การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ส่วนที่ 2)

AN ANALYSIS OF ELECTRICAL LIGHTING SYSTEM CONSERVATION IN BUILDING OF SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY (PART 2)

นายกวินภพ ทองน่วม

นายวสุธา พงศ์เมืองทอง

นายวุฒิโชค แสงวัง

โครงงานวิศวกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2559

การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ส่วนที่ 2)
AN ANALYSIS OF ELECTRICAL LIGHTING SYSTEM CONSERVATION IN BUILDING OF SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY (PART 2)

นายกวินภพ ทองน่วม
นายวสุธา พงศ์เมืองทอง
นายวุฒิโชค แสงวัง

โครงงานวิศวกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

โครงงานวิศวกรรม

เรื่อง

การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ส่วนที่ 2)

ของ

นายกวินภพ ทองน่วม

นายวสุธา พงศ์เมืองทอง

นายวุฒิโชค แสงวัง

ได้รับอนุมัติจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.เวคิน ปิยรัตน์)

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

....ประธาน

(อาจารย์ ดร.ธนาธิป สุ่มอิ่ม)

....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.คมกฤษ ประเสริฐวงษ์)

....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ)

การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ส่วนที่ 2)

ปีการศึกษา 2559

โดย

นายกวินภพ ทองน่วม

นายวสุธา พงศ์เมืองทอง

นายวุฒิโชค แสงวัง

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ

บทคัดย่อ

โครงงานวิศวกรรมนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ส่วนที่ 2) ได้แก่ อาคารคณะวิทยาศาสตร์ อาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2) อาคารคณะทันตแพทย์ อาคารคณะมนุษยศาสตร์ อาคารหอสมุด อาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ และโรงอาหาร จากการสำรวจของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พบว่าภายในอาคารส่วนใหญ่จะใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ดังนั้นจึงได้ดำเนินการตามมาตรการ การใช้เทคโนโลยี LED โดยมีความคาดหวังที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการศึกษาผลลัพธ์ที่ได้ทำให้ยืนยันได้ว่าการใช้พลังงานแสงสว่างภายในอาคารแต่ละอาคารนั้นลดลงอย่างมากเนื่องจากประสิทธิภาพของหลอดไฟ LED

คำสำคัญ: การอนุรักษ์พลังงาน ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร

AN ANALYSIS OF ELECTRICAL LIGHTING SYSTEM CONSERVATION IN BUILDING OF SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY (PART 2)

Academic Year 2016

By

Mr. Kawinpop Thongnuam
Mr. Wasutha Pongmuangthong
Mr. Wutthichok Sangwang

Advisor

Asst. Prof. Pathomthat Chiradeja, Ph.D

Abstract

The purpose of this project to study the electrical energy conservation In Srinakharinwirot University. To Faculty of Science building, Faculty of Science building (2), Faculty of Dentistry building, Faculty of Humanities building, Central Library, Faculty of Fine arts building and Canteen are under investigation in this study. The result clearly shown that the cut of energy can be reduced with the implementing of LED technology. The calculation of payback period confirm that the investment in replacing LED technology are very interesting.

Keywords: Energy conservation, Indoor lighting

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณหลายท่าน คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำ การชี้แนะแนวทางในการหาคำตอบในปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาการจัดทำโครงงานด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง ตลอดจนการสอบถามความคืบหน้า ตรวจสอบ และแก้ไขโครงงานนี้จนสำเร็จโดยสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ให้เอื้ออำนวยสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำโครงงานเป็นอย่างดี

ขอบคุณเพื่อนร่วมกลุ่มสำหรับการทุ่มเท มุ่งมั่น ตั้งใจ รวมทั้งการช่วยเหลือกันและกันในการแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อให้โครงงานวิศวกรรมนี้ผ่านไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้กำลังใจและสนับสนุนในการศึกษาตลอดมา โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานวิศวกรรมนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจนำไปศึกษาต่อไป ความดีและประโยชน์ใดๆ จากการจัดทำโครงงานวิศวกรรมนี้ ขอมอบให้กับคณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมาทั้งหมด ขอบคุณครับ

คณะผู้จัดทำโครงงาน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
รายการสัญลักษณ์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนและแนวทางดำเนินการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ความหมายของค่าทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 การวิเคราะห์ระบบแสงสว่าง	3
2.2.1 ค่าไฟฟ้า	3
2.2.2 การคำนวณความส่องสว่างแบบลูเมน (Lumen Method)	4
2.2.3 การวัดค่าความส่องสว่าง	5
2.3 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง	5
2.3.1 วิธีลดค่าความส่องสว่าง (E)	5
2.3.2 การลดพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็น (A)	7
2.3.3 การลดช่วงเวลาการใช้งาน (t)	7
2.3.4 เพิ่มค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอดไฟและบัลลาสต์ (LPW)	7
2.3.5 เพิ่มค่าตัวประกอบการใช้งานของโคม (UF)	8
2.3.6 เพิ่มค่าตัวประกอบการบำรุงรักษา (MF)	8
2.3.7 การใช้งานอย่างรู้วิธี	8

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
	2.4 ความรู้พื้นฐานด้านแสงสว่าง	9
	2.4.1 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับการมองเห็น	9
	2.4.2 ความรู้ทั่วไปของหลอดไฟแอลอีดี	12
	2.5 โคมไฟฟ้า	12
	2.5.1 โคมไฟส่องลง	12
	2.5.2 โคมไฟส่องขึ้น	14
	2.5.3 โคมฟลูออเรสเซนต์	15
	2.5.4 โคมไฟโรงงานหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง	17
	2.5.5 โคมไฟสาด	18
	2.5.6 ประสิทธิผลในการกระจายแสงของโคมไฟ	19
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงาน	20
	3.1 แผนผังการดำเนินงาน	20
	3.2 รายชื่ออาคารที่ทำการวิเคราะห์	21
	3.3 การคำนวณต่างๆ	21
	3.3.1 ค่าไฟฟ้าสุทธิ	21
	3.3.2 ระยะคุ้มทุน	22
	3.3.3 ค่าความส่องสว่าง	23
บทที่ 4	ผลการดำเนินงาน	25
	4.1 อาคารวิทยาศาสตร์	27
	4.1.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน	27
	4.1.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED	28
	4.1.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED	29
	4.2 อาคารวิทยาศาสตร์ 2	30
	4.2.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน	30
	4.2.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED	32
	4.2.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED	34

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 อาคารคณะทันตแพทย์	36
4.3.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน	36
4.3.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED	39
4.3.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED	42
4.4 อาคารคณะมนุษยศาสตร์	45
4.4.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน	45
4.4.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED	46
4.4.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED	47
4.5 อาคารหอสมุด	48
4.5.1 สำรวจแบบในปัจจุบัน	48
4.5.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED	49
4.5.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED	50
4.6 อาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์	51
4.6.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน	51
4.6.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED	54
4.6.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED	57
4.7 โรงอาหาร	60
4.7.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน	60
4.7.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED	61
4.7.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED	62
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	63
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	63
5.2 ปัญหาในการดำเนินงาน	64
5.3 ข้อเสนอแนะ	64
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	66
ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน	77

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ความยาวคลื่นแสงที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ 9
2.2 ฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า 10
2.3 ประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอด 10
2.4 ค่าความส่องสว่าง 11
2.5 สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุตามสีของวัตถุ 11
2.6 คุณสมบัติหลอดแอลอีดี และประโยชน์สำหรับการใช้งาน 12
2.7 กำลังไฟฟ้าของหลอดปล่อยประจุความดันไอสูงกับความสูงต่ำสุดสำหรับการติดตั้ง 18
3.1 รูปแบบตารางการสำรวจการใช้พลังงานภายในอาคาร 24
4.1 ชนิดหลอดไฟที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน 25
4.2 การเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟ LED 26
4.3 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ 27
4.4 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ 28
4.5 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ 29
4.6 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2) 30
4.7 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2) 32
4.8 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2) 34
4.9 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะทันตแพทย์ 36
4.10 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะทันตแพทย์ 39
4.11 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะทันตแพทย์ 42
4.12 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะมนุษยศาสตร์ 45
4.13 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะมนุษยศาสตร์ 46
4.14 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะมนุษยศาสตร์ 47
4.15 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารหอสมุด 48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.16 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารหอสมุด 49
4.17 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารหอสมุด 50
4.18 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ 51
4.19 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ 54
4.20 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ 57
4.21 การสำรวจแบบในปัจจุบันของโรงอาหาร 60
4.22 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของโรงอาหาร 61
4.23 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของโรงอาหาร 62
5.1 ตารางสรุปผลการดำเนินงาน 63
ก1 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะวิทยาศาสตร์ 67
ก2 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2) 68
ก3 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะทันตแพทย์ 70
ก4 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะมนุษยศาสตร์ 72
ก5 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารหอสมุด 73
ก6 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ 74
ก7 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในโรงอาหาร 76

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 เครื่องวัดความส่องสว่าง (E)	5
2.2 โคมไฟส่องลง	13
2.3 โคมไฟส่องขึ้น	14
2.4 โคมฟลูออเรสเซนต์เปลือย	15
2.5 โคมฟลูออเรสเซนต์โรงงาน	16
2.6 โคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสง	16
2.7 โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง	17
2.8 โคมไฟโรงงาน	18
3.1 แผนผังการดำเนินงาน	20

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
E	ค่าความส่องสว่าง	(Lumen/ m^2) หรือ Lux, lx
n	จำนวนหลอด	หลอด
Φ	ฟลักซ์การส่องสว่าง	lm
MF	ตัวประกอบบำรุงรักษา	
UF	ตัวประกอบการใช้งานของโคม	
A	พื้นที่	m^2
L	ความยาวของห้อง	m
W	ความกว้างของห้อง	m
h_m	ระยะห่างจากระนาบใช้งานถึงโคม	m

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ท่ามกลางความเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ เพื่อก้าวไปสู่เป้าหมายการพัฒนาคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของประชากรให้มีความเจริญก้าวหน้า มีความสุขสบาย และมีการพัฒนาในด้านต่างๆอยู่เสมอ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นส่วนหนึ่งที่ต้องทำให้มีความคุ้มค่าต่อพลังงานสูงเท่าที่จะทำได้ เทคโนโลยีนั้นคือแอลอีดี ที่จะเข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนโฉมระบบไฟฟ้าแสงสว่าง จากช่วงเวลาที่ผ่านมา พบว่าตัวเลขข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการใช้พลังงานในรูปแบบของสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันใกล้ตัว ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นส่วนหนึ่งที่คนทั่วไปให้ความสำคัญน้อยกว่าเพราะเห็นว่าเป็นสิ่งที่ดูไกลตัว แต่แท้จริงแล้วกลับเป็นส่วนที่ส่งผลกระทบไม่ว่าจะโดยตรงหรือทางอ้อม

และด้วยเหตุที่พลังงานไฟฟ้าเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและเมื่อใช้แล้วหมดไป จึงเกิดโครงการนี้ขึ้นจัดทำภายในอาคารที่มีแนวโน้มใช้พลังงานสูงของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร) ส่วนที่ 1 เพื่อให้เป็นต้นแบบและสามารถชี้ให้เห็นความแตกต่างจากที่เป็นอยู่ การใช้พลังงานอย่างประหยัด และใช้ให้คุ้มค่ากับประสิทธิภาพ จึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งทุกส่วน ผู้เกี่ยวข้องจะต้องตระหนักและเร่งร่วมมือกันปฏิบัติคนละเล็กคนละน้อยในส่วนที่สามารถกระทำได้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อทราบประสิทธิภาพระบบส่องสว่าง

1.2.2 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนบำรุงระบบส่องสว่าง

1.2.3 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในเชิงวิเคราะห์แนวทางการปรับเปลี่ยนระบบส่องสว่างให้มีประสิทธิภาพ

1.2.4 เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของระบบแสงสว่างทั้งสองพร้อมทั้งเปรียบเทียบ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ดำเนินการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบส่องสว่างในอาคารที่มีแนวโน้มใช้พลังงานมากของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)

1.3.2 ศึกษาวัสดุที่จะนำมาปรับปรุงทดแทนระบบส่องสว่างเดิม

1.3.3 วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบส่องสว่าง

1.3.4 วิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อน - หลัง พร้อมทั้งวางแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)

1.3.5 ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พร้อมเปรียบเทียบระยะคืนทุน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นำผลประเมินที่ได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)

1.4.2 สามารถนำมาตรฐานการประหยัดพลังงานไฟฟ้านี้ มาใช้การจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร) เพื่อให้ในอนาคต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร) เป็นต้นแบบในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และมีประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าของระบบส่องสว่างสูงสุด

1.4.3 สามารถลดค่าใช้จ่ายของค่าพลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบส่องสว่าง

1.5 ขั้นตอนและแนวทางดำเนินการวิจัย

1.5.1 ค้นคว้าข้อมูลในเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ภายในมหาวิทยาลัย

1.5.2 เก็บข้อมูลและการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละอาคาร

1.5.3 วิเคราะห์และสรุปข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละอาคาร

1.5.4 กำหนดนโยบายเบื้องต้นในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

1.5.5 ประเมินศักยภาพในการปรับปรุงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในแต่ละอาคาร

1.5.6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นอย่างมากในปัจจุบัน ซึ่งในปัจจุบันสังคมได้ให้ความสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น ส่วนในภาคของอาคารหรือสถานที่ทำงาน มีการใช้พลังงานหลายรูปแบบเช่น ระบบแสงสว่างที่มีการใช้พลังงาน ประมาณ 20–25 % ของอาคาร และการใช้อุปกรณ์ต่างๆแต่จะใช้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของกิจการ ซึ่งเจ้าของอาคาร เจ้าของกิจการ และทุกส่วนควรร่วมมือกันประหยัดพลังงาน และใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1 ความหมายของค่าทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง

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

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

พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง) = พลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) x จำนวนชั่วโมงใช้งาน (ชั่วโมง) (2.1)

2.2 การวิเคราะห์ระบบแสงสว่าง

2.2.1 ค่าไฟฟ้า

2.2.1.1 ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) ค่าธรรมเนียมที่คิดจากปริมาณความต้องการพลังงานในหนึ่งเดือน อัตราค่าพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมงถูกกำหนดจากต้นทุนในการจัดหาและผลิตไฟฟ้า โดยมีอัตราแตกต่างกันในแต่ละประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ระดับแรงดันไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าที่ใช้ และตามช่วงเวลาของการใช้

