การจัดการระบบแสงสว่าง เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน

ณัฐพสิษฐ์ ก้อนแก้วงาม

DPU

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2553

Lighting Management For Reduce Energy Cost

Natpasit Kornkaewngam

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Building Technology Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2010

DPU

เลขทะเบียน 0215169
วันลงทะเบียน - 1 ธ.ค. 2554
เลขเรียกหนังสือ 321.322
ว6342ก
[2553]
ฉ1

ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การจัดการระบบแสงสว่างเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน

เสนอโดย ณัฐพสิษฐ์ ก้อนแก้วงาม

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุนนาค

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.รังสิต ศรจิตติ)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุนนาค)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิตย์ เพ็ชรรักษ์)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิดา จิตร์น้อมรัตน์)

วันที่ 29 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2553

DPU

หัวข้อสารนิพนธ์	การจัดการระบบแสงสว่าง เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน
ชื่อผู้เขียน	ณัฐพสิษฐ์ ก้อนแก้วงาม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร. ติกะ บุนนาค
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง "การจัดการระบบแสงสว่าง เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน" มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษา คุณสมบัติของโคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ในแต่ละแบบ ตลอดจนถึงสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ทำการสร้างแบบจำลองของพื้นที่และวัสดุอุปกรณ์ที่ได้คัดเลือกไว้ โดยใช้ Software โปรแกรม CalcuLux Indoor V.4.5 ทำการคำนวณและประมวลผลของข้อมูล เพื่อหาค่าที่ต้องการทางไฟฟ้าต่างๆ คือ ค่าความส่องสว่าง (Illuminance) เฉลี่ยในพื้นที่วิจัย ค่ากำลังไฟฟ้า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้โดยรวมตลอดทั้งปี ผลประหยัดพลังงานที่ได้ต่อปี งบประมาณในการลงทุนปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ ระยะเวลาคืนทุน และผลตอบแทนการลงทุน แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลของการใช้วัสดุอุปกรณ์แต่ละประเภท เพื่อศึกษารูปแบบการใช้วัสดุอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำสุด และมีผลการประหยัดพลังงานมากที่สุดด้วย โดยทำการศึกษาวิจัยในพื้นที่ของอาคาร โรงพยาบาลสมิติเวช ศรีนครินทร์

ผลการศึกษาวิจัยพบว่า ถ้ามีการจัดการระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยการปรับปรุง ปรับเปลี่ยน หรือปรับลดวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้า ประกอบไปด้วย โคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ และมีการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของพื้นที่และการประหยัดพลังงานแล้ว จะทำให้สามารถลดต้นทุนในด้านพลังงานลงได้ โดยในพื้นที่ส่วนที่ 1 พื้นที่จอดรถ ชั้น G1 นั้น สามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้ 50,012.94 บาท / ปี หรือลดลง 36.32 % ของค่าใช้จ่ายเดิม โดยมีระยะเวลาการคืนทุนเพียง 1.61 ปี หรือ 19.32 เดือนเท่านั้น ในส่วนของพื้นที่ส่วนที่ 2 พื้นที่สำนักงาน ชั้น 8 นั้น สามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้ 56,478.79 บาท/ปี หรือลดลง 47.70 % ของค่าใช้จ่ายเดิม ในส่วนระยะเวลาคืนทุนโดยรวมนั้นจะใช้เวลา 7.89 ปี ซึ่งจะมีผลดีในระยะยาว ในขณะที่ผลตอบแทนการลงทุนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

Thematic Title	Lighting Management For Reduce Energy Cost
Author	Natpasit Kornkaewngam
Thematic Paper Advisor	Asst. prof. Tika Bunnak
Department	Building Technology Management
Academic Year	2009

ABSTRACT

With the title "Lighting Management for Reduce Energy Cost", this research has an objective to study the lighting luminaire, lamp, lighting electricity related equipments in each category, and lighting environment area. The research model is developed by studying the environment area with selective electrical lighting equipments. By using of CalcuLux Indoor V.4.5, the software calculates the average illuminance in the subject area, active power, electrical energy cost yearly, energy saving cost yearly, the initial budgeting for the adjusting the existing equipment to the energy saving, payback period and return on investment. For this research, Samitivej Hospital Srinakarin is the site for conducting the experimental models by analyzing any type of the electrical equipment, and finding an appropriate form of the energy saving in both effective and efficient way.

From the research, the hospital can save the energy cost in the long run by selecting and matching the lighting luminaire, lamp and accessories for the purpose of use in the appropriate area depending on the level of the lighting illumination design, environment and energy saving design. In the area of part 1 : the parking space area on the G1 level floor, the energy saving is 50,012.94 baht per year or 36.32 percentage reducing from the current system. It takes about 1.61 year or 19.32 months in the payback period. In the area of part 2 : the office area on the 8th floor, the energy saving is 56,478.79 baht per year or 47.70 percentage saving compared with the existing system. It takes about 7.89 years to recoup the cost from the investment.

Keywords : effective maintenance / auditing system

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ เรื่อง “การจัดการระบบแสงสว่าง เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน” ได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตร์ตราจารย์ ดร.ติกะ บุนนาค ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขเนื้อหาสาระ ของสารนิพนธ์ ตลอดระยะเวลาของการดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณหน่วยงาน และเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิศวกรรม โรงพยาบาล สมิติเวช ศรีนครินทร์ ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลและเอื้อเฟื้อสถานที่

ขอขอบคุณ คุณวีรพล เอาทารย์สกุล คุณรินรดา เลิศเกียรติกุล Lighting Specialist LiDAC : Philips Lighting Thailand ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา และแนะนำ Program : CalcuLux Indoor V.4.5

และขอขอบคุณ ผู้ที่ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ทุกท่าน จนทำให้งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ณัฐพสิษฐ์ ก้อนแก้วงาม

DPU

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง
กิตติกรรมประกาศ..... จ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญรูป..... ฌ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ที่มาของงานวิจัย..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย..... 4
2. ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง..... 5
2.1 ความรู้พื้นฐานทางด้านการส่องสว่าง..... 5
2.2 หลักการในการออกแบบระบบการส่องสว่างด้วยไฟฟ้า..... 12
2.3 มาตรฐานการส่องสว่างของลักษณะการใช้งานประเภทต่างๆ..... 13
2.4 ประสิทธิภาพแสงของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ..... 16
2.5 อัตราค่าไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง..... 24
3. วิธีดำเนินการศึกษา..... 40
3.1 พื้นที่ในการดำเนินการวิจัย..... 40
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 40
3.3 กรอบแนวคิดของการวิจัย..... 44
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 45
4. ผลการศึกษา..... 46
4.1 พื้นที่จอดรถ ชั้น G1..... 46
4.2 พื้นที่สำนักงาน (Back Offic) ชั้น 8..... 58

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5. สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา 72
5.1 อภิปรายผลการศึกษา 72
5.2 สรุปผลการศึกษา 76
5.3 ข้อเสนอแนะ 81
บรรณานุกรม 83
ภาคผนวก 86
ก ตารางแสดงระดับความส่องสว่างที่เหมาะสม 87
ข ตารางแสดงข้อมูลหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ 97
ค ตารางแสดงวงจรภายในของบัลลาสต์ 108
ง ตาราง Utilization Factors 112
จ กฎกระทรวง ออกตามความใน พระราชบัญญัติการส่งเสริม
การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 121
ฉ คุณลักษณะเฉพาะของอุปกณ์ประหยัดพลังงาน ปี 2549 125
ช รายละเอียดโคมไฟฟ้า 131
ประวัติผู้เขียน 134

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัยของแต่ละขั้นตอน	4
2.1	ความสว่างสำหรับพื้นที่และการทำงานต่างๆ	14
2.2	ความสว่างสำหรับพื้นที่ทำงานต่างๆ ตามาตรฐาน CIE (Publication CIE No.2932 (1986) – Guide on Interior Lighting)	14
2.3	ข้อมูลที่สำคัญของหลอดชนิดต่างๆ	24
3.1	การเก็บรวบรวมข้อมูล	45
4.1	แสดงตารางบันทึกข้อมูลของ พื้นที่จอดรถ ชั้น G1	47
4.2	แสดงการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า ก่อนเปลี่ยนอุปกรณ์	48
4.3	แสดงตารางบันทึกค่าความสว่างที่วัดจากเครื่องมือ Lux. Meter ก่อนเปลี่ยนอุปกรณ์	49
4.4	แสดงการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า ของหลอด HM. และ HID	52
4.5	แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่ลดลง หลังการเปลี่ยนอุปกรณ์	55
4.6	แสดงตารางการคำนวณค่าการลงทุน และอัตราคืนทุน กรณีเปลี่ยนโคมไฟฟ้า	57
4.7	แสดงตารางบันทึกข้อมูลของ พื้นที่สำนักงาน ชั้นที่ 8	60
4.8	แสดงการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนเปลี่ยนอุปกรณ์	61
4.9	แสดงตารางบันทึกค่าความสว่างที่วัดจากเครื่องมือ Lux. Meter ก่อนเปลี่ยนอุปกรณ์	63
4.10	แสดงผลการคำนวณค่าทางไฟฟ้า หลังปรับเปลี่ยนอุปกรณ์	66
4.11	แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้หลังปรับเปลี่ยนอุปกรณ์	67
4.12	แสดงตารางการคำนวณค่าการลงทุน และ ระยะเวลาคืนทุน กรณีเปลี่ยนอุปกรณ์	70
4.13	แสดงตารางค่าการลงทุน และระยะเวลาคืนทุน กรณีปรับลดอุปกรณ์	71

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสีและความส่องสว่าง	8
2.2	การให้แสงสว่างบริเวณทางเข้าสำนักงาน	9
2.3	การให้แสงสว่างสม่ำเสมอในพื้นที่สำนักงานเปิด	10
2.4	กราฟกระจายแสงโคมฟลูออเรสเซนต์เพื่อการใช้งานพื้นที่ต่างกัน	10
2.5	การให้แสงสว่างในห้องสำนักงานที่กั้นเป็นสัดส่วน	11
2.6	ความแตกต่างของการใช้โคมที่แสงกระจายด้านข้างมากเทียบกับด้านข้างน้อย	12
2.7	แสดงหลอดไฟฟ้าประเภทต่างๆ	17
2.8	แสดงการแบ่งชนิดของหลอดไฟ	18
2.9	หลอดอินแคนเดสเซนต์	19
2.10	หลอด Flourescent	20
2.11	หลอด Compact Flourescent	21
2.12	หลอด High Pressure Mercury Blended Lamp	22
2.13	หลอด Sodium High Pressure	23
2.14	หลอด Metal Halide	24
3.1	ดิจิตอลมิเตอร์ Fluke 787	41
3.2	แคลมป์มิเตอร์Fluke 321	42
3.3	Lux meter	43
4.1	แสดงแบบแปลน พื้นที่จอดรถ ชั้น G1	46
4.2	แสดงค่า Surface Illuminance ของโคมชุดเดิม	48
4.3	แสดงผลการคำนวณค่าทางไฟฟ้าหลอด Metal Halide โดยโปรแกรม CalcuLux	50
4.4	แสดงผลการคำนวณค่าทางไฟฟ้าหลอด HID. โดยโปรแกรม CalcuLux	51
4.5	แสดงกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดทั้ง 3 แบบ	53
4.6	แสดงค่า Surface Illuminance ของหลอด HM. และ HID	54

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.7 แสดงกราฟค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าของหลอดทั้ง 3 แบบ..... 56

4.8 แสดงแบบแปลน พื้นที่สำนักงาน ชั้นที่ 8..... 58

4.9 แสดงผลการคำนวณค่าทางไฟฟ้า ของ Zone A.
โดยโปรแกรม CalcuLux..... 61

4.10 แสดงค่า Surface Illuminance ของโคมเดิม ใน Zone A..... 62

4.11 แสดงผลการคำนวณค่าทางไฟฟ้า โดยโปรแกรม CalcuLux..... 64

4.12 แสดงค่า Surface Illuminance ของโคมแบบใหม่ใน Zone A..... 65

4.13 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อน
และหลังการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์..... 68

4.14 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าก่อน
และหลังการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์..... 68

4.15 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่ลดลง
หลังการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์..... 69

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของการวิจัยและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวการณ์ปัจจุบัน พฤติกรรมการใช้พลังงานได้มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบอยู่ตลอดเวลา และมีอัตราการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นในทุกๆ ปี ทั่วโลก ซึ่งค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานเป็นค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งของต้นทุนในการประกอบกิจการ ขององค์กรธุรกิจทุกองค์กร และถือเป็นค่าใช้จ่าย หรือต้นทุนในการดำเนินธุรกิจ ที่ทุกองค์กรไม่อาจจะมองข้ามไปได้ ซึ่งในแนวความคิดในการประกอบธุรกิจนั้น ถ้าสามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานลงได้ นั่นหมายถึง การลดต้นทุนในการประกอบธุรกิจขององค์กรนั้น หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ เป็นการเพิ่มผลกำไรในการประกอบธุรกิจนั่นเอง หลายองค์กรธุรกิจ จึงเริ่มหันมาสนใจในการที่จะทำให้ การใช้พลังงานในองค์กรของตนเองลดลง ซึ่งอาจจะเริ่มจากการมีมาตรการต่างๆ นำมาใช้กับบุคลากรภายในองค์กร เช่น การรณรงค์ในการประหยัดพลังงาน การสร้างจิตสำนึกในการใช้พลังงาน การให้ความรู้ในเรื่องพลังงานและการประหยัดพลังงานอย่างถูกวิธี การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม การนำเทคโนโลยีมาควบคุมการใช้พลังงาน การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน ตลอดจนถึง การออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อการประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ในการเริ่มต้นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน

ปัจจุบันประเทศไทยมีอาคารสำนักงาน ศูนย์การค้า อาคารโรงแรม และอาคารโรงพยาบาล รวมทั้งอาคารที่พักอาศัย ซึ่งอาคารส่วนใหญ่ได้มีการออกแบบตามแบบของอาคารในแถบทวีปยุโรป และอเมริกา การนำรูปแบบอาคารในแถบทวีปยุโรป หรือทวีปอเมริกา ที่มีหลักการออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในเขตหนาว จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นหลักในการออกแบบอาคารในเมืองหลวงของประเทศไทย ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศที่ร้อนชื้น อาคารในประเทศไทยมีจำนวนมาก และพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารมีจำกัด และราคาแพงมาก ดังนั้นในการออกแบบและดำเนินการก่อสร้างอาคาร ผู้ลงทุนมักก่อสร้างอาคารที่มีขนาดใหญ่ เพื่อให้คุ้มค่าแก่การลงทุนในการประกอบธุรกิจต่าง ๆ ซึ่งอาคารขนาดใหญ่ทุกอาคารต้องมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ มากมาย ตั้งแต่ขั้นตอนของการก่อสร้างอาคารไปจนถึงการใช้งานอาคาร เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบปรับอากาศ การใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้งภายในตัวอาคาร ชั้นใต้ดิน ภายนอกอาคาร พื้นที่ที่จอดรถ และการใช้พลังงานไฟฟ้าใน

ต้องมีมาตรการในการควบคุมค่าใช้จ่าย และจัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมาช่วยในการลดพลังงานไฟฟ้าลงที่เรียกว่า Com – light แต่ถ้ามีการเลือกประเภทของโคมไฟ และหลอดไฟฟ้าให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้สอยก็จะเป็นวิธีที่ดีที่สุด ในการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดพลังงาน จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาคุณสมบัติของโคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบที่เกี่ยวข้อง
2. เปรียบเทียบผล การใช้พลังงานไฟฟ้า จากโคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ประเภทต่างๆ
3. ศึกษารูปแบบการใช้วัสดุอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ และทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำสุด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ในการศึกษา จะทำการศึกษาในอาคาร โรงพยาบาลสมิติเวช ศรีนครินทร์ มีขนาดพื้นที่ 100,418.70 ตารางเมตร และจะดำเนินการศึกษาเฉพาะพื้นที่ 2 ประเภท คือ
   - ส่วนที่ 1 พื้นที่สำหรับจอดรถ ชั้น G1 ขนาด 7,631.53 ตารางเมตร
   - ส่วนที่ 2 พื้นที่สำนักงาน ชั้นที่ 8 ขนาด 852.46 ตารางเมตร

   ในการดำเนิการศึกษาใน 2 พื้นที่นี้ คิดเป็นร้อยละ 8.14 ของพื้นที่อาคารทั้งหมด
2. โคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบ ที่เลือกใช้กับพื้นที่ โดยผู้ศึกษาเลือกศึกษา จำนวน 3 ประเภท คือ
   - โคมไฟฟ้าแบบ Reflect ประสิทธิภาพสูง ใช้หลอด Fluorescent
   - โคมไฟฟ้าแบบ High-bay เลือกใช้กับหลอด Metal Halide (HM.)
   - โคมไฟฟ้าแบบ High-bay เลือกใช้กับหลอด High Intensity Discharge (HID.)
3. ในการคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้า จะเปรียบเทียบโดยใช้หลักในการคำนวณค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4.1.2 แบบ TOD. Rate ของการไฟฟ้านครหลวง เท่านั้น
4. ในการดำเนินการศึกษา จะใช้มาตรฐาน ตามค่ามาตรฐาน CIE เท่านั้น

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

แสงสว่างเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดการมองเห็นได้ แสงสว่างที่ทำให้เกิดการมองเห็นได้เรียกว่า Visible Light ซึ่งมีช่วงความถี่อยู่ระหว่างแสง UV (Ultra Violet) และแสง IR (Infrared) แสงเป็นส่วนหนึ่งของคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นระหว่าง 3,800 - 7,000 รังสีตรอม ซึ่งในช่วงนี้เรตินาของนัยน์ตาจะมีความไวต่อการรับสูง แสงที่เราเห็นเกิดจากอีเลคตรอนในอะตอมหรือ โมเลกุลเปลี่ยนสถานะของพลังงาน และสีต่างๆ ที่เรามองเห็นนั้นเกิดจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ต่างๆ กัน สีที่เรามองเห็นแบ่งออกเป็น 6 สี ได้แก่ สีม่วง น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม และ แดง แสงสว่างที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย และความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในบริเวณพื้นที่นั้นๆ จึงควรมีการจัดระบบแสงสว่างให้เหมาะสมกับลักษณะ และชนิดของงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติหรือผู้ใช้สอยพื้นที่นั้นๆ เกิดความสุขสบายและทำให้ เกิดความคล่องตัวในการปฏิบัติงานต่างๆได้ดีขึ้น ในทางตรงกันข้าม ถ้าในพื้นที่มีสภาพแวดล้อมในการดำเนินกิจกรรม ที่มีระดับแสงสว่างไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ อาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพร่างกาย และอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ได้เช่นกัน

2.1 ความรู้พื้นฐานทางด้านการส่องสว่าง

พื้นฐานทางด้านการส่องสว่าง มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบก่อนที่จะทำการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และการดำเนินการในเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พื้นฐานของการส่องสว่างที่ดังนี้คือ

2.1.1 คำจำกัดความทั่วไป

ค่าฟลั๊กการส่องสว่าง (Luminuos Flux) หมายถึง ปริมาณแสงสว่าง หน่วยเป็น ลูเมน

ค่าประสิทธิผล (Efficacy) หมายถึง ปริมาณแสงที่ออกมาต่อวัตต์ที่ใช้ (ลูเมน ต่อ วัตต์) หลอดที่มีค่าประสิทธิผลสูง คือ หลอดที่ให้ปริมาณแสงออกมามากแต่ใช้วัตต์ต่ำ

ความถูกต้องของสี (Color Rendering) หมายถึง แสงที่ส่องไปถูกวัตถุให้ความถูกต้องของสีมากน้อยเพียงใด มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ หลอดที่มีความถูกต้อง 100 % หมายความว่าเมื่อใช้หลอดนี้ส่องสว่างวัตถุชิ้นหนึ่งแล้ว สีของวัตถุที่เห็นไม่มีความเพี้ยนของสี

อุณหภูมิ (Color Temperature) หมายถึง สีของหลอดเทียบได้กับสีที่เกิดจากการเผาวัตถุดำอุดมคติให้ร้อนที่อุณหภูมินั้น เช่นหลอดอินแคนเดสเซนต์มีอุณหภูมิสีประมาณ 3,000 องศาเคลวิน สีของแสงจะเหมือนกับการเผาวัตถุดำอุดมคติให้ร้อนที่อุณหภูมิ 3,000 องศาเคลวิน

มุมองศาในการใช้งานหลอด (Burning Position) หมายถึง มุมองศาในการติดตั้งใช้งานหลอด ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

อายุการใช้งาน (Life Time) หมายถึง อายุการใช้งานของหลอดโดยเฉลี่ย หน่วยเป็นชั่วโมง

พื้นที่รอบข้าง (Immediate Surrounding) หมายถึง ขอบเขตพื้นที่อย่างต่ำ 0.5 เมตร โดยรอบพื้นที่ ณ จุดการทำงาน หรือ)ฏิบัติกิจกรรม (Task Area) ซึ่งอยู่ในรัศมีของสายตา

ระดับความส่องสว่างขั้นต่ำที่เหมาะสม (Maintained Illuminance) หมายถึง ระดับความส่องสว่างขั้นต่ำ (โดยเฉลี่ย) ที่วัดได้ และต้องคงไว้ ณ พื้นที่หรือจุดทำงาน (Task Area) มีหน่วยเป็น Lx (ลักซ์)

ค่าพิกัดแสงบาดตาโดยรวม (UGR:Unified Glare Rating) หมายถึง ค่าพิกัดแสงบาดตาแบบไม่สบายตาของระบบแสงสว่างทั้งระบบตามมาตรฐาน CIE ซึ่งสามารถหาได้โดยวิธีตาราง (มาตรฐาน CIE 117-1995)

ค่าพิกัดสูงสุดของแสงบาดตาโดยรวม (UGR_L:Limited Unified Glare Rating) หมายถึง ค่าพิกัดแสงบาดตาโดยรวมสูงสุดที่ยอมได้ เมื่อติดตั้งระบบอสงสว่างเสร็จแล้ว ณ พื้นที่หรือจุดทำงาน

ค่า $R_{a(min)}$:Minimum Colour Rendering Index หมายถึง ดัชนีความถูกต้องของสี (R_a:Colour Rendering Index) หรือความเหมือนจริงของสีของวัตถุขั้นต่ำสุดเมื่อมองเห็น ขณะที่แสงจากระบบแสงสว่าง ณ พื้นที่หรือจุดทำงานกระทบผิววัตถุ

ความส่องสว่าง (อิลูมิแนนซ์) หมายถึง ปริมาณแสงที่กระทบลงบนวัตถุต่อพื้นที่มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ (ถ้าหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางฟุต ความส่องสว่างก็เป็นฟุตแคนเดิล) สามารถคำนวณได้จาก

$$I = \frac{L}{A} \qquad \text{..... 2.1}$$

เมื่อ

I = อิลูมิแนนซ์

L = ปริมาณแสง

A = พื้นที่ต่อตารางเมตร

ความสว่าง (ลูมิแนนซ์) หมายถึง ปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุต่อพื้นที่ มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร ปริมาณแสงที่เท่ากันเมื่อตกกระทบลงมาบนวัตถุที่มีสีต่างกันจะมีปริมาณแสงสะท้อนกลับต่างกัน นั่นคือ ลูมิแนนซ์ ต่างกัน สาเหตุที่ต่างกันก็เนื่องมาจากสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุต่างกัน

องศาเคลวิน คือ อุณหภูมิแสง ปกติการบอกสีทางด้านการส่องสว่างมักด้วยอุณหภูมิสี ซึ่งหมายถึง สีที่เกิดจากการเผาไหม้วัสดุสีดำซึ่งมีการดูดซับความร้อนได้สมบูรณ์ด้วยอุณหภูมิที่กำหนด เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์คูลไวท์มีอุณหภูมิสี 6500 องศาเคลวิน หมายถึง เมื่อเผาวัตถุสีดำให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 6500 เคลวิน วัตถุนั้นจะเปล่งแสงออกมาเป็นสีคูลไวท์หรือขาวปนน้ำเงิน เป็นต้น

ตัวอย่างอุณหภูมิสีของหลอดต่างๆ เป็นดังนี้

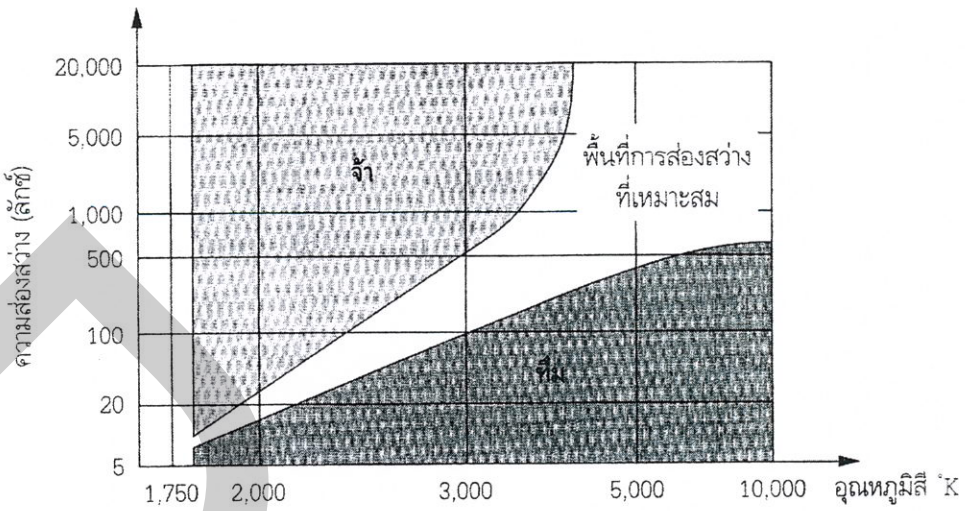
เทียนไข	1900	เคลวิน
หลอดอินแคนเดสเซนต์	2800	เคลวิน
หลอดฟลูออเรสเซนต์		
- เดย์ไลท์ (Daylight)	6500	เคลวิน
- คูลไวท์ (Cool White)	4500	เคลวิน
- วอร์มไวท์ (Warm White)	3500	เคลวิน

