72	6,187.54

ตาราง ข2 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
5	1	ห้องทำฟัน 1	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	2	ห้องถ่ายภาพรังสี	LED Corn	9	DL	1	2	ฝังฝ้า	18	12	312	0.8	53.91	167.73	113.82
	3	ห้องทำฟัน 2	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	4	ห้องทำฟัน 3	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	5	ห้องทำฟัน4	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	6	ห้องบุคลากร	LED Corn	9	DL	1	4	ฝังฝ้า	36	12	312	0.8	107.83	335.46	227.63
	7	ห้องทำฟัน 5	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	8	ห้องทำฟัน 6	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	9	ห้องทำฟัน 8	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	10	ห้องทำฟัน 9	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	11	ห้องทำฟัน 10	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	12	ห้องทำฟัน 11	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09

ตาราง ข2 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม(ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
5	13	ห้องทำฟัน 12	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	14	ห้องทำฟัน 13	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	15	ห้องทำฟัน 14	LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30	12	312	0.6	67.39	162.74	95.35
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				121.31	377.40	256.09
	16	ห้องเครื่อง	LED T8	20	NR	1	1	เพดาน	20	12	312	0.01	0.75	1.57	0.82
	17	ห้องพักเจ้าหน้าที่	LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45	12	312	0.8	134.78	419.33	284.55
	18	ห้องเครื่องมือ 1	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	12	312	0.8	239.62	503.19	263.57
			LED T8	10	NR	1	3	เพดาน	30				89.86	215.65	125.79
	19	ห้องเครื่องมือ 2	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	12	312	0.8	239.62	503.19	263.57
	20	ห้องLAB	LED Corn	9	DL	1	2	ฝังฝ้า	18	12	312	0.8	53.91	167.73	113.82
			LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40				119.81	251.60	131.79
	21	ห้อง Sterile	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	12	312	0.8	239.62	503.19	263.57
	22	Women Toilet	LED Corn	9	DL	1	2	ฝังฝ้า	18	12	312	0.8	53.91	167.73	113.82
	23	Men Toilet	LED Corn	9	DL	1	2	ฝังฝ้า	18	12	312	0.8	53.91	167.73	113.82
	24	ห้องพักทันตแพทย์	LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45	12	312	0.8	134.78	419.33	284.55
	25	ห้องเก็บของ	LED Corn	9	DL	1	2	ฝังฝ้า	18	12	312	0.8	53.91	167.73	113.82
	26	ห้อง X-ray	LED Corn	9	DL	1	7	ฝังฝ้า	63	12	312	0.8	188.70	587.06	398.36
	27	โถง-ทางเดิน	LED T8	20	NR	1	36	ฝังหลืบ	720	12	312	1	2,695.68	5,660.93	2,965.25
			LED Corn	9	DL	1	55	ฝังฝ้า	495				1,853.28	5,765.76	3,912.48
			LED MR16	10	DL	1	2	ฝังฝ้า	20				74.88	374.40	299.52

ตาราง ข2 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม(ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
5	28	ห้องAHU 1	LED T8	20	NR	2	1	เพดาน	40	12	312	0.01	1.50	3.14	1.64
	29	ห้องAHU 2	LED T8	20	NR	2	1	เพดาน	40	12	312	0.01	1.50	3.14	1.64
	30	โถงลิฟท์	LED T8 LED Corn	20 9	NR DL	1 1	3 11	ฝังหลืบ ฝังฝ้า	60 99	12	312	1	224.64 370.66	471.74 1,153.15	247.10 782.49
	31	ห้องน้ำหญิง	LED T8	20	R	2	3	ฝังฝ้า	120	12	312	1	449.28	943.49	494.21
	32	ห้องน้ำชาย	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	12	312	1	299.52	628.99	329.47
	33	ทางออกฉุกเฉิน	LED T8	20	R	2	1	ห้อย	40	12	312	0.5	74.88	157.25	82.37
	34	บันไดหนีไฟ	LED T8	20	NR	1	2	เพดาน	40	12	312	0.5	74.88	157.25	82.37
รวม													10,338.72	26,919.28	16,580.56

ตาราง ข3 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 6 คลินิกกายภาพบำบัด

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
6	1	ห้องโถงพักคอย	LED T8	20	R	2	7	ฝังฝ้า	280	9	264	1	665.28	1,397.09	731.81
	2	ห้องตรวจ1	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	9	264	0.6	57.02	119.75	62.73
	3	ห้องตรวจ2	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	9	264	0.6	57.02	119.75	62.73
	4	ห้องตรวจ3	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	9	264	0.6	57.02	119.75	62.73
	5	ห้องตรวจ4	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	9	264	0.6	57.02	119.75	62.73
	6	ห้องตรวจ5	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	9	264	0.6	57.02	119.75	62.73
	7	ห้องตรวจ6	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	9	264	0.6	57.02	119.75	62.73
	8	ห้องตรวจ7	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	9	264	0.6	57.02	119.75	62.73
	9	ห้องตรวจ8	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	9	264	0.6	57.02	119.75	62.73
	10	ห้องตรวจ9	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	9	264	0.6	57.02	119.75	62.73
	11	ห้องตรวจ10	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	9	264	0.6	57.02	119.75	62.73
	12	ห้องเวชระเบียน	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	9	264	1	95.04	199.58	104.54
	13	ห้องเก็บอุปกรณ์	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	9	264	0.6	114.05	239.50	125.45
	14	ห้องซักล้าง	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	9	264	1	190.08	399.17	209.09
	15	ห้องน้ำ	LED Corn	9	DL	1	1	ฝังฝ้า	9	9	264	0.8	17.11	39.92	22.81
	16	ห้องประชุม	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	9	264	0.6	114.05	239.50	125.45
	17	ห้องออกกำลังกาย	LED T8	20	R	2	8	ฝังฝ้า	320	9	264	0.6	456.19	958.00	501.81
	18	ห้องตรวจระบบประสาท	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	9	264	0.6	114.05	239.50	125.45
	19	ห้องรักษาผู้ป่วยระบบประสาท	LED T8	20	R	2	4	ฝังฝ้า	160	9	264	0.6	228.10	479.00	250.90

ตาราง ข3 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 6 คลินิกกายภาพบำบัด (ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
6	20	บริเวณทางเดิน	LED Corn	9	DL	1	9	ฝังฝ้า	81	9	264	1	192.46	598.75	406.29
	21	ห้องไฟฟ้า	LED T8	20	R	2	8	ห้อย	320	9	264	1	760.32	1,596.67	836.35
	22	ห้องเครื่อง	LED T8	20	R	1	4	ห้อย	80	9	264	0.01	1.90	3.99	2.09
	23	ห้องAHU	LED T8	20	NR	2	1	เพดาน	40	9	264	0.01	0.95	1.99	1.04
	24	โถงลิฟท์	LED T8	20	NR	1	3	ฝังหลืบ	60	9	264	1	142.56	299.38	156.82
			LED Corn	9	DL	1	11	ฝังฝ้า	99				235.22	731.81	496.59
	25	ห้องน้ำหญิง	LED T8	20	R	2	3	ฝังฝ้า	120	9	264	1	285.12	598.75	313.63
	26	ห้องน้ำชาย	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	9	264	1	190.08	399.17	209.09
	27	ทางออกฉุกเฉิน	LED T8	20	R	2	1	ห้อย	40	9	264	0.5	47.52	99.79	52.27
	28	บันไดหนีไฟ	LED T8	20	NR	1	2	เพดาน	40	9	264	0.5	47.52	99.79	52.27
รวม													4,467.8	9,818.85	5,351.05

ตาราง ข4 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 10MEIJI UNIVERSITY