2.2.1.2 ค่าใช่จ่ายอื่นๆ (Other Charge) ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตหรือเรียกว่าค่า FT เป็นค่าธรรมเนียมที่เรียกเก็บเพิ่มเติมจากค่าพลังงานไฟฟ้าตามการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงอย่างรวดเร็ว อัตราค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตมีหน่วยเป็นสตางค์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง มีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับต้นทุนในการผลิตจะถูกระบุให้เห็นในใบแจ้งค่าไฟฟ้า

2.2.2 การคำนวณความส่องสว่างแบบลูเมน (Lumen Method)

เหมาะสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ต้องการความสม่ำเสมอแของแสงทั่วทั้งพื้นที่ โดนรวมผลของการสะท้องแสงของวัสดุที่ใช้เพดาน กำแพงและพื้นด้วย ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$E = \frac{n \times \Phi \times MF \times UF}{A} \tag{2.2}$$

โดยที่ E คือ ค่าความส่องสว่าง (Lumen/m2) หรือ Lux, lx
n คือ จำนวนหลอด
Φ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)
MF คือ ตัวประกอบบำรุงรักษา (Maintenance Factor)
UF คือตัวประกอบการใช้งานของโคม (Utilization Factor)
A คือ พื้นที่ (m2)

โดยที่ค่าตัวประกอบบำรุงรักษา (Maintenance Factor) จะขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษาหลอดไฟฟ้า หลอดไฟที่ไม่ได้ทำความสะอาดจะมีฝุ่นละอองมาเกาะ มีผลทำให้แสงที่ออกมาจากโคมมีปริมาณแสงลดน้อยลง

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

$$RCR = \frac{5 \times h_m(L+W)}{L \times W} \tag{2.3}$$

$$K = \frac{L \times W}{h_m \times (L + W)} \tag{2.4}$$

โดยที่ L คือ ความยาวของห้อง (m)

W คือ ความกว้างของห้อง (m)

h_m คือ ระยะห่างจากระนาบใช้งานถึงโคม (m)

2.2.3 การวัดความส่องสว่าง

การวัดค่าความส่องสว่างโดยใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า ลักซ์มิเตอร์ (Lux meter) วางบนพื้นที่ที่ต้องการวัด และวัดความสว่างจะใช้เครื่องมือวัดเรียกว่า ลูมิแนนซ์มิเตอร์ (Luminance meter) วางส่องระดับสายตาเหมือนใช้กล้องส่องทางไกล

รูปที่ 2.1 เครื่องวัดความส่องสว่าง (E)
ที่มา : ตำราอบรม “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ด้านปฏิบัติ” ด้านไฟฟ้า

2.3 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง

การจัดการการอนุรักษ์พลังงานด้านแสงสว่างโดยที่ค่าระดับความส่องสว่างต้องไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดในพื้นที่ใช้งานนั้น ๆ

2.3.1 วิธีลดค่าความส่องสว่าง (E)

วิธีลดค่าความส่องสว่างจากระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าให้น้อยลง โดย

- ใช้แสงธรรมชาติหรือแสงอาทิตย์เข้ามาเสริม ใช้กับบริเวณที่แสงธรรมชาติเข้ามาถึง หรือปรับปรุงพื้นที่ให้แสงธรรมชาติเข้าถึงมากขึ้น สามารถลดกำลังไฟฟ้าจากการส่องสว่างได้ โดยแยกวงจรสวิตช์ใช้เครื่องหรี่แสง แต่ต้องคำนึงถึงความร้อนที่ตามมากับแสงธรรมชาติด้วย

• สำรวจพื้นที่ใช้งานแสงสว่างว่าบริเวณใด มีการออกแบบดั้งเดิมไว้สูงเกินค่ามาตรฐาน หรือมีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดพื้นที่ใช้งานที่ไม่จำเป็นต้องใช้ความส่องสว่างมากเหมือนแต่ก่อน ทำให้สามารถลดค่าความส่องสว่างพื้นที่นั้น ๆ ลงได้

ในการวัดค่าความส่องสว่าง (E) ของพื้นที่ทำงานเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง เมื่อเราต้องการประหยัด เพราะเนื่องจากบางครั้งเราอาจละเลยว่าการเปลี่ยนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประหยัดพลังงาน เช่น หลอดไฟ บัลลาสต์ โคมไฟ ซึ่งอาจสามารถลดการใช้พลังงานได้จริงแต่ระดับความส่องสว่างพื้นที่ทำงานอาจลดลงไปด้วย นั่นหมายถึงอาจมีผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน หรือใช้งานพื้นที่นั้นๆ

การวัดค่าความส่องสว่างพื้นที่ทำงาน ควรกระทำทั้งก่อน และหลังการปรับปรุงระบบแสงสว่างเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งควรวัดและตรวจสอบค่าความส่องสว่างให้เป็นตามมาตรฐานในแต่ละพื้นที่โดยกำหนดเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) เลือกเครื่องมือวัด ควรเลือกเครื่องมือวัดที่มีย่านวัดที่เหมาะสม เช่น หากเราต้องการตรวจสอบความส่องสว่างในอาคาร ก็ควรใช้ลักซ์มิเตอร์ (Lux meter) ที่มีย่านสูงสุดมากกว่า 2000 lux ขึ้นไป แต่ถ้าต้องการตรวจสอบระดับความส่องสว่างพื้นที่จากแสงธรรมชาติในอาคาร ควรเลือกเครื่องวัดที่มีย่านสูงสุด 20,000 lux ขึ้นไป และถ้าต้องการตรวจสอบระดับความส่องสว่างพื้นที่จากแสงธรรมชาติเวลากลางวันนอกอาคาร ควรเลือกเครื่องวัดที่มีย่านสูงสุด 100,000 lux ขึ้นไป และควรเลือกเครื่องที่มีมาตรฐานรับรองด้วย

2) กำหนดพื้นที่ห้องที่ต้องการวัด เช่น ตีตารางกำหนดพื้นที่ในห้องหรือบริเวณที่ต้องการวัดความส่องสว่างทุกๆ 1 ตร.ม. หรือถ้าพื้นที่ใหญ่มาก อาจกำหนด เป็นทุกๆ 2 หรือ 5 ตร.ม. ก็ได้ ซึ่งถ้ายิ่งกำหนดจุดวัดมากเท่าใด ความละเอียดก็จะสูงขึ้นตามด้วย ควรกำหนดจุดวัดอยู่ตำแหน่งกลางของพื้นที่ด้วย

3) ตำแหน่งการตั้งเครื่องมือวัด เครื่องมือวัดความส่องสว่างเพื่อตรวจสอบค่าความส่องสว่างพื้นที่นั้น จะวัดความส่องสว่างแนวระนาบหรือแนวนอนขนานไปกับพื้น และหงายเซนเซอร์รับแสงขึ้นด้านบน (เนื่องจากต้องการตรวจสอบแสงที่ตกกระทบลงพื้นที่ทำงาน) และตั้งเครื่องวัดอยู่ระดับพื้นที่ทำงานในห้องนั้น เช่น ถ้าทำงานบนโต๊ะ (ความสูงโต๊ะมาตรฐาน 0.85 ม.) ก็ตั้งเครื่องวัดระดับโต๊ะทำงาน และควรระวังเรื่องเงาของผู้ทำการวัด เนื่องจากบางครั้งอาจบังเงาแหล่งกำเนิดแสงที่เข้าสู่เซนเซอร์รับแสง ดังนั้นเครื่องวัดบางรุ่นจะมีสายต่อแยกเซนเซอร์รับแสงแยกออกจากตัวเครื่องวัดเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

4) จัดทำตารางบันทึกค่าจากการตรวจวัด ควรจัดทำตารางบันทึกค่า E ทุก ตำแหน่งต่าง ๆ ดังที่ได้กำหนดจุดวัดในพื้นที่ไว้

5) คำนวณค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (Average Illuminance , E_{AV}) เราสามารถหาค่าความส่องสว่างเฉลี่ย จากการนำค่าความส่องสว่างของจุด P แต่ละจุด (E_P) หารด้วยจำนวนจุดที่สนใจ (n) และ

สำหรับความสม่ำเสมอของแสง (U) หาจากความส่องสว่างต่ำสุดจากจุด P ที่สนใจ (E_{min}) ต่อค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (E_{av})

$$E_{AV} = \frac{\sum E_p}{n} \tag{2.5}$$

6) ตรวจสอบค่าความส่องสว่างเฉลี่ย เมื่อคำนวณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยเสร็จสิ้นแล้ว ทำการตรวจสอบค่าความส่องสว่างเฉลี่ยเทียบกับตารางภาคผนวก ก ตามลักษณะพื้นที่ใช้งาน ค่าที่วัดได้ไม่ควรต่ำกว่าค่ามาตรฐานหลังจากมีการปรับปรุงระบบแสงสว่างเพื่อการอนุรักษ์พลังงานแล้ว

7) ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (*u*) หาจากความส่องสว่างต่ำสุดจากจุด *P* ที่สนใจ (E_{min}) ต่อค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (E_{av}) ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (*U*) ที่เหมาะสมสำหรับการส่องสว่างภายในอาคารควรมีค่าไม่น้อยกว่า 0.8

2.3.2 การลดพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็น (A)

การลดพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็นลง เช่นในห้องขนาด 100ตารางเมตร ใช้ความส่องสว่าง 500 Lux ติดตั้งโคมไฟใช้ 10 ชุด แสดงว่าโคมไฟ 1 ชุด ครอบคลุมพื้นที่ 10ตารางเมตร หากผู้ใช้งานพื้นที่ในห้องปฏิบัติงานในบริเวณเพียงครึ่งห้องหรือ 50 ตารางเมตรสามารถปิดโคมไฟในพื้นที่อีกครึ่งห้องที่เหลือที่ไม่ได้ใช้งาน 5 ชุด สิ่งที่จำเป็นต้องใช้คือ การควบคุมการเปิด-ปิดใช้งาน เช่น สวิตช์กระตุกที่โคมไฟ อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ประเภท ต่าง ๆ การตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานเป็นโซน

2.3.3 การลดช่วงเวลาการใช้งาน (t)

การลดช่วงเวลาการใช้งานระบบแสงสว่างที่ไม่จำเป็นลง เช่นไม่เปิดไฟแสงสว่างก่อนทำงาน ไม่เปิดไฟแสงสว่างทิ้งไว้หลังเลิกงาน ปิดไฟตอนพักเที่ยง แต่อาจมีข้อยกเว้น

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

2.3.4 เพิ่มค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอดไฟและบัลลาสต์ (LPW)

การเลือกใช้หลอดไฟและบัลลาสต์ที่มีประสิทธิภาพสูง กินไฟน้อย แต่ให้แสงปริมาณมากและมีคุณภาพด้านอื่น ๆ อยู่ในระดับดีด้วย เช่น การเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟ การเปลี่ยนรุ่นของหลอดไฟ การเปลี่ยนชนิดของบัลลาสต์และการเปลี่ยนรุ่นของบัลลาสต์ หรือใช้หลอดไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น หลอดไฟ LED (Light Emitting Diode)

2.3.5 เพิ่มค่าตัวประกอบการใช้งานของโคม (UF)

การเลือกใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูง มีลักษณะการกระจายแสงเหมาะสมกับสถานที่ที่ติดตั้งใช้งาน ตลอดจนการปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่ต้องการส่องสว่าง ด้วยการใช้วัสดุที่สว่างแทนวัสดุสีทึบ

2.3.6 เพิ่มค่าตัวประกอบการบำรุงรักษา (MF)

มีการบำรุงรักษาระบบแสงสว่างอย่างเป็นระบบชัดเจนว่า ช่วงใดต้องทำอะไรบ้าง เช่น จังหวะการเปลี่ยนหลอดที่เสื่อมหรือเสีย การทำความสะอาดดวงโคมและพื้นที่

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

2.3.7 การใช้งานอย่างรู้วิธี

- ปิดไฟเมื่อไม่ใช้งานเป็นเวลานานกว่า 15 นาทีจะช่วยประหยัดไฟโดยไม่มีผลกระทบต่ออายุการใช้งานของปกรณ์เช่นในช่วงพักเที่ยงของสำนักงานในห้องเรียนส่วนตามบ้านเช่นในห้องน้ำในครัว เป็นต้น

- เปิดปิดไฟด้วยอัตโนมัติโดยใช้อุปกรณ์ตามเวลาหรือสั่งจากระบบควบคุมอัตโนมัติซึ่งจะช่วยป้องกันการลืมปิดไฟหลังเลิกงานแล้วคันพนักงานหรือสร้างปิดไฟบริเวณระเบียงทางเดินในโรงแรมเป็นต้น

- ใช้อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (Occupancy Sensor) เหมาะกับห้องประชุมห้องเรียนและห้องทำงานส่วนตัวโดยทั่วไปมีสองชนิดคืออินฟราเรดและอัลตราโซนิค

- แบบอินฟราเรดตรวจจับจากความร้อนที่ปลดปล่อยจากคนเหมาะกับพื้นที่ที่ไม่ความรักทางเดินบริเวณมีลมแอร์เคลื่อนไหวมากและพื้นที่ที่มีการสั่นสะเทือนไม่เหมาะสมกับห้องน้ำหรือพื้นที่ที่ไม่ค่อยมีคนเคลื่อนไหว

- แบบอันต้าโซนิคตรวจจับการเคลื่อนไหวของเครื่องเสียงมีความไวสูงเหมาะกับพื้นที่กว้างห้องประชุมห้องน้ำแต่ไม่เหมาะกับบริเวณที่มีลมแรงบริเวณที่มีการสั่นสะเทือนห้องที่มีเพดานสูงถ้าระบบแสงสว่างบางแห่งมีความ สว่างสูงมากเกินความจำเป็นควรจะถอดรอแสงสว่างบางส่วนออกพร้อมทั้งถอดบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ออก (กรณีที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์) แต่ยังไงก็ตามหลังจากลดจำนวนหลอดแสงสว่างแล้วต้องทำการตรวจวัดความสว่างของแสงเพื่อให้อยู่ในมาตรฐานด้วย

2.4 ความรู้พื้นฐานด้านแสงสว่าง

แสงสว่างเป็นสิ่งที่มีจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ แสงสว่างมีทั้งในส่วนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ แสงสว่างจากดวงจันทร์หรือดวงดาวต่างๆ เป็นต้น แสงสว่างเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีลักษณะเป็นคลื่น สามารถเคลื่อนที่ได้เหมือนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีคุณสมบัติที่ทำให้ตามนุษย์ สามารถมองเห็นแสงสว่างสีต่างๆได้ การที่มนุษย์สามารถมองเห็นแสงสีต่างๆได้ ก็ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสงสว่างสีที่ตกกระทบตาว่าอยู่ที่ช่วงความยาวคลื่นของแสงสว่างที่เท่าไร