2.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสี และความส่องสว่าง

การเลือกชนิดของหลอดที่ใช้ควรให้สัมพันธ์กันระหว่างความส่องสว่าง (ลักซ์) และอุณหภูมิสีของหลอด พิจารณารูปที่ 1.1 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างและอุณหภูมิสี ความหมายกราฟในรูปที่ 2.1 หมายถึง หลอดที่มีอุณหภูมิต่ำควรใช้กับความส่องสว่างต่ำ หลอดที่มีอุณหภูมิสีสูงควรใช้กับความส่องสว่างสูง และ ถ้าใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีต่ำกับความส่องสว่างสูงจะตกไปในแรเงาด้านบนจะรู้สึกจ้า และถ้าใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีสูงกับความส่องสว่างต่ำจะรู้สึกทึม ดังแสดงในกราฟแรเงาด้านล่าง

ตัวอย่างการเลือกสีของหลอดให้สัมพันธ์กับความส่องสว่างของแต่ละงาน เช่น

ร้านอาหารสลัว	ความส่องสว่าง 20 ลักซ์ ควรใช้หลอด 2000 องศาเคลวินนี่เป็นเหตุผลว่าทำไมร้านอาหารไฟสลัว จึงจุดเทียนไข
บ้านอยู่อาศัย	ความส่องสว่าง 100 ลักซ์ ควรใช้หลอด 2500 องศาเคลวินนี่เป็นเหตุผลว่าทำไมบ้านอยู่อาศัย หรือโรงแรมจึงใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ ฮาโลเจน หรือ หลอดวอร์มไวท์
สำนักงาน	ความส่องสว่าง 500 ลักซ์ ควรใช้หลอด 4000 องศาเคลวิน
ห้องเขียนแบบ	ความส่องสว่าง 700 ลักซ์ ควรใช้หลอด 4500 องศาเคลวิน



รูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสีและความส่องสว่าง

2.1.3 ความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง (Uniformity)

ในพื้นที่ทำงานที่ต้องการความส่องสว่างสม่ำเสมอ เช่น ในสำนักงานที่มีการโยกย้ายโต๊ะทำงานบ่อยๆ ควรมีอัตราความส่องสว่างต่ำสุดต่อความส่องสว่างเฉลี่ย ไม่ต่ำกว่า 0.8

ในพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็นต้องมีความส่องสว่างสม่ำเสมอ ความส่องสว่างโดยรอบบริเวณทำงานไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า 1/3 ของความส่องสว่างที่โต๊ะ หรือ พื้นที่ทำงาน เช่น ในห้องผู้จัดการ ที่โต๊ะทำงานมีความส่องสว่าง 500 ลักซ์ บริเวณรอบข้างไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า 500/3=170 ลักซ์ เป็นต้น

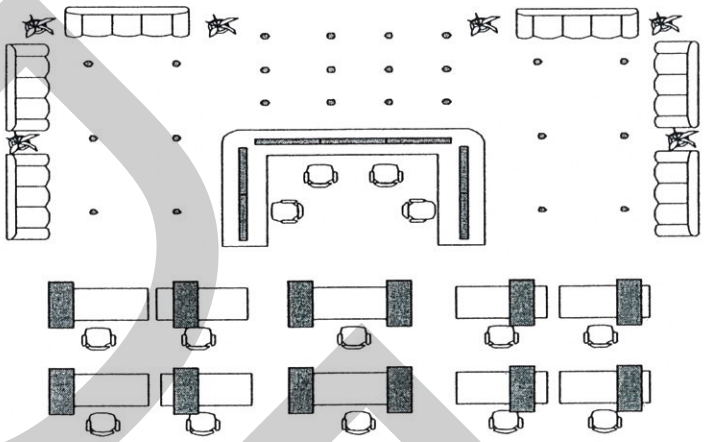
ในพื้นที่ทำงานข้างเคียงไม่ควรมีความส่องสว่างต่างกันมากกว่า 5:1 เช่น ในห้องทำงานมีความส่องสว่าง 500 ลักซ์ เมื่อเดินออกนอกห้องแล้ว ความส่องสว่างด้านนอกไม่ว่าจะเป็นทางเดินหรืออะไรก็แล้วแต่ ไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า 100 ลักซ์ เป็นต้น

2.1.4 การส่องสว่างในสำนักงาน

การส่องสว่างสำนักงานต้องให้ได้แสงสว่างสม่ำเสมอ ยกเว้นกรณีที่เป็นห้องต้อนรับหรือเป็นบริเวณที่ไม่ได้ใช้ทำงานก็ไม่ต้องให้มีแสงสว่างสม่ำเสมอ การส่องสว่างสำนักงานโดยทั่วไปก็ใช้หลอด ฟลูออเรสเซนต์คูลไวท์ (Cool White) หรือ เดไลท์ (Daylight)

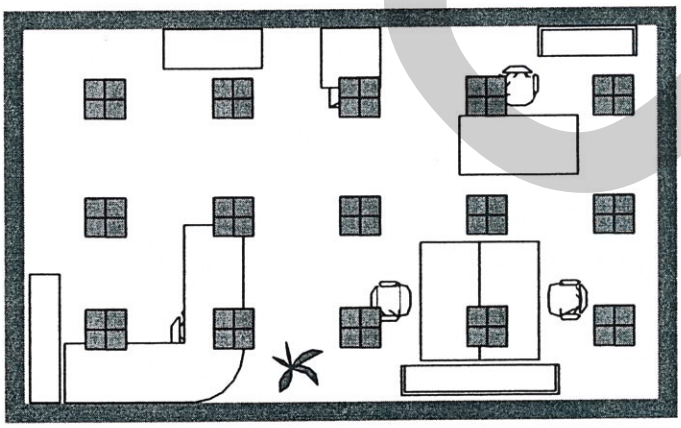
โคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้กันมาก ได้แก่ โคมตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม (Aluminum Reflector) อะลูมิเนียมมีสองแบบ คือ แบบกระจกเงา และ แบบด้าน วัสดุที่ใช้ควรมีประสิทธิภาพการสะท้อนแสงที่ดี เช่นมีสัมประสิทธิการสะท้อนแสงของตัวสะท้อนแสง 95 % เป็นต้น และนอกจากนี้ต้องมีการออกแบบโคมที่ดีด้วย การพิจารณาโคมไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานควร

พิจารณาจากประสิทธิภาพโดยรวมของโคมไฟฟ้า η (ปริมาณแสงที่ออกจากโคม/ ปริมาณแสงที่ออกจากหลอด) เป็นเกณฑ์ รวมทั้งแสงบาดตา และกราฟการกระจายแสงของโคม ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่



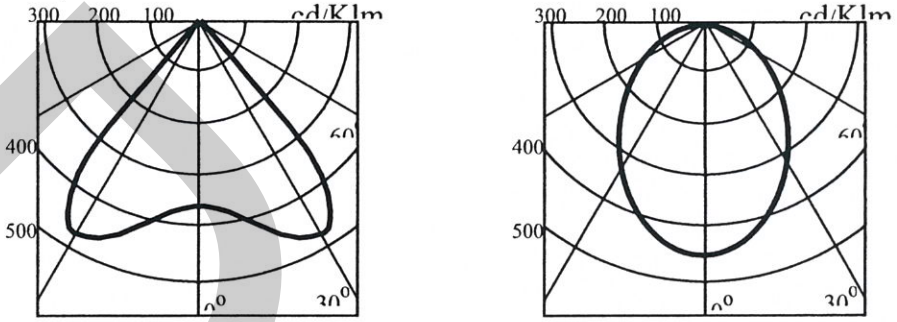
รูปที่ 2.2 การให้แสงสว่างบริเวณทางเข้าสำนักงาน

พื้นที่สำนักงานเปิด หมายถึง พื้นที่ขนาดใหญ่ไม่ได้กั้นเป็นห้อง หรือ กั้นคอก การให้แสงในลักษณะนี้ก็วางโคมแบบให้แสงสม่ำเสมอหมดทั้งพื้นที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 การให้แสงพื้นที่เปิดควรระวังไม่ให้ระยะห่างระหว่างโคมมากเกินไป เพราะในทางปฏิบัติพื้นที่สำนักงานเปิดอาจมีการกั้นคอก (Partition) ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงเงาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการบังแสงจากผนังที่เอามากั้นไว้ถ้าโคมวางห่างเกินไป แต่ถ้าไม่มีการกั้นคอกโคมไฟฟ้าที่มีการกระจายแสงในแนวกว้างก็เหมาะเพราะไม่ต้องใช้จำนวนโคมมากเกินไป



รูปที่ 2.3 การให้แสงสว่างสม่ำเสมอในพื้นที่สำนักงานเปิด

ถ้าสำนักงานเปิดมีเพดานที่สูงเช่น ตั้งแต่ 2.8 ม.เป็นต้นไป การพิจารณาโคมที่ใช้ควรเลือกโคมที่มีแสงไม่กระจายมากเพื่อให้แสงลงมาที่โต๊ะทำงานมากขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.4



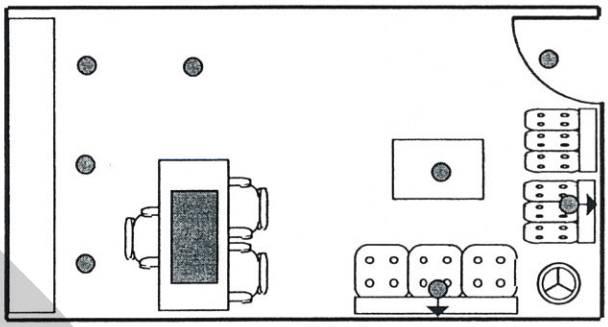
ก. เหมาะสำหรับพื้นที่ที่เพดานไม่สูงมาก ข. เหมาะสำหรับพื้นที่เพดานสูง

รูปที่ 2.4 กราฟกระจายแสงโคมฟลูออเรสเซนต์เพื่อการใช้งานพื้นที่ต่างกัน

สำนักงานกั้นคอก หมายถึง สำนักงานที่มีการกั้นคอกสูง (Partition) ซึ่งโดยมากมักจะอยู่ติดกับพื้นที่สำนักงานเปิด การให้แสงที่บริเวณนี้ก็อาจต้องมีการจัดโคมใหม่จากแนวเดิมของพื้นที่สำนักงานเปิด เพื่อให้แสงส่องลงบริเวณที่กั้นคอก และการออกแบบในบริเวณดังกล่าวเมื่อต้องใช้สูตรการคำนวณแบบลูเมนต้องพิจารณาผลของการกั้นคอกสูงด้วย เพราะการกั้นคอกดังกล่าวทำให้ความส่องสว่างลดลงมากเหลือ 70-80% เช่น เมื่อยังไม่มีการกั้นคอกสูง วัดความส่องสว่างที่โต๊ะทำงานได้ 500 ลักซ์ เมื่อมีคอกกั้นสูง ความส่องสว่างที่โต๊ะทำงานอาจเหลือเพียง 500x0.7=350 ลักซ์ เป็นต้น

โคมไฟฟ้าที่เหมาะสำหรับสำนักงานกั้นคอกควรเป็น โคมฟลูออเรสเซนต์ที่มีการกระจายแสงด้านข้างน้อย เพราะถ้าใช้โคมที่มีกราฟกระจายแสงตามในรูปที่ 2.4 ก) และตั้งโคมห่างกันมากทำให้พื้นที่กั้นคอกบางพื้นที่ไม่มีโคมอยู่เหนือพื้นที่ แสงในบริเวณนั้นก็มืดมากกว่าพื้นที่อื่นๆ

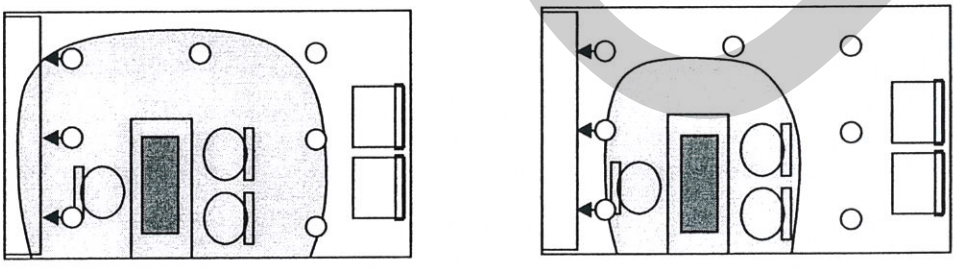
ห้องสำนักงาน หมายถึง สำนักงานที่กั้นเป็นห้อง เช่น ห้องผู้จัดการ เป็นต้น การให้แสงในสำนักงานที่เป็นห้องนี้ พิจารณาได้เป็น 2 อย่าง คือ ถ้าห้องมีการปรับเปลี่ยนบ่อยก็ควรให้แสงแบบสม่ำเสมอ แต่ถ้าห้องไม่มีการปรับเปลี่ยนก็ควรให้แสงแบบเน้นเป็นที่ เช่น ที่กลางโต๊ะก็ติดตั้งโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ให้ได้ประมาณ 500 ลักซ์ เมื่อให้แสงที่โต๊ะทำงานแล้ว บริเวณอื่นก็สามารถให้แสงตามความเหมาะสมได้จากโคมฟลูออเรสเซนต์ แทนที่จะให้ความส่องสว่างสูงมากจากหลอดฟลูออเรสเซนต์อย่างเดียวทำให้ไม่ประหยัดพลังงานแสงสว่าง



รูปที่ 2.5 การให้แสงสว่างในห้องสำนักงานที่กั้นเป็นสัดส่วน

รูปที่ 2.5 แสดงการให้แสงสว่างในสำนักงานที่เป็นห้องส่วน ซึ่งมีที่ควรระวัง คือ ความส่องสว่างที่โต๊ะและบริเวณข้างเคียงภายในห้องไม่ควรมีความส่องสว่างต่างกันมากกว่า 3 เท่า เช่น ที่โต๊ะทำงานให้ความส่องสว่าง 500 ลักซ์ บริเวณข้างเคียงควรมีความส่องสว่างไม่น้อยกว่า 500/3 หรือประมาณไม่น้อยกว่า 150 ลักซ์ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ตาต้องปรับสภาพมากเมื่อต้องเงยหน้าขึ้นจากโต๊ะทำงาน

การให้แสงสว่างบนโต๊ะทำงานที่ไม่ต้องการให้แสงสว่างกระจายไปด้านข้างมาก เพื่อไม่ให้รบกวนแสงตกแต่งก็ควรใช้โคมที่มีกราฟกระจายแสงด้านข้างไม่มากนัก พิจารณารูปที่ 2.6 สำหรับพื้นที่สำนักงานที่เป็นห้องส่วนตัวกรณีที่ใช้โคมที่มีการกระจายแสงมากและโคมที่มีการกระจายแสงไม่มาก รูปที่ 2.6 ก) ใช้โคมฟลูออเรสเซนต์ที่มีการกระจายแสงด้านข้างมากเช่นในกราฟโคมในรูปที่ 2.4 ก) จะให้แสงกระจายกว้างทำให้การตกแต่งด้วยแสงอย่างอื่นทำได้ลำบาก แต่ถ้าใช้กราฟโคมในรูปที่ 2.4 ข) ซึ่งมีการกระจายแสงไม่กว้าง ทำให้งานตกแต่งด้วยโคมอย่างอื่นทำได้ง่ายเพื่อให้เกิดความสวยงาม



ก. โคมกระจายแสงด้านข้างมาก ข. โคมกระจายแสงด้านข้างน้อย

รูปที่ 2.6 ความแตกต่างของการใช้โคมที่แสงกระจายด้านข้างมากเทียบกับด้านข้างน้อย

2400

2.2 หลักการในการออกแบบระบบการส่องสว่างด้วยไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ดี นอกจากทำให้การประกอบกิจกรรมต่างๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้วยังจะต้องมีค่าใช้จ่ายต่างๆ ต่ำด้วย เช่น ค่าหลอดไฟฟ้า ดวงโคม ค่าไฟฟ้าตลอดจนค่าการบำรุงรักษา ตัวบ่งชี้ที่สำคัญตัวหนึ่งที่ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงพลังงานนำมาใช้เพื่อบอกให้ทราบว่าระบบไฟฟ้าแสงสว่างใดๆ ดีหรือไม่ดีในด้านการอนุรักษ์พลังงานคือ ภาระทางไฟฟ้า ของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ที่มีการวัดในหน่วยของค่า วัตต์ ต่อ ตารางเมตร ($W./m^2$) โดยระบุไว้ในกฎกระทรวงว่า อาคาร สำนักงาน, ธนาคาร, สถานศึกษา, โรงพยาบาล และ โรงแรม จะใช้กำลังไฟฟ้า เพื่อการส่องสว่างได้ไม่เกิน 16 $W./m^2$

จากนิยามของความสว่าง

$$E = F/A \quad \text{.....2.2}$$

เมื่อ E คือ ค่าความสว่างเฉลี่ยบนพื้นที่ใดๆ (ลักซ์)

F คือ ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกบนพื้นที่นั้นๆ (ลูแมน)

A คือ ขนาดของพื้นที่ (ตารางเมตร)

ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกลงบนพื้นที่ใดๆ นั้นจะเกิดจากจำนวนของดวงโคม จำนวนของหลอดไฟในดวงโคมแต่ละชุด ปริมาณฟลั๊ก ส่องสว่างที่เกิดจากหลอดไฟแต่ละหลอดสัมประสิทธิการใช้ประโยชน์แสงของดวงโคม ตลอดจนตัวประกอบการสูญเสียแสงจากสาเหตุต่างๆ จึงเขียนสมการที่ 2.2 ได้ใหม่เป็น

$$E = N \times n \times FL \times CU \times LLF/A \quad \text{.....2.3}$$

เมื่อ N คือ จำนวนของดวงโคมที่ใช้ทั้งหมด

N คือ จำนวนของหลอดไฟในดวงโคมแต่ละชุด

FL คือ ฟลักซ์ส่องสว่างที่เกิดจากหลอดไฟแต่ละหลอด(ลูแมน)

CU คือ สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์แสงของดวงโคม

LLF คือ ตัวประกอบการสูญเสียแสง

จากสมการที่ 2.3 แปลงใหม่ได้เป็น

$$N \times n \times P/A = (E \times P) / (FL \times CU \times LLF)$$

หรือ $W/m^2 = E / (LPW \times CU \times LLF)$ 2.4

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้า (วัตต์) ของหลอด 1 ชุด (กำลังไฟฟ้าของหลอดบวกกับ กำลังไฟฟ้าในอุปกรณ์ต่างๆ เช่น บัลลาสต์)

LPW คือ ประสิทธิภาพแสงของหลอดไฟ และอุปกรณ์ประกอบ (ลูแมนต่อวัตต์)

จากสมการที่ 2.4 จะพบว่า ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่กินไฟน้อย หรือมีค่าวัตต์ต่อตารางเมตรต่ำนั้น ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงตัวแปรหลัก 4 ตัวคือ

1. ระดับความสว่างที่จำเป็นต้องใช้
2. ค่าประสิทธิภาพแสงของหลอดไฟและอุปกรณ์ประกอบ
3. ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์แสงของดวงโคม
4. การบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

2.3 มาตรฐานการส่องสว่างของลักษณะการใช้งานประเภทต่างๆ

ผู้ออกแบบระบบการส่องสว่าง จะต้องทำความเข้าใจกับพื้นที่ที่จะให้แสงสว่างถึงประเภทหรือชนิดของงานที่จะกระทำในพื้นที่นั้นๆ ว่าเป็นงานชนิดใด ต้องการระดับความสว่างสูงต่ำมากน้อยเพียงใด ค่าความสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทนี้สามารถดูได้จากมาตรฐานสากลด้านวิศวกรรมการส่องสว่าง ของ CIE (International Commission on lllumnation) เรื่อง Guide on Interior Lighing, CIE No. 29.2 (1986) ซึ่งได้กำหนดระดับความสว่างสำหรับงานประเภทต่างๆ ไว้โดยสรุปดังแสดงในตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2

ข้อมูลเพิ่มเติม ให้ดูในภาคผนวก ก. ตารางระดับความส่องสว่างขั้นต่ำที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ทำงาน และกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร

ตารางที่ 2.1 ความสว่างสำหรับพื้นที่และการทำงานต่างๆ

พิสัยความสว่าง (ลักซ์)			ชนิดของพื้นที่ใช้งานหรือกิจกรรม
20	30	50	ทางเดินและพื้นที่ทำงานภายนอกอาคาร
50	100	150	ทางเดินภายในและการแวะผ่านช่วงเวลาสั้นๆ
100	150	200	พื้นที่ที่ไม่ได้ใช้งานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน
200	300	500	งานที่ใช้สายตาไม่มาก (งานชิ้นใหญ่)
300	500	750	งานที่ใช้สายตาปานกลาง (สำนักงาน)
500	750	1000	งานที่ใช้สายตามาก (งานเขียนแบบ)
750	1000	1500	งานที่ใช้สายตามากๆ (งานชิ้นเล็กๆ)
1000	1500	2000	งานที่ใช้สายตามากเป็นพิเศษ (งานชิ้นเล็กมาก)
มากว่า 2000			งานที่ต้องทำอย่างพิถีพิถัน

ตารางที่ 2.2 ความสว่างสำหรับพื้นที่ทำงานต่างๆ ตามมาตรฐาน CIE (Publication CIE No.2932 (1986) – Guide on Interior Lighting)

ชนิดพื้นที่ หรืองาน	ย่านความส่องสว่าง (ลักซ์)
พื้นที่อาคารทั่วไป	
ทางเดิน	50-100-150
บันได บันไดเลื่อน	100-150-200
ที่เก็บของ ห้องเก็บของ	100-150-200
สำนักงาน	
สำนักงานทั่วไป พิมพ์ดีด ห้องคอมพิวเตอร์	300-500-750
สำนักงานเขียนแบบ	500-750-1000
ห้องประชุม	300-500-750
ร้านค้า	
แสงสว่างทั่วไป ในร้าน	500-750
- ในอาคารพาณิชย์	300-500
- ในที่อื่นๆ	500-750
โรงเรียน	
ห้องบรรยาย	300-500-750
หน้ากระดาน	300-500-750
ห้องเขียนแบบ	300-750-1000
ห้องทดลอง	300-500-750
ห้องศิลปะ	300-500-750
โรงปฏิบัติการ	300-500-750
ห้องสมุด	
หิ้งหนังสือ	150-200-300
โต๊ะอ่านหนังสือ	300-500-750
ชนิดพื้นที่ หรืองาน	ย่านความส่องสว่าง (ลักซ์)
เคาน์เตอร์	200-300-500

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ชนิดพื้นที่ หรืองาน	ย่านความส่องสว่าง (ลักซ์)
อุตสาหกรรม	
งานหยาบ เครื่องมือหนัก	200-300-500
งานขนาดกลาง เครื่องจักร	300-500-750
งานละเอียด อิเล็กทรอนิกส์	500-750-1000
งานละเอียดมาก เครื่องมือวัด	1000-1500-2000
ห้องประชุม	
โรงภาพยนต์ คอนเสิร์ต	50-100-150
เอนกประสงค์	150-200-300

ปกติกำหนดให้ใช้ค่าความสว่างค่ากลาง (ตัวเลขหนา) แต่อาจใช้ต่ำกว่าหรือค่าสูงกว่าได้ โดยดูจากสภาพแวดล้อมต่างๆ ประกอบให้ใช้ค่าสูงเมื่อ

1. การสะท้อนแสงของพื้นผิวหรือความเปรียบต่างของส่องสว่าง (Luminance Contrast) มีค่าต่ำกว่าปกติ
2. ความผิดพลาดในการทำงานที่เกิดจากการมองเห็นทำให้เกิดปัญหาร้ายแรงหรือเสียหายมาก
3. มีเวลาจำกัดในการมองชิ้นงาน
4. เป็นห้องไม่มีหน้าต่าง
5. ผู้ใช้พื้นที่เป็นผู้สูงอายุ

ถ้าสภาพแวดล้อมเป็นไปในทางตรงกันข้ามกับที่กล่าวมาก็ให้ใช้ค่าต่ำกว่า ค่ากลาง ระดับความสว่างที่เลือกใช้จะส่งผลโดยตรงต่อ

1. การอนุรักษ์พลังงาน
2. ประสิทธิภาพในการทำงาน
3. สุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน
4. คุณภาพของงานที่ได้

2.4 ประสิทธิภาพแสงของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

การส่องสว่างที่ดีนั้น นอกจากการเริ่มจากการออกแบบระบบส่องสว่างที่ดีแล้วยังจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของวัสดุ อุปกรณ์ในการให้ความสว่างด้วย คือ หลอดไฟฟ้า บัลลาสโคมไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ด้วย

2.4.1 หลอดไฟฟ้า

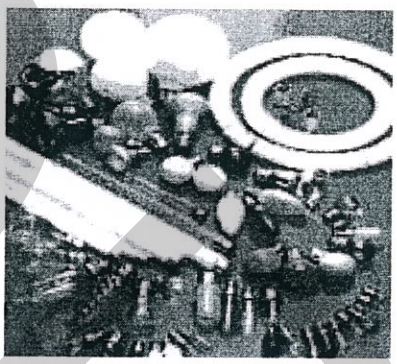
หลอดไฟฟ้าที่มีใช้กันอยู่มีหลายชนิดด้วยกัน หลอดแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติทางแสงและทางไฟฟ้าต่างกัน ในการเลือกหลอดเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ต้องเลือกหลอดที่มีประสิทธิผล (ลูเมนต่อวัตต์) สูง อายุการใช้งานนาน และคุณสมบัติทางแสงของหลอดด้วย แต่งานบางอย่างก็ต้องเลือกใช้หลอดที่ไม่ประหยัดพลังงาน ฉะนั้นการนำหลอดไปใช้งานต้องพิจารณาความเหมาะสมในการนำไปใช้

ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการเลือกหลอดไฟฟ้า

การเลือกใช้หลอดไฟฟ้า เพื่อนำไปใช้งานจะต้องพิจารณาหลายๆองค์ประกอบร่วมกันก่อนที่จะนำไปใช้งาน ดังนี้คือ

- ค่าฟลั๊กซ์การส่องสว่าง (Luminous flux) หมายถึง ปริมาณแสงสว่าง หน่วยเป็นลูเมน
- ค่าประสิทธิผล (Efficacy) หมายถึง ปริมาณแสงที่ออกมาต่อวัตต์ที่ใช้ (ลูเมนต่อวัตต์) หลอดที่มีค่าประสิทธิผลสูงหมายความว่าหลอดนี้ให้ปริมาณแสงออกมามากแต่ใช้วัตต์ต่ำ
- ความถูกต้องของสี (Color rendering) หมายถึง สีที่ส่องไปถูกวัตถุให้ความถูกต้องสีมากน้อยเพียงใด มีหน่วยเป็น เปอร์เซนต์ หลอดที่มีค่าความถูกต้อง 100% หมายความว่าเมื่อใช้หลอดนี้ส่องวัตถุชนิดหนึ่งแล้วสีของวัตถุที่เห็นไม่มีความเพี้ยนของสี
- อุณหภูมิสี (Color temperature) หมายถึง สีของหลอดเทียบได้กับสีที่เกิดเนื่องจากการเผาวัตถุดำอุดมคติให้ร้อนที่อุณหภูมินั้น เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์มีอุณหภูมิสีประมาณ 3000 องศาเคลวิน
- มุมองศาในการใช้งานหลอด (Burning position) หมายถึง มุมองศาในการใช้งานหลอด สำหรับการติดตั้งหลอดตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- อายุการใช้งาน (Life time) หมายถึงอายุการใช้งานของหลอดโดยเฉลี่ยของหลอด หน่วยเป็นชั่วโมง
- ช่วงเวลาที่ต้องใช้ในการอุ่นหลอด (นาที) หรือต้องรอให้หลอดเย็น เพื่อให้เริ่มจุดติดใหม่ (นาที)
- ลักษณะการติดตั้งใช้งาน
- ผลกระทบจากการเปลี่ยนค่าของแรงดันไฟฟ้า