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
10	1	Lounge	LED Corn	9	DL	2	40	ฝังฝ้า	720	9	264	1	1,710.72	3,421.44	1,710.72
			LED Corn	9	DL	1	10	ฝังฝ้า	90				213.84	427.68	213.84
			LED MR16	10	SL	1	10	ห้อย	100				237.60	1,188	950.40
			LED MR16	10	DL	1	2	ฝังฝ้า	20				47.52	237.6	190.08
	2	Office	LED T8	20	R	2	6	ฝังฝ้า	240	9	264	1	570.24	826.85	256.61
	3	Class Room 2 Meeting Room	LED T8	20	R	2	16	ฝังฝ้า	640	9	264	0.6	912.38	1,322.96	410.58
	4	Faculty Office	LED T8	20	R	2	8	ฝังฝ้า	320	9	264	0.6	456.19	661.48	205.29
	5	Seminar Room 1 Seminar Room 2	LED T8	20	R	2	16	ฝังฝ้า	640	9	264	0.6	912.38	1,322.96	410.58
	6	Class Room 1	LED T8	20	R	2	16	ฝังฝ้า	640	9	264	0.6	912.38	1,322.96	410.58
	7	Storage Room	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	9	264	0.3	57.02	82.68	25.66
	8	ห้องAHU 1	LED T8	20	NR	2	1	เพดาน	40	9	264	0.01	0.95	2.00	1.05
	9	ห้องAHU 2	LED T8	20	NR	2	1	เพดาน	40	9	264	0.01	0.95	2.00	1.05
	10	โถงลิฟท์	LED T8	20	NR	1	3	ฝังหลืบ	60	9	264	1	142.56	299.38	156.82
			LED Corn	9	DL	1	11	ฝังฝ้า	99				235.22	731.81	496.59
	11	ห้องน้ำหญิง	LED T8	20	R	2	3	ฝังฝ้า	120	9	264	1	285.12	598.75	313.63
	12	ห้องน้ำชาย	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	9	264	1	190.08	399.17	209.09
	13	ทางออกฉุกเฉิน	LED T8	20	R	2	1	ห้อย	40	9	264	0.5	47.52	99.79	52.27
	14	บันไดหนีไฟ	LED T8	20	NR	1	2	เพดาน	40	9	264	0.5	47.52	99.79	52.27
รวม													8,156.32	13,019.74	6,067.11

ตาราง ข5 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 11 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
11	1	โถงกลาง	LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54	9	264	1	128.30	399.17	270.87
			LED Corn	9	ระย้า	12	1	ห้อย	108			1	256.61	513.22	256.61
			LED MR16	10	SL	1	3	ห้อย	30			0.3	21.38	106.92	85.54
	2	Makeup Room	LED T8	20	R	3	7	ฝังฝ้า	420	9	264	0.6	598.75	1,257.38	659.00
			LED T8	20	NR	1	26	ฝังหลืบ	520				741.31	1,556.76	815.45
	3	Lecture Room 1	LED T8	20	R	3	18	ฝังฝ้า	1080	9	264	1	2,566.08	5,388.77	2,822.69
	4	Lecture Room 2	LED T8	20	R	3	19	ฝังฝ้า	1140	9	264	1	2708.64	5,688.14	2,979.50
	5	ห้องAHU 1	LED T8	20	NR	2	1	เพดาน	40	9	264	0.01	0.95	2.00	1.05
	6	ห้องAHU 2	LED T8	20	NR	2	1	เพดาน	40	9	264	0.01	0.95	2.00	1.05
	7	ห้องแม่บ้าน	LED Corn	9	DL	1	2	ฝังฝ้า	18	9	264	0.2	8.55	26.61	18.06
	8	โถงลิฟท์	LED T8	20	NR	1	3	ฝังหลืบ	60	9	264	1	142.56	299.38	156.82
			LED Corn	9	DL	1	11	ฝังฝ้า	99				235.22	731.81	496.59
	9	ห้องน้ำหญิง	LED T8	20	R	2	3	ฝังฝ้า	120	9	264	1	285.12	598.75	313.63
	10	ห้องน้ำชาย	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	9	264	1	190.08	399.17	209.09
	11	ทางออกฉุกเฉิน	LED T8	20	R	2	1	ห้อย	40	9	264	0.5	47.52	99.79	52.27
	12	บันไดหนีไฟ	LED T8	20	NR	1	2	เพดาน	40	9	264	0.5	47.52	99.79	52.27
รวม													7,979.54	17,169.66	9,190.49

ตาราง ข6 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 12 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
12	1	โถงกลาง	LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54	9	264	1	128.30	399.17	270.87
			LED Corn	9	ระย้า	12	1	ห้อย	108				256.61	513.22	256.61
	2	Meeting Room	LED T8	20	R	2	8	ฝังฝ้า	320	9	264	0.6	456.19	958.00	501.81
			LED MR16	10	SL	1	8	ห้อย	80				114.05	570.24	456.19
	3	Lecture Room 1	LED T8	20	R	2	18	ฝังฝ้า	720	9	264	1	1,710.72	3,592.51	1,881.79
	4	Lecture Room 2	LED T8	20	R	2	24	ฝังฝ้า	960	9	264	1	2,280.96	4,790.02	2,509.06
	5	ห้องAHU 1	LED T8	20	NR	2	1	เพดาน	40	9	264	0.01	0.95	2.00	1.05
	6	ห้องAHU 2	LED T8	20	NR	2	1	เพดาน	40	9	264	0.01	0.95	2.00	1.05
	7	โถงลิฟท์	LED T8	20	NR	1	3	ฝังหลืบ	60	9	264	1	142.56	299.38	156.82
			LED Corn	9	DL	1	11	ฝังฝ้า	99				235.22	731.81	496.59
	8	ห้องน้ำหญิง	LED T8	20	R	2	3	ฝังฝ้า	120	9	264	1	285.12	598.75	313.65
	9	ห้องน้ำชาย	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	9	264	1	190.08	399.17	209.09
	10	ทางออกฉุกเฉิน	LED T8	20	R	2	1	ห้อย	40	9	264	0.5	47.52	99.79	52.27
	11	บันไดหนีไฟ	LED T8	20	NR	1	2	เพดาน	40	9	264	0.5	47.52	99.79	52.27
รวม													5,896.75	13,055.85	7,159.12

ตาราง ข7 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 13 สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
13	1	โถงกลาง	LED T8	20	NR	1	10	ฝังหลืบ	200	10	344	1	688	1,444.80	752.80
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				185.76	577.92	392.16
	2	โครงการบัณฑิตศึกษา	LED T8	20	R	2	6	ฝังฝ้า	240	10	344	0.8	660.48	1,387.01	726.53
	3	ห้องประชุม 1	LED T8	20	R	2	4	ฝังฝ้า	160	10	344	0.5	275.20	577.92	302.72
			LED T8	20	NR	1	10	ฝังหลืบ	200				344	646.72	302.72
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				92.88	288.96	196.08
	4	ห้องประชุม 2	LED T8	20	R	2	4	ฝังฝ้า	160	10	344	0.5	275.20	577.92	302.72
			LED T8	20	NR	1	10	ฝังหลืบ	200				344	646.72	302.72
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				92.88	288.96	196.08
	5	ห้องพักบุคลากร 1	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54
	6	ห้องพักบุคลากร 2	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54
	7	ห้องพักบุคลากร 3	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54
	8	ห้องพักบุคลากร 4	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54
	9	ห้องพักบุคลากร 5	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54
	10	ห้องพักบุคลากร 6	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54
	11	ห้องพักบุคลากร 7	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54
	12	ห้องพักบุคลากร 8	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54
	13	ห้องพักบุคลากร 9	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54
	14	ห้องพักบุคลากร 10	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54
	15	ห้องพักบุคลากร 11	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54
	16	ห้องรับประทานอาหาร	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	0.8	55.04	115.58	60.54