2.4.1 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับการมองเห็น

สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถแบ่งได้เป็น *3* ช่วงตามความยาวของคลื่นดังนี้ คือ ช่วงความยาวคลื่นยาว (Long-Wave Radiation) ช่วงความยาวคลื่นแสง *(*Visible Light) และช่วงความยาวคลื่นสั้น *(*Short Wave Radiation)

เริ่มตั้งแต่ช่วงความยาวคลื่นยาวมาก เช่น พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นวิทยุความยาวคลื่นยาว ใช้ในระบบสื่อสารสำหรับเรือดำน้ำ คลื่นสั้นกว่านี้ได้แก่ คลื่นวิทยุและ คลื่นโทรทัศน์ไมโครเวฟและรังสีอินฟาเรด

ช่วงความยาวคลื่นสั้น *(*Short-Wave Radiation) เป็นช่วงที่เริ่มตั้งแต่ช่วงอัลตร้าไวโอเลตซึ่งเป็นคลื่นที่ได้มาจากดวงอาทิตย์รวมถึงรังสีเอ็กเรย์ รังสีแกมม่า และรังสีคอสมิก

ช่วงความยาวคลื่นแสง (Visible Light) เป็นช่วงความยาวที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ โดยจะมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงตั้งแต่ 380-780 nm

ตารางที่ 2.1 ความยาวคลื่นแสงที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้

สี	ช่วงความยาวคลื่น (nm)
แดง	630-780
ส้ม	600-630
เหลือง	565-600
เขียว	500-565
น้ำเงิน	435-500
ม่วง	380-435

ตารางที่ 2.2 ฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า

หลอด	กำลังไฟฟ้า(w)	ฟลักซ์การส่องสว่าง(lm)
หลอดอินแคนเดสเซนต์	100	1,380
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	20	1,200
หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	2,650
หลอดหลอดโซเดียมความดันสูง	400	48,000
หลอดโซเดียมความดันต่ำ	180	32,500
หลอดปรอทความดันสูง	125	6,700
หลอดเมทัลฮาไลด์	1,800	155,000

ตารางที่ 2.3 ประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอด

หลอด	ประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอด (lm/W)
หลอดอินแคนเดสเซนต์	13.8
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	60
หลอดฟลูออเรสเซนต์	73.6
หลอดโซเดียมความดันสูง	120
หลอดโซเดียวความดันต่ำ	180.6
หลอดปรอทความดันสูง	53.6
หลอดเมทัลฮาไลด์	86.1

ตารางที่ 2.4 ค่าความส่องสว่าง

ค่าความส่องสว่าง (Lux)	พื้นที่และกิจกรรม
20-30-50	ทางเดินและพื้นที่ใช้งานภายนอก
50-100-150	ทางเดินภายใน
100-150-200	ห้องที่ไม่ได้ใช้ทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน
200-300-500	งานที่ไม่ใช้สายตามากนัก
300-500-750	งานที่ใช้สายตาปานกลาง เช่นงานสำนักงาน
500-750-1000	งานที่ใช้สายตามาก เช่นงานเขียนแบบ
750-1000-1500	งานที่ใช้สายตามากๆ เช่นงานประกอบชิ้นส่วนเล็ก
1000-1500-2000	งานที่ใช้สายตามากเป็นพิเศษ เช่นงานชิ้นส่วนเล็กมาก
มากกว่า 2000	งานที่ใช้สายตาเพื่อการทำงานอย่างพิถีพิถัน เช่นผ่าตัด

ตารางที่ 2.5 สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุตามสีของวัตถุ

สี	สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง
ดำ	0.04
น้ำเงินเข้ม	0.05-0.10
เทาเข้ม	0.10-0.15
แดงเข้ม	0.10-0.15
ส้ม	0.25-0.35
เขียว	0.25-0.35
ฟ้าอ่อน	0.40-0.45
ชมพู	0.45-0.50
เหลืองอ่อน	0.55-0.65
ครีม	0.70-0.80
ขาว	0.70-0.80

2.4.2 ความรู้ทั่วไปของหลอดไฟแอลอีดี

2.4.2.1 ความหมาย หลอดแอลอีดี คือ สารกึ่งตัวนำไฟฟ้า ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แล้วปล่อยแสงสว่างออกมาได้ทันที ทั้งนี้หลอดแอลอีดี ที่เราคุ้นตา จะเป็นหลอดไฟขนาดเล็กหลากสีสัน เช่น สีแดง สีน้ำเงิน เป็นต้น เนื่องจากขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาใช้ แต่ต่อมามีการปรับแก้ด้วยการนำหลอดแอลอีดี สีน้ำเงินไปเคลือบเรืองแสงสีเหลือง จึงทำให้แสงจากหลอดแอลอีดี ส่องออกมาเป็นสีขาวและสามารถใช้เป็นหลอดไฟส่องสว่างได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้น

2.4.2.2 คุณสมบัติหลอดแอลอีดีและประโยชน์สำหรับการใช้งาน

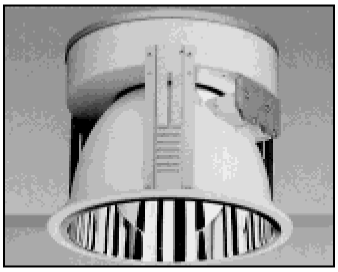
ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติหลอดแอลอีดี และประโยชน์สำหรับการใช้งาน

ลำดับ	คุณสมบัติ	ประโยชน์สำหรับผู้ใช้งาน
1	อายุหลอดยืนยาวนาน	เหมาะสำหรับพื้นที่ที่เข้าถึง เพื่อบำรุงรักษาได้ยาก
2	ใช้ไฟ DC แรงต่ำ	มีความปลอดภัยในการใช้งาน
3	ประสิทธิภาพสูง	ประหยัดพลังงาน
4	มีสีให้เลือกหลากหลายสีและเปลี่ยนสีได้	ไม่ต้องใช้ Filter สี และสามารถเปลี่ยนสีได้
5	ทนต่อแรงสั่นสะเทือน	มีความคงทนกับการใช้งานที่มีการเคลื่อนไหว
6	สามารถหรี่ไฟได้	สามารถปรับความสว่างทำให้ช่วยประหยัดพลังงาน
7	ตัวหลอดมีขนาดเล็ก	เพิ่มความหลากหลายในการออกแบบ
8	ให้ความสว่างได้ทันทีเมื่อเปิดใช้งาน และทำงานได้ดีในที่อุณหภูมิต่ำ	สามารถใช้กับไฟฉุกเฉิน ไฟกระพริบ ไฟในตู้แช่ ตู้เย็น
9	ไม่มีสารปรอทเจือปน	ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม
10	มีรังสี UV และ Infrared *ต่ำ*	แสงที่ออกมาไม่ทำอันตรายต่อวัสดุที่ส่อง

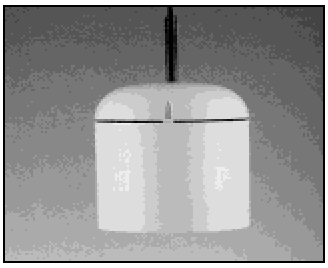
2.5 โคมไฟฟ้า

2.5.1 โคมไฟส่องลง (Downlight)

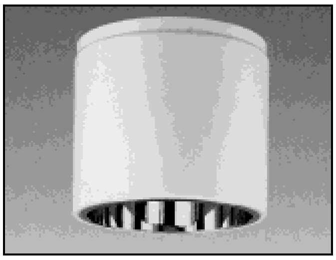
โคมไฟส่องลง หมายถึง โคมไฟที่ให้แสงลงด้านล่างเหมาะสำหรับใช้งานส่องสว่างทั่วไป อาจจะเป็นชนิดฝัง ติดลอย แขวน หรือกึ่งฝังกึ่งลอย



โคมไฟส่องลงชนิดฝัง



โคมไฟส่องลงชนิดแขวน



โคมไฟส่องลงชนิดติดลอย

โคมไฟส่องลงชนิดกึ่งฝังกึ่งลอย

รูปที่ 2.2 โคมไฟส่องลง

ที่มา : http://www.tieathai.org

2.5.1.1 โคมไฟส่องลงหลอดอินแคนเดสเซนต์

(1) ใช้กับงานเฉพาะที่ต้องการความสวยงาม หรือเปิดใช้เป็นครั้งคราว

(2) ใช้กับงานที่ต้องการปรับหรี่แสง

2.5.1.2 โคมไฟส่องลงหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์

(1) ใช้กับงานที่ต้องการเปิดใช้งานนานๆ

(2)โคมไฟที่ใช้เป็นชนิดที่ถูกออกแบบมาสำหรับหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์โดยเฉพาะ

(3) โคมไฟส่องลงหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์มี 2 แบบ คือหลอดติดตั้งในแนวนอนและหลอดติดตั้งในแนวตั้ง

3.1) หลอดติดตั้งในแนวนอน มีข้อดี คือ การกระจายแสงออกจากโคมมากกว่าหลอดติดตั้งในแนวนอนแต่ต้องระวังเรื่องการระบายความร้อนและการเปลี่ยนหลอด

3.2) หลอดติดตั้งในแนวตั้ง มีข้อดี คือ ไม่มีปัญหาเรื่องการระบายความร้อน แต่ต้องระวังเรื่องแสงบาดตา

2.5.1.3 โคมไฟส่องลงหลอดปล่อยประจุความเข้มสูง

(1) ใช้กับงานที่มีความส่องสว่างสูง หรือบริเวณที่เพดานสูง

(2) ใช้กับงานที่ต้องการเปิดใช้งานนานๆ

(3) ใช้เวลาในการจุดหลอดนานประมาณ 3-10 นาที

2.5.1.4 ข้อควรระวัง การเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงานแทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ภายในโคมเดิม

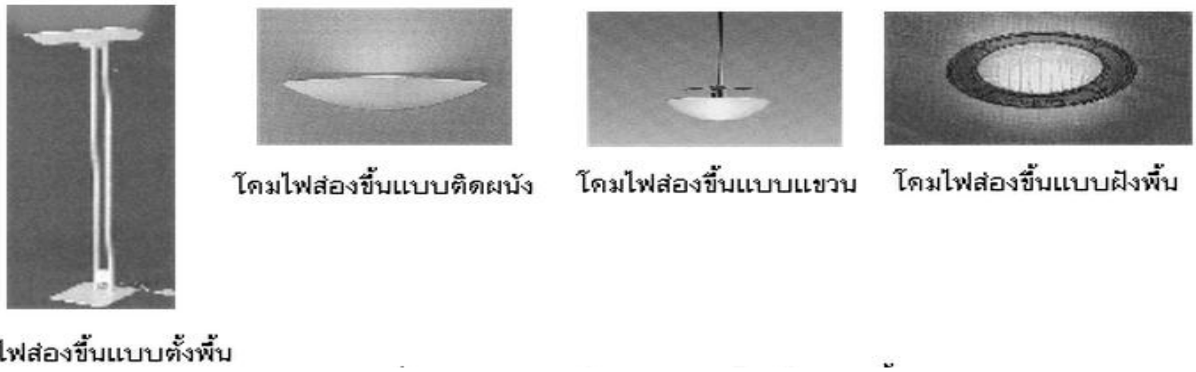
(1) ให้ระวังเรื่องแสงบาดตา และการระบายความร้อน ถ้าการระบายความร้อนไม่ดี ปริมาณแสงอาจจะลดลงถึง 40% และอายุการใช้งานหลอดสั้นลง

(2) การกระจายแสงและประสิทธิภาพของโคมโดยทั่วไปลดลง

2.5.2 โคมไฟส่องขึ้น

โคมไฟส่องขึ้น หมายถึง โคมไฟที่ให้แสงขึ้นไปด้านบนเพื่อให้แสงสะท้อนที่เพดาน และแสงดังกล่าวก็จะตกกระทบมาที่พื้นที่ทำงาน

โคมดังกล่าวเหมาะสำหรับงานที่เพดานสูง และเพดานมีสีอ่อน ใช้กับบริเวณที่ต้องการความสม่ำเสมอของแสง สำหรับบริเวณที่ความส่องส่องน้อยประมาณ 200-300 ลักซ์ และสำหรับคอมพิวเตอร์ที่ไม่ต้องการแสงสะท้อนเนื่องจากโคมไฟส่องลง



รูปที่ 2.3 โคมไฟส่องขึ้น

ที่มา : http://www.tieathai.org

โคมไฟส่องขึ้นมีคุณสมบัติและการใช้งานที่ควรพิจารณาดังนี้

(1) มีความสม่ำเสมอของแสงและทำให้ห้องที่แคบมีความรู้สึกกว้าง และมีบรรยากาศดี

(2) โคมไฟส่องขึ้นโดยทั่วไปให้ประสิทธิภาพต่ำ แต่มีคุณภาพแสงสูงคือไม่มีแสงบาดทำให้เหมาะกับงานที่ต้องการคุณภาพแสงสูง เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ ศูนย์ควบคุม

(3) การใช้โคมไฟดังกล่าวเพดานต้องสูงมากกว่า 2.7 เมตรขึ้นไป เพื่อให้ไม่เกิดความร้อนที่เพดาน และไม่สว่างจ้าเกินไป

2.5.3 โคมฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดไฟที่ใช้กันมากเพราะมีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างสูง (Luminous Efficacy) โคมไฟสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์จึงมีหลายรูปแบบเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ซึ่งสามารถสรุปเป็นชนิดหลักๆได้ดังนี้

2.5.3.1 โคมฟลูออเรสเซนต์เปลือย (Bare Type Luminaires) โคมฟลูออเรสเซนต์เปลือยใช้กับงานที่ต้องการแสงออกด้านข้างที่ติดตั้งสำหรับเพดานที่ไม่สูงมากนักโดยทั่วไปไม่เกิน 4 เมตร และไม่พิถีพิถันมากนักกับแสงบาดตาจากหลอด เช่น ห้องเก็บของ ที่จอดรถ พื้นที่ที่มีชั้นวางของ ที่จอดรถ และในพื้นที่ใช้งานไม่บ่อยและไม่ต้องการความสวยงามมาก

รูปที่ 2.4 โคมฟลูออเรสเซนต์เปลือย
ที่มา : http://www.tieathai.org

โคมฟลูออเรสเซนต์เปลือยมีคุณสมบัติและการใช้งานที่ควรพิจารณาดังนี้

(1) โคมดังกล่าวมีราคาถูก ทำความสะอาดง่าย และให้แสงสว่างในทุกทิศทาง

(2) โคมดังกล่าวไม่มีตัวครอบวัตถุภายนอกสามารถมากระแทกกับหลอดทำให้หลอดหลุดร่วงลงมาได้