- การหรี่แสง
- การเสื่อมสภาพของหลอด
- แสงกระเพื่อม ที่เกิดจากการทำงานของหลอด
- ความส่องสว่าง (Luminance) ของหลอด
- ผลกระทบจากอุณหภูมิแวดล้อม
- ราคาของหลอดไฟฟ้า



รูปที่ 2.7 แสดงหลอดไฟฟ้าประเภทต่างๆ

ประเภทของหลอดไฟ

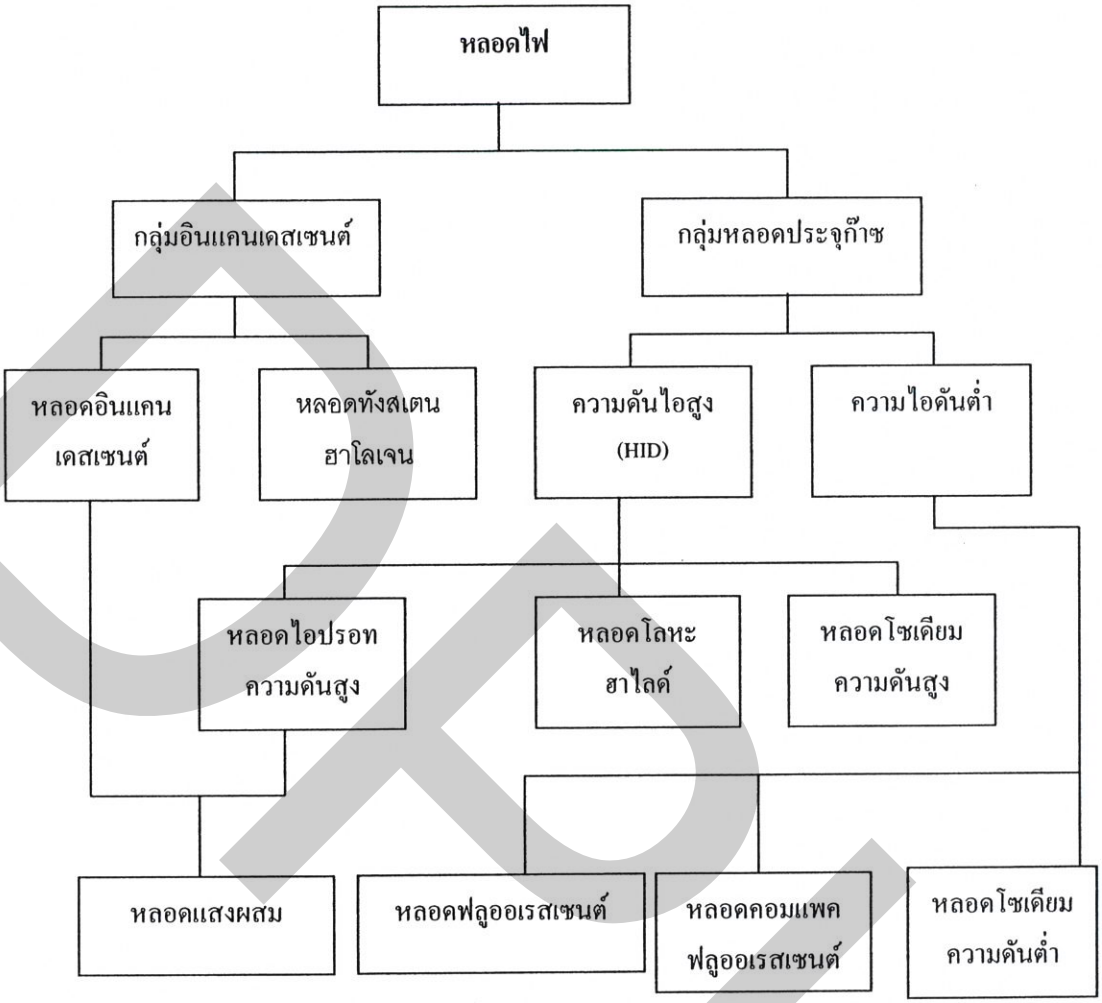
ประเภทของหลอดไฟฟ้า ที่มีจำหน่ายอยู่โดยทั่วไป สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มหลอดอินแคนเดสเซนต์ และ กลุ่มหลอดประจุก๊าซ ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะมีการแยกชนิดตามลักษณะการนำไปใช้งาน ดังนี้คือ

กลุ่มหลอดอินแคนเดสเซนต์

หลอดอินแคนเดสเซนต์ , หลอด PAR , R หลอดทังสเตนฮาโลเจน หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำ หลอด สตูดิโอ ถ่ายรูป

กลุ่มหลอดบรรจุก๊าซ

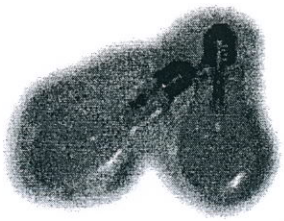
- หลอดความดันไดต่ำ ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ หลอดโซเดียมความดันต่ำ
- หลอดความดันไอสูง ได้แก่ หลอดไอปรอทความดันสูง หลอดเมทัลฮาไลท์ หลอดโซเดียมความดันสูง



รูปที่ 2.8 แสดงการแบ่งชนิดของหลอดไฟ

หลอดอินแคนเดสเซนต์

หลอดอินแคนเดสเซนต์เป็นหลอดที่ไม่ประหยัดพลังงาน การใช้หลอดประเภทนี้ใช้เฉพาะในพื้นที่ที่ต้องการวัตถุประสงค์ทางด้านความสวยงาม แสงสี หรือ กรณีที่ต้องการเน้นโดยที่หลอดอื่นทำไม่ได้ สามารถหรี่ไฟได้โดยง่าย ราคาถูก และจุดติดทันที



รูปที่ 2.9 หลอดอินแคนเดสเซนต์

ก) ถ้าจำเป็นต้องใช้หลอดประเภทนี้หลอดฮาโลเจนเป็นหลอดที่ประหยัดที่สุดในตระกูลนี้ แต่ก็ยังถือว่าเป็นหลอดไม่ประหยัดพลังงานเมื่อเทียบกับหลอดชนิดอื่นๆ

ข) กรณีที่จำเป็นต้องใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ เราสามารถยืดอายุการใช้งานของหลอดได้โดยใช้สวิตช์หรี่ไฟ สำหรับหลอดฮาโลเจน การหรี่ไฟอาจทำให้อายุการใช้งานสั้น

ค) หลอดฮาโลเจนประหยัดกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ทั่วไป และมีอายุการใช้งานนานกว่าประมาณ 2-3 เท่า

ง) ในการติดตั้งหลอดฮาโลเจน หากมือไปสัมผัสด้านในทำให้หลอดมีอายุการใช้งานสั้น ถ้าเผลอไปจับถูกตัวหลอดให้ทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์

จ) หากหลีกเลี่ยงได้ ไม่ควรใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์หรือหลอดฮาโลเจนในการให้แสงสว่างมากนัก เนื่องจากค่าประสิทธิภาพผล (ลูเมนต่อวัตต์) ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมาก

ฉ) หลอดประเภทนี้ใช้กับงานส่องเน้น ซึ่งสามารถให้แสงเป็นวงหรือจุดได้ซึ่งหลอดประเภทอื่นให้ไม่ได้

ช) หลอดประเภทนี้มีข้อดีกว่าหลอดประเภทอื่นในเรื่องการติดทันทีเมื่อป้อนไฟฟ้า และเมื่อแรงดันต่ำก็ยังให้แสงสว่างได้ แต่ปริมาณแสงอาจลดลง เหมาะสำหรับงานแสงสว่างฉุกเฉินที่มีสภาพการจ่ายไฟไม่ดี

ซ) การใช้สวิตช์หรี่ไฟ ให้ระวังเรื่องของฮาร์มอนิกที่อาจจะไปรบกวนเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ และมีเสียงฮัมที่สวิตช์หรี่ไฟ

หลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ

หลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำมี 3 ชนิดคือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ และหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ

รูปที่ 2.10 หลอด Flourescent

1. หลอดฟลูออเรสเซนต์

ก) กรณีที่ใช้กับเพดานสูงเกินกว่า 5-7 เมตร หลอดประเภทนี้ไม่เหมาะเพราะต้องใช้จำนวนโคมมาก หรืออายุการใช้งานไม่มากพอ ทำให้ต้องเปลี่ยนหลอดบ่อยต้องเสียค่าใช้จ่ายในเรื่องการบำรุงรักษามาก

ข) ถ้าจำเป็นต้องใช้หลอดประเภทนี้ที่เพดานสูงเกินกว่า 7 เมตร เช่นที่ใช้ในหลืบเป็นต้น อาจใช้หลอดและวงจรแรปิดสตาร์ท(Rapid start) ซึ่งมีอายุการใช้งานประมาณ 20000 ชม. เมื่อเทียบกับหลอดอุ่นไส้(Preheat) ที่มีอายุการใช้งานโดยเฉลี่ย 8000-10000 ชม.

ค) การใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ควรเลือกสีหลอดใช้ให้ถูกต้อง จะทำให้คุณภาพการให้แสงดีขึ้น สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีทั้งหลอด เดไลท์ (6500 K) คูลไวท์ (4200-4500 K) และวอร์มไวท์ (2700-3000K)

ง) งานที่ต้องการความส่องสว่างสูงกว่า 500 ลักซ์ ควรใช้หลอดเดไลท์

จ) งานที่ต้องการความส่องสว่าง 300-500 ลักซ์ ควรใช้หลอดคูลไวท์

ฉ) งานที่ต้องการความส่องสว่างต่ำกว่า 300 ลักซ์ ควรใช้หลอดวอร์มไวท์

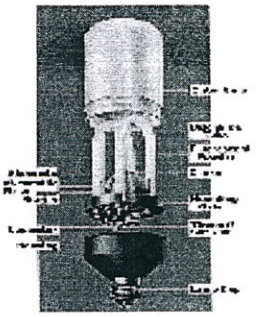
ช) ความส่องสว่างกับชนิดสีของหลอดที่แนะนำให้ใช้เป็นพื้นฐานเท่านั้น บางครั้งอาจไม่เป็นไปตามกฎเกณฑ์ดังกล่าว เช่นพื้นที่ใกล้เคียงกันควรใช้หลอดที่มีสีเดียวกัน ตัวอย่างได้แก่ บริเวณงานเลี้ยงในโรงแรมที่ใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ และเมื่อเปิดประตูออกไปถึงอีกพื้นที่หนึ่งก็ควรใช้หลอดที่มีสีหลอดใกล้เคียงกัน อาจใช้หลอดวอร์มไวท์ เป็นต้น

ซ) หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไป หรือฮาโลฟอตเฟตเมื่อใช้งานไปนาน จะมีปริมาณแสงลดลง15-20% ปัจจุบันมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ฟลั๊กการส่องสว่างสูง ได้แก่หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบไตรแบนด์ หรือไฟว์แบนด์ที่ให้ปริมาณแสงค่อนข้างคงที่ และมีสเปคตรัมสีดีกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา

ฌ) ประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา	45-80 ลูเมนต์ต่อวัตต์
หลอดฟลูออเรสเซนต์ฟลั๊กการส่องสว่างสูง (ไตรแบนด์ หรือไฟว์แบนด์)	73-93 ลูเมนต์ต่อวัตต์
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์	35-80 ลูเมนต์ต่อวัตต์

ญ) หลอดฟลูออเรสเซนต์ มีฮาร์มอนิกส์มากน้อยขึ้นอยู่บัลลาสต์ที่ใช้ร่วมกับหลอด



รูปที่ 2.11 หลอด Compact Flourescent

2. หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์

ก) ใช้กับโคมไฟส่องลงในกรณีให้แสงทั่วไป ถือว่าประหยัดพลังงานแสงสว่างได้มากเมื่อเทียบกับการใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ในโคมไฟส่องลง

ข) ใช้แทนหลอดอินแคนเดสเซนต์และฮาโลเจน ได้กรณีที่เป็นทางด้านการส่องสว่างทั่วไป

ค) การเลือกใช้ชนิดสีของหลอดมีความสำคัญสำหรับงานแต่ละชนิด ถ้าเป็นความส่องสว่างต่ำก็ควรใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีต่ำ คือสีเหลือง หรือหลอดวอร์มไวท์ ถ้าเป็นความส่องสว่างสูงก็ควรใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีสูง เช่นหลอดคูลไวท์

ง) การเปลี่ยนหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แทนที่หลอดอินแคนเดสเซนต์ในโคมไฟส่องลง ให้ระวังเรื่องการระบายความร้อน ซึ่งทำให้อายุการใช้งานของหลอดสั้นลงมาก และระวังเรื่องแสงบาดตา

จ) บริเวณที่จำเป็นต้องปิดไฟไว้นานๆ เช่น ไฟรั้ว ไฟทางเดิน อาจใช้หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์

ฉ) แบบที่มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัวจะมีฮาร์มอนิกส์สูง และในกรณีที่ต้องใช้หลอดจำนวนมากให้ระวังปัญหาเรื่องฮาร์มอนิก

ช) หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป ทำให้ปริมาณแสงสว่างจากหลอดลดลงมาก ดังนั้นถ้าใช้หลอดประเภทนี้ต้องพิจารณาเรื่องนี้โดยเฉพาะโคมที่มีการระบายอากาศไม่ดี เป็นต้น

3. หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ

ก) ใช้กับงานที่ไม่ต้องการความถูกต้องสี เช่นไฟถนน งานส่องบริเวณ

ข) หลอดประเภทนี้มีประสิทธิผลสูงสุด เมื่อเทียบกับหลอดทุกชนิด

ค) ไม่ควรใช้กับงานที่ต้องการความถูกต้องสี เช่น บริเวณเบิกเงิน ATM เป็นต้น

ง) ไม่ควรใช้กับงานที่ต้องเปิดหลอดและสว่างทันที เช่น งานทางด้านความปลอดภัย

4. หลอดปล่อยประจุความดันไอสูง

หลอดปล่อยประจุความดันไอสูงมี 3 ชนิด คือ หลอดโซเดียมความดันไอสูง หลอดปรอทความดันไอสูง และ หลอดเมทัลฮาไลด์ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเลือกใช้หลอดประเภทนี้

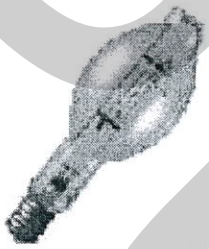
ก) มุมองศาในการใช้งานหลอด (Burning position) การใช้งานของหลอดต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต ซึ่งจะระบุไว้ไม่เช่นนั้นจะมีผลต่อ ประสิทธิผล และอายุการใช้งานของหลอด

ข) แรงดันของแหล่งจ่ายไฟ (Supply voltage) ของหลอดประเภทนี้ จะต้องไม่มากหรือน้อยเกินกว่า 5% เพราะจะมีผลต่ออายุการใช้งาน และอุณหภูมิสีของหลอด

ค) อุปกรณ์ประกอบ เช่น บัลลาสต์ อิกไนเตอร์วงจรการต่อต้องใช้ให้เหมาะสม มิฉะนั้นจะมีผลต่ออายุการใช้งานของหลอด การจุดติด เป็นต้น

ง) หลอดประเภทนี้ให้แสงสีที่ถูกต้องตามคุณลักษณะของหลอด หลังจากใช้งานไปแล้วประมาณไม่น้อยกว่า 100 ชม.

จ) ไม่ควรใช้กับงานที่ต้องการการเปิดหลอดและสว่างทันที เช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน

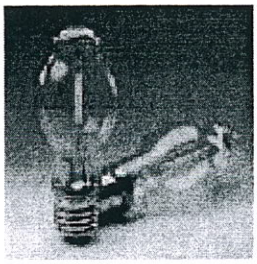


รูปที่ 2.12 หลอด High Pressure Mercury Blended Lamp

5. หลอดปรอทความดันไอสูง

ก) ใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ กรณีที่ใช้กับเพดานสูงๆ

ข) ประสิทธิผลของหลอดประเภทนี้ต่ำที่สุดในตระกูลหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง ระบบที่ใช้หลอดนี้ถูกที่สุดในตระกูลหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง เหมาะสำหรับใช้กับงานประเภทโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป แสงสว่างสาธารณะที่ต้องการความถูกต้องสี เช่น ไฟถนนไฟสาธารณะ บริเวณร้านค้า



รูปที่ 2.13 หลอด Sodium High Pressure

6. หลอดโซเดียมความดันไอสูง

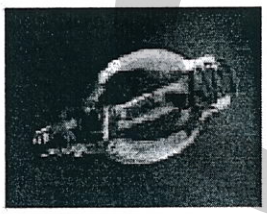
ก) ใช้กับงานที่ไม่พิถีพิถันเรื่องความถูกต้องของสี เช่น โรงงานเหล็ก เป็นต้น

ข) งานที่เหมาะใช้กับหลอดประเภทนี้ได้แก่ โรงงานที่ไม่มีปัญหาเรื่องความถูกต้องของสี ไฟส่องบริเวณที่ไม่ใช่ย่านธุรกิจ ไฟถนน ไฟสวนสาธารณะ

ค) หลอดโซเดียมความดันไอสูงบางประเภท ได้มีการพัฒนาให้มีค่าความถูกต้องของสีสูงและเหมาะใช้กับงานได้กว้างขวางขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาคุณสมบัติของหลอดเป็นประเภทไป

ง) ประสิทธิผลของหลอดประเภทนี้สูงที่สุดในตระกูลหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง

จ) หลอดประเภทนี้ให้สีเหมาะสำหรับงานทางด้านความปลอดภัย เพราะตามีความไวต่อการมองเห็นที่โทนสีเหลือง



รูปที่ 2.14 หลอด Metal Halide

7. หลอดเมทัลฮาไลด์

ก) ใช้กับงานที่ต้องการความถูกต้องสีมาก เช่น งานพิมพ์สี งานส่องสนามกีฬาและห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

ข) ระวังการใช้หลอดขนาดวัตต์ต่างกันในพื้นที่เดียวกันเนื่องจากสีอาจมีความแตกต่างกัน

หมายเหตุ

- กรณีเพดานไม่สูงกว่า 5 เมตร ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์
- กรณีเพดานอยู่ระหว่าง 4-7 เมตร ควรใช้หลอดหลอดปล่อยประจุความดันไอสูงแต่โคมเป็นชนิดโลเบย์
- กรณีเพดานสูงกว่า 6 เมตร ควรใช้หลอดหลอดปล่อยประจุความดันไอสูงแต่โคมเป็นชนิดไฮเบย์

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลที่สำคัญของหลอดชนิดต่างๆ

ชนิดของหลอด	ประสิทธิภาพ (Im/w)	อายุใช้งาน (ชั่วโมง)	เวลาอุ่นหลอด (นาที)	เวลารอจุดซ้ำ (นาที)
อินแคนเคสเซนต์	8-20	750-1000	-	-
ทังสเตน - ฮาโลเจน	17-25	2000- 4000	-	-
แสงผสม	12-30	16000	-	3-6
ไอปรอทความดันสูง	35-50	24000+	5-7	3-6
ฟลูออเรสเซนต์	40-100	6000-20000	-	-
โลหะฮาไลด์	15-80	7500-20000	3-5	10-15
โซเดียมความดันสูง	60-110	24000+	3-4	1
โซเดียมความดันต่ำ	70-155	18000	10-15	.05

2.5 อัตราค่าไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง

อัตราค่าไฟฟ้าที่ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ได้นำมาใช้คิดค่าไฟฟ้า กับผู้ใช้ไฟฟ้า ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล แบ่งเป็นประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าได้ 7 ประเภท โดยจัดกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าตามลักษณะของการใช้ ไฟฟ้า ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และประเภทขององค์กร ธุรกิจ หรืองานอุตสาหกรรม ซึ่งในแต่ละประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้คือ

2.5.1 ประเภทที่ 1 :บ้านอยู่อาศัย

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่างๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

1) ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

อัตรารายเดือน:ค่าพลังงานไฟฟ้า

5 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 - 5)	เป็นเงิน	0.00	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6 – 15)	หน่วยละ	1.3576	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	หน่วยละ	1.5445	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 – 35)	หน่วยละ	1.7968	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 – 100)	หน่วยละ	2.1800	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 - 150)	หน่วยละ	2.2734	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 - 400)	หน่วยละ	2.7781	บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	2.9780	บาท

ค่าบริการ:เดือนละ 8.19 บาท

2) ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน

อัตรารายเดือน:ค่าพลังงานไฟฟ้า

150 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1- 150)	เป็นเงิน	1.8047	บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 - 400)	หน่วยละ	2.7781	บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	2.9780	บาท

ค่าบริการ:เดือนละ 40.90 บาท

3) อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff:TOU Tariff)

อัตรารายเดือน:ค่าพลังงานไฟฟ้า

	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)		ค่าบริการ (บาท / เดือน)
	On Peak	Off Peak	
1. แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลท์	3.6246	1.1914	228.17
2. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	4.3093	1.2246	57.95

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ และ วันหยุดราชการ ตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคล และวันหยุดชดเชย)

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดไม่เกิน 5 แอมแปร์ 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย จะถูกจัดให้อยู่ในอัตรา ข้อ 1.1 แต่ถ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ติดต่อกัน 3 เดือนในเดือนถัดไป จะจัดเข้าอยู่ในอัตรา ข้อ 1.2 และถ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน ติดต่อกัน 3 เดือนในเดือนถัดไป จะจัดเข้าอยู่ในอัตรา ข้อ 1.1 ตามเดิม

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดเกินกว่า 5 แอมแปร์ 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย จะถูกจัดให้อยู่ในอัตรา ข้อ 1.2 ตลอดไป

3. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตรา ข้อ 1.2 สามารถเลือกใช้อัตรา ข้อ 1.3 ได้ และจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯTOU หรือ ค่าบริการด้านเครื่องวัดฯ TOU เพิ่มขึ้นจากค่าบริการปกติ และหากเลือกใช้ไปแล้ว ไม่น้อยกว่า 12 เดือน จะขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตรา ข้อ 1.2 ตามเดิมอีกก็ได้

4. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ประสงค์จะเลือกใช้อัตรา ข้อ 1.3 จะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน และการไฟฟ้านครหลวงจะติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU ให้ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2545 เป็นต้นไป

5. สถานที่ที่ใช้ประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องสามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6 ได้

6. ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบริการรายเดือน ถึงแม้จะไม่มีการใช้ไฟฟ้า

2.5.2 ประเภทที่ 2:กิจการขนาดเล็ก

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

1) อัตราปกติ

อัตรารายเดือน:ค่าพลังงานไฟฟ้า

1. แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลท์	หน่วยละ	2.4649	บาท

ค่าบริการ :เดือนละ 228.17 บาท

2. แรงดันต่ำกว่า 12 - 24 กิโลโวลท์			
150 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1- 150)	หน่วยละ	1.8047	บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 - 400)	หน่วยละ	2.7781	บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	2.9780	บาท

ค่าบริการ :เดือนละ 40.90 บาท

2) อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff:TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)		ค่าบริการ (บาท / เดือน)
	On Peak	Off Peak	
1. แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลท์	3.6246	1.1914	228.17
2. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	4.3093	1.2246	57.95

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติและวันหยุดราชการ ตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคล และวันหยุดชดเชย)

หมายเหตุ

ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 2 นี้ หากในรอบเดือนใดมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 ประเภทที่ 4 หรือประเภทที่ 5

แล้วแต่กรณี และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 2 อีกต่อเมื่อความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าว ลดลงต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน

ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตรา ข้อ 2.1 สามารถเลือกใช้อัตราข้อ 2.2 ได้ และจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU หรือค่าบริการด้านเครื่องวัดฯTOU เพิ่มขึ้นจากค่าบริการปกติ และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน จะขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตรา ข้อ 2.1 ตามเดิมอีกก็ได้ ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ประสงค์จะเลือกใช้อัตราข้อ 2.2 จะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน และการไฟฟ้านครหลวงจะติดตั้งเครื่องวัดฯTOU ให้ตั้งแต่เดือน มกราคม 2545 เป็นต้นไป

2.5.3 ประเภทที่ 3:กิจการขนาดกลาง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 30 ถึง 999 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วย ต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

1) อัตราปกติ

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)
1. แรงดัน 69 กิโลโวลท์ ขึ้นไป	175.70	1.6660
2. แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลท์	196.26	1.7034
3. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	221.50	1.7314

ความต้องการพลังไฟฟ้า:ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือนคือความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด:ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวาร์

2) อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff:TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)		ค่าบริการ (บาท / เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
1. แรงดัน 69 กิโลโวลท์	74.14	0	2.6136	1.1726	228.17
2. แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลท์	132.93	0	2.6950	1.1914	228.17
3. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	210.00	0	2.8408	1.2246	228.17

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ และวันหยุดราชการ ตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคล และวันหยุดชดเชย)

ความต้องการพลังไฟฟ้า:ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือนคือความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด:ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกิน

จะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวาร์

หมายเหตุ

ผู้ใช้ไฟฟ้าที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 ก่อนเดือนตุลาคม 2543 จะถูกจัดเข้าอยู่ในอัตราข้อ 3.1 สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2543 จะถูกจัดเข้าอยู่ในอัตราข้อ 3.2 ในเดือนถัดไป หลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU แล้ว ในช่วงที่ยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU อนุโลมให้คิดค่าไฟฟ้าตาม อัตรา ข้อ 3.1 ไปพลางก่อน

ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 หากมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป ในเดือนใด หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วย ต่อเดือน จะถูกจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 ข้อ 4.2 ในเดือนถัดไปหลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU แล้ว ในช่วงที่ยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU อนุโลมให้คิดค่าไฟฟ้าอัตราข้อ 3.1 ไปพลางก่อน แม้ว่าต่อมาจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 250,000 หน่วย ต่อเดือนก็ตาม

ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 3 อีก เมื่อมีความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าว ตั้งแต่ 30 ถึง 999 กิโลวัตต์

ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 3.1 สามารถเลือกใช้อัตราข้อ 3.2 ได้ โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน และจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้ แม้ว่าต่อมาจะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ไม่เกิน 250,000 หน่วย ต่อเดือน ก็ตาม นอกจากจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า

กรณีที่จะต้องเรียกเก็บค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ในอัตราร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมานั้น ให้มีการยกเว้นการเรียกเก็บค่าไฟฟ้าต่ำสุดดังกล่าวไปก่อน จนถึงเดือน กันยายน 2545 ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 3.2 จะต้องชำระค่าบริการรายเดือนเพิ่มจากค่าไฟฟ้าต่ำสุดด้วย

2.5.4 ประเภทที่ 4:กิจการขนาดใหญ่

ลักษณะการใช้สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการ หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุด

ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณ การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า เครื่องเดียว

1) อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day tariff:TOD tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)			ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)
	On Peak	Partial Peak	Off Peak	
1. แรงดัน 69 กิโลโวลท์ ขึ้นไป	224.30	29.91	0	1.6660
2. แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลท์	285.05	58.88	0	1.7034
3. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	332.71	68.22	0	1.7314

On Peak : เวลา 18.30 – 21.30 น. ของทุกวัน

Partial Peak : เวลา 08.00 – 18.30 น. ของทุกวัน คิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่เกินจากช่วง On Peak

Off Peak : เวลา 21.30 – 08.00 น. ทุกวันไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ความต้องการพลังไฟฟ้า:ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์เฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ในช่วงเวลา On Peak และช่วงเวลา Partial Peak เฉพาะส่วนที่เกินจากช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือนเศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้งตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด:ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวาร์

2) อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use tariff:TOU tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
1. แรงดัน 69 กิโลโวลท์	74.14	0	2.6136	1.1726	228.17
2. แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลท์	132.93	0	2.6950	1.1914	228.17
3. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	210.00	0	2.8408	1.2246	228.17

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ และวันหยุดราชการ ตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคล และวันหยุดชดเชย)

ความต้องการพลังไฟฟ้า:ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์เฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้งตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด: ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวาร์

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในอัตราข้อ 4.1 (TOD Rate เดิม) ซึ่งใช้ไฟฟ้าก่อนเดือนตุลาคม2543 จะถูกจัดอยู่ในอัตราข้อ 4.1 (TOD Tariff ใหม่)

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในอัตราข้อ 4.2 (TOU Rate เดิม) ซึ่งใช้ไฟฟ้าก่อนเดือนตุลาคม 2543 จะถูกจัดอยู่ในอัตราข้อ 4.2 (TOU Tariff ใหม่)

0215169

3. ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ที่มีความต้องการพลังไฟฟ้า เฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2543 เป็นต้นไป จะจัดเข้าอยู่ในอัตราข้อ 4.2 ในเดือนถัดไปหลักจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU แล้ว ในช่วงที่ยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU อนุโลมให้คิดค่าไฟฟ้าตามอัตราข้อ 3.1 ไปพลางก่อน

4. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 4.1 สามารถเลือกใช้อัตราข้อ 4.2 โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน และจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้ แม้ว่าต่อมาจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือนก็ตาม นอกจากจะมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า

5. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที่ที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 หรือประเภทที่ 6 ข้อ 6.1 แล้วแต่กรณี

6. กรณีที่จะต้องเรียกเก็บค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ในอัตราร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมานั้น ให้ยกเว้นการเรียกเก็บค่าไฟฟ้าต่ำสุดดังกล่าวไปก่อน จนถึงเดือน กันยายน 2545

7. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 4.2 จะต้องชำระค่าบริการรายเดือนเพิ่มจากค่าไฟฟ้าต่ำสุดด้วย

2.5.5 ประเภทที่ 5 : กิจการเฉพาะอย่าง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการโรงแรมและกิจการให้เช่าพักอาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ศูนย์สนเทศและหอสมุด
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1) อัตราปกติ

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)
1. แรงดัน 69 กิโลโวลท์ ขึ้นไป	220.56	1.6660
2. แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลท์	256.07	1.7034
3. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	276.64	1.7314

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์เฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้งตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวาร์

2) อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff:TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า(บาท / กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
1. แรงดัน 69 กิโลโวลท์	74.14	0	2.6136	1.1726	228.17
2. แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลท์	132.93	0	2.6950	1.1914	228.17
3. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	210.00	0	2.8408	1.2246	228.17

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ และวันหยุดราชการ ตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคล และวันหยุดชดเชย)

ความต้องการพลังไฟฟ้า:ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์เฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้งตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวาร์

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 5 จะจัดเข้าอยู่ในอัตราข้อ 5.2 เท่านั้น ในช่วงที่ยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU อนุโลมให้คิดค่าไฟฟ้าในข้อ 5.1 ไปพลางก่อน

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 5 อีกเมื่อมีความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าว ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป

3. กรณีที่จะต้องเรียกเก็บค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ในอัตราร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมานั้น ให้ยกเว้นการเรียกเก็บค่าไฟฟ้าต่ำสุดดังกล่าวไปก่อน จนถึงเดือน กันยายน 2545

4. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 5.2 จะต้องชำระค่าบริการรายเดือนเพิ่มจากค่าไฟฟ้าต่ำสุดด้วย

2.5.6 ประเภทที่ 6 : ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าของส่วนราชการ หน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน และองค์กรที่ไม่ใช่ ส่วนราชการแต่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการ โดยไม่คิดค่าตอบแทน รวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่รวมถึงหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

1) อัตราปกติ

อัตรารายเดือน

	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)	ค่าบริการ (บาท / เดือน)
1. แรงดัน 69 กิโลโวลท์ ขึ้นไป	1.9712	228.17
2. แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลท์	2.1412	228.17
3. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์		20.00
10 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1- 10)	1.3576	
เกินกว่า 10 หน่วย (หน่วยที่ 11 เป็นต้นไป)	2.4482	

2) อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)		ค่าบริการ (บาท / เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
1. แรงดัน 69 กิโลโวลท์	74.14	0	2.6136	1.1726	228.17
2. แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลท์	132.93	0	2.6950	1.1914	228.17
3. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	210.00	0	2.8408	1.2246	228.17

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ และ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคล และวันหยุดชดเชย)

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์เฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้งตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด:ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวาร์

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่เป็นส่วนราชการหน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ต่ำกว่า

2) อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
1. แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลท์	132.93	0	2.6950	1.1914	228.17
2. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	210.00	0	2.8408	1.2246	228.17

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ และ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคล และวันหยุดชดเชย)

ความต้องการพลังไฟฟ้า:ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์เฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้งตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าในประเภทที่ 7 จะต้องทำสัญญากับการไฟฟ้านครหลวงก่อน

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 7.1 สามารถเลือกใช้อัตราข้อ 7.2 ได้ โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับ การไฟฟ้านครหลวงก่อน และจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU และเมื่อใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน จะเปลี่ยนกลับไปใช้ในอัตราข้อ 7.1 ตามเดิมอีกก็ได้

3. กรณีที่จะต้องเรียกเก็บค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ในอัตราร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมานั้น ให้มีการยกเว้นการเรียกเก็บค่าไฟฟ้าต่ำสุดดังกล่าวไปก่อน จนถึงเดือน กันยายน 2545

4. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 7.1 จะต้องชำระค่าบริการรายเดือน ถึงแม้จะไม่มีการใช้ไฟฟ้า และผู้ใช้ไฟฟ้า ในอัตราข้อ 7.2 จะต้องชำระค่าบริการรายเดือน เพิ่มจากค่าไฟฟ้าต่ำสุดด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในเรื่อง "การจัดระบบแสงสว่างในอาคารเพื่อลดต้นทุน" นี้ เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบ (Research) ซึ่งจะทำการศึกษา คุณสมบัติและประสิทธิภาพของการใช้โคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนถึงสภาพแวดล้อมที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ที่จะทำการวิจัย แล้วคำนวณผลของการใช้กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ความส่องสว่างในพื้นที่ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อหาทางเลือกในการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ คุณภาพที่สูงกว่า และประหยัดพลังงาน ตลอดจนถึงการคงสภาพแวดล้อมให้มีคุณภาพเหมือนเดิม หรือดีกว่าเดิม โดยไม่มีผลกระทบกับผู้ใช้งานในพื้นที่ ซึ่งประกอบไปด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 พื้นที่ในการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัย ได้เลือกอาคาร โรงพยาบาลสมิติเวช ศรีนครินทร์ ซึ่งเป็นอาคารโรงพยาบาลขนาดใหญ่ มีพื้นที่ทั้งหมด 100,418.70 ตารางเมตร ในการทำการวิจัย ได้เลือกพื้นที่ 2 แบบ ที่แตกต่างกันคือ

ส่วนที่ 1 เป็นพื้นที่สำหรับจอดรถในชั้น G1 ขนาด 7,631.53 ตารางเมตร ลักษณะของพื้นที่จะเป็นพื้นที่โล่งและสูง แบ่งเป็นช่องสำหรับจอดรถ และมีช่องทางรถวิ่ง ซึ่งจะใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างตลอด 24 ชั่วโมง ทุกวัน ตลอดทั้งปี

ส่วนที่ 2 เป็นพื้นที่สำนักงาน ของหน่วยงานต่างๆ ตั้งอยู่บริเวณชั้นที่ 8 มีขนาดพื้นที่ 852.46 ตารางเมตร ลักษณะของพื้นที่จะแบ่งเป็นห้อง สำหรับแต่ละหน่วยงาน และมีโต๊ะทำงานสำหรับพนักงานนั่งทำงาน ซึ่งลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง จะใช้งานในช่วงเวลาทำงานปกติตอนกลางวัน คือ 07.00 – 18.00 น. และจะหยุดการใช้พลังงานไฟฟ้าในวันเสาร์ อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือเข้ามาช่วยในการหาค่าต่างๆ ที่ต้องการทางไฟฟ้าและผลทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือทางด้าน Hardware หมายถึง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ใช้เพื่อต้องการวัดค่าทางไฟฟ้าจริง แล้วเก็บข้อมูลค่าต่างๆ ทางไฟฟ้าที่ได้ นำไปบันทึกและประมวลผลข้อมูลต่อไป แสดงในรูปที่ 3.1 และ 3.2 ซึ่งเครื่องมือวัดที่จะต้องใช้ในงานวิจัย มีดังนี้ คือ

- Voltmeter ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้า ที่ตกคร่อมในสายไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าที่ต้องการทำการวิจัย ยอมให้ Error ได้ไม่เกิน ± 1.5 % (เครื่องมือวัดจะต้องทำการสอบเทียบทุกปี)

รูปภาพ 3.1 ดิจิตอลมิเตอร์ Fluke 787

รายละเอียดดิจิตอลมิเตอร์

ยี่ห้อ (Brand) : FLUKE

รุ่น (Model) : 787

ผลิตประเทศ (Origin) : Made in USA

รายละเอียด

- เป็น DMM และ loop calibrator ในเครื่องเดียว
- เป็นมัลติมิเตอร์ความสามารถระดับ 1000 V CAT III , 440 mA
- จ่ายกระแสลูปและวัดกระแส DC
- จอแสดงผลชัดเจนมาก พร้อมไฟส่องจอ แสดงผลได้ถึง 4000 จำนวนนับ (30,000 จำนวนนับสำหรับกระแส DC)
- มีช่องเปลี่ยนแบตเตอรี่เฉพาะ เปลี่ยนง่ายไม่ต้องใช้เครื่องมือ
- ป้องกันแรงดันได้ถึง 1000 V ในฟังก์ชั่นวัด โวลต์ โอห์ม และความถี่
- ได้มาตรฐานตาม IEC 1010 CAT III 1000 V

Specifications

Voltage measurement

Range: 0-1000 V AC or DC

Resolution: 0.1 mV to 1.0 V

Accuracy: 0.1% Rdg + 1 LSD (VDC)

- Ampmeter ใช้เป็นเครื่องมือในการวัด เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้า ที่ผ่านสายไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าที่ต้องการทำการวิจัย ยอมให้ Error ได้ไม่เกิน ± 1.5 % (เครื่องมือวัดจะต้องทำการสอบเทียบทุกปี)

รูปภาพ 3.2 แคลมป์มิเตอร์Fluke 321

รายละเอียดแคลมป์มิเตอร์

ขนาดเล็ก เหมาะมือ สะดวกใช้ในที่แคบ

ความแม่นยำการวัด 1.8% basic accuracy

ให้ความละเอียดการวัดที่ 0.01A และ 0.1 V

วัดกระแส AC ได้สูง 400 A

วัดแรงดัน AC ได้ 600 V

วัดแรงดัน DC ได้ 600 V (เฉพาะรุ่น Fluke 322)

วัดความต้านทาน 400 Ω

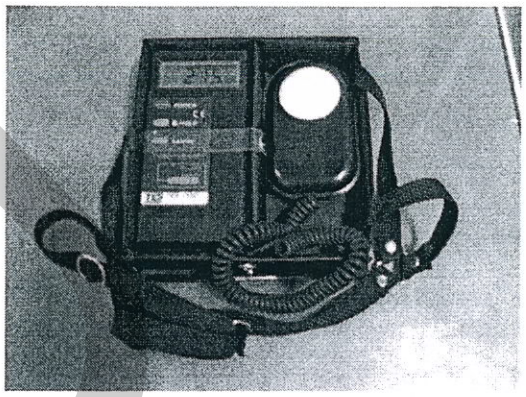
วัดความต่อเนื่อง ตรวจการลัดวงจรอย่างรวดเร็ว

เตือนอัตโนมัติเมื่อแรงดันแบตเตอรี่ต่ำ

มีฟังก์ชัน Hold เพื่อคงค่าที่วัดได้

มาตรฐานความปลอดภัย 600 V CAT III

- Lux meter ใช้เป็นเครื่องมือในการวัด เพื่อหาค่าความสว่างที่ตกกระทบบนพื้นที่ที่ต้องการทำการวิจัย (เครื่องมือวัดจะต้องทำการสอบเทียบทุกปี)



รูปที่ 3.3 Lux meter

2. เครื่องมือทางด้าน Software หมายถึง เครื่องมือที่ช่วยในการคำนวณ หรือโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการคำนวณข้อมูลที่ได้รับมาแล้วประมวลผลของข้อมูลที่ได้ออกมาในรูปของตาราง รูปภาพ หรือแบบฟอร์ม แสดงในรูปที่ 3.3 และ 3.4 โปรแกรมที่ใช้ในงานศึกษาวิจัยนี้ ได้แก่

- โปรแกรม Ms Project 2003 ใช้เป็นโปรแกรมในการกำหนดวัน เวลา ในการดำเนินงานศึกษาวิจัย โดยการจัดเป็นตารางระยะเวลาในการปฏิบัติงานก่อน และ หลัง แล้วคำนวณระยะเวลารวม และภารกิจที่จะต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนของงาน

- โปรแกรม Ms Excel 2003 เป็นโปรแกรมประเภทสเปรดชีท (speadsheet) หรือโปรแกรมตารางงานซึ่งใช้เก็บข้อมูลต่างๆ สูตรคำนวณ ลงบนแผ่นตารางงานคล้ายกับการเขียนข้อมูลลงไปในสมุดที่มีการตีช่อง ตารางทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ตารางแต่ละช่องจะมีชื่อกำกับไว้ในแนวตั้งหรือสดมน์ของตารางเป็นตัวอักษรภาษ อังกฤษเริ่มจาก A,B,C,...เรื่อยไปจนสุดขอบตารางทางขวา มีทั้งหมด 256 สดมภ์ (Column) แนวนอนมีหมายเลขกำกับเป็นบรรทัดที่ 1,2,3,... เรื่อยไปจนถึงบรรทัดสุดท้ายจำนวนบรรทัดจะต่างกันในแต่ละโปรแกรมใน ที่นี้เท่ากับ 65,536 แถว (Row) ช่องที่แนวตั้งและแนวนอนตัดกันเรียกว่า เซลล์ (Cell) ใช้บรรจุข้อมูล ข้อความ หรือสูตรคำนวณ โปรแกรมประเภทสเปรดชีตมีผู้พัฒนาขึ้นมาหลายโปรแกรม เช่น ซุปเปอร์แคล (SuperCalc) วิสิแคล (VisiCalc) โลตัส 1-2-3 (Lotus 1-2-3) ออราคิล (Oracle) และไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) ซึ่งเรียกว่า เอ็กเซลในการคำนวณ และประมวลผลของข้อมูลที่ได้รับมา เพื่อหาค่าต่างๆ ทางไฟฟ้า และ งบประมาณการลงทุน ตลอดจนถึงผลทางด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน

- โปรแกรม CalcuLux Indoor V.4.5 ใช้เป็นโปรแกรมในการทำแบบจำลองของพื้นที่ เลือกชนิด และจำนวนของโคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบ เพื่อประมวลผลข้อมูลที่ต้องการ ให้ออกมาในรูปของ ผลการใช้กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในพื้นที่ ค่า Illuminance Surface รูปภาพในรูปแบบของ Iso Contour หรือ Mountain Plot ค่าการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งต้องใช้ผู้ชำนาญเฉพาะในการป้อนข้อมูล

3.3 กรอบแนวความคิดของการศึกษา

แนวความคิดในการดำเนินการวิจัย เริ่มจากความต้องการในการที่จะลดการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างลง เพื่อลดต้นทุนในการดำเนินกิจการขององค์กร โดยการจัดการระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน การดำเนินการวิจัยจะใช้วิธีวิจัยเชิงเปรียบเทียบ โดยการเปรียบเทียบคุณสมบัติและประสิทธิภาพของโคมไฟ หลอดไฟและอุปกรณ์ประกอบที่ใช้อยู่เดิมกับวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการปรับเปลี่ยน เพื่อต้องการหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน ซึ่งเมื่อได้มีการใช้งานจริงแล้วจะสามารถประหยัดพลังงานและลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน และเป็นการลดต้นทุนในการดำเนินธุรกิจด้วย โดยเริ่มจากการสำรวจพื้นที่ สภาพแวดล้อม และอุปกรณ์ที่ให้แสงสว่างที่มีอยู่เดิม วัดค่าทางไฟฟ้าจริงด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า และใช้โปรแกรม Software สร้างแบบจำลองของพื้นที่และอุปกรณ์ไฟฟ้า แล้วประมวลผลข้อมูลเพื่อต้องการทราบค่า กำลังไฟฟ้า ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในพื้นที่ (Illuminance) ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้า แล้วพิจารณาทางเลือกโดยการเลือกใช้โคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบที่เหมาะสม แล้วสร้างแบบจำลองของพื้นที่และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เลือกแล้วประมวลผลข้อมูลของแบบจำลอง เมื่อได้ผลของข้อมูลวัสดุอุปกรณ์แล้ว นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบระหว่างวัสดุอุปกรณ์เดิมกับวัสดุอุปกรณ์ใหม่ เพื่อคัดเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำกว่า มีประสิทธิภาพในการให้ความส่องสว่างและการประหยัดพลังงานมากกว่า ตลอดจนถึงมูลค่าการลงทุนในการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ ระยะเวลาการคืนทุน และผลตอบแทนการลงทุน โดยมีค่าอุณหภูมิของแสง เป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และมีค่าความส่องสว่าง และการใช้กำลังไฟฟ้า / พื้นที่ เป็นไปตามมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม ตาม พรบ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (ดูภาคผนวก จ.)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ดำเนินการวิจัย ได้ทำการเก็บบันทึกและรวบรวมข้อมูลต่างๆ จากแบบแปลนของอาคาร (พิมพ์เขียว) แบบแปลนที่เป็น Electronic (Auto Cad File) การสำรวจพื้นที่และสภาพแวดล้อมในพื้นที่จริง การวัดค่าต่างๆทางไฟฟ้าด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า แล้วเก็บรวมรวมข้อมูลที่ได้บันทึกลงในโปรแกรม Ms Excel และ โปรแกรม CalcuLux Indoor เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างแบบจำลองของพื้นที่ที่ใช้วัสดุอุปกรณ์เดิม และวัสดุอุปกรณ์ใหม่ พร้อมทั้งงบประมาณการลงทุน และผลตอบแทนทางเศรฐศาสตร์ แล้วทำการประมวลผลและวิเคราะห์ค่าที่แตกต่างต่อไป

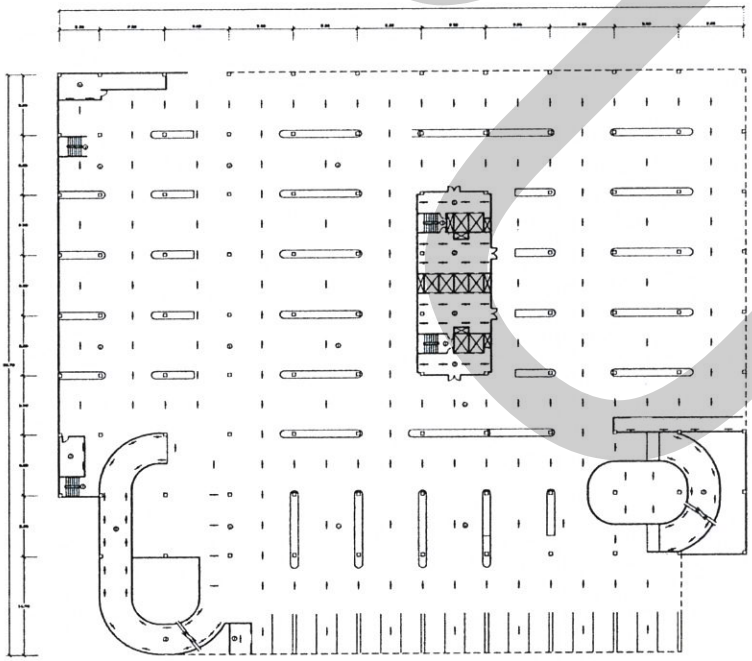
ตารางที่ 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ชนิดหลอดไฟ	ขนาด (W)	จำนวนหลอด	บัลลาสต์สูญเสีย (W/ตัว)	วัตต์รวม (W)	ชั่วโมงทำงาน (ช.ม./วัน)	วันทำงาน (วัน/ปี)	ขนาดพื้นที่ (m^2)	หมายเหตุ
ฟลูออเรสเซนต์	36	396	10	18,216	24	365	7631.53	ที่จอดรถชั้น 1
ฟลูออเรสเซนต์	18	125	10	2,250	24	365	852.46	Office ชั้น 8

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 พื้นที่จอดรถ ชั้น G1

เมื่อได้กำหนดขอบเขตในการดำเนินการวิจัย แล้ว จึงทำการจัดหาแบบแปลนของอาคารโรงพยาบาล เพื่อศึกษาหาข้อมูลของพื้นที่เป้าหมายอย่างละเอียด ทั้งแบบแปลนทางด้านสถาปัตยกรรม (Architectural Plan) และแบบแปลนทางด้านระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System Plan) จากการสำรวจแบบแปลนของพื้นที่จอดรถชั้น G1 แล้ว ทำให้ทราบว่าพื้นที่จอดรถชั้น G1 นั้น อยู่ใต้ชั้น OPD. ซึ่งได้ออกแบบระบบแสงสว่างโดยใช้โคมไฟฟ้า Fluorescent TMS 012/236 MKII/236 TL-D 2x36 w. 6200 K แบบเปิดโล่งธรรมดา คือ ไม่มีอุปกรณ์เพิ่มเติมในการเพิ่มแสงสว่างให้กับหลอด Fluorescent และ Ballast ที่ใช้กับหลอด Fluorescent ยังเป็นแบบแกนเหล็กธรรมดา ตำแหน่งของดวงโคมติดตั้งใต้เพดาน (ใต้พื้นชั้น 1) มีจำนวนดวงโคมทั้งหมด 198 โคม โดยมีระยะห่างของดวงโคมเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และมีขนาดพื้นที่ 7,631.53 ตารางเมตร



รูปที่ 4.1 แบบแปลน พื้นที่จอดรถ ชั้น G1

จากการสำรวจในพื้นที่จริง ทำให้ทราบว่า ในส่วนของบริเวณจอดรถชั้น G1 นั้น จะอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับพื้นทั่วไป (ต่ำกว่าระดับ ± 0.00 m.) จึงทำให้ไม่สามารถใช้แสงจากธรรมชาติเข้ามาช่วยให้แสงสว่างกับบริเวณพื้นที่จอดรถนี้ได้เลย ซึ่งทำให้ต้องใช้แสงสว่างจากระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพียงอย่างเดียวในการให้แสงสว่าง ซึ่งในการใช้งานจะเปิดไฟฟ้าแสงสว่างตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งปี และจะปิดการใช้งานบางพื้นที่ในช่วงเวลาดึก เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และความสูงของพื้นที่จอดรถนี้จะมีความสูงจากพื้น ถึงเพดาน 8.00 เมตร ในส่วนผนัง และเพดานเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก และได้ทาสีเหลืองครีม (Ivory) เพื่อให้มองดูสว่างตาขึ้น

เมื่อทราบข้อมูลทางด้านสถาปัตยกรรม และ ด้านไฟฟ้า จากการสำรวจแบบแปลน และการสำรวจพื้นที่จริงแล้ว สามารถนำข้อมูลที่ได้ นำมาบันทึกค่าต่างๆ ได้ดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกข้อมูลของ พื้นที่จอดรถ ชั้น G1

รายการ	หน่วย	ตัวย่อ	ปริมาณ
ลานจอดรถ ชั้น G1			
จำนวนโคมหลอด Fluorescent ขนาด 2x36 W. ติดเพดาน (การใช้พลังงานไฟฟ้าของ Ballast แกนเหล็ก 10 W. / ตัว)	Unit	n_1	198
เปอร์เซ็นต์การใช้งานเฉลี่ยของระบบแสงสว่าง (Operating Factor)	%	OF	90
ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยของระบบแสงสว่าง *ช่วง: On Peak*	h/d	h_1	3.0
ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยของระบบแสงสว่าง *ช่วง:Partial Peak*	h/d	h_2	10.5
ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยของระบบแสงสว่าง *ช่วง: Off Peak*	h/d	h_3	10.5
จำนวนวันดำเนินการ	d/y	D_1	365
ค่าไฟฟ้า ประเภทที่ 4 อัตรา 4.1.2 TOD. Rate *			
ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	฿/kW	1*	285.05
	฿/kW	2*	58.88
	฿/kW	3*	-
ค่าพลังงานไฟฟ้า	฿/Unit	1*.	1.7034
อัตราค่าไฟฟ้าผันแปร (เฉลี่ย 4 เดือน) : ธ.ค.49 – มี.ค.50	Stang	FT	0.7592
พื้นที่	m^2	A	7,631.53
ความสูง (จากพื้น ถึง ดวงโคม)	m.	Hi	8.00