ตาราง ข7 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 13 สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ (ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
13	17	ห้องจัดอาหาร	LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20	10	344	1	68.80	144.48	75.68
	18	สำนักงาน	LED T8	20	R	2	26	ฝังฝ้า	1,040	10	344	1	3,577.6	7,512.96	3,935.36
			LED T8	20	R	1	1	ฝังฝ้า	20				68.80	144.48	75.68
	19	ห้องคณบดี	LED T8	20	R	1	4	ฝังหลืบ	80	10	344	0.8	220.16	462.34	242.18
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				148.61	462.34	313.73
	20	ห้องรองคณบดี 1	LED T8	20	R	1	2	ฝังฝ้า	40	10	344	0.8	110.08	231.17	121.09
	21	ห้องรองคณบดี 2	LED T8	20	R	1	2	ฝังฝ้า	40	10	344	0.8	110.08	231.17	121.09
	22	ห้องรองคณบดี 3	LED T8	20	R	1	2	ฝังฝ้า	40	10	344	0.8	110.08	231.17	121.09
	23	ห้องทำงาน 1	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	10	344	0.8	110.08	231.17	121.09
	24	ห้องทำงาน2	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	10	344	0.8	110.08	231.17	121.09
	25	ห้องทำงาน 3	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	10	344	0.8	110.08	231.17	121.09
	26	ห้องทำงาน 4,5	LED T8	20	R	2	1	ฝังฝ้า	40	10	344	0.8	110.08	231.17	121.09
			LED T8	20	R	1	2	ฝังฝ้า	40				110.08	231.17	121.09
	27	ห้องAHU1/ห้องAHU2	LED T8	20	NR	2	2	เพดาน	80	10	344	0.01	2.76	5.78	3.02
	28	โถงลิฟท์	LED T8	20	NR	1	3	ฝังหลืบ	60	10	344	1	206.40	433.44	227.04
			LED Corn	9	DL	1	11	ฝังฝ้า	99				340.56	1,059.52	718.96
	29	ห้องน้ำหญิง	LED T8	20	R	2	3	ฝังฝ้า	120	10	344	1	412.80	866.88	454.08
	30	ห้องน้ำชาย	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	10	344	1	275.20	577.92	302.72
	31	ทางออกฉุกเฉิน	LED T8	20	R	2	1	ห้อย	40	10	344	0.5	68.80	144.48	75.68
	32	บันไดหนีไฟ	LED T8	20	NR	1	2	เพดาน	40	10	344	0.5	68.80	144.48	75.68
รวม													10,647	21,632.35	11,669.54

ตาราง ข8 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 15 ศูนย์บริการวิชาการ

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
15	1	โถงกลาง	LED Corn	9	DL	1	26	ฝังฝ้า	234	10	264	1	617.76	1,921.92	1,304.16
			LED T8	20	NR	1	6	ฝังหลืบ	120				316.80	665.28	348.48
	2	ห้องครัว	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	10	264	0.5	105.60	221.76	116.16
	3	สำนักงาน	LED T8	20	R	2	30	ฝังฝ้า	1,200	10	264	1	3,168	6,652.80	3,484.80
	4	ห้องประชุมเล็ก	LED Corn	9	DL	1	15	ฝังฝ้า	135	10	264	0.8	285.12	887.04	601.92
	5	ห้องเก็บเอกสาร	LED T8	20	R	2	6	ฝังฝ้า	240	10	264	0.8	506.88	1,064.45	557.57
	6	ห้องควบคุม	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	10	264	0.8	168.96	354.82	185.86
	6	ห้องประชุมใหญ่	LED Corn	9	DL	1	45	ฝังฝ้า	405	10	264	0.8	855.36	2,661.12	1,805.76
			LED MR16	10	DL	1	9	ฝังฝ้า	90				190.08	950.40	760.32
	7	ห้องเก็บของ	LED T8	20	R	2	9	ฝังฝ้า	360	10	264	0.8	760.32	1,596.67	836.35
	8	ห้องผอ.	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	10	264	0.8	168.96	354.82	185.86
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				114.05	354.82	240.77
			LED MR16	10	SL	1	5	ห้อย	50				105.60	528.00	422.4
	9	ห้องAHU1/ห้องAHU2	LED T8	20	NR	2	2	เพดาน	80	10	264	0.01	2.12	4.44	2.32
	10	โถงลิฟท์	LED T8	20	NR	1	3	ฝังหลืบ	60	10	264	1	158.40	332.64	174.24
			LED Corn	9	DL	1	11	ฝังฝ้า	99				261.36	813.12	551.76
	11	ห้องน้ำหญิง	LED T8	20	R	2	3	ฝังฝ้า	120	10	264	1	316.80	665.28	348.48
	12	ห้องน้ำชาย	LED T8	20	R	2	2	ฝังฝ้า	80	10	264	1	211.20	443.52	232.32
	13	ทางออกฉุกเฉิน	LED T8	20	R	2	2	ห้อย	80	10	264	0.5	105.60	221.76	116.16
	14	บันไดหนีไฟ	LED T8	20	NR	1	4	เพดาน	80	10	264	0.5	105.60	221.76	116.16
รวม													8,525.57	20,916.41	12,391.85

ตาราง ข9 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 16 SWUTEL HOTEL

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
16	1	ล็อบบี้ + ทางเดิน	LED T8	20	NR	1	4	ฝังหลืบ	80	24	360	1	691.20	1,451.52	760.32
			LED Corn	12	-	1	1	ตั้งโต๊ะ	12				103.68	198.72	95.04
			LED Corn	9	DL	1	26	ฝังฝ้า	234				2,021.76	6,289.92	4,268.16
			LED MR16	10	SL	1	2	ฝังฝ้า	20				172.80	864	691.20
	2	สำนักงาน	LED Corn	9	DL	1	9	ฝังฝ้า	81	24	360	1	699.84	2,177.28	1,477.44
	3	ห้องครัว	LED Corn	12	-	1	10	ฝังฝ้า	120	24	360	0.5	581.40	993.60	412.20
			LED Corn	9	DL	1	3		27				116.64	362.88	246.24
	4	ห้องน้ำ	LED Corn	9	DL	1	2	ฝังฝ้า	18	24	360	0.5	77.76	241.92	164.16
	5	Internet Bar	LED Corn	9	DL	1	4	ฝังฝ้า	36	24	360	1	311.04	967.68	656.64
	6	ห้องพัก 1601	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.83	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				373.25	1,161.22	787.97
	7	ห้องพัก 1602	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.83	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				373.25	1,161.22	787.97
	8	ห้องพัก 1603	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.83	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				373.25	1,161.22	787.97
	9	ห้องพัก 1604	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	10	ห้องพัก 1605	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.83	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				373.25	1,161.22	787.97
	11	ห้องพัก 1606	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64

ตาราง ข9 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 16 SWUTEL HOTEL (ต่อ)

ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
16	12	ห้องพัก 1607	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	13	ห้องพัก 1608	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	14	ห้องพัก 1609	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	15	ห้องพัก 1610	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	16	ห้องพัก 1611	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	17	ห้องพัก 1612	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	18	ห้องพัก 1613	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	19	ห้องพัก 1614	LED Corn	12	-	1	4	ตั้งโต๊ะ	48	24	360	0.8	331.78	635.90	304.12
			LED Corn	9	DL	1	9	ฝังฝ้า	81				559.87	1,741.82	1,181.95
	20	ทางออกฉุกเฉิน	LED T8	20	R	2	1	ห้อย	40	24	360	0.5	172.80	362.88	190.08
	21	บันไดหนีไฟ	LED T8	20	NR	1	4	เพดาน	80	24	360	0.5	345.60	725.76	380.16
รวม													13,713.05	36,567.97	22,854.65