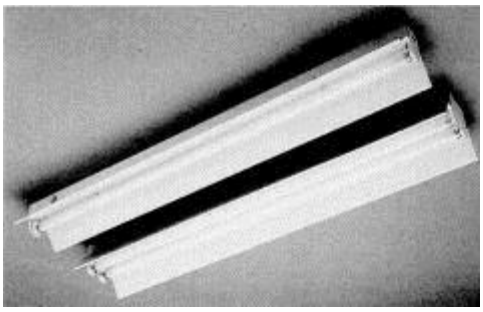
(3) โคมดังกล่าวมีแสงบาดตาจากหลอด

2.5.3.2 โคมฟลูออเรสเซนต์โรงงาน เป็นโคมที่มีแผ่นสะท้อนแสงเพื่อควบคุมแสงให้ไปในทิศทางที่ต้องการ แผ่นสะท้อนแสงอาจทำจากแผ่นอลูมิเนียม แผ่นเหล็กพ่นสีขาว หรือวัสดุอื่นที่มีการสะท้อนแสง โคมฟลูออเรสเซนต์โรงงานมีคุณสมบัติและการใช้งานที่ควรพิจารณาดังนี้

(1) โคมดังกล่าวมีราคาถูกกว่าโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบเปลือย ทำความสะอาดง่ายและให้แสงสว่างมากในทิศทางที่ส่องไป

(2) โคมดังกล่าวไม่มีตัวครอบวัตถุภายนอกสามารถมากระแทกกับหลอดทำให้หลอดสามารถหลุดร่วงลงมาได้

(3) โคมดังกล่าวไม่เน้นความสวยงาม และมีแสงบาดตาจากหลอ



รูปที่ 2.5 โคมฟลูออเรสเซนต์โรงงาน
ที่มา : http//www.tieathai.org

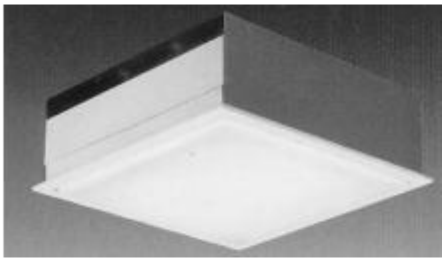
2.5.3.3 โคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสง (Diffuser luminaire)
โดยทั่วไปแผ่นกรองแสงมี *3* แบบด้วยกันคือ

(1) แบบเกร็ดแก้ว (Prismatic diffuser)

(2) แบบขาวขุ่น (Opal diffuser)

(3) แบบผิวส้ม (Stipple diffuser)

โคมไฟดังกล่าวมีแผ่นกรองแสงปิดหลอดทั้งหมดเพื่อลดแสงบาดตาจากหลอด โคมประเภทนี้มีทั้งแบบติดฝังฝ้าหรือติดลอยหรือแบบตัวยู (U-shape) อาจเพิ่มแผ่นสะท้อนแสงอลูมิเนียมแบบเงา (Specular surface) หรือ แบบกระจายแสง (Diffuser surface) ที่ด้านหลังหลอดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโคมไฟ โดยทั่วไปจะแนะนำเป็นแบบกระจายแสงที่มีค่าการสะท้อนแสงโดยรวมสูงเท่ากับแบบเงา โคมไฟประเภทนี้เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการแสงบาดตาจากหลอดต่ำและไม่ต้องการความเข้มส่องสว่างสูงมากนัก เช่น ในพื้นที่โรงพยาบาลที่ไม่ให้แสงรบกวนคนไข้ ห้องประชุมที่ไม่ต้องการแสงบาดตาและแสงสว่างมาก



รูปที่ 2.6 โคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสง
ที่มา : http://elearnkrutung.blogspot.com/2016/11/4.html

โคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสงมีคุณสมบัติและการใช้งานที่ควรพิจารณาดังนี้

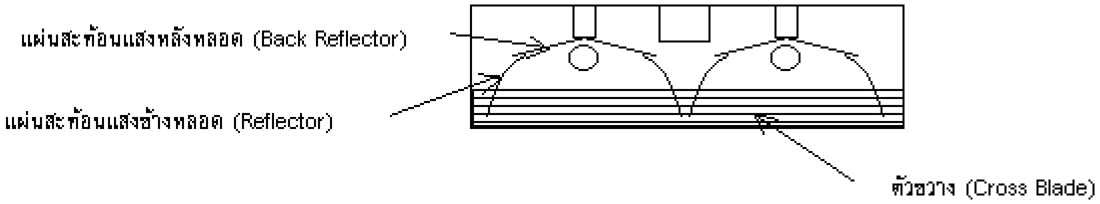
(1) โคมดังกล่าวมีราคาไม่สูงมากและแสงบาดตาจากหลอดน้อย

(2) โคมดังกล่าวมีประสิทธิภาพต่ำไม่เหมาะกับการประหยัดพลังงาน

(3) โคมดังกล่าวเหมาะกับงานที่ไม่ต้องการแสงบาดตาจากหลอด เช่น โรงพยาบาล

(4) โคมดังกล่าวเหมาะใช้กับงานกับห้อง Clean room และห้องเพดานต่ำ เช่น ห้องที่มีความสูงประมาณ 2.3 เมตร เป็นต้น

2.5.3.4 โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง (Louver luminaire) มีทั้งแบบติดลอยและฝังฝ้า ลักษณะของโคมไฟประกอบด้วยแผ่นสะท้อนแสงด้านข้างและอาจมีแผ่นสะท้อนแสงด้านหลังหลอดเพิ่มเข้ามาเพื่อสะท้อนแสงและควบคุมแสงให้ไปในทิศทางที่ต้องการ ส่วนตัวขวางจะสามารถลดแสงบาดตา เช่น ในมุมที่เลย มุมตัดแสง โดยทั่วไปแผ่นสะท้อนแสงและตัวขวางจะทำจากอลูมิเนียม (Anodized) ซึ่งมีทั้งแบบเงา (Specular Surface) และแบบกระจาย (Diffuser Surface) ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบโคมไฟและลักษณะการใช้งานของโคมไฟนั้น



รูปที่ 2.7 โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง
ที่มา : http://www.tieathai.org

โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงจำแนกออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

(1) โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงแบบตัวขวาง (Profile Mirror Louver Luminaire)

(2) โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงแบบพาราโบลิกจตุรัส (Square Parabolic Louver Luminaire)

(3) โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงแบบช่องถี่ (Mesh Louver Luminaire)

2.5.4 โคมไฟโรงงานหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง

โคมไฟประเภทนี้โดยส่วนมากจะมีตัวสะท้อนแสงเป็นแบบอลูมิเนียม (Aluminium Reflector) หรือ ตัวหักเหแสงพลาสติก (Plastic Reflector) อาจจะมีเลนส์ ปิดหน้าหลอดก็ได้ ทั้งหมดขึ้นอยู่กับการใช้งานในแต่ละอุตสาหกรรมความสูง การกระจายแสงของโคมไฟที่ต้องการ ซึ่งการกระจายแสงของโคมไฟมี 2 ลักษณะดังนี้

2.5.4.1 โคมแบบลำแสงกว้าง (Wide Beam) เหมาะสำหรับการติดตั้งที่ความสูงระดับ 4-7 เมตร

2.5.4.2 โคมแบบลำแสงแคบ (Narrow Beam) เหมาะสำหรับการติดตั้งที่ความสูงประมาณ 6 เมตรขึ้นไป

ตารางที่ 2.7 กำลังไฟฟ้าของหลอดปล่อยประจุความดันไอสูงกับความสูงต่ำสุดสำหรับการติดตั้ง

ชนิดและกำลังไฟฟ้าของหลอด	ความสูงต่ำที่สุดสำหรับการติดตั้ง (เมตร)
หลอดโซเดียมความดันสูง 250 วัตต์	4
หลอดโซเดียมความดันสูง 400 วัตต์	6
หลอดโซเดียมความดันสูง 1000 วัตต์	8

รูปที่ 2.8 โคมไฟโรงงาน
ที่มา : http://www.tieathai.org

โคมไฟโรงงานหลอดปล่อยประจุความดันไอสูงมีคุณสมบัติและการใช้งานที่ควรพิจารณาดังนี้

(1) โคมไฟชนิดนี้มีน้ำหนักมาก การติดตั้งต้องให้มั่นคงแข็งแรงเหมาะสำหรับการติดตั้งในบริเวณเพดานสูง แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์

(2) โคมต้องมีครอบแก้วปิดในกรณีที่ใช้ในพื้นที่ที่เกิดอันตรายมากเมื่อหลอดแตกที่ผู้ผลิตแนะนำ

(3) การใช้วัตต์ต่างกันในพื้นที่เดียวกันให้ระวังสีของหลอดที่แตกต่างกัน

(4) การเลือกใช้หลอด ชุดควบคุมให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต เพราะไม่ฉะนั้นอาจจะทำให้อายุการใช้งานสั้น แสงไม่ได้ตามที่ต้องการ สีเพี้ยน และไม่ประหยัดพลังงาน

2.5.5 โคมไฟสาด

โคมไฟสาดโดยทั่วไปใช้สำหรับงานส่องเน้นสถาปัตยกรรมตัวอาคาร หรือเพื่อการส่องสว่างสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น สนามกีฬา ลานจอดรถ สถานที่ก่อสร้าง บริเวณขนถ่ายสินค้า เป็นต้น

โคมไฟสาดอาจใช้หลอดทังสเตนฮาโลเจน หรือหลอดปล่อยประจุความดันไอสูงก็ได้ ขึ้นอยู่กับการใช้งาน การเลือกใช้โคมและหลอดให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการใช้งานจะช่วยประหยัดพลังงานได้

2.5.5.1 การส่องป้ายโฆษณา หรือสถานที่ก่อสร้าง ที่ใช้โคมไฟสาดหลอดทังสเตนฮาโลเจน เนื่องจากโคมมีราคาถูก แต่มีปัญหาเรื่องอายุการใช้งานของหลอดสั้นและต้องใช้พลังงานไฟฟ้าสูง ไม่ประหยัดพลังงาน (งานที่ต้องการให้เปิดไฟแสงสว่างได้ทันที ต้องใช้หลอดและโคมประเภทนี้ ถึงแม้จะไม่ประหยัดพลังงานก็ตาม)

2.5.5.2 การส่องเน้นสถาปัตยกรรมตัวอาคาร ต้องพิจารณาความส่องสว่างรอบข้างเพื่อเลือกขนาดวัตต์และจำนวนของโคม การใช้โคมไฟสาดหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง ต้องเลื่อกสีของแสงที่ได้จากหลอดให้เหมาะสมกับสีของสถาปัตยกรรมที่ต้องการส่องเน้น เช่น หลอดเมทัลฮาไลด์ให้แสงสีขาว หลอดโซเดียมความดันสูงให้แสงสีเหลืองทอง

2.5.5.3 การส่องสว่างสนามกีฬาที่ต้องการความส่องสว่างและความถูกต้องของสีสูง เพื่อการถ่ายทอดโทรทัศน์ ควรใช้หลอดเมทัลฮาไลด์

2.5.5.4 การส่องสว่างสนาม ลานจอดรถ บริเวณขนถ่ายสินค้า ที่ไม่ต้องการความถูกต้องของสีมาก แนะนำให้ใช้หลอดโซเดียมความดันสูง

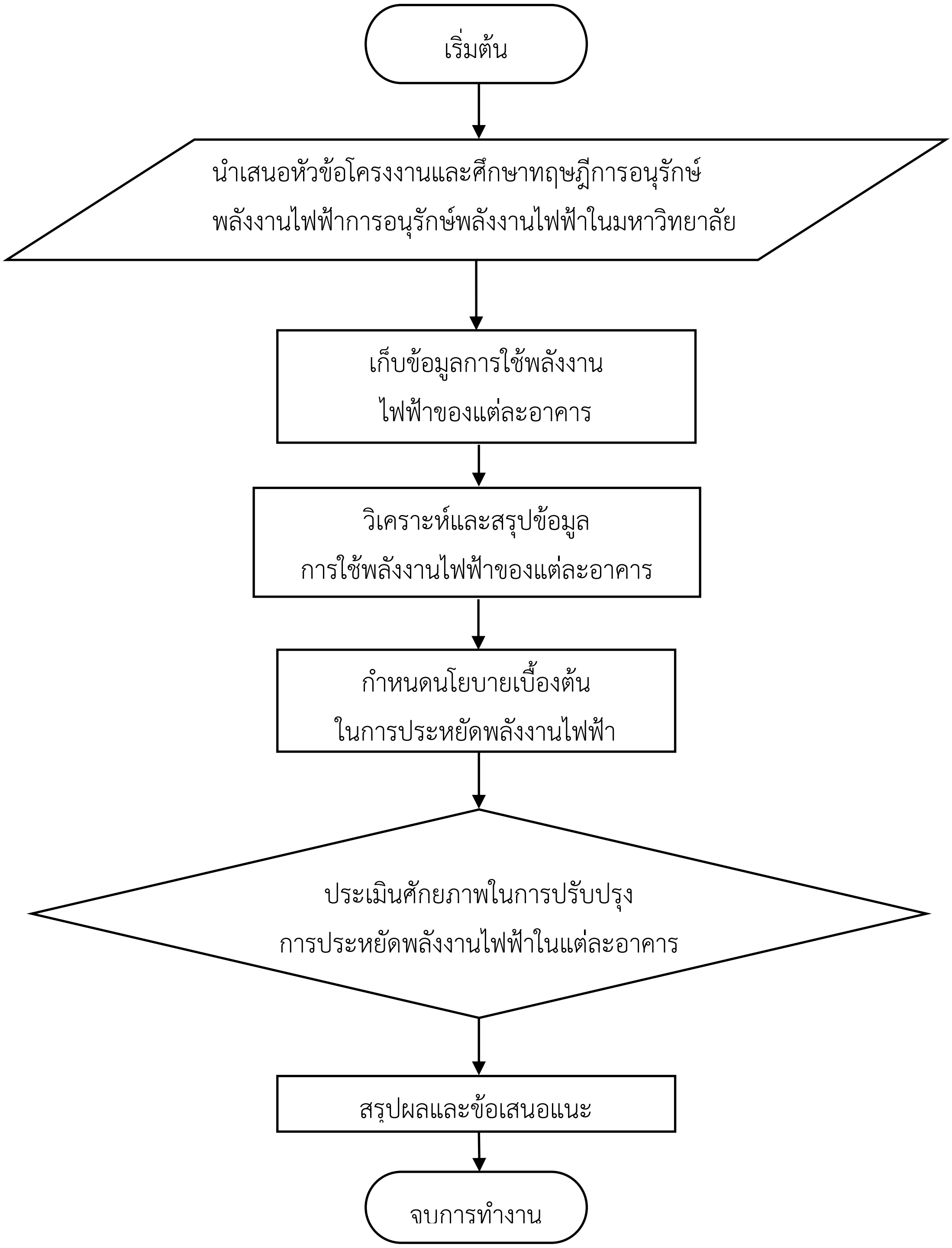
2.5.6 ประสิทธิผลในการกระจายแสงของโคมไฟ

ในการพิจารณาความประสิทธิผลการกระจายแสงของโคมนั้น สามารถพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของดวงโคม *(Coefficient of Utilization: CU)* ตามแนวทางของ (*Illumination Engineering Society, IES)* หรือ พิจารณาจากค่าตัวประกอบการใช้ประโยชน์ *(Utilization factor, UF)* ตามแนวทางของ *CIE* ซึ่งทั้งสองค่านี้มีความหมายเหมือนกันแสดงอัตราส่วนของฟลักซ์การส่องสว่างตกบนพื้นที่งานต่อฟลักซ์แสงสว่างทั้งหมดที่ออกจากโคม