หมายเหตุ * อัตราค่าไฟฟ้า และประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า สามารถดูรายละเอียดได้ใน บทที่ 2 ทฤษฎีการส่องสว่าง ข้อที่ 2.5 อัตราค่าไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง หน้า 2-53

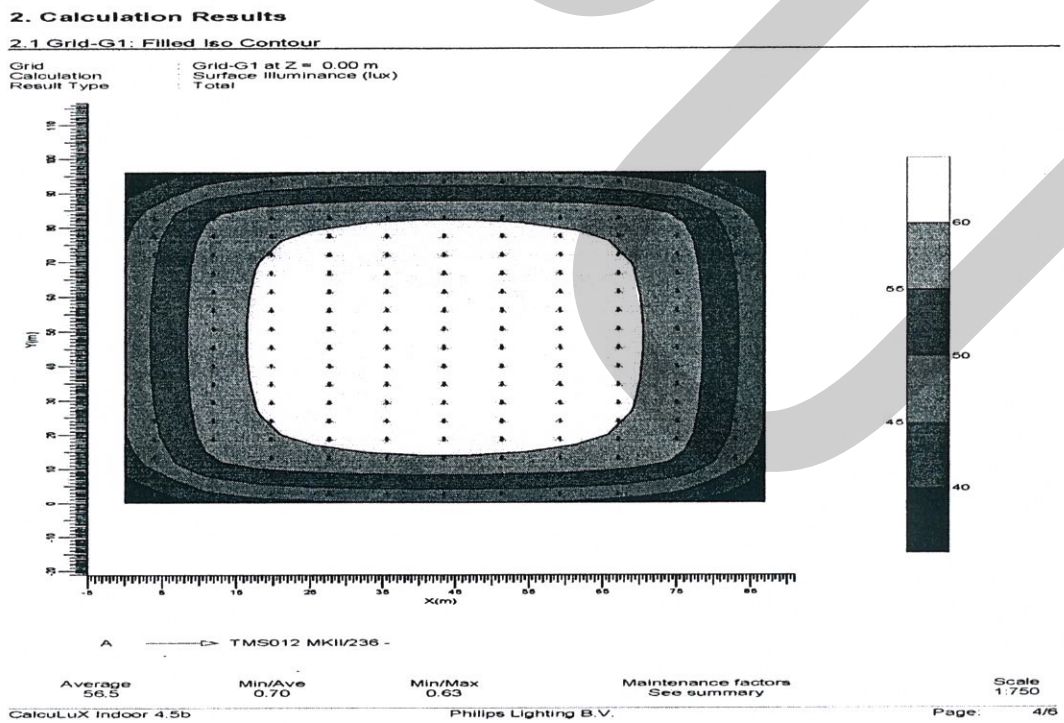
เมื่อได้ข้อมูลของวัสดุอุปกรณ์ จำนวน และค่าต่างๆ ตามที่ต้องการแล้ว นำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการคำนวณ หาค่ากำลังไฟฟ้า ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าความส่องสว่าง โดยนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผล ในโปรแกรม CalcuLux Indoor ผลที่ได้แสดงในรูปที่ 4.2 และแสดงผลการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนการเปลี่ยนโคมไฟฟ้า ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าพลังงานไฟฟ้า ก่อนเปลี่ยนอุปกรณ์

Parking G1

Item	Description	Unit	Code	Q'ty
1	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ช่วง On Peak	kWh/y	C-1	17,210.38
2	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ช่วง Partial Peak	kWh/y	C-2	60,236.32
3	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ช่วง Off Peak	kWh/y	C-3	60,236.32
4	ค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด	kWh/y	E-1	137,683.02
5	ค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าทั้งหมด	฿/y	SC-1	339,058.21
6	กำลังไฟฟ้า	kW	Pw-1	17.46
7	ค่ากำลังไฟฟ้า / หน่วยพื้นที่	W / sq.m.	Wm-1	2.29

หลอด Fluorescent TL-D.36 w.



รูปที่ 4.2 ค่า Surface Illuminance ของโคมชุดเดิม

หาค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในพื้นที่ โดยการวัดค่าความส่องสว่างจริงด้วยเครื่องมือวัดความส่องสว่าง Lux Meter ในแต่ละโซน โดยสุ่มวัดให้ครอบคลุมทั่วทั้งโซน ทุกโซน แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยจากค่าที่ได้จากการวัดจริงทั้งหมด ด้วยโปรแกรม MS Excel ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าความสว่างที่วัดจากเครื่องมือ Lux. Meter ก่อนเปลี่ยนอุปกรณ์

LUMINOSITY CHECK LIST PARKING AREA G1 FLOR

Item	Desciption	Zone A.	Zone B.	Zone C.	Zone D.	TOTAL
1	Line 2A	49				
2	Line 3A	54				
3	Line 4A	57				
4	Line 5A	58				
5	Line 6A		54			
6	Line 7A		57			
7	Line 8A		52			
8	Line 9A		55			
9	Line 10A		53			
10	Line 11A			55		
11	Line 2F			53		
12	Line 3F			58		
13	Line 4F			60		
14	Line 5F			58		
15	Line 6F				54	
16	Line 7F				54	
17	Line 8F				58	
18	Line 9F				62	
19	Line 10F				54	
20	Line 11F					
	SUM	218	271	284	282	
	Max.	58	57	60	62	
	Min.	49	52	53	54	
	Avr.	54.5	54.2	56.8	56.4	55.48

จากการสำรวจพื้นที่จริง ทำให้ได้ทราบว่าความสูงจากพื้นถึงเพดานมีความสูงถึง 8.00 เมตร ซึ่งในระดับความสูงนี้ ควรใช้โคมไฟประเภทที่ให้รัศมีการส่องสว่างกว้าง และไกล เช่น โคมไฟที่เป็นแบบ Low Bay หรือ High Bay มากกว่าการใช้โคมไฟแบบ Fluorescent ธรรมดาเพราะโคมไฟ Fluorescent จะให้ประสิทธิภาพที่ดีในการให้แสงสว่างในระยะความสูงไม่เกิน 5 เมตรเท่านั้น และในการเลือกชนิดและประเภทของโคมไฟ ต้องเน้นในด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระยะยาว เพื่อเป็นการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้า โดยที่จะไม่ให้มีผลกระทบกับผู้ใช้งานในส่วนพื้นที่จอดรถนี้ ในการพิจารณาทางเลือกนั้น ได้เลือกโคมไฟแบบ High-bay รุ่นHanger โดยเลือกใช้กับหลอด 2 แบบ คือ หลอดMetal halide HPI Plus 250 W. BU E40 SLV/12 4000 K และ หลอด High Intensity Discharge HPL-N250 W. E40 HG SLV/12 4100 K ของบริษัท PHILIPS และใช้โปรแกรม CalcuLux คำนวณเพื่อหาค่าความส่องสว่าง และ การใช้กำลังไฟฟ้า ในส่วนของพื้นที่จอดรถนี้ แสดงผลการคำนวณในรูปที่ 4.3 และ 4.4 และแสดงผลการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าหลังการเปลี่ยนโคมไฟฟ้า ในตารางที่ 4.4

Parking-G1-New — 40 Metal Halide — Date: 13-09-2008

1. Summary

1.1 Room Summary

Room Dimensions		
Width	86.95	m
Length	96.10	m
Height	8.00	m
Working Plane Height	0.00	m

Surface	Reflectance
Ceiling	0.50
Left Wall	0.30
Right Wall	0.30
Front Wall	0.30
Back Wall	0.30
Floor	0.10

Room Position (Front Bottom Left)		
X	0.00	m
Y	0.00	m

Total Average Room Surface Luminance (cd/m2):

Ceiling	Left	Right	Front	Back	Floor
0.9	0.7	0.6	0.6	0.4	2.1

Unified Glare Rating (CIE): 21

The overall maintenance factor used for this project is 1.00.

1.2 Project Luminaires

Code	Qty	Luminaire Type	Lamp Type	Power (W)	Flux (lm)
A	40	MDK580 ZDK580	1 * HPI-P250W-BU	278.0	1 * 19000

The total installed power: 11.12 (kWatt)

Number of Luminaires Per Arrangement:

Arrangement	Luminaire Code	Power (kWatt)
	A	
Room Block-Add	40	11.12

1.3 Calculation Results

(Il)luminance Calculations:

Calculation	Type	Unit	Ave	Min/Ave	Min/Max	Result
Grid-G1	Surface Illuminance	lux	66.5	0.11	0.04	Total

รูปที่ 4.3 ผลการคำนวณค่าทางไฟฟ้าหลอด Metal Halide โดยโปรแกรม CalcuLux

Parking-G1-New 50Mercury Date: 13-09-2008

1. Summary

1.1 Room Summary

Room Dimensions		
Width	86.95	m
Length	96.10	m
Height	8.00	m
Working Plane Height	0.00	m

Surface	Reflectance
Ceiling	0.50
Left Wall	0.30
Right Wall	0.30
Front Wall	0.30
Back Wall	0.30
Floor	0.10

Room Position (Front Bottom Left)

X	0.00	m
Y	0.00	m

Total Average Room Surface Luminance (cd/m2):

Ceiling	Left	Right	Front	Back	Floor
0.8	0.6	0.5	0.6	0.4	1.8

Unified Glare Rating (CIE): 19

The overall maintenance factor used for this project is 1.00.

1.2 Project Luminaires

Code	Qty	Luminaire Type	Lamp Type	Power (W)	Flux (lm)
A	50	HDK580 ZDK580	1 * HPL-N250W	269.0	1 * 12700

The total installed power: 13.45 (kWatt)

Number of Luminaires Per Arrangement:

Arrangement	Luminaire Code	Power (kWatt)
	A	
Room Block-Add	50	13.45

1.3 Calculation Results

(Il)luminance Calculations:

Calculation	Type	Unit	Ave	Min/Ave	Min/Max	Result
Grid-G1	Surface Illuminance	lux	55.2	0.17	0.08	Total

รูปที่ 4.4 ผลการคำนวณค่าทางไฟฟ้าหลอด HID. โดยโปรแกรม CalcuLux

ตารางที่ 4.4 การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า ของหลอด HM. และ HID

การคำนวณ ค่าพลังงานไฟฟ้า หลังการเปลี่ยนอุปกรณ์ Parking G1

Item	Description	Unit	Code	Q'ty
1	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ช่วง On Peak	kWh/y	C-41	10,958.76
2	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ช่วง Partial Peak	kWh/y	C-51	38,355.66
3	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ช่วง Off Peak	kWh/y	C-61	38,355.66
4	ค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด	kWh/y	E-2	87,670.08
5	ค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าทั้งหมด	฿/y	SC-2	215,896.34
6	กำลังไฟฟ้า	kW	Pw-21	11.12
7	ค่ากำลังไฟฟ้า / หน่วยพื้นที่	W / sq.m.	Wm-21	1.46

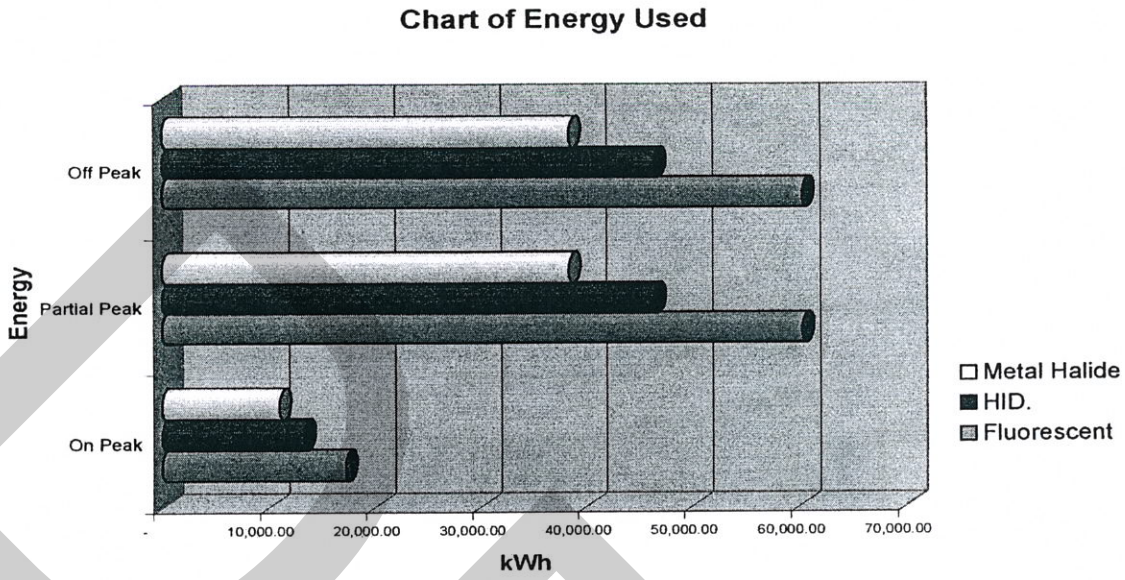
หลอด Metal Halide 250 w.

การคำนวณ ค่าพลังงานไฟฟ้า หลังการเปลี่ยนอุปกรณ์ Parking G1

Item	Description	Unit	Code	Q'ty
1	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ช่วง On Peak	kWh/y	C-41	13,254.98
2	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ช่วง Partial Peak	kWh/y	C-51	46,392.41
3	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ช่วง Off Peak	kWh/y	C-61	46,392.41
4	ค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด	kWh/y	E-3	106,039.80
5	ค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าทั้งหมด	฿/y	SC-3	261,133.61
6	กำลังไฟฟ้า	kW	Pw-21	13.45
7	ค่ากำลังไฟฟ้า / หน่วยพื้นที่	W / sq.m.	Wm-21	1.76

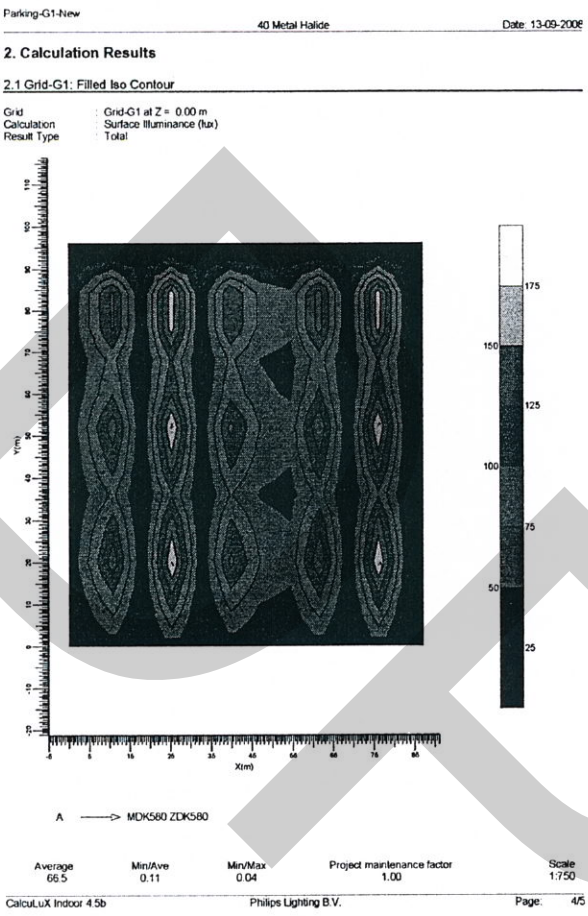
หลอด High Intensity Discharge 250 w.

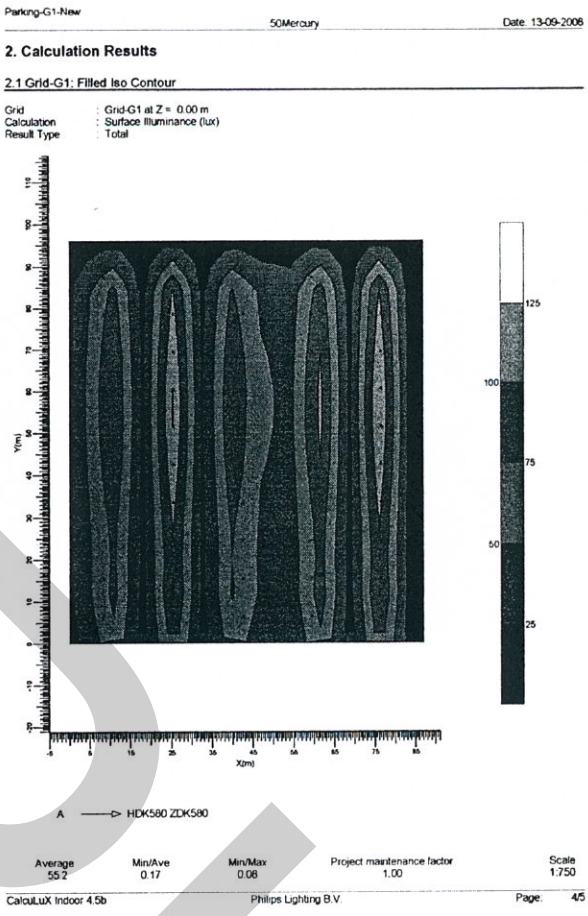
จากผลการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า และค่าพลังงานไฟฟ้า จากตารางที่ 4.4 สามารถทำการเปรียบเทียบข้อมูลของการใช้พลังงานไฟฟ้าของวัสดุอุปกรณ์ทั้ง 3 แบบ ได้จากกราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า ในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดทั้ง 3 แบบ

ผลการคำนวณหาค่า Surface Illuminance (Lux) ของพื้นที่จอดรถชั้น G1 ด้วย โปรแกรม CalcuLux ที่ใช้กับหลอดแบบ Metal halide HPI Plus 250 W. BU E40 SLV/12 4000 K และหลอด High Intensity Discharge HPL-N250 W. E40 HG SLV/12 4100 K ของบริษัท PHILIPS แสดงผลในรูปที่ 4.6





รูปที่ 4.6 ค่า Surface Illuminance ของหลอด HM. และ HID

นำค่าทางไฟฟ้าที่คำนวณได้ทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 แบบ มาคำนวณหาค่าที่เปลี่ยนแปลงไป ของค่ากำลังงานไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง และค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่ลดลง ซึ่งทำให้ได้ทราบค่าความแตกต่างทางพลังงานที่ต่างกัน ระหว่างหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด ซึ่งหมายถึงมูลค่าของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปี ที่สามารถทำให้มีค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่ลดลงได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่ลดลง หลังการเปลี่ยนอุปกรณ์

การคำนวณ ค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่ลดลง หลังการเปลี่ยนอุปกรณ์ Parking G1

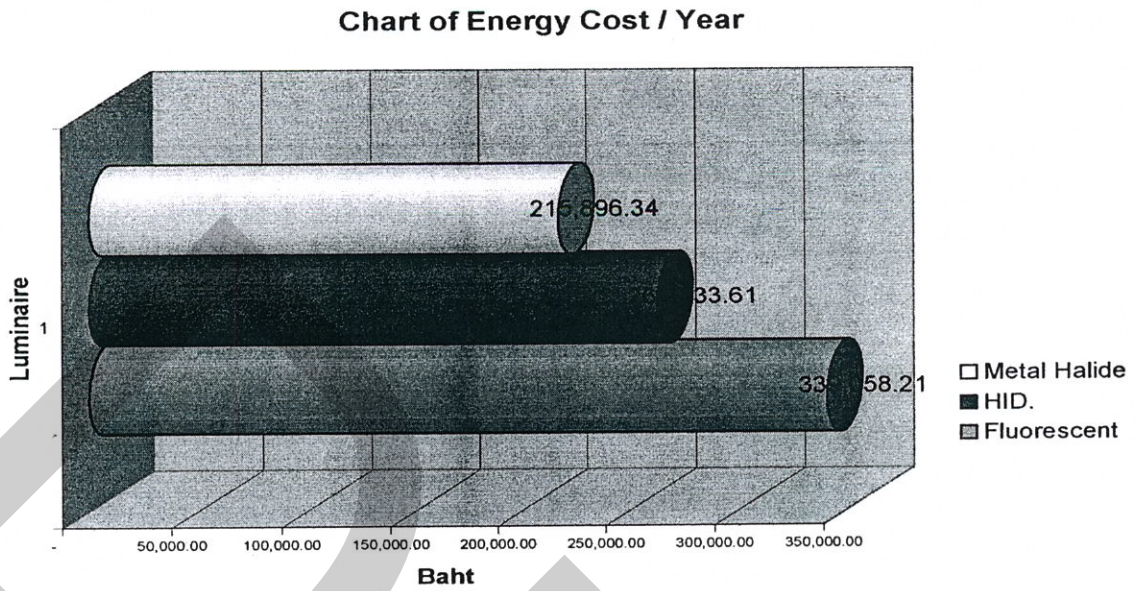
Item	Description	Unit	Code	Q'ty
1	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง ช่วง On Peak	kWh/y	C-72	3,955.40
2	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง ช่วง Partial Peak	kWh/y	C-82	13,843.91
3	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง ช่วง Off Peak	kWh/y	C-92	13,843.91
4	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด	kWh/y	C-102	31,643.22
5	ค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด	฿/y	SC-12	77,924.60
6	กำลังไฟฟ้าที่ลดลง	kW	Pw-32	4.01
7	ค่ากำลังไฟฟ้า / หน่วยพื้นที่ ที่ลดลง	W / sq.m.	Wm-32	0.53

หลอด High Intensity Discharge 250 w.

การคำนวณ ค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่ลดลง หลังการเปลี่ยนอุปกรณ์ Parking G1

Item	Description	Unit	Code	Q'ty
1	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง ช่วง On Peak	kWh/y	C-71	6,251.62
2	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง ช่วง Partial Peak	kWh/y	C-81	21,880.66
3	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง ช่วง Off Peak	kWh/y	C-91	21,880.66
4	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด	kWh/y	C-101	50,012.94
5	ค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด	฿/y	SC-11	123,161.87
6	กำลังไฟฟ้าที่ลดลง	kW	Pw-31	6.34
7	ค่ากำลังไฟฟ้า / หน่วยพื้นที่ ที่ลดลง	W / sq.m.	Wm-31	0.83

หลอด Metal Halide 250 w.



รูปที่ 4.7 กราฟค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าของหลอดทั้ง 3 แบบ

จากผลการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้า จากตารางที่ 4.5 สามารถทำการเปรียบเทียบข้อมูลของค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าของวัสดุอุปกรณ์ทั้ง 3 แบบ ได้ จากกราฟแสดงค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้า ในรูปที่ 4.7

จากผลการคำนวณข้อมูลต่างๆ ที่ได้ในตารางที่ 4.5 เราได้ทราบถึงข้อมูลของพลังงานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไป และ ผลของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่ลดลงเมื่อได้มีการเปลี่ยนโคมไฟฟ้า ซึ่งจากเดิมเป็นโคมไฟฟ้า Fluorescent TMS 012/236 MKII/236 TL-D 2x36 w. 6200 K แบบเปิดโล่งธรรมดา เป็นโคมไฟแบบ High-bay รุ่นHanger โดยเลือกใช้กับหลอด 2 แบบ คือ หลอดMetal halide HPI Plus 250 W. BU E40 SLV/12 4000 K และ หลอด High Intensity Discharge HPL-N250 W. E40 HG SLV/12 4100 K ของบริษัท PHILIPS ในการดำเนินการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์นั้น จะต้องใช้งบประมาณในการดำเนินการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ หรืองบลงทุน ในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ ในการดำเนินการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ทั้ง 2 แบบ ได้ประมาณการในส่วนของเงินลงทุน แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตารางการคำนวณค่าการลงทุน และ ระยะเวลาคืนทุน กรณีเปลี่ยนโคมไฟฟ้า

การคำนวณ งบประมาณการลงทุน ในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ Parking G1

Item	Description	Unit	Code	Q'ty
1	Material Cost (3560 baht./unit)	Baht	In-12	178,000.00
2	Installation Cost (200 baht/unit)	Baht	In-22	10,000.00
3	Maintenance Cost (50 baht/unit)	Baht	In-32	2,500.00
4	Sum. Investment Cost	Baht	Inc-12	190,500.00
5	Pay Back Period	Y	Pb-12	2.44
6	Return on Investment	%	ROI-2	-30.05

หลอด High Intensity Discharge 250 w.

การคำนวณ งบประมาณการลงทุน ในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ Parking G1

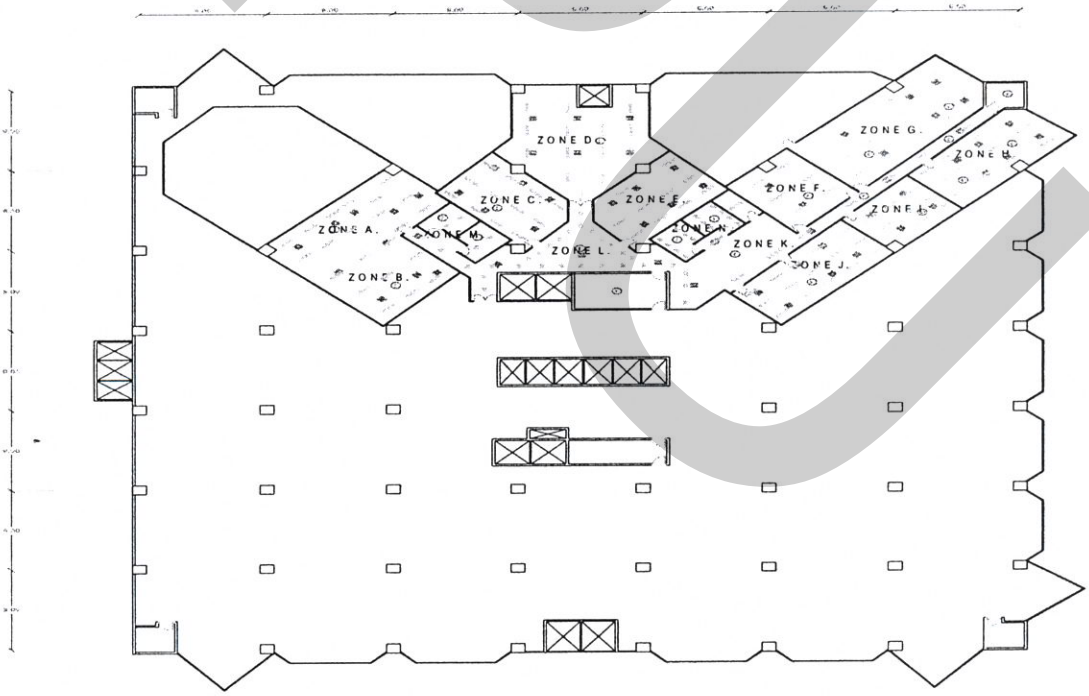
Item	Description	Unit	Code	Q'ty
1	Material Cost (4720 baht./unit)	Baht	In-11	188,800.00
2	Installation Cost (200 baht/unit)	Baht	In-21	8,000.00
3	Maintenance Cost (50 baht/unit)	Baht	In-31	2,000.00
4	Sum. Investment Cost	Baht	Inc-11	198,800.00
5	Pay Back Period	Y	Pb-11	1.61
6	Return on Investment	%	ROI-1	41.25

หลอด Metal Halide 250 w.