ตาราง ข10 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 17 SWUTEL HOTEL

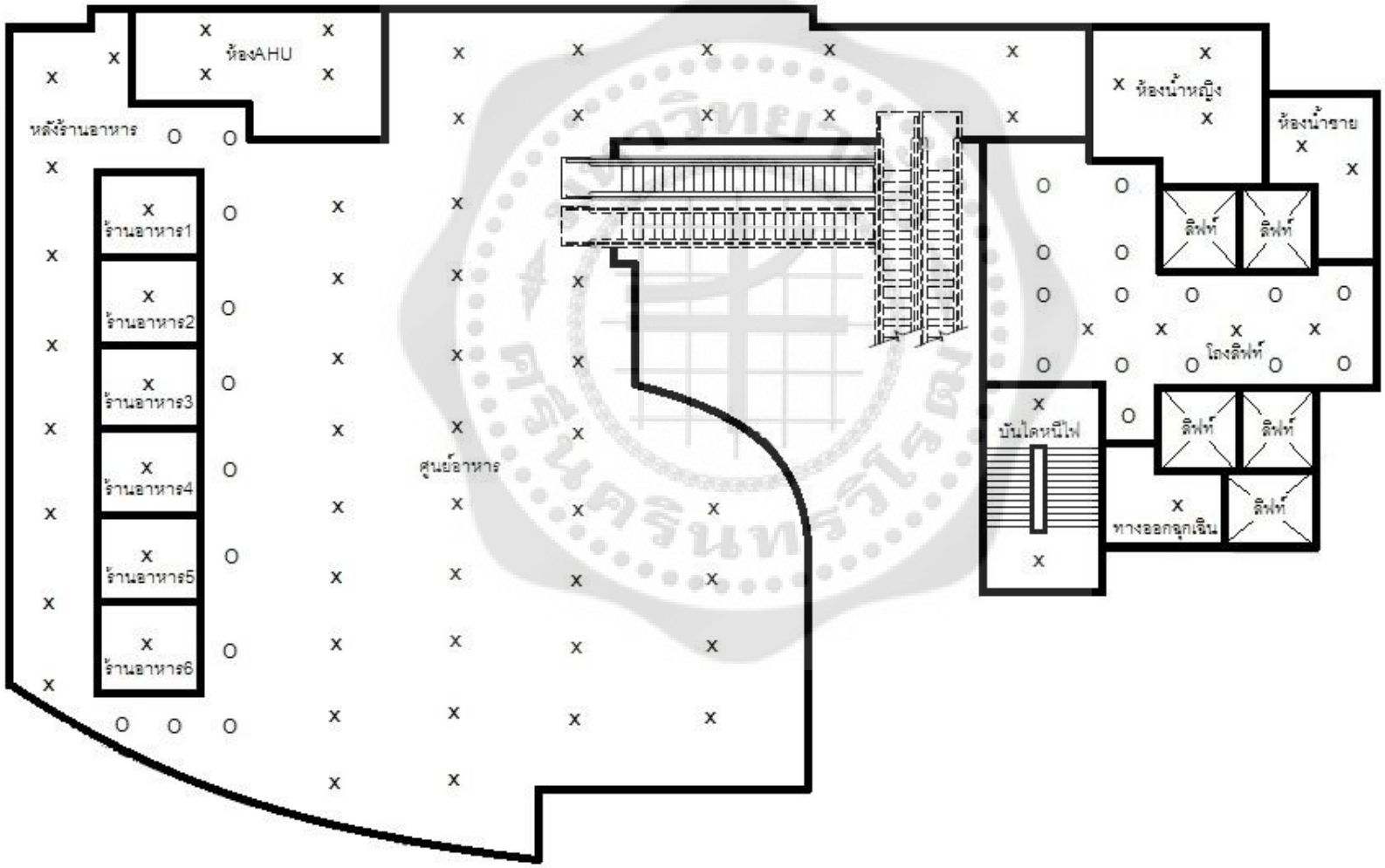
ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
17	1	ห้องพัก 1701	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	2	ห้องพัก 1702	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.83	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				373.25	1,161.22	787.97
	3	ห้องพัก 1703	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.83	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				373.25	1,161.22	787.97
	4	ห้องพัก 1704	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	5	ห้องพัก 1705	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.83	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	6	ฝังฝ้า	54				373.25	1,161.22	787.97
	6	ห้องพัก 1706	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	7	ห้องพัก 1707	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	8	ห้องพัก 1708	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	9	ห้องพัก 1709	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	10	ห้องพัก 1710	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	11	ห้องพัก 1711	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64

ตาราง ข10 แสดงรายละเอียดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างชั้นที่ 17 SWUTEL HOTEL (ต่อ)

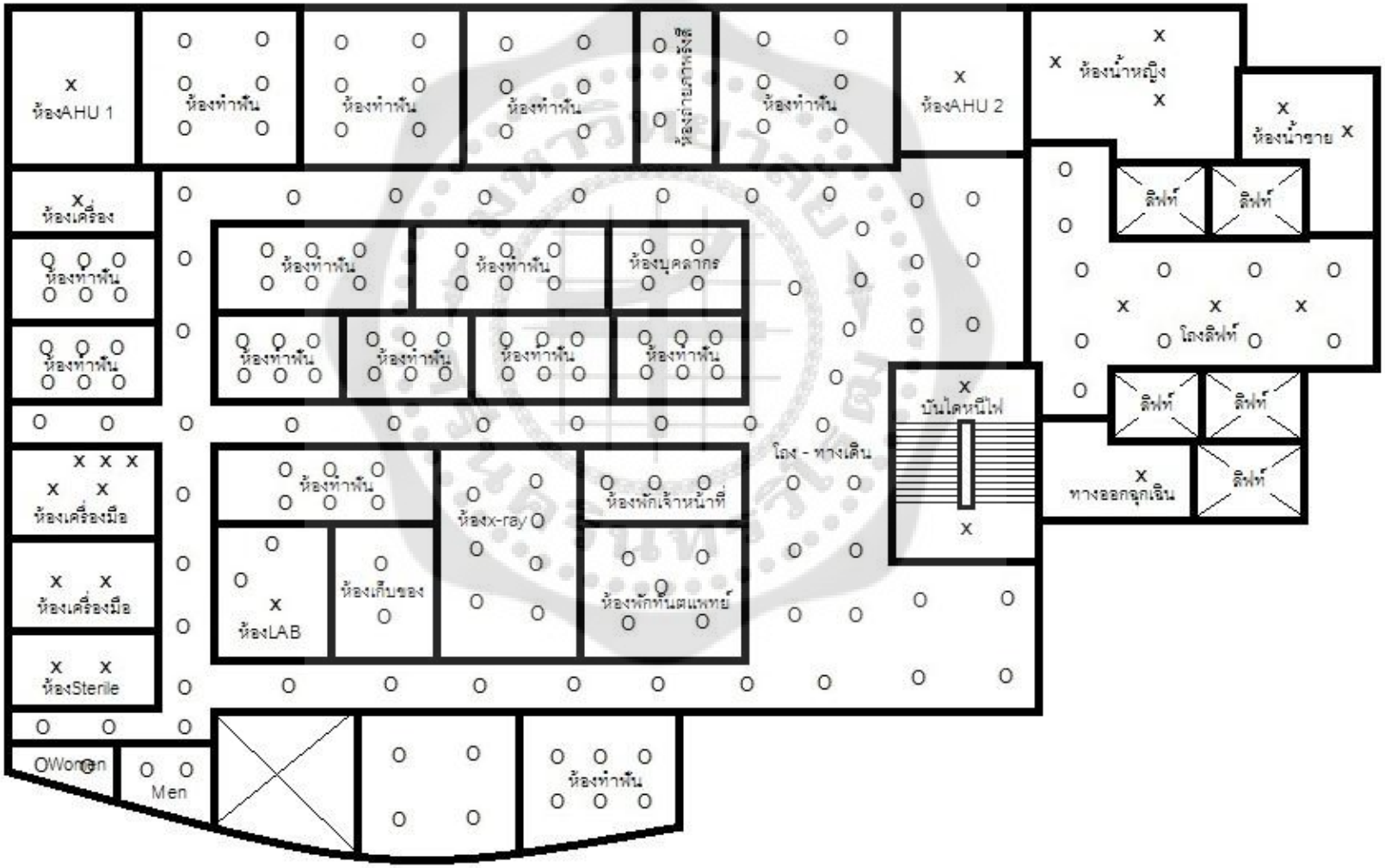
ชั้นที่	ลำดับ	พื้นที่ใช้งาน	หลอดไฟ						กำลังไฟฟ้ารวม	การใช้พลังงาน				Energy (old)	Energy (save)
			ชนิด	ขนาด (W)	ชนิดโคม	หลอด/โคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง		hr./d	d/y	F	Energy (kWh/y)		
17	12	ห้องพัก 1712	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	13	ห้องพัก 1713	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	14	ห้องพัก 1714	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	15	ห้องพัก 1715	LED Corn	12	-	1	3	ตั้งโต๊ะ	36	24	360	0.8	248.8	476.93	228.10
			LED Corn	9	DL	1	5	ฝังฝ้า	45				311.04	967.68	656.64
	16	Internet Bar	LED Corn	9	DL	1	4	ฝังฝ้า	36	24	360	1	311.04	967.68	656.64
	17	ห้องนั่งเล่น	LED Corn	9	DL	1	2	ฝังฝ้า	18	24	360	0.5	77.76	241.92	164.16
	18	ทางเดิน	LED Corn	9	DL	1	24	ฝังฝ้า	216	24	360	1	1,866.24	5,806.08	3,939.84
	19	Room Service	LED Corn	9	DL	1	9	ฝังฝ้า	81	24	360	0.8	559.87	1,741.82	1,181.95
	20	ทางออกฉุกเฉิน	LED T8	20	R	2	1	ติดห้อย	40	24	360	0.5	172.80	362.88	190.08
	21	บันไดหนีไฟ	LED T8	20	NR	1	4	เพดาน	80	24	360	0.5	345.60	725.76	380.16
รวม													11,917.63	32,095.91	20,177.92
พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด													86,018.80	202,440.74	117,629.83