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการกระจายแสงสว่างของดวงโคม สัดส่วนของห้อง ความสูงของห้อง การสะท้อนแสงสว่างของเพดาน การสะท้อนแสงสว่างของผนัง และการสะท้อนแสงสว่างของพื้นที่ที่ต้องการส่องสว่าง โดยทั่วไปแล้วค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์นั้นโรงงานผู้ผลิตดวงโคมจะเป็นผู้จัดทำตารางค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์กำกับมาให้ และสามารถขอรายละเอียดจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายได้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 แผนผังการดำเนินงาน



รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงาน

3.2 รายชื่ออาคารที่ทำการวิเคราะห์

(1) อาคารคณะวิทยาศาสตร์

(2) อาคารคณะวิทยาศาสตร์ *2*

(3) อาคารคณะทันตแพทย์

(4) อาคารคณะมนุษยศาสตร์

(5) อาคารหอสมุด

(6) อาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์

(7) โรงอาหาร

3.3 การคำนวณต่างๆ

3.3.1 ค่าไฟฟ้าสุทธิ

$$\text{กำลังไฟฟ้า} = \frac{\sum \text{จำนวนหลอดไฟ} \times \text{จำนวนวัตต์}}{1000} \quad (3.1)$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้า} = \text{กำลังไฟฟ้า} \times \text{จำนวนชั่วโมงต่อวัน} \times \text{จำนวนวันต่อปี} \quad (3.2)$$

กำหนดให้จำนวนชั่วโมงแต่ละอาคาร ใช้ 7 ชั่วโมงต่อวัน ยกเว้นโรงอาหารใช้ *9* ชั่วโมงต่อวัน และใช้ 240 วันต่อปี

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = (\text{พลังงานไฟฟ้า} \times \text{หน่วยค่าไฟ}) + (\text{พลังงานไฟฟ้า} \times Ft) \quad (3.3)$$

กำหนดให้ หน่วยค่าไฟ *4.2097* บาท/หน่วย และค่า *FT* มีค่าเท่ากับ -0.3729

$$Vat = \text{ค่าไฟฟ้า} \times 7\% \quad (3.4)$$

$$\text{ค่าไฟฟ้าสุทธิ} = \text{ค่าไฟฟ้า} + Vat \tag{3.5}$$

3.3.2 ระยะคุ้มทุน

สามารถคำนวณได้ตามขั้นตอนดังนี้

$$\text{กำลังไฟฟ้า} = \frac{\sum(\text{จำนวนหลอดไฟ} \times \text{จำนวนวัตต์})_{\text{ก่อนเปลี่ยน}} - \sum(\text{จำนวนหลอดไฟ} \times \text{จำนวนวัตต์})_{\text{หลังเปลี่ยน}}}{1000} \tag{3.6}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้า} = \text{กำลังไฟฟ้า} \times \text{จำนวนชั่วโมงต่อวัน} \times \text{จำนวนวันต่อปี} \tag{3.7}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = (\text{พลังงานไฟฟ้า} \times \text{หน่วยค่าไฟ}) + (\text{พลังงานไฟฟ้า} \times Ft) \tag{3.8}$$

$$Vat = \text{ค่าไฟฟ้า} \times 7\% \tag{3.9}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้าสุทธิ} = \text{ค่าไฟฟ้า} + Vat \tag{3.10}$$

$$\text{ระยะคุ้มทุน} = \sum \frac{\text{จำนวนหลอด} \times \text{ราคาหลอด}}{\text{ค่าไฟฟ้าสุทธิ}} \tag{3.11}$$

3.3.3 ค่าความส่องสว่าง

สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$E = \frac{N \times \Phi \times MF \times UF}{A} \tag{3.11}$$

โดยที่ *E* คือ ความส่องสว่าง (ลักซ์)

N คือ จำนวนหลอดไฟ

Φ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (*lm)*

MF คือ แฟคเตอร์การบำรุงรักษา

UF คือ สัมประสิทธิ์การใช้งานของโคม

A คือ พื้นที่ (ตารางเมตร)

การคำนวณค่าความส่องสว่างจากสมการ กำหนดให้

MF = 0.6

UF = 0.9 (แอลอีดี*)*

ตารางที่ 3.1 รูปแบบตารางการสำรวจการใช้พลังงานภายในอาคาร

ชื่ออาคาร...

วันเดือนปี ที่สำรวจ ....

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)

ชั้น	ชื่อห้อง	ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	
		ชนิดหลอด	จำนวน(หลอด)

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

จากการสำรวจอาคารในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้วสรุปชนิดหลอดได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ชนิดหลอดไฟที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

หลอดไฟที่ตัวอาคารใช้อยู่ในปัจจุบัน	
ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)
T8+Ballast	45(36+9)
T8s+Ballast	27(18+9)
T5+Ballast	32(28+4)
T5s+Ballast	18(14+4)
4U	23
3U	18
2U	15
PLS	9
เกลียว	20
วงกลม	32
HPS	250

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟ LED

<table>
<tr><td>หลอดไฟที่ตัวอาคารใช้อยู่ในปัจจุบัน</td><td colspan="5">เมื่อเปลี่ยนเป็น LED</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชนิดหลอด</td><td>กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)</td><td>ราคา/หลอด (บาท)</td><td>ยี่ห้อ</td><td>ปริมาณแสงสว่าง</td></tr>
<tr><td>T8+Ballast</td><td>LED-T8</td><td>18</td><td>289</td><td>Lumax</td><td>1,800</td></tr>
<tr><td>T8s+Ballast</td><td>LED-T8</td><td>9</td><td>259</td><td>Panasonic</td><td>900</td></tr>
<tr><td>T5+Ballast</td><td>LED-T5</td><td>16</td><td>357</td><td>Lamptan</td><td>1,600</td></tr>
<tr><td>T5s+Ballast</td><td>LED-T5</td><td>8</td><td>215</td><td>Lamptan</td><td>800</td></tr>
<tr><td>4U</td><td rowspan="5">LED-BULB</td><td rowspan="5">9</td><td rowspan="5">150</td><td rowspan="5">Lamptan</td><td rowspan="5">900</td></tr>
<tr><td>3U</td></tr>
<tr><td>2U</td></tr>
<tr><td>ตะเกียบ</td></tr>
<tr><td>เกลียว</td></tr>
<tr><td>วงกลม</td><td>LED-วงกลม</td><td>16</td><td>350</td><td>Lamptan</td><td>1,600</td></tr>
<tr><td>HPS</td><td>HIGH BAY</td><td>100</td><td>2,750</td><td>Iwachi</td><td>9,000</td></tr>
</table>

4.1 อาคารคณะวิทยาศาสตร์

4.1.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.3 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะวิทยาศาสตร์

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า /หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
1	FLT-8+Ballast	45	226	10.494	17,629.92	72,377.45
	FLT-8s+Ballast	27	12			
2	FLT-8+Ballast	45	240	10.8	18,144	74,487.94
3	FLT-8+Ballast	45	221	9.945	16,707.60	68,590.98
4	FLT-8+Ballast	45	259	11.709	19,571.12	80,757.34
	FLT-8s+Ballast	27	2			
5	FLT-8+Ballast	45	220	10.629	17,856.72	73308.55
	FLT-8s+Ballast	27	2			
	2U	15	45			
รวม	FLT-8+Ballast	45	1166	53.577	90,009.36	369,522.27
	FLT-8s+Ballast	27	16			
	2U	15	45			

4.1.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.4 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะวิทยาศาสตร์

<table>
<tr><th>ชั้นที่</th><th>ชนิดหลอด</th><th>กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)</th><th>จำนวน (หลอด)</th><th>กำลังไฟฟ้ารวม (kW)</th><th>พลังงานต่อปี (kWhr/yr)</th><th>ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>226</td><td rowspan="2">4.176</td><td rowspan="2">7,015.68</td><td rowspan="2">28,802.00</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>12</td></tr>
<tr><td>2</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>240</td><td>4.32</td><td>7,257.6</td><td>29,795.18</td></tr>
<tr><td>3</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>221</td><td>3.978</td><td>6,683.04</td><td>27,436.39</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>259</td><td rowspan="2">4.68</td><td rowspan="2">7,862.4</td><td rowspan="2">32,278.11</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">5</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>220</td><td rowspan="3">4.383</td><td rowspan="3">7,363.44</td><td rowspan="3">30,229.69</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>2</td></tr>
<tr><td>LED-BULB</td><td>9</td><td>45</td></tr>
<tr><td rowspan="3">รวม</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>1166</td><td rowspan="3">21.537</td><td rowspan="3">36,182.16</td><td rowspan="3">148,541.37</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>16</td></tr>
<tr><td>LED-BULB</td><td>9</td><td>45</td></tr>
</table>

4.1.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะวิทยาศาสตร์

<table>
<tr><th>ชั้นที่</th><th>ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)</th><th>จำนวน (หลอด)</th><th>ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)</th><th>ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)</th><th>ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>27</td><td>226</td><td rowspan="2">6.318</td><td rowspan="2">10,614.24</td><td rowspan="2">43,575.45</td></tr>
<tr><td>18</td><td>12</td></tr>
<tr><td>2</td><td>27</td><td>240</td><td>6.48</td><td>10,886.4</td><td>44,692.76</td></tr>
<tr><td>3</td><td>27</td><td>221</td><td>5.967</td><td>10,024.56</td><td>41,154.59</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>27</td><td>259</td><td rowspan="2">7.029</td><td rowspan="2">11,708.72</td><td rowspan="2">48,479.23</td></tr>
<tr><td>18</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">5</td><td>27</td><td>220</td><td rowspan="3">6.246</td><td rowspan="3">10,493.28</td><td rowspan="3">43,078.86</td></tr>
<tr><td>18</td><td>2</td></tr>
<tr><td>6</td><td>45</td></tr>
<tr><td rowspan="3">รวม</td><td>27</td><td>1166</td><td rowspan="3">32.04</td><td rowspan="3">53,827.2</td><td rowspan="3">220,980.9</td></tr>
<tr><td>18</td><td>16</td></tr>
<tr><td>6</td><td>45</td></tr>
<tr><td colspan="3">เงินลงทุน (บาท)</td><td colspan="3">347,868</td></tr>
<tr><td colspan="3">ระยะคุ้มทุน (ปี)</td><td colspan="3">1.57</td></tr>
</table>

4.2 อาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2)

4.2.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.6 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2)

<table>
<tr><th>ชั้นที่</th><th>ชนิดหลอด</th><th>กำลังไฟฟ้า /หลอด (W)</th><th>จำนวน (หลอด)</th><th>กำลังไฟฟ้ารวม (kW)</th><th>พลังงานต่อปี (kWhr/yr)</th><th>ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)</th></tr>
<tr><td>P</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>102</td><td>4.59</td><td>7,711.2</td><td>31,657.37</td></tr>
<tr><td rowspan="2">G</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>358</td><td rowspan="2">16.22</td><td rowspan="2">27,246.24</td><td rowspan="2">111,856.06</td></tr>
<tr><td>FLT-T8s+Ballast</td><td>27</td><td>4</td></tr>
<tr><td>3</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>128</td><td>5.76</td><td>9,676.8</td><td>39,726.90</td></tr>
<tr><td rowspan="3">4</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>957</td><td rowspan="3">43.20</td><td rowspan="3">72,581.04</td><td rowspan="3">297,972.46</td></tr>
<tr><td>FLT-8s+Ballast</td><td>27</td><td>4</td></tr>
<tr><td>2U</td><td>15</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">5</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>751</td><td rowspan="3">36.63</td><td rowspan="3">61,543.44</td><td rowspan="3">252,658.96</td></tr>
<tr><td>FLT-8s+Ballast</td><td>27</td><td>4</td></tr>
<tr><td>2U</td><td>15</td><td>182</td></tr>
<tr><td>5A</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>108</td><td>4.86</td><td>8,164.8</td><td>33,519.57</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>406</td><td rowspan="2">18.46</td><td rowspan="2">31,011.12</td><td rowspan="2">127,312.31</td></tr>
<tr><td>FLT-8s+Ballast</td><td>27</td><td>7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">7</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>314</td><td rowspan="2">14.32</td><td rowspan="2">24,055.92</td><td rowspan="2">98,758.6</td></tr>
<tr><td>FLT-8s+Ballast</td><td>27</td><td>7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>301</td><td rowspan="2">13.73</td><td rowspan="2">23,073.12</td><td rowspan="2">94,723.83</td></tr>
<tr><td>FLT-8s+Ballast</td><td>27</td><td>7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">9</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>379</td><td rowspan="2">17.24</td><td rowspan="2">28,969.92</td><td rowspan="2">118,932.41</td></tr>
<tr><td>FLT-8s+Ballast</td><td>27</td><td>7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>438</td><td rowspan="2">19.9</td><td rowspan="2">33,430.32</td><td rowspan="2">137,244.03</td></tr>
<tr><td>FLT-8s+Ballast</td><td>27</td><td>7</td></tr>
</table>

ตารางที่ 4.6 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2) (ต่อ)

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า /หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
11	FLT-8+Ballast	45	273	12.47	20,956.32	86,033.57
	FLT-8s+Ballast	27	7			
12	FLT-8+Ballast	45	297	13.54	22,770.72	93,482.37
	FLT-8s+Ballast	27	7			
13	FLT-8+Ballast	45	407	18.5	31,086.72	127,622.67
	FLT-8s+Ballast	27	7			
14	FLT-8+Ballast	45	322	14.68	24,660.72	101,241.53
	FLT-8s+Ballast	27	7			
15	FLT-8+Ballast	45	376	17.11	28,743.12	118,001.32
	FLT-8s+Ballast	27	7			
16	FLT-8+Ballast	45	314	14.38	24,146.64	99,131.04
	FLT-8s+Ballast	27	9			
17	FLT-8+Ballast	45	244	11.14	18,718.56	76,846.73
	FLT-8s+Ballast	27	6			
18	FLT-8+Ballast	45	343	15.62	26,248.32	107,759.22
	FLT-8s+Ballast	27	7			
19	FLT-8+Ballast	45	244	11.12	18,673.2	76,660.51
	FLT-8+Ballast	27	5			
รวม	FLT-8+Ballast	45	6,311	323.47	543,468.24	2,231,141.46
	FLT-8s+Ballast	27	105			
	2U	15	184			