ในการดำเนินการปรับเปลี่ยนชุดโคมไฟฟ้าของพื้นที่จอดรถ ชั้น G1 ขนาดพื้นที่ 7,631.53 ตารางเมตร จากเดิมใช้โคมไฟฟ้า Fluorescent TMS 012/236 MKII/236 TL-D 2x36 W. 6200 K แบบเปิดโล่งธรรมดา จำนวน 198 โคม เป็นโคมไฟฟ้าแบบ High-bay รุ่นHanger โดยเลือกใช้กับหลอด 2 แบบ คือ หลอดMetal halide HPI Plus 250 W. BU E40 SLV/12 4000 K จำนวน 40 ชุดโคม และ หลอด High Intensity Discharge HPL-N250 W. E40 HG SLV/12 4100 K จำนวน 50 ชุดโคม ของบริษัท PHILIPS จะต้องใช้งบประมาณในการลงทุนปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ทั้งหมด เป็นจำนวนเงิน 198,800 บาท และมีระยะเวลาคืนทุน 1.61 ปี สำหรับโคมฯ-หลอดแบบ Metal Halide และต้องใช้เงินลงทุน จำนวน 190,500 บาท ระยะเวลาคืนทุน 2.44 ปี สำหรับโคมฯ-หลอดแบบ High Intensity Discharge

4.2 พื้นที่สำนักงาน (Back Office) ชั้นที่ 8

ในการดำเนินการวิจัยของพื้นที่ในส่วนที่ 2 คือ บริเวณพื้นที่ที่ใช้เป็นบริเวณสำนักงาน ในชั้นที่ 8 ของอาคารโรงพยาบาล ซึ่งประกอบไปด้วย แผนกการเงิน แผนกบัญชี ฝ่ายการตลาด แผนกแม่บ้าน แผนกบุคคล ฝ่ายทรัพยากรบุคคล จากการสำรวจจากแบบแปลนของอาคารในส่วนพื้นที่ชั้น 8 โดยละเอียดทั้งแบบแปลนทางด้านสถาปัตยกรรม (Architectural Plan) และแบบแปลนทางด้านระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System Plan) ทำให้ทราบว่าพื้นที่ในส่วนของชั้นที่ 8 นั้นมิได้นำพื้นที่มาใช้งานทั้งหมดทั้งชั้น และในส่วนของแผนก และฝ่ายต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะใช้พื้นที่ที่อยู่ติดกันทั้งหมดโดยมีพื้นที่ในส่วนของทางเดิน เชื่อมต่อแผนกและฝ่ายต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นพื้นที่เดียวกัน ในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้ออกแบบระบบแสงสว่าง โดยใช้โคมไฟฟ้าแบบ Fluorescent รุ่น TBS087/336 G2 3xTL-D 36W. 6200 K แบบก้างปลามีแผ่น Reflector สะท้อนแสง ฝังฝ้าเพดาน ในพื้นที่สำนักงาน จำนวน 125 ดวงโคม และในส่วนของทางเดินบางส่วนและห้องน้ำ ใช้โคมไฟแบบ Down light รุ่น FBS145/118I PL-C/2P18W. ขนาด 147 mm. หลอดตะเกียบ ขั้ว G24d-2 ขนาด 1x18 W. จำนวน 49 ดวงโคม โดยในการออกแบบ มีระยะห่างของดวงโคมเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และมีขนาดพื้นที่ 852.46 ตารางเมตร



รูปที่ 4.8 แบบแปลน พื้นที่สำนักงาน ชั้นที่ 8

จากการสำรวจในพื้นที่จริง ทำให้ทราบว่า ในส่วนของบริเวณชั้นที่ 8 ได้จัดสร้างเป็นพื้นที่ในส่วนของสำนักงานของหน่วยงานต่างๆ ประกอบด้วย แผนกการเงิน แผนกบัญชี ฝ่ายการตลาด แผนกแม่บ้าน แผนกบุคคล ฝ่ายทรัพยากรบุคคล ส่วนห้องน้ำ และส่วนทางเดิน ได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติเล็กน้อยที่ แผนกบุคคล และ ฝ่ายทรัพยากรบุคคล ในช่วงเวลาเช้าจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และรับแสงธรรมชาติเล็กน้อยตลอดทั้งวันที่แผนกบัญชี จากทางทิศเหนือ ซึ่งแสงธรรมชาติจะผ่านมาทางช่องหน้าต่างกระจกอลูมิเนียม ติดฟิล์มกรองแสงสีดำ 50% จำนวน 6 ช่อง และ 4 ช่อง ของแผนกบุคคล , ฝ่ายทรัพยากรบุคคล และแผนกบัญชี ตามลำดับ ผนังอาคารเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กด้านนอก ในส่วนของผนังด้านในเป็นผนังยิบซั่มบอร์ด ทาสีเหลืองครีม (Ivory) ในส่วนของเพดานเป็นเพดานแบบ อลูมิเนียม T-Bar ใช้แผ่นยิบซั่มกันเสียงสะท้อนเป็นฝ้าเพดานทาสีขาว ในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างจะเปิด- ปิด ตามเวลาการทำงานของเจ้าหน้าที่ของแผนกต่างๆ โดยในแต่ละหน่วยงานจะเข้าทำงานและเลิกงานในเวลาเดียวกันคือ 08.00 – 17.00 น. ในวันจันทร์ – วันศุกร์ และหยุดทำงานในวันเสาร์ และวันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ ในการเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้น มีกำหนดระยะเวลาตั้งแต่ 07.00 – 18.00 น. ในส่วนพื้นที่ทำงานทั้งหมด จะใช้โคมไฟฟ้าแบบ Fluorescent รุ่น TBS087/336 G2 3xTL-D 36W. 6200 K แบบก้างปลามีแผ่น Reflector ขนาด 3x36 W. ฝังในฝ้าเพดาน และในส่วนของทางเดินบางส่วนและพื้นที่ห้องน้ำ ใช้โคมไฟแบบ Down light รุ่น FBS145/118I PL-C/2P18W. 6500 K ขนาด 147 mm. หลอดตะเกียบ ขั้ว G24d-2 ขนาด 1x18 W. แสง Daylight ของ Philips และความสูงของพื้นที่ในส่วนของสำนักงาน จะมีความสูงจากพื้น ถึงเพดาน 3.20 เมตร ส่วนที่เป็นทางเดินร่วม มีความสูง 3.20 เมตร และในส่วนพื้นที่ห้องน้ำมีความสูง 2.50 เมตร

เมื่อทราบข้อมูลทางด้านสถาปัตยกรรม และ ข้อมูลทางด้านระบบไฟฟ้า จากการสำรวจแบบแปลน และการสำรวจพื้นที่จริงแล้ว สามารถนำข้อมูลที่สำรวจได้ นำมาบันทึกค่าต่างๆ ได้ดังในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ตารางบันทึกข้อมูลของ พื้นที่สำนักงาน ชั้นที่ 8

รายการ	หน่วย	ตัวย่อ	ปริมาณ
สำนักงาน ชั้นที่ 8			
จำนวนโคมหลอด Fluorescent ขนาด 3x36 W. ก้างปลา ฝังเพดาน (การใช้พลังงานไฟฟ้าของ Ballast แกนเหล็ก 10 W. / ตัว)	Unit	n_1	125
จำนวนโคม Downlight Fluorescent ขนาด 1x18 W. ตะเกียบ ฝังเพดาน (การใช้พลังงานไฟฟ้าของ Ballast แกนเหล็ก 10 W. / ตัว)	Unit	n_2	49
เปอร์เซ็นต์การใช้งานเฉลี่ยของระบบแสงสว่าง (Operating Factor)	%	OF	90
ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยของระบบแสงสว่าง *ช่วง: On Peak*	h/d	h_1	10.0
ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยของระบบแสงสว่าง *ช่วง:Partial Peak*	h/d	h_2	10.0
ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยของระบบแสงสว่าง *ช่วง: Off Peak*	h/d	h_3	1.0
จำนวนวันดำเนินการ	d/y	D_1	269
ค่าไฟฟ้า ประเภทที่ 4 อัตรา 4.1.2 TOD. Rate *			
ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	฿/kW	1*	285.05
	฿/kW	2*	58.88
	฿/kW	3*	-
ค่าพลังงานไฟฟ้า	฿/Unit	1*.	1.7034
อัตราค่าไฟฟ้าผันแปร (เฉลี่ย 4 เดือน) : ธ.ค.49 – มี.ค.50	Stang	FT	0.7592
พื้นที่	m^2	A	852.46
ความสูง (จากพื้น ถึง ดวงโคม)	m.	Hi	3.20

หมายเหตุ * อัตราค่าไฟฟ้า และประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า สามารถดูรายละเอียดได้ใน บทที่ 2 ทฤษฎีการส่องสว่าง ข้อที่ 2.5 อัตราค่าไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง หน้า 2-53

เมื่อได้ข้อมูลของวัสดุอุปกรณ์ จำนวน และค่าต่างๆ ทางไฟฟ้า ตามที่ต้องการแล้ว นำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการคำนวณ หาค่าปริมาณ กำลังไฟฟ้า และการใช้พลังงานไฟฟ้า เมื่อได้ข้อมูลของวัสดุอุปกรณ์ จำนวน และค่าต่างๆ ตามที่ต้องการแล้ว นำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการคำนวณ หาค่ากำลังไฟฟ้า ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าความส่องสว่าง โดยนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผล ในโปรแกรม CalcuLux Indoor ของบริษัท Philips และผลที่ได้แสดงผลการคำนวณในพื้นที่ Zone A ในรูปที่ 4.9 และแสดงผลการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนการเปลี่ยนโคมไฟฟ้า ในตารางที่ 4.8

Office — Zone-A — Date: 13-09-2008

1. Summary

1.1 Room Summary

Room Dimensions		
Width	5.97	m
Length	13.56	m
Height	3.20	m
Working Plane Height	0.75	m

Surface	Reflectance
Ceiling	0.50
Left Wall	0.30
Right Wall	0.30
Front Wall	0.30
Back Wall	0.30
Floor	0.10

Room Position (Front Bottom Left)

X	0.00	m
Y	0.00	m

Total Average Room Surface Luminance (cd/m2):

Ceiling	Left	Right	Front	Back	Floor
15.0	32.6	32.8	33.7	33.7	27.0

Unified Glare Rating (CIE): 21

The overall maintenance factor used for this project is 0.85.

1.2 Project Luminaires

Code	Qty	Luminaire Type	Lamp Type	Power (W)	Flux (lm)
A	15	TBS087 3x36W (60x120cm) G2	3 * TLD-36W	135.0	3 * 3350

The total installed power: 2.03 (kWatt)

Number of Luminaires Per Arrangement:

Arrangement	Luminaire Code	Power (kWatt)
	A	
Room Block	15	2.03

1.3 Calculation Results

(Il)luminance Calculations:

Calculation	Type	Unit	Ave	Min/Ave	Min/Max	Result
Grid-A	Surface Illuminance	lux	945	0.59	0.45	Total

รูปที่ 4.9 ผลการคำนวณค่าทางไฟฟ้า ของ Zone A. โดยโปรแกรม CalcuLux

ตารางที่ 4.8 การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนเปลี่ยนอุปกรณ์

การคำนวณ ค่าพลังงานไฟฟ้า ก่อนการเปลี่ยนอุปกรณ์ — Staff Office 8 Floor

Item	ZONE	kWh/y			กำลังไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า / พื้นที่	Area	Illuminace
		On Peak	Partial Peak	Off Peak	kW.	W / sq.m.	sq.m.	Lux.
1	Zone A.		4,902.53	490.25	2.03	23.11	87.61	975
2	Zone B.		1,961.01	196.10	0.81	16.66	48.62	613
3	Zone C.		3,922.02	392.20	1.62	27.84	58.18	1,064
4	Zone D.		5,229.36	522.94	2.16	18.55	116.45	829
5	Zone E.		3,922.02	392.20	1.62	27.63	58.63	1,064
6	Zone F.		1,961.01	196.10	0.81	16.81	48.19	656
7	Zone G.		4,575.69	457.57	1.89	19.14	98.73	732
8	Zone H.		3,922.02	392.20	1.62	25.25	64.16	910
9	Zone I.		2,941.52	294.15	1.22	31.36	38.74	1,218
10	Zone J.		4,902.53	490.25	2.03	34.81	58.17	1,131
11	Zone K.		2,614.68	261.47	1.08	18.63	57.98	432
12	Zone L.		1,568.81	156.88	0.65	8.06	80.38	186
13	Zone M.		464.83	46.48	0.19	10.60	18.12	126
14	Zone N.		813.46	81.35	0.34	18.16	18.50	274
	Minimum	-	464.83	46.48	0.19	8.06	18.12	126.00
	Maximum	-	5,229.36	522.94	2.16	34.81	116.45	1,218.00
	Average		3,121.53	312.15	1.29	21.19	60.89	729.29
	TOTAL	-	43,701.47	4,370.15	18.05		852.46	

รูปที่ 4.10 ค่า Surface Illuminance ของโคมเดิม ใน Zone A.

หาค่าความสว่างเฉลี่ยในพื้นที่ สามารถหาได้ 2 วิธี คือ การประมวลผลค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในแต่ละ Zone หรือ แผนก ด้วยโปรแกรม CalcuLux แสดงในตารางที่ 4.10 และการใช้เครื่องมือวัดค่าความส่องสว่าง คือ Lux Meter วัดในแต่ละ Zone หรือแผนก โดยสุ่มวัดให้ครอบคลุมทั่วทั้งแผนก และทุกแผนก แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยจากค่าที่ได้จากการวัดทั้งหมดด้วยโปรแกรม Ms Excel ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตารางบันทึกค่าความสว่างที่วัดจากเครื่องมือ Lux. Meter ก่อนเปลี่ยนอุปกรณ์

LUMINOSITY CHECK LIST — STAFF OFFICE 8th. FLOOR

Item	Desciption	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	TOTAL
1	Financial Depart.	751	746	804	792	
2	Accounting Depart.	765	785	823	865	
3	Marketing Depart.	875	952			
4	Personal 1 Depart.	623	616			
5	Personal 2 Depart.	695	684	721	694	
6	House Keeper Depart.	867	934	852		
7	Human Resource 1 Depart.	872	865			
8	Human Resource 2 Depart.	872	895	875		
	Average	790.00	809.63	815.00	783.67	799.57
9	Men Toilet	192	187			
10	Women Toilet	206	195			
	Average	199.00	191.00			195.00
11	Main Lobby	252	264	265		
12	Left Corridor	284	275			
13	Right Corridor	275	286	294		
	Average	270.33	275.00	279.50		274.94
	SUM	8,518	8,685	5,449	3,135	
	Max.	875	952	875	865	
	Min.	192	187	265	694	
	Average Summary	579.15	591.08	662.00	783.67	653.97

จากการสำรวจพื้นที่จริง และ การคำนวณหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ก่อนการเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ โดยใช้โปรแกรม CalcuLux ที่ได้แสดงในตารางที่ 4.3 ทำให้ได้ทราบว่าค่าความส่องสว่างในพื้นที่โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับที่สูง ซึ่งในบางพื้นที่นั้นมีระดับความส่องสว่างสูงกว่าค่ามาตรฐาน จึงได้พิจารณาเลือกแนวทางในการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ โดยการเปลี่ยนโคมไฟฟ้าจากโคมไฟฟ้าแบบ Fluorescent รุ่น TBS087/336 G2 3xTL-D 36W. แบบก้างปลามีแผ่น Reflector ขนาด 3x36 W. 6200 K ฝังในฝ้าเพดาน เป็นโคมไฟประสิทธิภาพสูงแบบ Fluorescent รุ่น TBS369/236 C6 2xTL-D 36W. 4100 K มี Reflector รุ่นใหม่ ขนาด 2x36 W. ในส่วนที่เป็นพื้นที่สำนักงาน และ ปรับเปลี่ยนโคมไฟ Fluorescent รุ่น TBS087/336 G2 3xTL-D 36W. เดิม ในพื้นที่ส่วนทางเดินใน Zone K เป็นโคมไฟ Down light รุ่น FBH145/218I PL-C/2P18W. 4000 K ขนาด 147 mm. หลอดตะเกียบ ขั้ว G24d-2 ขนาด 2x18 W. แทน และปรับลดจำนวนโคมไฟ Down light รุ่น FBS145/118I PL-C/2P 18W. ในพื้นที่ Zone L และ N ลง ซึ่งเป็นพื้นที่ของทางเดินร่วมและ

ห้องน้ำ และใช้โปรแกรม CalcuLux Indoor ทำการสร้างแบบจำลองของพื้นที่และวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด ในโซนต่างๆ เพื่อทำการคำนวณ และประมวลผลหาค่าความส่องสว่างเฉลี่ย และ การใช้กำลังไฟฟ้า ในส่วนของพื้นที่สำนักงาน และทางเดินทั้งหมด ซึ่งได้แสดงผลการคำนวณของพื้นที่เฉพาะใน Zone A. ในรูปที่ 4.10 และแสดงค่า Surface Illuminance ของโคมแบบใหม่เฉพาะใน Zone A. ในรูปที่ 4.11

Office-New — Zone-A — Date: 13-09-2008

1. Summary

1.1 Room Summary

Room Dimensions		
Width	5.97	m
Length	13.56	m
Height	3.20	m
Working Plane Height	0.75	m

Surface	Reflectance
Ceiling	0.50
Left Wall	0.30
Right Wall	0.30
Front Wall	0.30
Back Wall	0.30
Floor	0.10

Room Position (Front Bottom Left)		
X	0.00	m
Y	0.00	m

Total Average Room Surface Luminance (cd/m2):

Ceiling	Left	Right	Front	Back	Floor
6.4	12.8	12.7	12.9	12.9	13.3

Unified Glare Rating (CIE): 20

The overall maintenance factor used for this project is 0.85.

1.2 Project Luminaires

Code	Qty	Luminaire Type	Lamp Type	Power (W)	Flux (lm)
A	12	TBS369/236 C6	2 * TL-D36W	88.2	2 * 3350

The total installed power: 1.06 (kWatt)

Number of Luminaires Per Arrangement:

Arrangement	Luminaire Code A	Power (kWatt)
Room Block	12	1.06

1.3 Calculation Results

(Il)luminance Calculations:

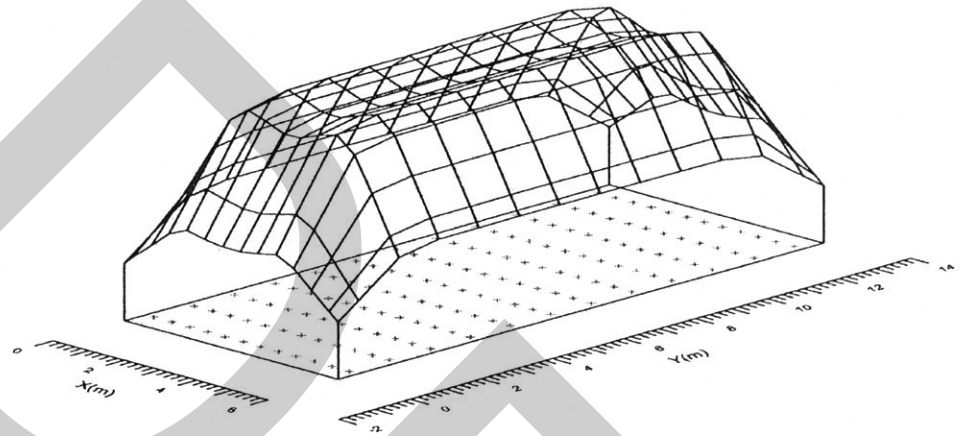
Calculation	Type	Unit	Ave	Min/Ave	Min/Max	Result
Grid-A	Surface Illuminance	lux	452	0.48	0.39	Total

รูปที่ 4.11 ผลการคำนวณค่าทางไฟฟ้า โดยโปรแกรม CalcuLux

Office-New Zone-A Date: 13-09-2008

2.2 Grid-A: Mountain Plot

Grid : Grid-A at Z = 0.75 m
Calculation : Surface Illuminance (lux)
Result Type : Total



Average	Min/Ave	Min/Max	Project maintenance factor
452	0.48	0.39	0.85

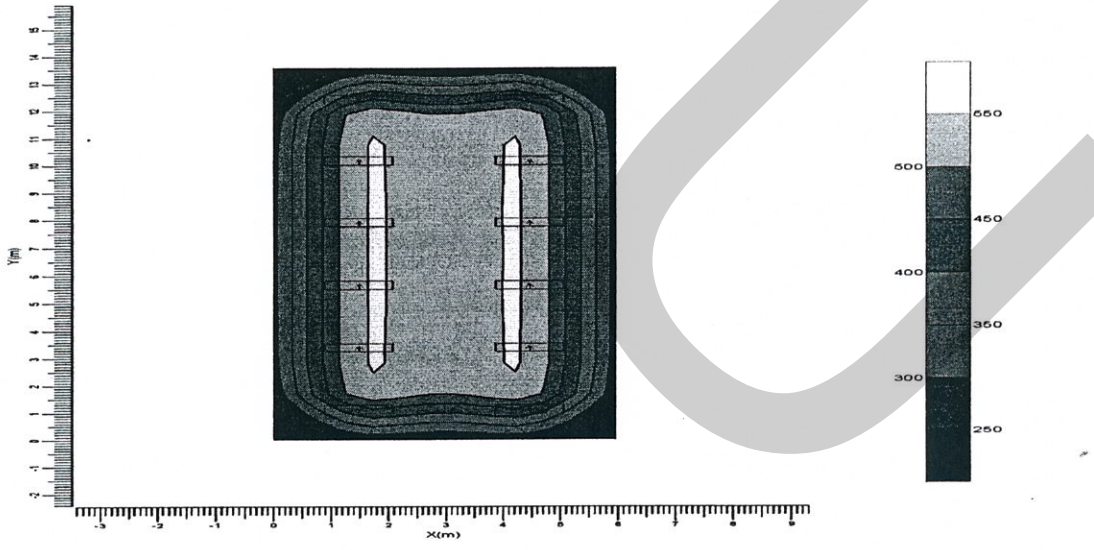
CalcuLuX Indoor 4.5b Philips Lighting B.V. Page: 5/5

Office-New Zone-A Date: 13-09-2008

2. Calculation Results

2.1 Grid-A: Filled Iso Contour

Grid : Grid-A at Z = 0.75 m
Calculation : Surface Illuminance (lux)
Result Type : Total



A ——▷ TBS369/236 C8

Average	Min/Ave	Min/Max	Project maintenance factor	Scale
452	0.48	0.39	0.85	1:100

CalcuLuX Indoor 4.5b Philips Lighting B.V. Page: 4/5

รูปที่ 4.12 ค่า Surface Illuminance ของโคมแบบใหม่ใน Zone A.