ภาคผนวก ค

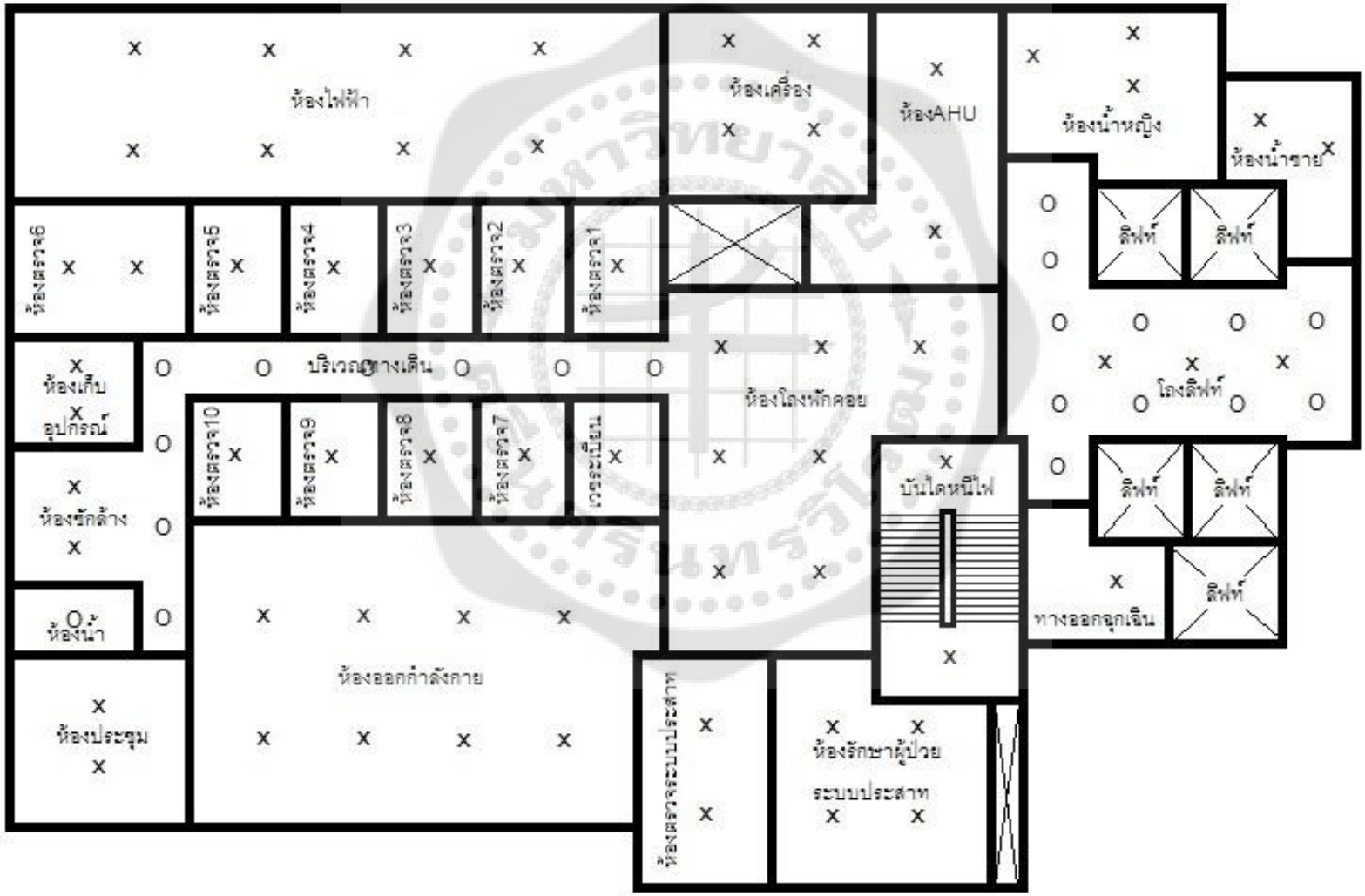
ค1 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 2 ศูนย์อาหารขนาดพื้นที่ 677.0 ตร.ม



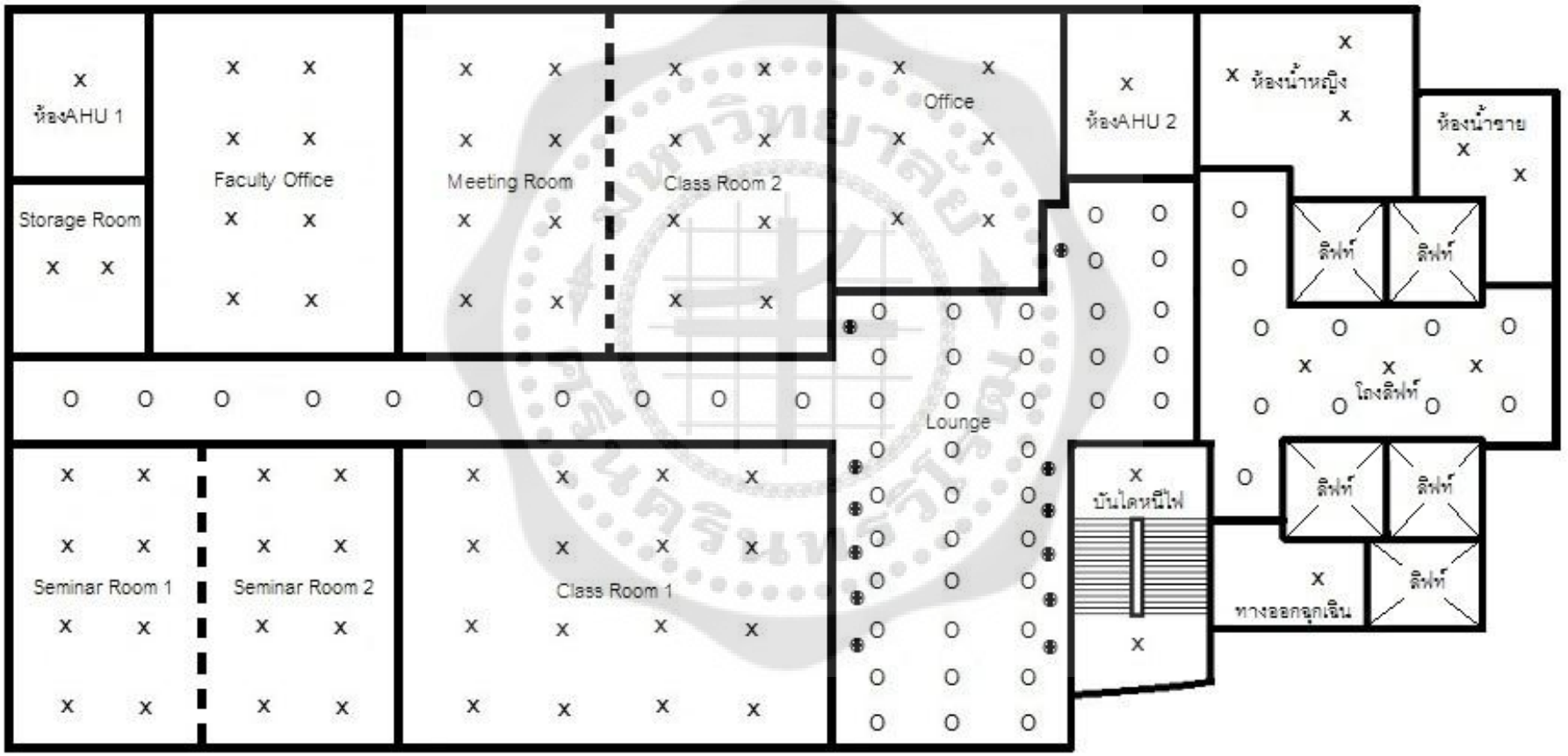
ค2 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 5 คลินิกทันตกรรม ขนาดพื้นที่ 789.0 ตร.ม