4.2.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.7 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2)

<table>
<tr><th>ชั้นที่</th><th>ชนิดหลอด</th><th>กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)</th><th>จำนวน (หลอด)</th><th>กำลังไฟฟ้ารวม (kW)</th><th>พลังงานต่อปี (kWhr/yr)</th><th>ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)</th></tr>
<tr><td>P</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>102</td><td>1.84</td><td>3,084.48</td><td>12,662.95</td></tr>
<tr><td rowspan="2">G</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>358</td><td rowspan="2">6.48</td><td rowspan="2">10,886.4</td><td rowspan="2">41,343.7</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>4</td></tr>
<tr><td>3</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>128</td><td>2.3</td><td>3,870.72</td><td>27,436.39</td></tr>
<tr><td rowspan="3">4</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>957</td><td rowspan="3">17.28</td><td rowspan="3">29,030.4</td><td rowspan="3">110,492.51</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>4</td></tr>
<tr><td>LED-BULB</td><td>9</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">5</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>220</td><td rowspan="3">15.19</td><td rowspan="3">25,522.56</td><td rowspan="3">97,141.34</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>2</td></tr>
<tr><td>LED-BULB</td><td>9</td><td>45</td></tr>
<tr><td>5A</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>108</td><td>1.94</td><td>3,265.92</td><td>12,430.4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>406</td><td rowspan="2">7.37</td><td rowspan="2">12,383.28</td><td rowspan="2">47,131.96</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">7</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>314</td><td rowspan="2">5.72</td><td rowspan="2">9,601.2</td><td rowspan="2">36,543.1</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>301</td><td rowspan="2">5.48</td><td rowspan="2">9,208.08</td><td rowspan="2">35,046.84</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">9</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>379</td><td rowspan="2">6.89</td><td rowspan="2">11,566.8</td><td rowspan="2">44,024.72</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>438</td><td rowspan="2">7.95</td><td rowspan="2">13,350.96</td><td rowspan="2">50,815.36</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">11</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>273</td><td rowspan="2">4.98</td><td rowspan="2">8,361.36</td><td rowspan="2">31,824.14</td></tr>
<tr><td>LED (T-8s)</td><td>9</td><td>7</td></tr>
</table>

ตารางที่ 4.7 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2) (ต่อ)

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
12	LED (T-8)	18	297	5.05	9,087.12	34,586.05
	LED (T-8s)	9	7			
13	LED (T-8)	18	407	7.39	12,413.52	47,247.06
	LED (T-8s)	9	7			
14	LED (T-8)	18	322	5.86	9,843.12	37,463.87
	LED (T-8s)	9	7			
15	LED (T-8)	18	376	6.83	11,476.08	43,476.08
	LED (T-8s)	9	7			
16	LED (T-8)	18	314	5.71	9,601.2	36,543.10
	LED (T-8s)	9	9			
17	LED (T-8)	18	244	4.45	7,469.28	28,428.81
	LED (T-8s)	9	6			
18	LED (T-8)	18	343	6.24	10,478.16	39,880.17
	LED (T-8s)	9	7			
19	LED (T-8)	18	244	4.44	7,454.16	28,371.25
	LED (T-8s)	9	5			
รวม	LED (T-8)	18	6,311	136.28	217,954.44	842,889.80
	LED (T-8s)	9	105			
	LED-BULB	9	184			

4.2.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2)

ชั้นที่	ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
P	27	102	2.75	4,626.72	18,994.42
G	27	358	9.74	16,359.84	70,512.36
	18	4			
3	27	128	3.46	5,806.08	12,290.51
4	27	957	25.92	43,550.64	187,479.95
	18	4			
	6	2			
5	27	751	21.44	36,020.88	155,517.62
	18	4			
	6	182			
5A	27	108	2.92	4,898.88	21,089.17
6	27	406	11.09	18,627.84	80,180.35
	18	7			
7	27	314	8.6	14,454.72	62,215.5
	18	7			
8	27	301	8.25	13,865.04	59,676.99
	18	7			
9	27	379	10.35	17,403.12	74,908.05
	18	7			
10	27	438	11.95	20,079.36	86,428.98
	18	7			
11	27	273	7.49	12,594.96	54,209.43
	18	7			

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2) (ต่อ)

ชั้นที่	ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
12	27	297	8.49	13,683.6	58,896.32
	18	7			
13	27	407	11.11	18,673.2	80,375.61
	18	7			
14	27	322	8.82	14,817.6	63,777.66
	18	7			
15	27	376	10.27	17,267.04	74,322.25
	18	7			
16	27	314	8.67	14,545.44	62,587.94
	18	9			
17	27	244	6.69	11,249.28	48,417.92
	18	6			
18	27	343	9.38	15,770.16	67,878.33
	18	7			
19	27	244	6.68	11,219.04	48,289.26
	18	5			
รวม	27	6,311	194.07	325,513.44	1,388,251.62
	18	105			
	6	184			
เงินลงทุน (บาท)			1,878,674		
ระยะคุ้มทุน (ปี)			1.35		

4.3 อาคารคณะทันตแพทย์

4.3.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.9 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะทันตแพทย์

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
1	FLT-8+Ballast	45	161	7.533	12,655.44	51,955.34
	3U	18	16			
2	FLT-8+Ballast	45	23	5.938	9,975.84	40,954.57
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	FLT-5+Ballast	32	111			
	วงกลม	32	17			
	เกลียว	20	39			
3	FLT-8+Ballast	45	180	9.459	15,891.12	65,239.02
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	เกลียว	20	65			
	วงกลม	32	1			
4	FLT-8+Ballast	45	63	7.814	13,127.52	53,893.41
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	FLT-5+Ballast	32	130			
	FLT-5s+Ballast	18	6			
	3U	18	38			
5	FLT-8+Ballast	45	64	3.545	5,955.6	24,449.98
	FLT-8s+Ballast	27	10			
	2U	15	1			
	3U	18	16			
	4U	23	4			

ตารางที่ 4.9 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะทันตแพทย์ (ต่อ)

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
6	FLT-8+Ballast	45	153	6.944	11,665.92	47,892.99
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	วงกลม	32	1			
7	FLT-8+Ballast	45	154	7.309	12,279.12	50,410.41
	FLT-5+Ballast	32	10			
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	วงกลม	32	1			
8	FLT-8+Ballast	45	160	7.259	12,195.12	50,065.55
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	วงกลม	32	1			
9	FLT-8+Ballast	45	171	7.754	13,026.72	53479.58
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	วงกลม	32	1			
10	FLT-8+Ballast	45	123	7.592	12,754	52,362.27
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	3U	18	111			
	วงกลม	32	1			
11	FLT-8+Ballast	45	243	10.994	18,469.92	75,825.97
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	วงกลม	32	1			
12	FLT-8+Ballast	45	192	9.571	16,079.28	66,011.49
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	เกลียว	20	22			
	3U	18	24			
	วงกลม	32	1			

ตารางที่ 4.9 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะทันตแพทย์ (ต่อ)

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
13	FLT-8+Ballast	45	192	9.095	15,279.6	62,728.5
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	3U	18	22			
	วงกลม	32	1			
14	FLT-8+Ballast	45	166	7.866	13,214.88	54,252.05
	3U	18	22			
15	FLT-8+Ballast	45	150	7.152	12,015.4	49,327.6
	FLT-5+Ballast	32	4			
	FLT-8s+Ballast	27	2			
	เกลียว	20	11			
รวม	FLT-8+Ballast	45	2,195	115.857	194,639.76	799,069.4
	FLT-8s+Ballast	27	23			
	FLT-5+Ballast	32	256			
	FLT-5s+Ballast	18	6			
	2U	15	1			
	3U	18	249			
	4U	23	4			
	เกลียว	20	137			
	วงกลม	32	26			

4.3.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.10 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะทันตแพทย์

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
1	LED (T-8)	18	161	3.042	5,110.56	20,980.77
	LED-BULB	9	16			
2	LED (T-8)	18	23	2.822	4,740.96	19,463.42
	LED (T-8s)	9	1			
	LED (T-5)	16	111			
	LED-วงกลม	16	17			
	LED-BULB	9	39			
3	LED (T-8)	18	180	3.85	6,468	26,553.57
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-BULB	9	65			
	LED-วงกลม	16	1			
4	LED (T-8)	18	63	3.613	6,069.84	24,918.98
	LED (T-8s)	9	1			
	LED (T-5)	16	130			
	LED (T-5s)	8	6			
	LED-BULB	9	38			
5	LED (T-8)	18	64	1.431	2,404.08	9,869.65
	LED (T-8s)	9	10			
	LED-2U	9	21			
6	LED (T-8)	18	153	2.779	4,668.72	19,166.85
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-BULB	16	1			

ตารางที่ 4.10 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะทันตแพทย์ (ต่อ)

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
7	LED (T-8)	18	154	2.957	4,967.76	20,394.52
	LED (T-5)	16	10			
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-วงกลม	16	1			
8	LED (T-8)	18	160	2.912	4,892.16	20,084.16
	LED (T-8s)	16	1			
	LED-วงกลม	16	1			
9	LED (T-8)	18	171	3.103	5,213.04	21,401.49
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-วงกลม	16	1			
10	LED (T-8)	18	123	3.238	5,439.84	22,332.59
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-BULB	9	111			
	LED-วงกลม	16	1			
11	LED (T-8)	18	243	4.399	7,390.32	30,340.04
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-วงกลม	16	1			
12	LED (T-8)	18	192	3.895	6,543.6	26,863.94
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-BULB	9	46			
	LED-วงกลม	16	1			
13	LED (T-8)	18	192	3.679	6,180.72	25,374.18
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-BULB	9	22			
	LED-วงกลม	16	1			

ตารางที่ 4.10 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะทันตแพทย์ (ต่อ)

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
14	LED (T-8)	18	166	3.186	5,352.48	21,973.94
	LED-BULB	9	22			
15	LED (T-8)	18	150	2.881	4,840.08	19,870.35
	LED (T-5)	16	4			
	LED (T-8s)	9	2			
	LED-BULB	9	11			
รวม	LED (T-8)	18	2,195	47.677	80,097.36	328,829.78
	LED (T-8s)	9	23			
	LED (T-5)	16	256			
	LED (T-5s)	8	6			
	LED-BULB	9	408			
	LED-วงกลม	16	9			

4.3.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะทันตแพทย์

ชั้นที่	ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
1	27	161	4.491	7,544.88	30,974.57
	9	16			
2	27	23	3.116	5,234.88	21,491.15
	18	1			
	16	111			
	16	17			
	11	39			
3	27	180	5.609	9,423.12	38,685.45
	18	1			
	11	65			
	16	1			
4	27	63	4.201	7,057.68	28,974.43
	18	1			
	16	130			
	10	6			
	9	38			
5	27	64	2.114	3,551.52	14,580.33
	18	10			
	6	1			
	9	16			
	14	4			

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะทันตแพทย์ (ต่อ)

ชั้นที่	ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
6	27	153	4.165	6,997.2	28,726.14
	18	1			
	16	1			
7	27	154	4.352	7,311.36	30,015.89
	16	10			
	18	1			
	16	1			
8	27	160	4.347	7,302.96	29,981.39
	18	1			
	16	1			
9	27	171	4.651	7,813.68	32,078.09
	18	1			
	16	1			
10	27	123	4.354	7,314.16	30,029.68
	18	1			
	9	111			
	16	1			
11	27	243	6.595	11,079.6	45,485.93
	18	1			
	16	1			
12	27	192	5.676	9,535.68	39,147.55
	18	1			
	11	22			
	9	24			
	16	1			

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะทันตแพทย์ (ต่อ)

ชั้นที่	ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
13	27	192	5.416	9,098.88	37,354.32
	18	1			
	9	22			
	16	1			
14	27	166	4.68	7,862.4	32,278.11
	9	22			
15	27	150	4.271	7,175.32	29,457.25
	16	4			
	18	2			
	11	11			
รวม	27	2,195	68.18	114,542.4	470,239.62
	18	23			
	16	256			
	10	6			
	6	1			
	9	249			
	14	4			
	11	137			
	16	26			
เงินลงทุน (บาท)			800,744		
ระยะคุ้มทุน (ปี)			2.2		

4.4 อาคารคณะมนุษยศาสตร์

4.4.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.12 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะมนุษยศาสตร์

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า /หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
1	FLT-8+Ballast	45	120	5.838	9,807.84	40,264.87
	FLT-8s+Ballast	27	2			
	FLT-5+Ballast	32	12			
2	FLT-8+Ballast	45	163	7.461	12,534.48	51,458.75
	3U	18	7			
3	FLT-8+Ballast	45	184	8.28	13,910.40	57,107.42
4	FLT-8+Ballast	45	198	9.05	15,210.72	62,445.72
	3U	18	8			
5	FLT-8+Ballast	45	167	8.487	14,258.16	58,535.11
	FLT-8s+Ballast	27	36			
รวม	FLT-8+Ballast	45	832	39.12	65,721.60	269,811.87
	FLT-8s+Ballast	27	38			
	FLT-5+Ballast	32	12			
	3U	18	15			

4.4.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.13 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะมนุษยศาสตร์

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
1	LED (T-8)	18	120	2.394	3,981.60	16,345.97
	LED (T-8s)	9	2			
	LED (T-5)	16	12			
2	LED (T-8)	18	163	2.997	5,034.96	20,670.40
	LED-BULB	9	7			
3	LED (T-8)	18	184	3.312	5,564.16	22,842.97
4	LED (T-8)	18	198	3.636	6,108.48	25,077.61
	LED-BULB	9	8			
5	LED (T-8)	18	167	3.33	5,594.40	22,967.12
	LED (T-8s)	9	36			
รวม	LED (T-8)	18	832	15.645	26,283.6	107,904.07
	LED (T-8s)	9	38			
	LED-BULB	9	15			
	LED (T-5)	16	12			