ในการดำเนินการจัดสร้างแบบจำลองของพื้นที่และวัสดุอุปกรณ์ประกอบของพื้นที่ในแต่ละโซน ด้วยโปรแกรม CalcuLux Indoor ผู้ศึกษาได้คำนวณและประมวลผลโดยใช้มาตรฐานค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน CIE. และค่าการใช้กำลังไฟฟ้าแสงสว่างต่อพื้นที่ ตามหลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งจากการสร้างแบบจำลองของวัสดุอุปกรณ์เดิมนั้น จากการประมวลผลด้วย software โดยรวมแล้วทำให้ทราบว่า ค่ากำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่นั้น มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ มีค่าเท่ากับ 21.19 W./ sq.m. (ค่ามาตรฐานตาม พรบ.การส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน 2535 นั้น กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 16 W./ sq.m. ดูในภาคผนวก จ.) และค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (Illuminance) ในพื้นที่โดยรวมมีค่าเท่ากับ 729 Lux. ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ใช้สอยแต่ละประเภทในอาคาร (ดูภาคผนวก ก.) จึงได้ทำการสร้างแบบจำลองของพื้นที่และอุปกณ์ประกอบ โดยการปรับเปลี่ยนโคมไฟ แบบ Fluorescent รุ่น TBS087/336 G2 3xTL-D 36W. 6200 K เป็นโคมไฟประสิทธิภาพสูงแบบ Fluorescent รุ่น TBS369/236 C6 2xTL-D 36W. 4100 K ในส่วนที่เป็นพื้นที่สำนักงาน และ ปรับเปลี่ยนโคมไฟ Fluorescent รุ่น TBS087/336 G2 3xTL-D 36W. เดิม ในพื้นที่ส่วนทางเดินใน Zone K เป็นโคมไฟ Down light รุ่น FBH145/218I PL-C/2P18W. 4000 K ขนาด 147 mm. หลอดตะเกียบ ขั้ว G24d-2 ขนาด 2x18 W. แทน และปรับลดจำนวนโคมไฟ Down light รุ่น FBS145/118I PL-C/2P18W. ในพื้นที่ Zone L และ N ลง ซึ่งเป็นพื้นที่ของทางเดินร่วมและ ห้องน้ำ ผลจากที่ได้จากการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดได้ประมวลผลข้อมูลและแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการคำนวณค่าทางไฟฟ้า หลังปรับเปลี่ยนอุปกรณ์

การคำนวณ ค่าพลังงานไฟฟ้า หลังการเปลี่ยนอุปกรณ์ Staff Office 8 Floor

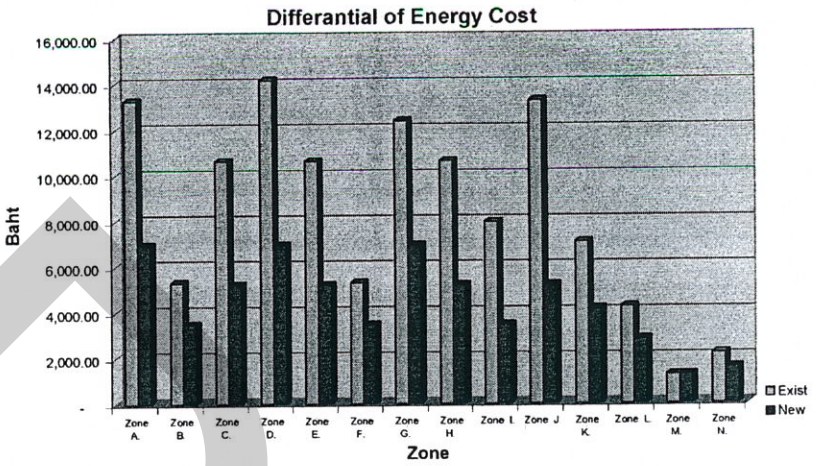
Item	ZONE	kWh/y			Energy	กำลังไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า / พื้นที่	Area	Illuminace
		On Peak	Partial Peak	Off Peak	Sum.	kW.	W / sq.m.	sq.m.	Lux.
1	Zone A.		2,562.39	256.24	2,818.63	1.06	12.08	87.61	452
2	Zone B.		1,281.19	128.12	1,409.31	0.53	10.88	48.62	369
3	Zone C.		1,921.79	192.18	2,113.97	0.79	13.64	58.18	491
4	Zone D.		2,562.39	256.24	2,818.63	1.06	9.09	116.45	367
5	Zone E.		1,921.79	192.18	2,113.97	0.79	13.54	58.63	491
6	Zone F.		1,281.19	128.12	1,409.31	0.53	10.98	48.19	398
7	Zone G.		2,562.39	256.24	2,818.63	1.06	10.72	98.73	373
8	Zone H.		1,921.79	192.18	2,113.97	0.79	12.37	64.16	421
9	Zone I.		1,281.19	128.12	1,409.31	0.53	13.66	38.74	462
10	Zone J.		1,921.79	192.18	2,113.97	0.79	13.65	58.17	423
11	Zone K.		1,542.18	154.22	1,696.39	0.64	10.99	57.98	104
12	Zone L.		1,045.87	104.59	1,150.46	0.43	5.37	80.38	121
13	Zone M.		464.83	46.48	511.32	0.19	10.60	18.12	126
14	Zone N.		581.04	58.10	639.14	0.24	12.97	18.50	200
	Minimum	-	464.83	46.48	511.32	0.19	5.37	18.12	104.00
	Maximum	-	2,562.39	256.24	2,818.63	1.06	13.66	116.45	491.00
	Average		1,632.27	163.23	1,795.50	0.67	11.47	60.89	342.71
	TOTAL	-	22,851.82	2,285.18	25,137.00	9.44		852.46	

จากผลการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าและคำนวณโคมไฟ หลอดไฟ และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด ในตารางที่ 4.10 จะพบว่า สามารถลดจำนวนการใช้ดวงโคมไฟฟ้าลงได้ 35 ดวงโคม และลดการใช้กำลังไฟฟ้าลงได้ 8.61 kW. และคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงหลังจากการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดแล้ว ได้แสดงในตารางที่ 4.11 และแสดงค่าเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในแต่ละโซนได้แสดงในรูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.11 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้หลังปรับเปลี่ยนอุปกรณ์

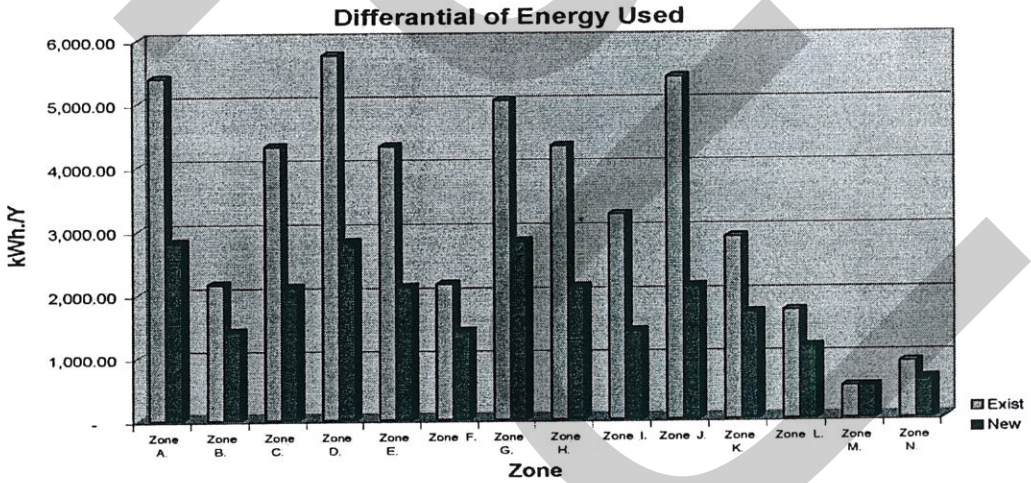
การคำนวณ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง หลังการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ Staff Office 8 Floor

Item	ZONE	kWh/y			Energy	กำลังไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า / พื้นที่	Area	Illuminace
		On Peak	Partial Peak	Off Peak	Sum.	kW.	W / sq.m.	sq.m.	Lux.
1	Zone A.		2,340.14	234.01	2,574.15	0.97	11.03	87.61	523
2	Zone B.		679.82	67.98	747.80	0.28	5.78	48.62	244
3	Zone C.		2,000.23	200.02	2,200.25	0.83	14.20	58.18	573
4	Zone D.		2,666.97	266.70	2,933.67	1.10	9.46	116.45	462
5	Zone E.		2,000.23	200.02	2,200.25	0.83	14.09	58.63	573
6	Zone F.		679.82	67.98	747.80	0.28	5.83	48.19	258
7	Zone G.		2,013.30	201.33	2,214.63	0.83	8.42	98.73	359
8	Zone H.		2,000.23	200.02	2,200.25	0.83	12.88	64.16	489
9	Zone I.		1,660.32	166.03	1,826.35	0.69	17.70	38.74	756
10	Zone J.		2,980.74	298.07	3,278.81	1.23	21.17	58.17	708
11	Zone K.		1,072.50	107.25	1,179.75	0.44	7.64	57.98	328
12	Zone L.		522.94	52.29	575.23	0.22	2.69	80.38	65
13	Zone M.		-	-	-	-	-	18.12	-
14	Zone N.		232.42	23.24	255.66	0.10	5.19	18.50	74
	Minimum	-	-	-	-	-	-	18.12	-
	Maximum	-	2,980.74	298.07	3,278.81	1.23	21.17	116.45	756.00
	Average		1,489.26	148.93	1,638.19	0.62	9.72	60.89	386.57
	TOTAL	-	20,849.65	2,084.97	22,934.62	8.61		852.46	



รูปที่ 4.13 กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์

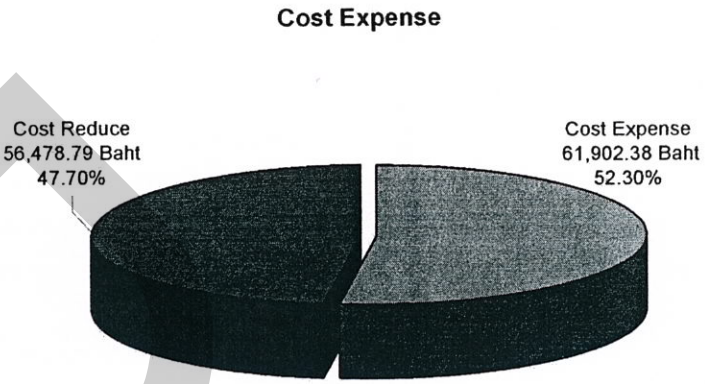
เมื่อทราบค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์แล้ว สามารถคำนวณหาค่าปริมาณค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่ได้ใช้ไปทั้งก่อน และหลังการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ โดยคิดตามอัตราค่าไฟฟ้า ประเภทที่ 4 (ดูในบทที่ 2 ข้อ 2.5 อัตราค่าไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง) ดังแสดงในกราฟเปรียบเทียบ รูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์

นำค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่คำนวณมาได้ ทั้งก่อนการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์และหลังการปรับเปลี่ยน มาเปรียบเทียบเพื่อคำนวณหาค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ เมื่อได้มีการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ไปแล้ว ซึ่งจากผลของการคำนวณประมวลผลแล้ว สามารถลดค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าลงได้ ซึ่งหมายถึงมูลค่าของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เป็นเงินทั้งสิ้น 56,478.79 บาท

ต่อปี หรือคิดเป็นอัตราร้อยละ 47.70 ของค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม ซึ่งแสดงผลในรูปแบบของกราฟ ในรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่ลดลง หลังการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์

จากผลการคำนวณข้อมูลต่างๆ ที่ได้แสดงในตารางที่ 4.2.2 , 4.2.4 , 4.2.5 , 4.2.6 ทำให้ได้ทราบถึงข้อมูลของพลังงานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไป และ ผลของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าที่ลดลง เมื่อได้มีการเปลี่ยนโคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ซึ่งจากเดิมได้ใช้โคมไฟฟ้าแบบ Fluorescent รุ่น TBS087/336 G2 3xTL-D 36W. 6200 K แบบก้างปลามีแผ่น Reflector ขนาด 3x36 W. ฝังในฝ้าเพดาน เปลี่ยนเป็นโคมไฟประสิทธิภาพสูงแบบ Fluorescent รุ่น TBS369/236 C6 2xTL-D 36W. 4100 K มี Reflector รุ่นใหม่ ขนาด 2x36 W. โดยใช้ในส่วนที่เป็นพื้นที่สำนักงาน และ ปรับเปลี่ยนโคมไฟแบบ Fluorescent รุ่น TBS087/336 G2 3xTL-D 36 W. 6500 K เดิม ในพื้นที่ส่วนทางเดินใน Zone K เป็นโคมไฟ Down light รุ่น FBH145/218I PL-C/2P18W. 4000 K ขนาด 147 mm. หลอดตะเกียบ ขั้ว G24d-2 ขนาด 2x18 W. แทน และปรับลดจำนวนโคมไฟ Down light รุ่น FBS145/118I PL-C/2P18W. ในพื้นที่ Zone L และ N ลง ซึ่งเป็นพื้นที่ของทางเดินร่วมและ ห้องน้ำ โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด ของบริษัท PHILIPS ซึ่งในการดำเนินการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์นั้น จะต้องใช้งบประมาณในการดำเนินการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ หรือ งบลงทุน ในการดำเนินการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ และได้ประมาณการในส่วนของเงินงบประมาณการลงทุนในการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.12

บทที่ 5
อภิปรายผล สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง "การจัดการระบบแสงสว่าง เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน" มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษา การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ที่จะทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปี ที่ลดลง และเป็นไปตามมาตรฐานการใช้งานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งจะทำให้เกิดการลดต้นทุนในการดำเนินการขององค์กรธุรกิจ โดยที่จะไม่ให้เกิดผลกระทบกับผู้ที่ใช้งานในพื้นที่ โดยดำเนินการศึกษาวิจัยในเชิงเปรียบเทียบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้ความสว่าง คือ โคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบที่เกี่ยวข้อง และคำนวณหาผลของการใช้วัสดุอุปกรณ์แต่ละชนิด เพื่อนำมาหาความเหมาะสมของวัสดุอุปกรณ์ที่ควรจะนำมาใช้งานการประหยัดพลังงาน มูลค่าของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ตลอดจนถึงค่าต่างๆทางเศรษฐศาสตร์ เช่น มูลค่าของการลงทุน อัตราการคืนทุน ผลตอบแทนการลงทุน

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ อาคารโรงพยาบาล สมิติเวช ศรีนครินทร์ ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร เป็นองค์กรธุรกิจขนาดใหญ่ ประกอบกิจการด้านการรักษาพยาบาลทั่วไปและเฉพาะทาง ประกอบด้วย อาคารโรงพยาบาลสูง 20 ชั้น อายุของอาคาร 12 ปี มีพื้นที่ 100,418.70 ตารางเมตร และอาคารหอพักพยาบาลสูง 6 ชั้น มีพื้นที่ 3,780 ตารางเมตร รวมพื้นที่ทั้งหมด 104,198.70 ตารางเมตร โดยในการศึกษาวิจัยได้ดำเนินการวิจัยใน 2 พื้นที่ คือ ส่วนพื้นที่จอดรถ ชั้น G1 ขนาด 7,631.53 ตารางเมตรและส่วนพื้นที่สำนักงาน ชั้น 8 ขนาด 852.46 ตารางเมตร รวมทั้งหมด 8,483.99 ตารางเมตร ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 8.14 ของพื้นที่ทั้งหมดของโรงพยาบาล

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบไปด้วย ส่วนที่ 1 เครื่องมือทางด้าน Hardware คือ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ประกอบไปด้วย Volt Meter , Amp Meter , Lux Meter ส่วนที่ 2 เป็นเครื่องมือทางด้าน Software เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ , สืบค้นข้อมูล และประมวลผลข้อมูล ประกอบไปด้วย โปรแกรม Ms Word 2003 , Ms Excel 2003 , Ms Project 2003 , Adobe Acrobat 8.0 , Philips CalcuLux Indoor V.4.5

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลของวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้า และสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่มีอยู่เดิม เพื่อประมวลผลทางไฟฟ้าในส่วนของวัสดุอุปกรณ์ เดิม ก่อนการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ ส่วนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลของวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่จะทำการปรับเปลี่ยนใหม่ โดยการใช้ Software ในการจำลองการใช้งานของวัสดุอุปกรณ์ และประมวลผลหาค่าที่ได้ หลังจากการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ใหม่ไปแล้ว ส่วนที่ 3 เป็นการหาค่าความแตกต่างของข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลของข้อมูลของวัสดุอุปกรณ์เดิม และวัสดุอุปกรณ์ที่จะต้องปรับเปลี่ยนใหม่ เพื่อนำมาหาค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้า การลงทุน และผลทางเศรษฐศาสตร์

ผลการศึกษาวิจัย ปรากฏผลดังนี้

5.1.1 ส่วนที่ 1 พื้นที่จอดรถ ชั้น G1

5.1.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า ที่ใช้อยู่เดิม ในส่วนพื้นที่จอดรถ ชั้น G1 นั้น ได้ใช้โคมไฟฟ้าแบบ Fluorescent TMS 012/236 MKII/236 TL-D 2x36 W. 6200 K แบบเปิดโล่งธรรมดา จำนวน 198 โคม ซึ่งใช้กำลังไฟฟ้า 17.46 kW. และมีค่ากำลังไฟฟ้า / พื้นที่ เท่ากับ 2.29 Watt / m^2. การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง จะมีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง ทุกวันตลอดทั้งปี ความสูงของพื้นที่จาก พื้น ถึง เพดาน เท่ากับ 8.00 เมตร พื้นที่ในส่วนนี้ไม่สามารถนำแสงสว่างจากธรรมชาติ เข้ามาช่วยให้แสงสว่างกับพื้นที่ได้ เพราะพื้นที่จอดรถนี้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับพื้นปกติ (ต่ำกว่าระดับ ± 0.00 m.) ทำให้ต้องใช้แสงสว่างจากระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพียงอย่างเดียว ในการให้ความสว่างกับพื้นที่นี้ ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่วัดได้จริงมีค่าเท่ากับ 55.48 Lux. ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่คำนวณได้จาก Software มีค่าเท่ากับ 56.50 Lux. คำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 137,683.02 kWh./Y ค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าคิดเป็นเงิน 339,058.21 บาท / ปี

5.1.1.2 การปรับเปลี่ยนมาใช้โคมไฟฟ้าแบบ High-bay รุ่นHanger ใช้หลอดMetal halide HPI Plus 250 W. BU E40 SLV/12 4000 K จะต้องใช้ดวงโคมทั้งหมด 40 โคม ทำให้ลดจำนวนดวงโคมไฟลง 158 โคม ใช้กำลังไฟฟ้า 11.12 kW. และมีค่ากำลังไฟฟ้า / พื้นที่ เท่ากับ 1.46 Watt / sq.m. ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่คำนวณได้จาก Software มีค่าเท่ากับ 66.50 Lux. คำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 87,670.08 kWh./Y ค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าคิดเป็นเงิน 215,896.34 บาท / ปี ลดลงจากการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้อยู่เดิมเป็นเงิน 123,161.87 บาท / ปี หรือลดลงจากเดิม 36.32 % ใช้งบประมาณในการลงทุนปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ เป็นเงิน 198,800 บาท ระยะเวลาการคืนทุน 1.61 ปี มีค่าผลตอบแทนการลงทุนระยะแรก 41.25 % ระยะหลังเท่ากับ 325.47 %

5.1.1.3 การปรับเปลี่ยนมาใช้โคมไฟฟ้าแบบ High-bay รุ่นHanger ใช้หลอด High Intensity Discharge HPL-N250 W. E40 HG SLV/12 4100 K จะต้องใช้ดวงโคมทั้งหมด 50 โคม

ประหยัดพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด และงบประมาณการลงทุนในการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดแล้ว จะมีมูลค่าการลงทุน เป็นจำนวนเงิน 446,110 บาท และจะได้ระยะเวลาคืนทุนรวมเท่ากับ 7.89 ปี

5.2 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาวิจัย เรื่อง การจัดการระบบแสงสว่าง เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน สามารถอภิปรายผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

5.2.1 ส่วนที่ 1 พื้นที่จอดรถ ชั้น G1

พื้นที่ในส่วนของ ที่จอดรถชั้น G1 นั้น อยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าระดับพื้นดินทั่วไป จึงไม่สามารถนำแสงจากธรรมชาติเข้ามาช่วยในการให้ความสว่างกับพื้นที่ได้ จึงต้องใช้ความสว่างจากระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพียงอย่างเดียวเท่านั้น การออกแบบเดิมได้เลือกใช้โคมไฟแบบ Fluorescent TMS 012/236 MKII/236 TL-D 2x36 W. 6200 K แสง Daylight จำนวน 198 โคม ติดตั้งบนเพดานที่ความสูง 8.00 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ทั่วทั้งบริเวณขนาด 7,631.53 ตารางเมตร จะเห็นได้ว่าจากความสูงของพื้นที่ซึ่งสูงถึงระดับ 8.00 เมตร นั้น จะทำให้ประสิทธิภาพในการส่องสว่างของหลอด Fluorescent นั้นไม่ดีนัก เพราะประสิทธิภาพของหลอด Fluorescent ควรจะอยู่ที่ระดับความสูงไม่เกิน 5.00 เมตร และหลอด Fluorescent ที่ใช้ได้ใช้หลอดแบบ Daylight ที่มีอุณหภูมิสีสูงซึ่งให้แสงสีขาว ประกอบกับพื้นที่จอดรถเป็นพื้นที่กว้างและสูง และต้องการความส่องสว่างของพื้นที่มีค่าต่ำ จึงทำให้มองดูทึม ตลอดจนถึงอายุการใช้งานของหลอด (Life Time) มีเพียง 13,000 ชั่วโมง และจำนวนของดวงโคมที่มีมาก จึงทำให้ต้องมีค่าบำรุงรักษามากตามไปด้วย ผู้ศึกษาจึงได้เลือกโคมไฟฟ้าที่ให้มุมของแสงกว้าง (High-bay) และเลือกใช้หลอดไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิของสีปานกลางคือระหว่าง 3000 – 4500 K ที่เรียกกันว่า Coolwhite หรือสีขาวนวล ซึ่งจะทำให้สภาพแวดล้อมโดยทั่วบริเวณมีความรู้สึกที่อบอุ่นขึ้น ในส่วนของโคมไฟฟ้าได้เลือกใช้โคม High-bay รุ่น Hanger MDK580 ใช้กับหลอด Metal halide HPI Plus 250 W. BU E40 SLV/12 4000 K และ โคม HDK580 ใช้กับหลอด High Intensity Discharge HPL-N250 W. E40 HG SLV/12 4100 K ของบริษัท PHILIPS แล้วทำการสร้างแบบจำลอง และคำนวณค่าความส่องสว่าง และค่าทางไฟฟ้าอื่นๆ ด้วยโปรแกรม CalcuLux Indoor เพื่อนำผลที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม มาตัดสินใจในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ใหม่ ซึ่งผลจากการประมวลผลสรุปได้ดังนี้คือ

ในส่วนของโคม High-bay รุ่น Hanger MDK580 ใช้กับหลอด Metal halide HPI Plus 250 W. BU E40 SLV/12 4000 K ใช้จำนวนโคมไฟฟ้าเพียง 40 โคมเท่านั้น ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยทั้งพื้นที่มีค่า 66.50 Lux. ซึ่งมีค่าสูงกว่าการใช้โคมหลอด Fluorescent และมีอายุการใช้งานของหลอด 20,000 ชั่วโมง การใช้กำลังไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 11.12 kW. น้อยกว่าหลอด Fluorescent

งบประมาณการลงทุนในการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ เป็นเงิน 198,800 บาท ระยะเวลาคืนทุน 1.61 ปี โดยมีผลตอบแทนการลงทุนระยะแรก คือช่วงอายุการใช้งานของหลอดชุดแรกที่ติดตั้งพร้อมโคมไฟมีค่าเท่ากับ 41.25 % และระยะหลัง คือช่วงอายุการใช้งานของหลอดหลังจากหลอดชุดแรกหมดอายุการใช้งาน มีค่าเท่ากับ 325.47% จากการประมวลผลที่ได้ จะเห็นได้ว่า ใช้จำนวนดวงโคมที่น้อยลงทำให้ลดค่าใช้จ่ายในด้านการบำรุงรักษาลงไปได้มาก และมีอายุการใช้งานของหลอดไฟที่ยาวนานกว่า มีค่าความส่องสว่างที่มากกว่า และใช้กำลังไฟฟ้าที่น้อยกว่าด้วย จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าลงได้ 123,161.87 บาท / ปี

ในส่วนของโคม High-bay รุ่น Hanger HDK580 ใช้กับหลอด High Intensity Discharge HPL-N250 W. E40 HG SLV/12 4100 K จะต้องใช้จำนวนโคมไฟฟ้า 50 โคมเท่านั้น ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยทั้งพื้นที่มีค่า 55.20 Lux. ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการใช้โคมหลอด Fluorescent เล็กน้อย และมีอายุการใช้งานของหลอด 15,000 ชั่วโมง การใช้กำลังไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 13.45 kW. ซึ่งน้อยกว่าหลอด Fluorescent งบประมาณการลงทุนในการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ เป็นเงิน 190,500 บาท ระยะเวลาคืนทุน 2.44 ปี มีค่าผลตอบแทนการลงทุนระยะแรก -30.05 % ระยะหลังเท่ากับ 443.88 % จากการประมวลผลที่ได้ จะเห็นได้ว่า ใช้จำนวนดวงโคมที่น้อยกว่าโคมหลอด Fluorescent ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในด้านการบำรุงรักษาลงไปได้มาก และมีอายุการใช้งานของหลอดไฟที่ยาวนานกว่า ในขณะที่มีค่าความส่องสว่างที่ใกล้เคียงกับโคมหลอด Fluorescent แต่ใช้กำลังไฟฟ้าที่น้อยกว่าโคมหลอด Fluorescent จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าลงได้ 77,924.60 บาท / ปี

เมื่อได้ทราบข้อมูลของการใช้งานของโคมหลอดทั้ง 3 แบบ แล้ว สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้คือ

การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างในส่วนของพื้นที่จอดรถชั้น G1 นี้ ควรจะเลือกใช้โคมไฟฟ้าแบบที่ให้มุมของแสงกว้าง (High-bay) โดยเลือกใช้รุ่น Hanger MDK580 ที่ใช้กับหลอด Metal Halide HPI Plus 250 W. BU E40 SLV/12 4000 K แสง Cool white ด้วยเหตุผล คือ การใช้จำนวนโคมไฟน้อยที่สุด เพียง 40 โคมเท่านั้น แต่ให้ค่าความส่องสว่างที่ได้สูงกว่าการใช้โคมหลอดแบบอื่น และมีอายุการใช้งานของหลอดยาวนานที่สุด คือ 20,000 ชม. ทำให้มีค่าการบำรุงรักษาน้อยกว่าหลอดแบบอื่นด้วย การใช้กำลังไฟฟ้าน้อยที่สุด คือ 11.12 kW. และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าได้มากที่สุด คือ 123,161.87 บาท / ปี หรือค่าไฟฟ้าที่ลดลง 36.32 % จากค่าฟ้าเดิม ในขณะที่ใช้เงินงบประมาณในการลงทุนปรับเปลี่ยนอุปกรณ์มากกว่า โคมหลอด High Intensity Discharge HPL-N250 W. E40 HG SLV/12 4100 K เพียงเล็กน้อย แต่เมื่อเทียบกับระยะเวลาการคืนทุนแล้วจะสั้นกว่า คือใช้ระยะเวลาเพียง 1.61 ปี เท่านั้น ในส่วนของผลตอบแทนการลงทุนในระยะแรกนั้นจะ

ให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า การใช้หลอด HID. แต่ในช่วงระยะหลัง หลอด HID. จะให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า หลอด Metal Halide

เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์แล้ว จะเห็นได้ว่า การใช้โคม High-bay รุ่น Hanger MDK580 ใช้กับหลอด Metal halide HPI Plus 250 W. BU E40 SLV/12 4000 K นั้น จะให้ค่าความส่องสว่างกับพื้นที่ที่มากกว่า และมีค่าไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานของระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ทำงานและ กิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร (ดูภาคผนวก ก.) และมีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด ไม่เกินข้อกำหนด กฎกระทรวง ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (ดูภาคผนวก จ.) และจะช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าลงได้มาก ตลอดจนถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์ก็จะลดลงด้วย ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนทางด้านพลังงาน หรือต้นทุนในการประกอบธุรกิจ ประกอบกับการใช้งบประมาณในการลงทุนปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไม่สูงมากนัก ในขณะที่มีระยะเวลาการคืนทุนที่สั้นเพียง 1.61 ปี หรือ 19.32 เดือน เท่านั้น