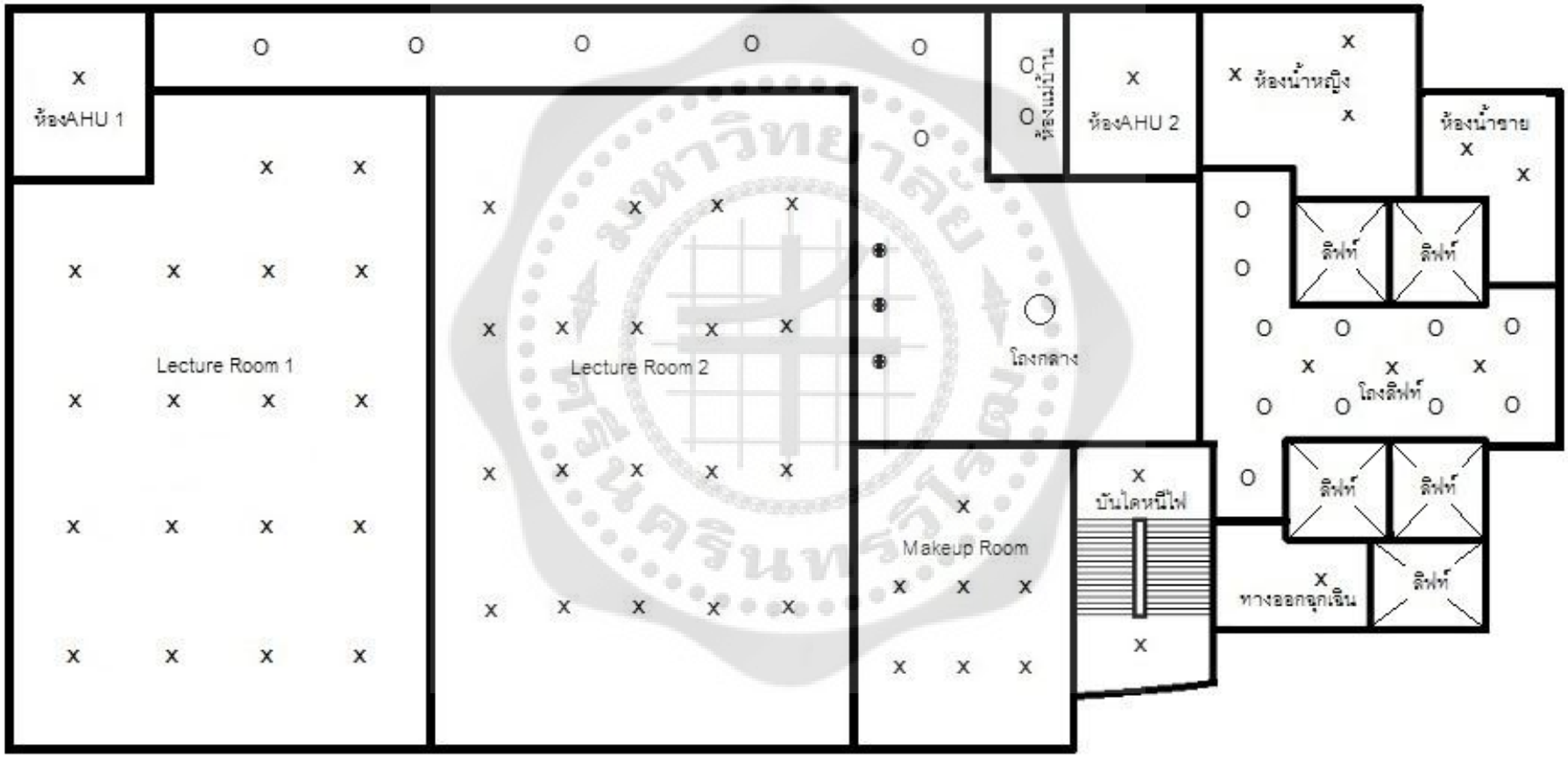
ค3 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 6 คลินิกกายภาพบำบัด ขนาดพื้นที่ 688.0 ตร.ม



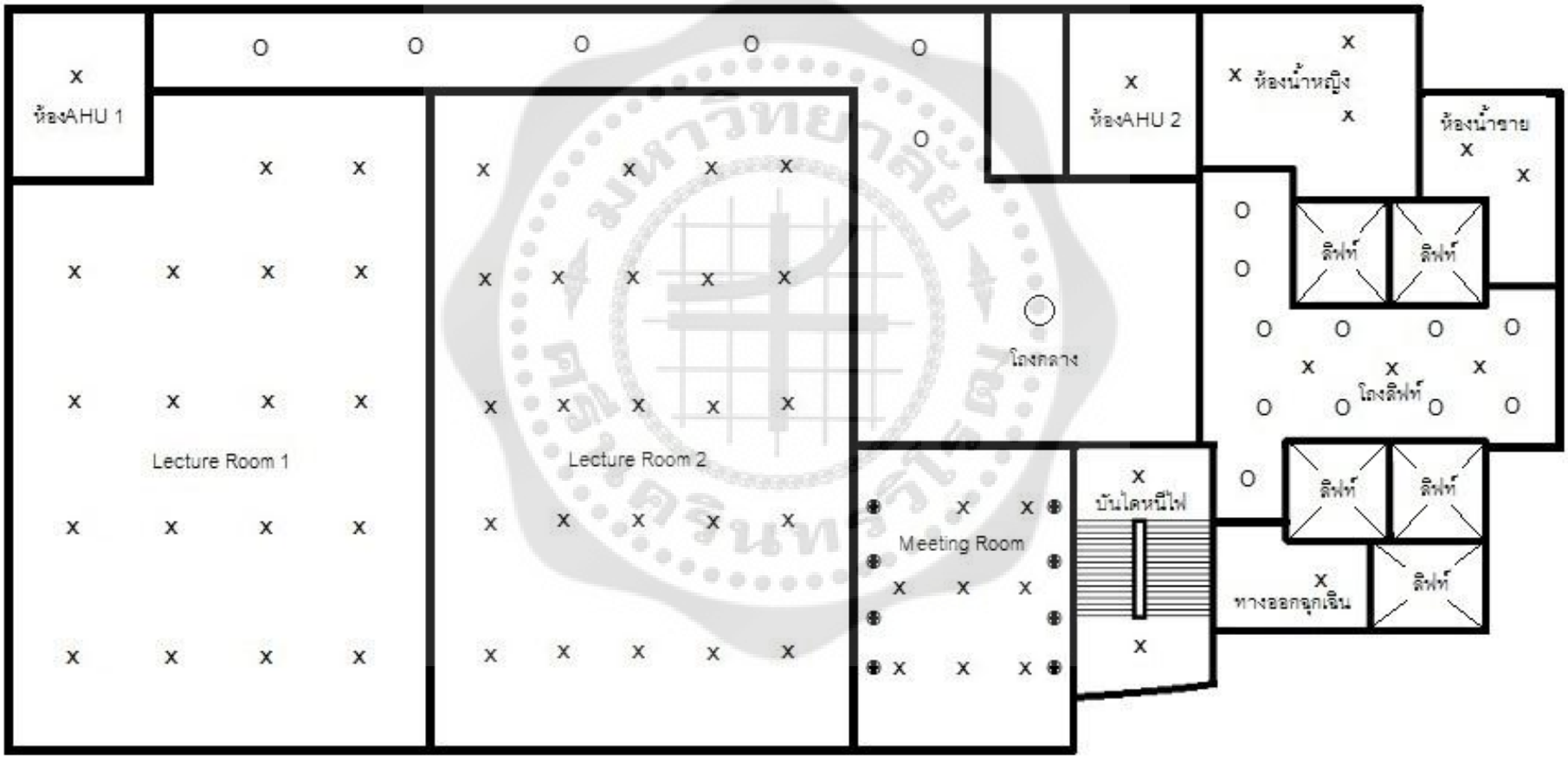
ค4 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 10 MEIJI UNIVERSITY ขนาดพื้นที่ 592.0 ตร.ม