4.4.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะมนุษยศาสตร์

<table>
<tr><th>ชั้นที่</th><th>ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)</th><th>จำนวน (หลอด)</th><th>ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)</th><th>ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)</th><th>ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td>27</td><td>120</td><td rowspan="3">3.444</td><td rowspan="3">5,826.34</td><td rowspan="3">23,919.28</td></tr>
<tr><td>18</td><td>2</td></tr>
<tr><td>16</td><td>12</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>27</td><td>163</td><td rowspan="2">4.464</td><td rowspan="2">7,399.52</td><td rowspan="2">30,788.35</td></tr>
<tr><td>9</td><td>7</td></tr>
<tr><td>3</td><td>27</td><td>184</td><td>4.968</td><td>8,346.24</td><td>34,264.45</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>27</td><td>198</td><td rowspan="2">5.414</td><td rowspan="2">9,102.24</td><td rowspan="2">37,368.11</td></tr>
<tr><td>9</td><td>8</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td>27</td><td>167</td><td rowspan="2">5.157</td><td rowspan="2">8,663.76</td><td rowspan="2">35,570.99</td></tr>
<tr><td>18</td><td>36</td></tr>
<tr><td rowspan="4">รวม</td><td>27</td><td>832</td><td rowspan="4">23.447</td><td rowspan="4">39,338.00</td><td rowspan="4">161,911.18</td></tr>
<tr><td>18</td><td>38</td></tr>
<tr><td>16</td><td>12</td></tr>
<tr><td>9</td><td>15</td></tr>
<tr><td colspan="3">เงินลงทุน (บาท)</td><td colspan="3">256,824</td></tr>
<tr><td colspan="3">ระยะคุ้มทุน (ปี)</td><td colspan="3">1.59</td></tr>
</table>

4.5 อาคารหอสมุด

4.5.1 สำรวจแบบในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.15 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารหอสมุด

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า /หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้า รวม (kW)	พลังงาน ต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่า ไฟต่อปี (Baht/yr)
1	FLT-8+Ballast	45	78	3.51	5,896.80	24,208.58
2	FLT-8+Ballast	45	1	0.315	529.2	2,172.56
	3U	18	15			
3	FLT-8+Ballast	45	89	4.005	6,728.4	27,622.61
4	FLT-8+Ballast	45	105	4.725	7,938	32,588.47
5	FLT-8+Ballast	45	101	4.545	7,635.60	31,347.01
6	FLT-8+Ballast	45	101	4.545	7,635.60	31,347.01
7	FLT-8+Ballast	45	334	15.318	25,734.24	105,648.73
	3U	18	16			
8	FLT-8+Ballast	45	358	16.686	28,032.48	115,083.87
	3U	18	32			
รวม	FLT-8+Ballast	45	1167	53.65	90,130.32	370,018.84
	3U	18	63			

4.5.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.16 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารหอสมุด

<table>
<tr><th>ชั้นที่</th><th>ชนิดหลอด</th><th>กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)</th><th>จำนวน (หลอด)</th><th>กำลังไฟฟ้ารวม (kW)</th><th>พลังงานต่อปี (kWhr/yr)</th><th>ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>78</td><td>1.404</td><td>2,358.72</td><td>9,683.43</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>1</td><td rowspan="2">0.153</td><td rowspan="2">257.04</td><td rowspan="2">1,055.25</td></tr>
<tr><td>LED-BULB</td><td>9</td><td>15</td></tr>
<tr><td>3</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>89</td><td>1.602</td><td>2,691.36</td><td>11,049.04</td></tr>
<tr><td>4</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>105</td><td>1.89</td><td>3,175.2</td><td>13,035.39</td></tr>
<tr><td>5</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>101</td><td>1.818</td><td>3,054.24</td><td>12,538.80</td></tr>
<tr><td>6</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>101</td><td>1.818</td><td>3,054.24</td><td>12,538.80</td></tr>
<tr><td rowspan="2">7</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>334</td><td rowspan="2">6.156</td><td rowspan="2">10,342.08</td><td rowspan="2">42,458.13</td></tr>
<tr><td>LED-BULB</td><td>9</td><td>16</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>358</td><td rowspan="2">6.732</td><td rowspan="2">11,309.76</td><td rowspan="2">46,430.82</td></tr>
<tr><td>LED-BULB</td><td>9</td><td>32</td></tr>
<tr><td rowspan="2">รวม</td><td>LED (T-8)</td><td>18</td><td>1167</td><td rowspan="2">21.573</td><td rowspan="2">36,242.64</td><td rowspan="2">148,789.66</td></tr>
<tr><td>LED-BULB</td><td>9</td><td>63</td></tr>
</table>

4.5.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.17 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารหอสมุด

ชั้นที่	ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
1	27	78	2.106	3,538.08	14,525.15
2	27	1	0.162	272.16	1,117.31
	9	15			
3	27	89	2.403	4,037.04	16,573.57
4	27	105	2.835	4,762.80	19,553.08
5	27	101	2.727	4,581.36	18,808.21
6	27	101	2.727	4,581.36	18,808.21
7	27	334	9.162	15,392.16	63,190.6
	9	16			
8	27	358	9.954	16,722.72	68,653.05
	9	32			
รวม	27	1167	32.076	53,887.68	221,229.18
	9	63			
เงินลงทุน (บาท)			346,713		
ระยะคุ้มทุน (ปี)			1.57		

4.6 อาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์

4.6.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.18 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์

<table>
<tr><th>ชั้นที่</th><th>ชนิดหลอด</th><th>กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)</th><th>จำนวน (หลอด)</th><th>กำลังไฟฟ้ารวม (kW)</th><th>พลังงานต่อปี (kWhr/yr)</th><th>ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>161</td><td rowspan="2">7.533</td><td rowspan="2">12,655.44</td><td rowspan="2">51,955.34</td></tr>
<tr><td>3U</td><td>18</td><td>16</td></tr>
<tr><td rowspan="5">2</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>23</td><td rowspan="5">5.938</td><td rowspan="5">9,975.84</td><td rowspan="5">40,954.57</td></tr>
<tr><td>FLT-8s+Ballast</td><td>27</td><td>1</td></tr>
<tr><td>FLT-5+Ballast</td><td>32</td><td>111</td></tr>
<tr><td>วงกลม</td><td>32</td><td>17</td></tr>
<tr><td>เกลียว</td><td>20</td><td>39</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>180</td><td rowspan="4">9.459</td><td rowspan="4">15,891.12</td><td rowspan="4">65,239.02</td></tr>
<tr><td>FLT-8s+Ballast</td><td>27</td><td>1</td></tr>
<tr><td>เกลียว</td><td>20</td><td>65</td></tr>
<tr><td>วงกลม</td><td>32</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="5">4</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>63</td><td rowspan="5">7.814</td><td rowspan="5">13,127.52</td><td rowspan="5">53,893.41</td></tr>
<tr><td>FLT-8s+Ballast</td><td>27</td><td>1</td></tr>
<tr><td>FLT-5+Ballast</td><td>32</td><td>130</td></tr>
<tr><td>FLT-5s+Ballast</td><td>18</td><td>6</td></tr>
<tr><td>3U</td><td>18</td><td>38</td></tr>
<tr><td rowspan="5">5</td><td>FLT-8+Ballast</td><td>45</td><td>64</td><td rowspan="5">3.545</td><td rowspan="5">5,955.6</td><td rowspan="5">24,449.98</td></tr>
<tr><td>FLT-8s+Ballast</td><td>27</td><td>10</td></tr>
<tr><td>2U</td><td>15</td><td>1</td></tr>
<tr><td>3U</td><td>18</td><td>16</td></tr>
<tr><td>4U</td><td>23</td><td>4</td></tr>
</table>

ตารางที่ 4.18 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ (ต่อ)

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
6	FLT-8+Ballast	45	153	6.944	11,665.92	47,892.99
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	วงกลม	32	1			
7	FLT-8+Ballast	45	154	7.309	12,279.12	50,410.41
	FLT-5+Ballast	32	10			
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	วงกลม	32	1			
8	FLT-8+Ballast	45	160	7.259	12,195.12	50,065.55
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	วงกลม	32	1			
9	FLT-8+Ballast	45	171	7.754	13,026.72	53479.58
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	วงกลม	32	1			
10	FLT-8+Ballast	45	123	7.592	12,754	52,362.27
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	3U	18	111			
	วงกลม	32	1			
11	FLT-8+Ballast	45	243	10.994	18,469.92	75,825.97
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	วงกลม	32	1			
12	FLT-8+Ballast	45	192	9.571	16,079.28	66,011.49
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	เกลียว	20	22			
	3U	18	24			
	วงกลม	32	1			

ตารางที่ 4.18 การสำรวจแบบในปัจจุบันของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ (ต่อ)

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
13	FLT-8+Ballast	45	192	9.095	15,279.6	62,728.5
	FLT-8s+Ballast	27	1			
	3U	18	22			
	วงกลม	32	1			
14	FLT-8+Ballast	45	166	7.866	13,214.88	54,252.05
	3U	18	22			
15	FLT-8+Ballast	45	150	7.152	12,015.4	49,327.6
	FLT-5+Ballast	32	4			
	FLT-8s+Ballast	27	2			
	เกลียว	20	11			
รวม	FLT-8+Ballast	45	2,195	115.857	194,639.76	799,069.4
	FLT-8s+Ballast	27	23			
	FLT-5+Ballast	32	256			
	FLT-5s+Ballast	18	6			
	2U	15	1			
	3U	18	249			
	4U	23	4			
	เกลียว	20	137			
	วงกลม	32	26			

4.6.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.19 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
1	LED (T-8)	18	161	3.042	5,110.56	20,980.77
	LED-BULB	9	16			
2	LED (T-8)	18	23	2.822	4,740.96	19,463.42
	LED (T-8s)	9	1			
	LED (T-5)	16	111			
	LED-วงกลม	16	17			
	LED-BULB	9	39			
3	LED (T-8)	18	180	3.85	6,468	26,553.57
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-BULB	9	65			
	LED-วงกลม	16	1			
4	LED (T-8)	18	63	3.613	6,069.84	24,918.98
	LED (T-8s)	9	1			
	LED (T-5)	16	130			
	LED (T-5s)	8	6			
	LED-BULB	9	38			
5	LED (T-8)	18	64	1.431	2,404.08	9,869.65
	LED (T-8s)	9	10			
	LED-2U	9	21			
6	LED (T-8)	18	153	2.779	4,668.72	19,166.85
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-BULB	16	1			

ตารางที่ 4.19 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ (ต่อ)

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
7	LED (T-8)	18	154	2.957	4,967.76	20,394.52
	LED (T-5)	16	10			
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-วงกลม	16	1			
8	LED (T-8)	18	160	2.912	4,892.16	20,084.16
	LED (T-8s)	16	1			
	LED-วงกลม	16	1			
9	LED (T-8)	18	171	3.103	5,213.04	21,401.49
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-วงกลม	16	1			
10	LED (T-8)	18	123	3.238	5,439.84	22,332.59
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-BULB	9	111			
	LED-วงกลม	16	1			
11	LED (T-8)	18	243	4.399	7,390.32	30,340.04
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-วงกลม	16	1			
12	LED (T-8)	18	192	3.895	6,543.6	26,863.94
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-BULB	9	46			
	LED-วงกลม	16	1			
13	LED (T-8)	18	192	3.679	6,180.72	25,374.18
	LED (T-8s)	9	1			
	LED-BULB	9	22			
	LED-วงกลม	16	1			

ตารางที่ 4.19 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ (ต่อ)

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
14	LED (T-8)	18	166	3.186	5,352.48	21,973.94
	LED-BULB	9	22			
15	LED (T-8)	18	150	2.881	4,840.08	19,870.35
	LED (T-5)	16	4			
	LED (T-8s)	9	2			
	LED-BULB	9	11			
รวม	LED (T-8)	18	2,195	47.677	80,097.36	328,829.78
	LED (T-8s)	9	23			
	LED (T-5)	16	256			
	LED (T-5s)	8	6			
	LED-BULB	9	408			
	LED-วงกลม	16	9			

4.6.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.20 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์

ชั้นที่	ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
1	27	161	4.491	7,544.88	30,974.57
	9	16			
2	27	23	3.116	5,234.88	21,491.15
	18	1			
	16	111			
	16	17			
	11	39			
3	27	180	5.609	9,423.12	38,685.45
	18	1			
	11	65			
	16	1			
4	27	63	4.201	7,057.68	28,974.43
	18	1			
	16	130			
	10	6			
	9	38			
5	27	64	2.114	3,551.52	14,580.33
	18	10			
	6	1			
	9	16			
	14	4			

ตารางที่ 4.20 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ (ต่อ)

ชั้นที่	ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
6	27	153	4.165	6,997.2	28,726.14
	18	1			
	16	1			
7	27	154	4.352	7,311.36	30,015.89
	16	10			
	18	1			
	16	1			
8	27	160	4.347	7,302.96	29,981.39
	18	1			
	16	1			
9	27	171	4.651	7,813.68	32,078.09
	18	1			
	16	1			
10	27	123	4.354	7,314.16	30,029.68
	18	1			
	9	111			
	16	1			
11	27	243	6.595	11,079.6	45,485.93
	18	1			
	16	1			
12	27	192	5.676	9,535.68	39,147.55
	18	1			
	11	22			
	9	24			
	16	1			

ตารางที่ 4.20 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ (ต่อ)

ชั้นที่	ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
13	27	192	5.416	9,098.88	37,354.32
	18	1			
	9	22			
	16	1			
14	27	166	4.68	7,862.4	32,278.11
	9	22			
15	27	150	4.271	7,175.32	29,457.25
	16	4			
	18	2			
	11	11			
รวม	27	2,195	68.18	114,542.4	470,239.62
	18	23			
	16	256			
	10	6			
	6	1			
	9	249			
	14	4			
	11	137			
	16	26			
เงินลงทุน (บาท)			800,744		
ระยะคุ้มทุน (ปี)			2.2		

4.7 โรงอาหาร

4.7.1 การสำรวจแบบในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.21 การสำรวจแบบในปัจจุบันของโรงอาหาร

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
1	FLT-8+Ballast	45	107	4.851	10,478.16	43,016.79
	3U	18	2			
2	FLT-8+Ballast	45	130	8.669	18,725.04	76,873.33
	FLT-8s+Ballast	27	24			
	2U	15	11			
	3U	18	42			
	HPS	250	5			
รวม	FLT-8+Ballast	45	237	13.52	29,203.2	119,890.12
	FLT-8s+Ballast	27	24			
	2U	15	11			
	3U	18	44			
	HPS	250	5			

4.7.2 เมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.22 เมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED ของโรงอาหาร

ชั้นที่	ชนิดหลอด	กำลังไฟฟ้า/หลอด (W)	จำนวน (หลอด)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	พลังงานต่อปี (kWhr/yr)	ราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)
1	LED (T-8)	18	107	1.944	4,199.04	17,238.64
	LED-BULB	9	2			
2	LED (T-8)	18	130	3.533	7,631	31,329.27
	LED (T-8s)	9	24			
	LED-BULB	9	53			
	HPS	100	5			
รวม	LED (T-8)	18	237	5.477	11,830.32	48,567.91
	LED (T-8s)	9	24			
	LED-BULB	9	55			
	HPS	100	5			