ค5 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 11 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม ขนาดพื้นที่ 592.0 ตร.ม

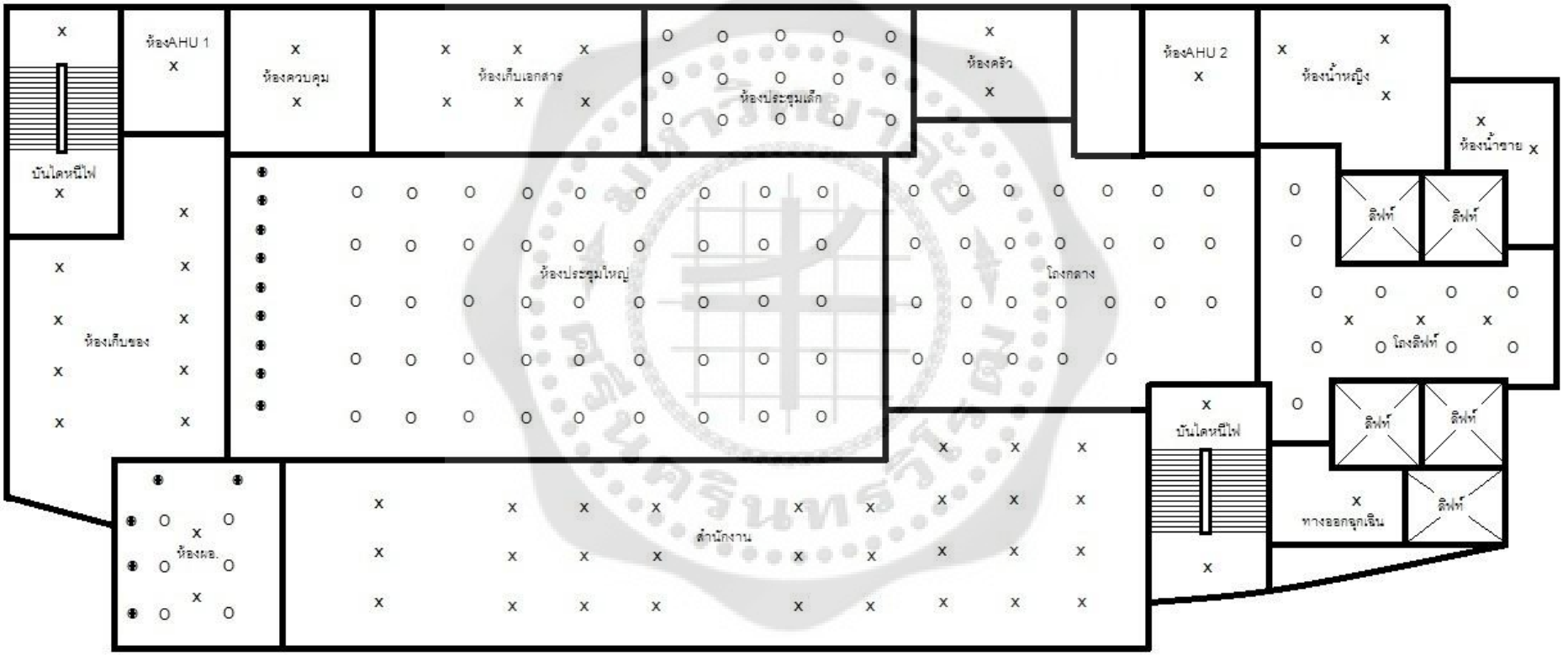


ค6 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 12 วิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม ขนาดพื้นที่ 592.0 ตร.ม