4.7.3 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED

ตารางที่ 4.23 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ระหว่างปัจจุบันและเมื่อเปลี่ยนเป็น LED ของโรงอาหาร

<table>
<tr><th>ชั้นที่</th><th>ผลต่างกำลังไฟฟ้า/หลอด (W)</th><th>จำนวน (หลอด)</th><th>ผลต่างกำลังไฟฟ้ารวม (kW)</th><th>ผลต่างพลังงานต่อปี (kWhr/yr)</th><th>ผลต่างราคาค่าไฟต่อปี (Baht/yr)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>27</td><td>107</td><td rowspan="2">2.907</td><td rowspan="2">6,279.12</td><td rowspan="2">25,778.15</td></tr>
<tr><td>9</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="5">2</td><td>27</td><td>130</td><td rowspan="5">5.136</td><td rowspan="5">11,094.04</td><td rowspan="5">45,544.06</td></tr>
<tr><td>18</td><td>24</td></tr>
<tr><td>6</td><td>11</td></tr>
<tr><td>9</td><td>42</td></tr>
<tr><td>150</td><td>5</td></tr>
<tr><td rowspan="5">รวม</td><td>27</td><td>237</td><td rowspan="5">8.043</td><td rowspan="5">17,372.88</td><td rowspan="5">71,322.21</td></tr>
<tr><td>18</td><td>24</td></tr>
<tr><td>6</td><td>11</td></tr>
<tr><td>9</td><td>44</td></tr>
<tr><td>150</td><td>5</td></tr>
<tr><td colspan="3">เงินลงทุน (บาท)</td><td colspan="3">96,709</td></tr>
<tr><td colspan="3">ระยะคุ้มทุน (ปี)</td><td colspan="3">1.36</td></tr>
</table>

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงงานนี้เป็นการวิเคราะห์และชี้นำให้ทราบว่าการนำหลอดไฟฟ้าแอลอีดีมาใช้นั้น สามารถลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าส่วนหนึ่งไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งก็ตอบสนองการลดปัญหาสภาวะแวดล้อมในปัจจุบัน อีกทั้งยังใช้เป็นต้นแบบของวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร โดยในลำดับแรกจะทำการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบส่องสว่างและวัดค่าความส่องสว่าง แล้วนำค่าที่ได้นั้นมาคำนวณวิเคราะห์ พร้อมกับกำหนดนโยบายในการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

นโยบายที่ใช้ในการทำให้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

(1) เปลี่ยนมาใช้หลอดไฟแอลอีดี สำหรับอาคารหรือสถานที่ที่มีขนาดใหญ่และใช้พลังงานไฟฟ้าสูง

(2) ใช้แสงสว่างจากภายนอกเสริม

(3) ในการเลือกซื้อหลอดไฟควรเลือกดูปริมาณแสงให้สูงกว่าที่ใช้ในปัจจุบัน

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการดำเนินงาน

ลำดับ	ชื่ออาคาร	เงินลงทุน (บาท)	ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด(บาท/ปี)	ระยะคุ้มทุน (ปี)
1	อาคารคณะวิทยาศาสตร์	347,868	220,980.9	1.57
2	อาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2)	1,878,674	1,388,251.62	1.35
3	อาคารคณะทันตแพทย์	800,744	470,239.62	2.2
4	อาคารคณะมนุษยศาสตร์	256,824	161,911.18	1.59
5	อาคารหอสมุด	346,713	221,229.18	1.57
6	อาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์	800,744	470,239.62	2.2
7	โรงอาหาร	96,709	71,322.21	1.36

หมายเหตุ : เนื่องจากบางห้องไม่สามารถเข้าไปทำการสำรวจได้ และบางอาคารอยู่ระหว่างการปรับปรุง ดังนั้นจึงไม่สามารถนำมาคำนวณและวัดค่าแสงสว่างได้

5.2 ปัญหาในการดำเนินงาน

ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงานมีด้วยกันดังนี้

(1) ช่วงเวลาที่ตรวจวัดนั้นบางห้องจะมีแสงสว่างจากดวงอาทิตย์เข้ามาภายในห้องทำให้ค่าที่ได้อาจสูงกว่าความเป็นจริง

(2) ในอาคารตึกเก่าๆจะมีหลอดไฟที่เสียแล้วเหลือแต่โคมอยู่อย่างเดียว ทำให้ค่าที่วัดได้น้อยกว่าความเป็นจริง

(3) อุปกรณ์ในการวัดพื้นที่ไม่เพียงพอ และไม่สะดวกในการวัด จึงทำให้ค่าพื้นที่ผิดเพี้ยนไปกับความเป็นจริง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการทำงานนั้นควรวางแผนอย่างเป็นระบบ ในการจัดการสำรวจตึกต่างๆ อีกทั้งจำกัดขอบเขตให้ดี ถ้าไม่สามารถควบคุมสิ่งเหล่านี้ได้ก็อาจจะทำให้โครงงานล่าช้าได้ จึงต้องมีการจัดการให้ดีเพื่อทำให้งานสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่วางไว้ หลังจากทำการสำรวจแล้วควรวิเคราะห์ พร้อมบันทึกจัดเก็บค่าเลย เพราะจะทำให้เราสามารถจดจำรายละเอียดย่อยได้ดีกว่า ถ้าไม่ทำเช่นนี้ก็อาจทำให้รายละเอียดขาดตกบกพร่อง แล้วเกิดปัญหาในที่สุด

เอกสารอ้างอิง

เกรียงไกร บำรุงกิจการ; เตชิษฎ์ ดีมาก; และ โสรยา มั่งมี. (2554). การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร) ส่วนที่ 2. ปริญญานิพนธ์. ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณัฐพงษ์ บุญสาร; ทวีวัฒน์ เมธีธรรมโรจน์; และ เอธัส ทรัพย์ทวีพงศ์. (2558). การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ภายในอาคารคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ปริญญานิพนธ์. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชาญศักดิ์, อ. (2545). เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง. กรุงเทพฯ, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ภาคผนวก

ภาคผนวก

รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคาร

ตารางที่ ก1 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะวิทยาศาสตร์

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
1	FLT-8+Ballast	45	226	-
	FLT-8s+Ballast	27	12	
2	FLT-8+Ballast	45	240	-
3	FLT-8+Ballast	27	221	-
4	FLT-8+Ballast	45	259	-
	FLT-8s+Ballast	27	2	
5	FLT-8+Ballast	45	220	-
	FLT-8s+Ballast	27	2	
	2U	15	45	

ตารางที่ ก2 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2)

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
P	FLT-8+Ballast	45	102	-
G	FLT-8+Ballast	45	358	-
	FLT-8s+Ballast	27	4	
3	FLT-8+Ballast	45	128	-
4	FLT-8+Ballast	27	957	-
	FLT-8s+Ballast	45	4	
	2U	15	2	
5	FLT-8+Ballast	45	751	953
	FLT-8s+Ballast	27	4	
	2U	15	182	
5A	FLT-8+Ballast	45	108	-
6	FLT-8+Ballast	45	406	353
	FLT-8s+Ballast	27	7	
7	FLT-8+Ballast	45	314	-
	FLT-8s+Ballast	27	7	
8	FLT-8+Ballast	45	301	338
	FLT-8s+Ballast	27	7	
9	FLT-8+Ballast	45	379	-
	FLT-8s+Ballast	27	7	
10	FLT-8+Ballast	45	438	343
	FLT-8s+Ballast	27	7	
11	FLT-8+Ballast	45	273	-
	FLT-8s+Ballast	27	7	
12	FLT-8+Ballast	45	297	360
	FLT-8s+Ballast	27	7	

ตารางที่ ก2 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะวิทยาศาสตร์ (2) (ต่อ)

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
13	FLT-8+Ballast	45	407	-
	FLT-8s+Ballast	27	7	
14	FLT-8+Ballast	45	322	-
	FLT-8s+Ballast	27	7	
15	FLT-8+Ballast	45	376	436
	FLT-8s+Ballast	27	7	
16	FLT-8+Ballast	45	314	403
	FLT-8s+Ballast	27	9	
17	FLT-8+Ballast	45	244	-
	FLT-8s+Ballast	27	6	
18	FLT-8+Ballast	45	343	175
	FLT-8s+Ballast	27	7	
19	FLT-8+Ballast	45	244	368
	FLT-8+Ballast	27	5	

ตารางที่ ก3 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะทันตแพทย์

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
1	FLT-8+Ballast	45	161	-
	3U	18	16	
2	FLT-8+Ballast	45	23	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	FLT-5+Ballast	32	111	
	วงกลม	32	17	
	เกลียว	20	39	
3	FLT-8+Ballast	45	180	337
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	เกลียว	20	65	
	วงกลม	32	1	
4	FLT-8+Ballast	45	63	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	FLT-5+Ballast	32	130	
	FLT-5s+Ballast	18	6	
	3U	18	38	
5	FLT-8+Ballast	45	64	-
	FLT-8s+Ballast	27	10	
	2U	15	1	
	3U	18	16	
	4U	23	4	
6	FLT-8+Ballast	45	153	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	วงกลม	32	1	

ตารางที่ ก3 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะทันตแพทย์ (ต่อ)

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
7	FLT-8+Ballast	45	154	-
	FLT-5+Ballast	32	10	
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	วงกลม	32	1	
8	FLT-8+Ballast	45	160	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	วงกลม	32	1	
9	FLT-8+Ballast	45	171	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	วงกลม	32	1	
10	FLT-8+Ballast	45	123	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	3U	18	111	
	วงกลม	32	1	
11	FLT-8+Ballast	45	243	275
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	วงกลม	32	1	
12	FLT-8+Ballast	45	192	470
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	เกลียว	20	22	
	3U	18	24	
	วงกลม	32	1	
13	FLT-8+Ballast	45	192	164
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	3U	18	22	
	วงกลม	32	1	

ตารางที่ ก3 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะทันตแพทย์ (ต่อ)

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
14	FLT-8+Ballast	45	166	-
	3U	18	22	
15	FLT-8+Ballast	45	150	460
	FLT-5+Ballast	32	4	
	FLT-8s+Ballast	27	2	
	เกลียว	20	11	

ตารางที่ ก4 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะมนุษยศาสตร์

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
1	FLT-8+Ballast	45	120	-
	FLT-8s+Ballast	27	2	
	FLT-5+Ballast	32	12	
2	FLT-8+Ballast	45	163	-
	3U	18	7	
3	FLT-8+Ballast	45	184	-
4	FLT-8+Ballast	45	198	-
	3U	18	8	
5	FLT-8+Ballast	45	167	-
	FLT-8s+Ballast	27	36	

ตารางที่ ก5 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารหอสมุด

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
1	FLT-8+Ballast	45	78	522
2	FLT-8+Ballast 3U	45 18	1 15	402
3	FLT-8+Ballast	45	89	-
4	FLT-8+Ballast	45	105	-
5	FLT-8+Ballast	45	101	-
6	FLT-8+Ballast	45	101	-
7	FLT-8+Ballast 3U	45 18	334 16	340
8	FLT-8+Ballast 3U	45 18	358 32	592

ตารางที่ ก6 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
1	FLT-8+Ballast	45	161	-
	3U	18	16	
2	FLT-8+Ballast	45	23	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	FLT-5+Ballast	32	111	
	วงกลม	32	17	
	เกลียว	20	39	
3	FLT-8+Ballast	45	180	337
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	เกลียว	20	65	
	วงกลม	32	1	
4	FLT-8+Ballast	45	63	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	FLT-5+Ballast	32	130	
	FLT-5s+Ballast	18	6	
	3U	18	38	
5	FLT-8+Ballast	45	64	-
	FLT-8s+Ballast	27	10	
	2U	15	1	
	3U	18	16	
	4U	23	4	
6	FLT-8+Ballast	45	153	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	วงกลม	32	1	

ตารางที่ ก6 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ (ต่อ)

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
7	FLT-8+Ballast	45	154	-
	FLT-5+Ballast	32	10	
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	วงกลม	32	1	
8	FLT-8+Ballast	45	160	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	วงกลม	32	1	
9	FLT-8+Ballast	45	171	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	วงกลม	32	1	
10	FLT-8+Ballast	45	123	-
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	3U	18	111	
	วงกลม	32	1	
11	FLT-8+Ballast	45	243	275
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	วงกลม	32	1	
12	FLT-8+Ballast	45	192	470
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	เกลียว	20	22	
	3U	18	24	
	วงกลม	32	1	

ตารางที่ ก6 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในอาคารคณะศิลปกรรมศาสตร์ (ต่อ)

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
13	FLT-8+Ballast	45	192	164
	FLT-8s+Ballast	27	1	
	3U	18	22	
	วงกลม	32	1	
14	FLT-8+Ballast	45	166	-
	3U	18	22	
15	FLT-8+Ballast	45	150	460
	FLT-5+Ballast	32	4	
	FLT-8s+Ballast	27	2	
	เกลียว	20	11	

ตารางที่ ก7 รายละเอียดจากการสำรวจและค่าความส่องสว่างที่วัดได้ภายในโรงอาหาร

ชั้นที่	หลอดไฟ			ค่าความสว่างที่วัดได้โดยเครื่องลักซ์มิเตอร์ (lx)
	ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	
1	FLT-8+Ballast	45	107	-
	3U	18	2	
2	FLT-8+Ballast	45	130	-
	FLT-8s+Ballast	27	24	
	2U	15	11	
	3U	18	42	
	HPS	250	5	

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน

ชื่อ ชื่อสกุล	นายกวินภพ ทองน่วม
วันเดือนปีเกิด	29 มกราคม 2538
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	253/2 หมู่ 2 ต.ทุ้งโฮ้ง อ.เมืองแพร่ จ.แพร่ 54000
หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ	083-047-0361
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2556	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนพิริยาลัย
พ.ศ. 2560	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน

ชื่อ ชื่อสกุล	นายวสุธา พงศ์เมืองทอง
วันเดือนปีเกิด	23 พฤษภาคม 2538
สถานที่เกิด	อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	30 หมู่ 9 ต.หนองบ่อ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี 72190
หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ	089-780-8669
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2556	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน
พ.ศ. 2560	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน

ชื่อ ชื่อสกุล	นายวุฒิโชค แสงวัง
วันเดือนปีเกิด	21 กรกฎาคม 2537
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	180 หมู่ 1 ต.บ้านดง อ.เมืองลำปาง จ.ลำปาง 52000
หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ	094-549-8881
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2556	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนอัสสัมชัญลำปาง
พ.ศ. 2560	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