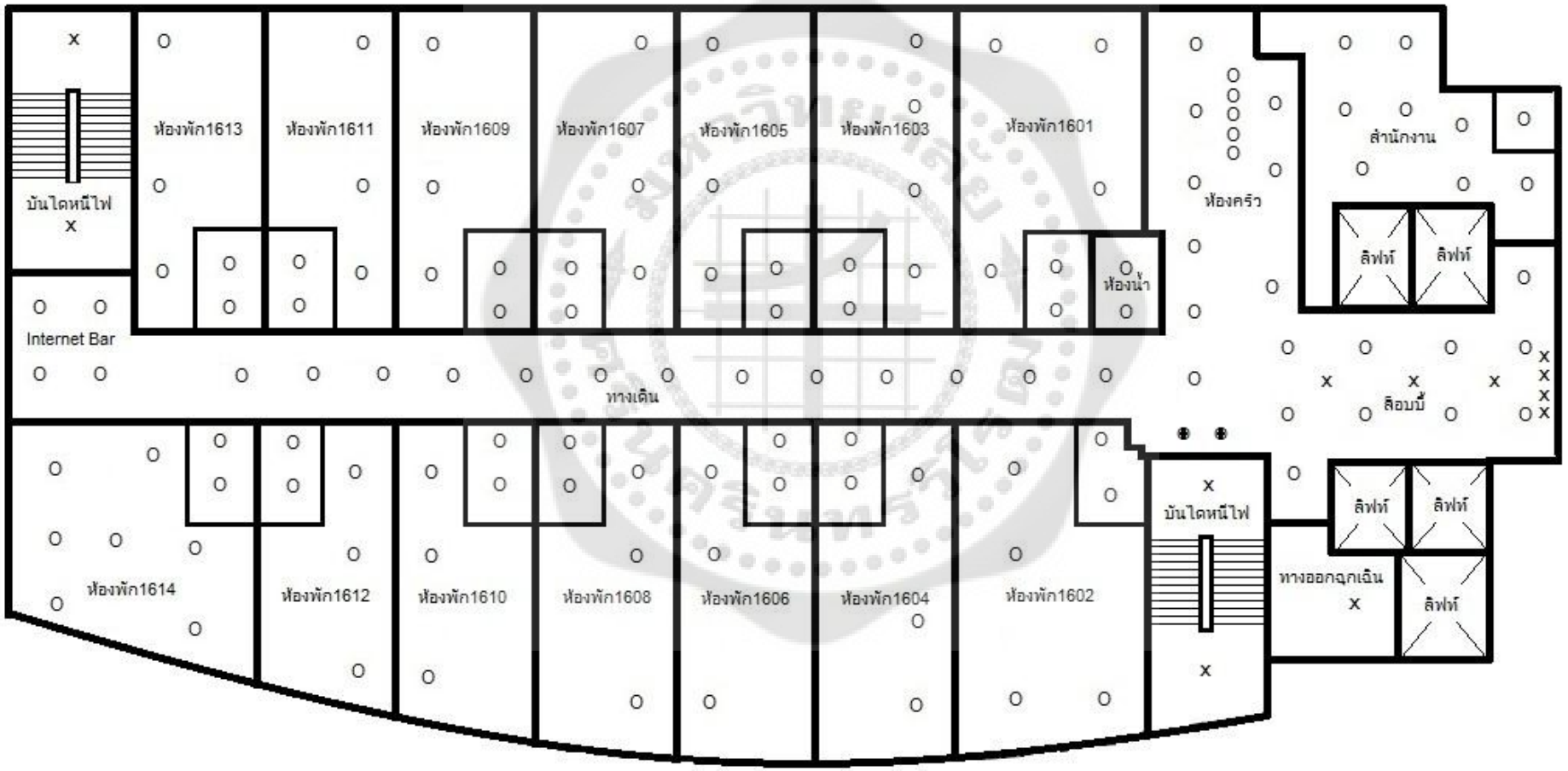


ค7 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 13 สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ ขนาดพื้นที่ 731.0 ตร.ม

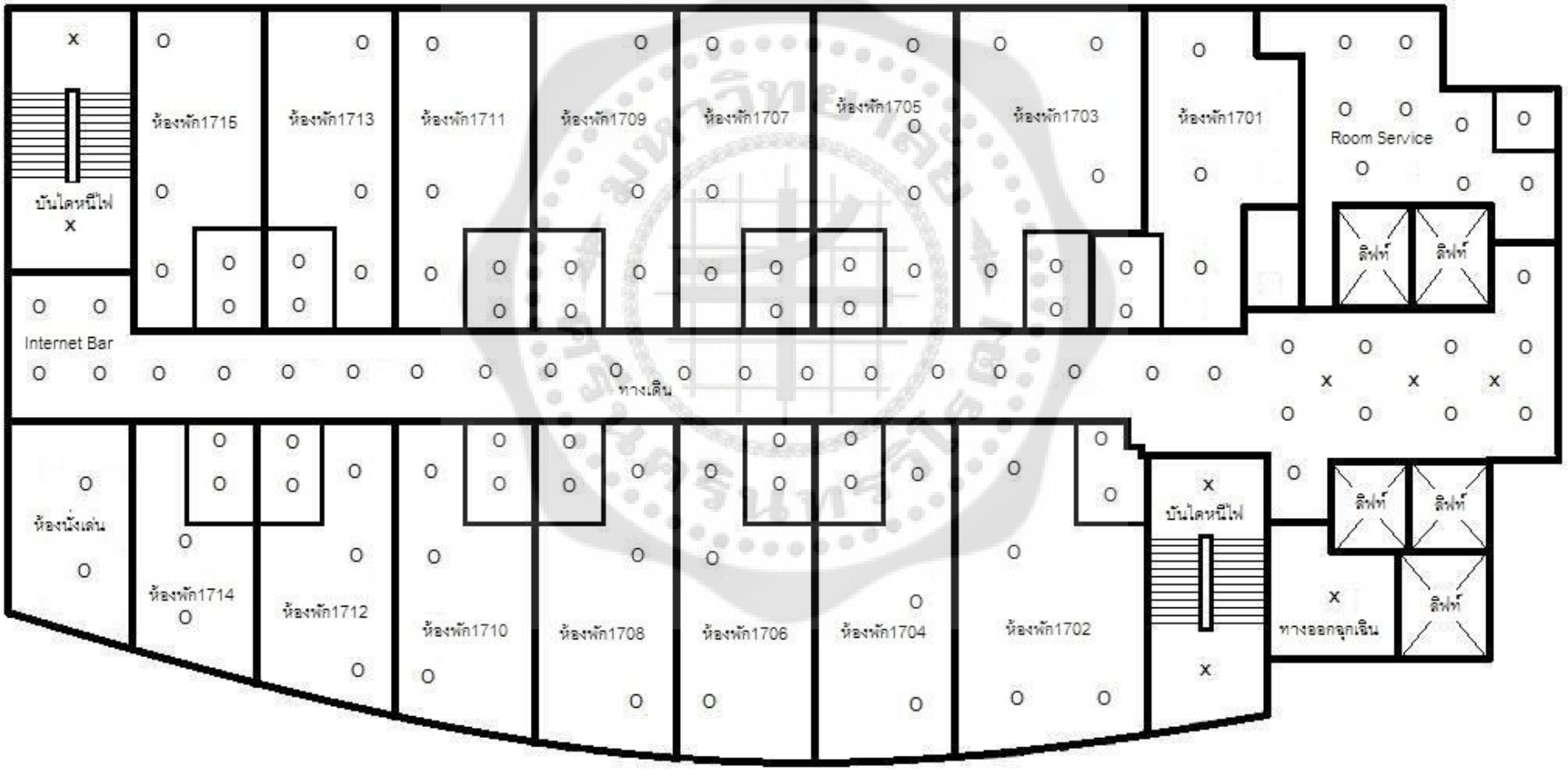
ค8 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 15 ศูนย์บริการวิชาการ ขนาดพื้นที่ 733.0 ตร.ม



ค9 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 16 SWUTEL HOTEL ขนาดพื้นที่ 744.6 ตร.ม (ไม่ระบุตำแหน่งโคมไฟตั้งโต๊ะ)



ค10 รูป แสดงตำแหน่งระบบแสงสว่างชั้นที่ 17 SWUTEL HOTEL ขนาดพื้นที่ 744.6 ตร.ม (ไม่ระบุตำแหน่งโคมไฟตั้งโต๊ะ)



ประวัติย่อนิสิตผู้ทำโครงงาน

ชื่อ-สกุล	นายจิรเมธ ศรียาชีพ
วัน เดือน ปีเกิด	29 กันยายน 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดสุรินทร์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	60 หมู่ ตำบลจรเข้มาก
	อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ 31140
E-mail	cartoon.jiramet@gmail.com
โทรศัพท์	085-9292921

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2547	มัธยมศึกษาตอนต้น(โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์)
พ.ศ. 2550	มัธยมศึกษาตอนปลาย(โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์)
พ.ศ. 2553	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อนิสิตผู้ทำโครงงาน

ชื่อ-สกุล	นางสาวชนากานต์ เที่ยงทัด
วัน เดือน ปีเกิด	29 กุมภาพันธ์ 2535
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	25 หมู่ 6 ตำบลเบิกไพร
	อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี 70110
E-mail	tong_7484@hotmail.com
โทรศัพท์	080-5800597

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2547	มัธยมศึกษาตอนต้น (โรงเรียนนารีวุฒิ จังหวัดราชบุรี)
พ.ศ.2550	มัธยมศึกษาตอนปลาย (โรงเรียนนารีวุฒิ จังหวัดราชบุรี)
พ.ศ. 2553	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อนิสิตผู้ทำโครงงาน

ชื่อ-สกุล	นางสาวศิริศาสตร์ บุตรศาสตร์
วัน เดือน ปีเกิด	30 เมษายน 2535
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	118 หมู่ 12 ตำบลขามเปี้ย
	อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด 45230
E-mail	vanengin@hotmail.com
โทรศัพท์	084-7881598

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2547	มัธยมศึกษาตอนต้น (โรงเรียนสตรีศึกษาร้อยเอ็ดจังหวัดร้อยเอ็ด)
พ.ศ.2550	มัธยมศึกษาตอนปลาย (โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยจังหวัดร้อยเอ็ด)
พ.ศ. 2553	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