5.2.2 ส่วนที่ 2 พื้นที่สำนักงาน ชั้นที่ 8

การดำเนินการศึกษาวิจัยของพื้นที่ในส่วนที่ 2 คือ บริเวณพื้นที่ที่ใช้เป็นบริเวณสำนักงาน ในชั้นที่ 8 ลักษณะของพื้นที่จะแบ่งพื้นที่ออกเป็นห้องๆ เพื่อใช้เป็นสำนักงานของแผนกต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย แผนกการเงิน แผนกบัญชี ฝ่ายการตลาด แผนกแม่บ้าน แผนกบุคคล ฝ่ายทรัพยากร การใช้ประโยชน์ในพื้นที่ในส่วนของชั้นที่ 8 นั้น มิได้นำพื้นที่มาใช้งานทั้งหมดทั้งชั้น แต่จะใช้ประโยชน์ในบางส่วนของพื้นที่ในชั้น โดยในส่วนของแผนก และฝ่ายต่างๆที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะใช้พื้นที่ที่อยู่ติดกันทั้งหมดโดยมีพื้นที่ในส่วนของทางเดิน เชื่อมต่อแผนกและฝ่ายต่างๆเข้าด้วยกันเป็นพื้นที่เดียวกัน ในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้ออกแบบระบบแสงสว่าง โดยใช้โคมไฟฟ้าแบบ Fluorescent รุ่น TBS087/336 G2 3xTL-D 36W. 6200 K แบบก้างปลามีแผ่น Reflector สะท้อนแสง ฝังฝ้าเพดาน ในพื้นที่สำนักงาน จำนวน 125 ดวงโคม และในส่วนของทางเดินบางส่วนและห้องน้ำ ใช้โคมไฟแบบ Down light รุ่น FBS145/118I PL-C/2P18W. 6500 K ขนาด 147 mm. หลอดตะเกียบ ขั้ว G24d-2 ขนาด 1x18 W. จำนวน 49 ดวงโคม และมีขนาดพื้นที่ 852.46 ตารางเมตร ในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างจะเปิด- ปิด ตามเวลาการทำงานของเจ้าหน้าที่ของแผนกต่างๆ โดยในแต่ละหน่วยงานจะเข้าทำงานและเลิกงานในเวลาเดียวกันคือ 08.00 – 17.00 น. ในวันจันทร์ – วันศุกร์ และหยุดทำงานในวันเสาร์ และวันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ ในการเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้น มีกำหนดระยะเวลาตั้งแต่ 07.00 – 18.00 น. และความสูงของพื้นที่ในส่วนของสำนักงานและทางเดินร่วม จะมีความสูงจากพื้น ถึงเพดาน 3.20 เมตร และในส่วนพื้นที่

ส่วนที่เป็นพื้นที่สำนักงานนั้น จะใช้งบประมาณการลงทุนเป็นเงิน 409,860 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 7.95 ปี โดยมีผลตอบแทนการลงทุนระยะแรก คือช่วงอายุการใช้งานของหลอดชุดแรกที่ติดตั้งพร้อมโคมไฟมีค่าเท่ากับ -44.81% และระยะหลัง คือช่วงอายุการใช้งานของหลอดชุดต่อๆไป หลังจากหลอดชุดแรกหมดอายุการใช้งาน มีค่าเท่ากับ 1,564.18 % จะเห็นได้ว่าผลตอบแทนการลงทุนในระยะแรกนั้นจะมีค่าที่ติดลบ นั่นหมายถึงการลงทุนในการปรับเปลี่ยนโคมไฟและหลอดไฟชุดแรกนั้น ไม่สามารถคืนทุนได้ในช่วงเวลา 4.39 ปี (อายุของหลอด Fluorescent = 13,000 ชั่วโมง) เนื่องจากการลงทุนในช่วงแรกได้รวมค่าโคมไฟฟ้า ค่าติดตั้งและค่าหลอดไฟฟ้าไว้ด้วยกัน จึงเป็นจำนวนเงินที่สูง ในส่วนของการลงทุนในช่วงต่อๆไปจะมีค่าการลงทุนเฉพาะหลอดไฟฟ้าและค่าบำรุงรักษาเท่านั้น จึงทำให้จำนวนเงินที่ต้องใช้ในการปรับเปลี่ยนหลอดนั้นน้อยลงไปมาก ทำให้มีผลการตอบแทนการลงทุนที่สูง

งบประมาณการลงทุนในส่วนของ การปรับเปลี่ยนโคมไฟ Fluorescent รุ่น TBS087/336 G2 3xTL-D 36W. 6200 K เดิม ในพื้นที่ส่วนทางเดินใน Zone K จำนวน 8 โคม เป็นโคมไฟ Down light รุ่น FBH145/218I PL-C/2P18W. 4000 K ขนาด 147 mm. หลอดตะเกียบขั้ว G24d-2 ขนาด 2x18 W. จำนวน 13 โคมแทนนั้น จะใช้งบประมาณการลงทุนเป็นเงิน 26,650 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 9.17 ปี โดยมีผลตอบแทนการลงทุนระยะแรก เท่ากับ -63.15% และระยะหลังมีค่าเท่ากับ 129.01 % จะเห็นได้ว่าผลตอบแทนการลงทุนในระยะแรกนั้นจะมีค่าที่ติดลบเนื่องมาจากการลงทุนในการปรับเปลี่ยนโคมไฟและหลอดไฟชุดแรกนั้น ไม่สามารถคืนทุนได้ในช่วงเวลา 3.38 ปี (อายุของหลอด Fluorescent PL-C = 10,000 ชั่วโมง) ในส่วนของการลงทุนในช่วงต่อๆไปจะมีค่าการลงทุนเฉพาะหลอดไฟฟ้าเท่านั้น จึงทำให้จำนวนเงินที่ต้องใช้ในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์นั้นน้อยลง ทำให้มีผลการตอบแทนการลงทุนในระยะหลังมีค่าเป็นที่ยอมรับได้

งบประมาณการลงทุนในส่วนของ การปรับลดจำนวนโคมไฟ Down light รุ่น FBS145/118I PL-C/2P 18W. 6500 K ในพื้นที่ Zone L และ N ลง จากเดิมจำนวน 41 โคม ปรับลดลง 13 โคม เหลือโคมที่ใช้งานเท่ากับ 28 โคม ซึ่งเป็นพื้นที่ของทางเดินร่วมและ ห้องน้ำ จะใช้งบประมาณการลงทุนเป็นเงิน 9,600 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 4.69 ปี โดยมีผลตอบแทนการลงทุนระยะแรก เท่ากับ -27.96% และระยะหลังมีค่าเท่ากับ 8.73 % จะเห็นได้ว่าผลตอบแทนการลงทุนในระยะแรกนั้นจะมีค่าที่ติดลบ เนื่องมาจากการลงทุนด้านแรงงานในการปรับลดจำนวนโคมไฟจากเดิม 41 โคม ให้เหลือ 28 โคม และค่าหลอดไฟชุดแรกนั้น ไม่สามารถคืนทุนได้ในช่วงเวลา 3.38 ปี (อายุของหลอด Fluorescent PL-C = 10,000 ชั่วโมง) แต่ในส่วนของการลงทุนในช่วงต่อๆไปจะมีค่าการลงทุนเฉพาะหลอดไฟฟ้าจำนวน 28 หลอดเท่านั้น จึงทำให้จำนวนเงินที่ต้องใช้ในการ

ปรับเปลี่ยนหลอดและค่าบำรุงรักษาน้อยลง ทำให้ผลการตอบแทนการลงทุนในระยะหลังมีค่าเป็นที่ยอมรับได้

จากการศึกษาวิจัย ในส่วนของพื้นที่จอดรถ ชั้น G1 และพื้นที่สำนักงานชั้นที่ 8 นั้น พบว่า ถ้ามีการจัดการระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยการปรับปรุง ปรับเปลี่ยน หรือปรับลดวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้า ประกอบไปด้วย โคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ และมีการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของพื้นที่และการประหยัดพลังงานแล้ว จะทำให้สามารถลดต้นทุนในด้านพลังงานลงได้ ซึ่งจะพบว่า ในส่วนของพื้นที่จอดรถ ชั้น G1 นั้น สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 36.32 โดยมีระยะเวลาคืนทุนเพียง 1.61 ปี เท่านั้น และในส่วนของพื้นที่สำนักงาน ชั้นที่ 8 นั้น สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ถึงร้อยละ 47.70 ในส่วนระยะเวลาคืนทุนโดยรวมนั้นจะใช้เวลา 7.89 ปี ซึ่งจะมีผลดีในระยะยาว ในขณะที่ผลตอบแทนการลงทุนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดการระบบแสงสว่าง เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1.1 ในการจัดการระบบไฟฟ้าแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องและเหมาะสม จะทำให้การลดการใช้พลังงานมีค่าที่สูง และมีค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หรือค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้า หรือต้นทุนทางด้านพลังงาน มีค่าที่ลดลงไปด้วย นอกจากวิธีการปรับเปลี่ยนปรับปรุงและปรับลดวัสดุอุปกรณ์แล้ว ยังสามารถเพิ่มมูลค่าของการประหยัดพลังงานได้อีกโดยการปลูกจิตสำนึกทางด้านอนุรักษ์พลังงาน การให้ความรู้ในเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างถูกวิธี และมีประสิทธิภาพ การปิดไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงเวลากลางคืน หรือในช่วงเวลาพักเที่ยง เป็นต้น

5.3.1.2 ผลการศึกษาในส่วนที่ 1 พื้นที่จอดรถ ชั้น G1 จะเห็นได้ว่า มีสัดส่วนการประหยัดพลังงานถึง 36.32 % จากค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม ซึ่งถ้ามีการปิดโซนพื้นที่จอดรถในบางส่วนลง ในช่วงเวลากลางคืนและลดไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ที่ปิดนั้น ก็จะเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างลงไปได้อีก

5.3.1.3 ผลการศึกษาในส่วนที่ 2 พื้นที่สำนักงาน ชั้นที่ 8 จะพบว่า มีสัดส่วนการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากถึง 47.70 % ซึ่งมีค่าเกือบครึ่งหนึ่งของค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม และถ้าลองพิจารณาการปิดไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงพักเที่ยง หรือเวลาพักกลางวัน 1 ชั่วโมงต่อวัน ก็จะเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างลงไปได้อีกส่วนหนึ่งด้วย

บรรณานุกรม

DPU

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2543). **ข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารควบคุมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ :** ผู้แต่ง.

การไฟฟ้านครหลวง. (2543). **อัตราค่าไฟฟ้า** เดือนตุลาคม 2543. กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง.

ไชยะ แช่มช้อย. (2544). **พื้นฐานวิศวกรรมการส่องสว่าง.** กรุงเทพฯ: เอ็มแอนด์อี.

พิบูลย์ ดิษฐอุดม. (2535). **การออกแบบระบบแสงสว่าง.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ลือชัย ทองนิล. (2546). **คู่มือวิศวกรไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี่ (ไทย–ญี่ปุ่น).

ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย. (2538). **การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร.** กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง.

บทความ

ติกะ บุนนาค. (ม.ค.- เม.ย.2547). "การออกแบบอาคารในยุโรป." **สุทธิปริทัศน์.** 18, 54. หน้า 93-99.

"มาตรฐานสากลด้านวิศวกรรมการส่องสว่างของ CIE (International Commission on Illumination) Guid on Interior Lighting," **CIE**, 2839 (1986).

วีรพล เอาทารย์สกุล. Lighting Design Division. **Philips Lighting Thailand LTD.**

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน. (กันยายน 2549) คุณลักษณะเฉพาะของอุปกณ์ประหยัดพลังงาน ปี 2549 (Specification of Energy Efficient Equipments 2006). สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2553, จาก **http://www.dede.go.th/dede/fileadmin/upload/nov50/nov52/spec_energy_2549.pdf**

สมาคมไฟฟ้าแสงสว่าง แห่งประเทศไทย (Illuminating Engineering Association of Thailand). สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2553, จาก **http://www.tieathai.org/**

ภาคผนวก

DPU

ภาคผนวก ก
ตารางแสดงระดับความส่องสว่างที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร

DPU

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	$\bar{E}_m$ lux	UGR_L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ
1. พื้นที่ภายในอาคารทั่วไป				
โถงทางเข้าอาคาร	100	22	60	
โถงนั่งพัก	200	22	80	
พื้นที่ทางเดินภายในอาคาร	100	28	40	ระหว่างทางเข้า-ออกให้ระวังการเปลี่ยนระดับความเข้มการส่องสว่างแบบทันที
บันได บันไดเลื่อน ทางเลื่อน	150	25	40	
พื้นที่ขนถ่ายสินค้าภายในอาคาร	150	25	40	
ห้องอาหารทั่วไปภายในอาคาร	200	22	80	
ห้องพักผ่อนทั่วไป	100	22	80	
ห้องออกกำลังกาย	300	22	80	
ห้องน้ำ ห้องสุขา ห้องรับฝากของ	200	25	80	
ห้องปฐมพยาบาล	500	19	80	
ห้องตรวจคนไข้ทั่วไป	500	16	80	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4,000˚K
ห้องอุปกรณ์ Switch Gear	200	25	60	
ห้องซุมสายโทรศัพท์ / ไปรษณีย์ / พัสดุ	500	19	80	
ห้องเก็บของ	50	25	60	
ห้องบรรจุหีบห่อ ขนถ่ายวัสดุ	300	25	60	
ห้องควบคุม	200	22	60	
2. อุตสาหกรรมด้านการเกษตร ปศุสัตว์				
ห้องขนถ่ายสินค้า อุปกรณ์ เครื่องจักร	200	25	80	
พื้นที่ปศุสัตว์ภายในตึก	50	28	40	
พื้นที่รักษาสัตว์	200	25	80	
พื้นที่เตรียมอาหารสัตว์ ทำความสะอาดสัตว์	200	25	80	
3. อุตสาหกรรมทำขนม Bakeries				
พื้นที่เตรียมส่วนผสม และอบขนม	300	22	80	
พื้นที่ตกแต่งหน้าขนม	500	22	80	
4. อุตสาหกรรมซิเมนต์ คอนกรีต และอิฐ				
พื้นที่สำหรับทำการอบแห้งวัตถุดิบ	50	28	20	สีทางด้านความปลอดภัยควรจะมองเห็นเด่นชัด
พื้นที่เตรียมและผสมวัตถุดิบ	200	28	40	
พื้นที่ทำงานของเครื่องจักรทั่วไป	300	25	80	

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	$\bar{E}_m$ lux	UGR_L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ
5. อุตสาหกรรมเซรามิกและแก้ว				
พื้นที่สำหรับทำการอบแห้ง	50	28	20	
พื้นที่เตรียมงาน และการปฏิบัติงานของเครื่องจักรทั่วไป	300	25	80	
พื้นที่ขึ้นรูปชิ้นส่วน เคลือบเงา และเป่าแก้ว	300	25	80	
พื้นที่ขัดแต่งผิว และแกะสลัก	750	19	80	
พื้นที่ประดับตกแต่งชิ้นงาน	500	19	80	
พื้นที่ขัดแต่งกระจกสำหรับแว่นตา เจียรนัย	750	16	80	
พื้นที่งานเจียรนัยละเอียด	1,000	16	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4,000°K
พื้นที่ผลิตเครื่องแก้วเทียม เพชร พลอยเทียม	1,500	16	90	
6. อุตสาหกรรมเคมี พลาสติก ยาง				
พื้นที่การผลิตที่ไม่มีการสัญจร	50		20	สีทางด้านความปลอดภัยควรจะมองเห็นแต่นชัด
พื้นที่การผลิตที่เข้าถึงค่อนข้างลำบาก	150	28	40	
พื้นที่การผลิตที่มีคนประจำเกือบตลอดเวลา	300	25	80	
ห้องทดสอบที่ต้องการความละเอียดสำหรับการอ่านมาตราวัด	500	19	80	
สายการผลิตที่เกี่ยวข้องกับเวชภัณฑ์	500	22	80	
สายการผลิตยางรถยนต์	500	22	80	
พื้นที่ตรวจสอบสี	1,000	16	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 6,500°K
ขั้นตอนตรวจสอบ ตัดเจาะ ขั้นสุดท้าย	750	19	80	
7. อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์				
พื้นที่ผลิตลวด สายไฟฟ้า	300	25	80	
พื้นที่สำหรับการพันขดลวดขนาดใหญ่	300	25	80	
พื้นที่สำหรับการพันขดลวดขนาดกลาง	500	22	80	
พื้นที่สำหรับการพันขดลวดขนาดเล็ก	750	19	80	
พื้นที่ชุบน้ำขดลวด Coil Impregnating	300	25	80	
พื้นที่สำหรับการชุบเคลือบผิว	300	25	80	
พื้นที่ประกอบชิ้นส่วน :				
ขนาดใหญ่ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า	300	25	80	
ขนาดกลาง เช่น สวิตช์บอร์ด	500	22	80	
ขนาดเล็ก เช่น เครื่องโทรศัพท์	750	19	80	
ขนาดเล็กมากที่ต้องการความละเอียดมาก เช่น อุปกรณ์มาตราวัดต่าง ๆ	1,000	16	80	
ห้องทดสอบทางด้านไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องมีการปรับแต่ง	1,500	16	80	

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	$\bar{E}_m$ lux	UGR_L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ
8. อุตสาหกรรมอาหาร				
พื้นที่สำหรับกระบวนการผลิตทั่ว ๆ ไป	200	25	80	
พื้นที่ล้าง คัดเลือกขนาดวัตถุดิบ ผสมวัตถุดิบ บรรจุหีบห่อ	300	25	80	
พื้นที่สำหรับการตัดแยกชิ้นส่วนเนื้อสัตว์ ผสมนมเนย โรงกรองสำหรับโรงงานน้ำตาล	500	25	80	
พื้นที่ตัดแยกผัก ผลไม้	300	25	80	
พื้นที่ผลิตสำหรับผลิตอาหารสำเร็จรูป ห้องครัว	500	22	80	
พื้นที่ผลิตบุหรี่ ซิการ์	500	22	80	
พื้นที่ตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ เช่น แก้ว ขวด ห้องควบคุมคุณภาพ ห้องตกแต่งอาหาร	500	22	80	
ห้องทดสอบคุณภาพอาหาร	500	19	80	
ห้องตรวจสอบสี	1,000	16	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4,000°K
9. อุตสาหกรรมหล่อ หลอม โลหะ				
อุโมงค์ใต้พื้น	50	28	20	สีทางด้านความปลอดภัยควรจะมองเห็นเด่นชัด
แท่น ขนถ่ายโลหะ	100	25	40	
พื้นที่เตรียมพิมพ์ทรายสำหรับการหล่อ	200	25	80	
พื้นที่ตกแต่งโลหะ	200	25	80	
พื้นที่ผสมโลหะ	200	25	80	
แท่นหล่อโลหะ	200	25	80	
พื้นที่ถอดพิมพ์	200	25	80	
พื้นที่เครื่องจักรหล่อโลหะ	200	25	80	
พื้นที่หล่อด้วยมือ	300	25	80	
พื้นที่หล่อโลหะด้วยพิมพ์	300	25	80	
พื้นที่ทำแบบจำลอง	500	22	80	
10. ร้านแต่งผม	500	19	90	
11. อุตสาหกรรมเพชรพลอย				
พื้นที่คัดเลือกเพชรพลอย	1,500	16	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4,000°K
พื้นที่ผลิตตัวเรือนเพชรพลอย	1,000	16	90	
พื้นที่ผลิตนาฬิกาด้วยมือ	1,500	16	80	
พื้นที่ผลิตนาฬิกาด้วยเครื่องจักร	500	19	80	

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	$\bar{E}_m$ lux	UGR_L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ
12. อุตสาหกรรมซัก อบ รีด				
พื้นที่ขนถ่าย คัดเลือกสินค้า	300	25	80	
พื้นที่ซักแห้ง	300	25	80	
พื้นที่ซัก อบ รีด	300	25	80	
พื้นที่ตรวจเช็ก ซ่อมแซม	750	19	80	
13. อุตสาหกรรมเครื่องหนัง				
พื้นที่ขนถ่ายวัตถุดิบ	200	25	40	
พื้นที่สอกขัดหนัง	300	25	80	
พื้นที่ตัดแต่ง เย็บ ขัดเงา เครื่องหนัง	500	22	80	
พื้นที่คัดเลือกชิ้นส่วน	500	22	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4,000°K
พื้นที่ย้อมสีหนัง	500	22	80	
พื้นที่ตรวจสอบคุณภาพ	1,000	19	80	
พื้นที่ตรวจสอบสี	1,000	16	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4,000°K
พื้นที่ประกอบเครื่องหนัง	500	22	80	
14. อุตสาหกรรมแปรรูปโลหะ				
Open Die Forging	200	25	60	
Drop Forging Welding Cold Forming	300	25	60	
งานเครื่องจักรที่ไม่ต้องการความละเอียด ค่าผิดพลาด > 0.1 mm	300	22	60	
งานเครื่องจักรที่ต้องการความละเอียด ค่าผิดพลาด < 0.1 mm	500	19	60	
พื้นที่ตรวจสอบ	750	19	60	
พื้นที่รีด ดึงลวด ท่อ	300	25	60	
พื้นที่งานแผ่นโลหะหนา > 5 mm	200	25	60	
พื้นที่งานแผ่นโลหะบาง < 5 mm	300	22	60	
พื้นที่งานสร้างแบบ พิมพ์ตัดเจาะ	750	19	60	
พื้นที่ประกอบชิ้นส่วน				
ขนาดใหญ่	200	25	80	
ขนาดกลาง	300	25	80	
ขนาดเล็ก	500	22	80	
ขนาดเล็ก และรายละเอียดมาก	750	19	80	
พื้นที่ชุบสังกะสี	300	25	80	
พื้นที่ตกแต่งพื้นผิว เคลือบสี	750	25	80	
พื้นที่สร้างพิมพ์ ปั๊ม ตัดเจาะสำหรับเครื่องจักรขนาดเล็ก	1,000	19	80	ป้องกันเรื่อง Stroboscopic Effects

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	$\bar{E}_m$ lux	UGR_L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ
15. อุตสาหกรรมกระดาษ				
พื้นที่ปั่นเยื่อกระดาษ	200	25	80	
พื้นที่ผลิตกระดาษ	300	25	80	
พื้นที่เข้าเล่ม เข้าปกทั่วไป พับ ตัดขอบ เย็บเล่ม	500	22	60	
16. อุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า				
พื้นที่เก็บเชื้อเพลิง	50	28	20	สีด้านความปลอดภัยควรจะมองเห็นชัด
พื้นที่หม้อน้ำ	100	28	40	
พื้นที่เครื่องจักร	200	25	80	
พื้นที่อื่น ๆ	200	25	60	
ห้องควบคุม	500	16	80	1. แผงควบคุมโดยทั่วไปอยู่ในแนวตั้ง 2. อาจจะต้องหรี่แสง
17. อุตสาหกรรมการพิมพ์				
พื้นที่ทั่วไปเช่น ตัด เคลือบ ปั๊มนูนบนกระดาษ	500	19	80	
พื้นที่แท่นพิมพ์	500	19	80	
พื้นที่ตกแต่งงานพิมพ์	1,000	19	80	
พื้นที่ตรวจสอบสี	1,500	16	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 5,000°K
พื้นที่ตกแต่งเพลท	2,000	16	80	
18. อุตสาหกรรมหลอมเหล็ก				
พื้นที่ที่คนไม่สามารถสัญจรไปมาได้	50	28	20	สีทางด้านความปลอดภัยควรจะมองเห็นเด่นชัด
พื้นที่ที่คนสัญจรไปมาไม่บ่อยนัก	150	28	40	
พื้นที่ที่คนสัญจรไปมาตลอดเวลา	200	25	80	
พื้นที่เก็บ Scab	50	28	20	สีทางด้านความปลอดภัยควรจะมองเห็นเด่นชัด
พื้นที่เตาหลอม	200	25	20	
พื้นที่ขนถ่าย ตัด รีดเหล็ก	300	25	40	
พื้นที่หรือแท่นควบคุมการผลิต	300	22	80	
พื้นที่ทดสอบควบคุมคุณภาพ	500	22	80	
อุโมงค์ขนส่ง	50	28	20	สีทางด้านความปลอดภัยควรจะมองเห็นเด่นชัด
19. อุตสาหกรรมทอผ้า				
พื้นที่ทั่วไป	200	25	60	
พื้นที่แต่ง ซัก รีด ดึงฝ้าย	300	22	80	
พื้นที่ปั่นด้าย ทอผ้า ถักผ้า	500	22	80	ป้องกันเรื่อง Stroboscopic Effects
พื้นที่เย็บ ถัก ปักละเอียด	750	22	90	

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	$\bar{E}_m$ lux	UGR_L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ
พื้นที่ออกแบบลวดลาย	750	22	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4,000°K
พื้นที่ย้อมผ้า	500	22	80	
พื้นที่อบแห้ง	100	28	60	
พื้นที่พิมพ์ผ้าด้วยเครื่องจักร	500	25	80	
พื้นที่พับ แต่งขอบ ผ้า	1,000	19	80	
พื้นที่ตรวจสอบสี คุณภาพผ้า	1,000	16	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4,000°K
พื้นที่ซ่อมแซมผ้า	1,500	19	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4,000°K
พื้นที่ตัดเย็บทั่วไป	500	22	80	
20. อุตสาหกรรมรถยนต์				
พื้นที่งานตัวถัง ประกอบรถยนต์	500	22	80	
ห้องพ่นสี เคลือบสี ขัดเงา	750	22	80	
พื้นที่ตกแต่งสี	1,000	16	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4000 K
พื้นที่ผลิตทำงานใต้ท้องรถโดยคน	1,000	19	80	
พื้นที่ตรวจเช็กครั้งสุดท้าย	750	19	80	
21. อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์และไม้				
พื้นที่ทำงานโดยเครื่องจักรอัตโนมัติ เช่น ย้อมสีไม้ ผลิตไม้อัด	50	28	40	
พื้นที่อบไอน้ำ	150	28	40	
พื้นที่เลื่อย ตัด เจาะ	300	25	60	ป้องกันเรื่อง Stroboscopic Effects
พื้นที่ประกอบชิ้นส่วนหลัก	300	25	80	
พื้นที่ขัดเงา เคลือบสี ประกอบติดตั้งชิ้นส่วนตกแต่ง	750	22	80	
พื้นที่ทำงานการผลิตบนเครื่องจักรโดยคน	500	19	80	ป้องกันเรื่อง Stroboscopic Effects
พื้นที่คัดเลือกชิ้นส่วน	750	22	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4,000°K
พื้นที่ตรวจสอบคุณภาพ	750	19	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4,000°K
22. อาคารสำนักงาน				
พื้นที่เก็บเอกสาร ถ่ายเอกสาร และพื้นที่ทั่วไปที่มีการสัญจร	300	19	80	
พื้นที่ที่มีการเขียน พิมพ์ อ่าน ใช้คอมพิวเตอร์ และ Data Processing	500	19	80	
พื้นที่ที่ใช้สำหรับเขียนแบบ	750	16	80	
พื้นที่ทำงานด้าน CAD	500	19	80	
ห้องประชุม	300	19	80	

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	$\bar{E}_m$ lux	UGR_L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ
พื้นที่เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ ต้อนรับ	300	22	80	
ห้องเก็บเอกสารสำคัญ	200	25	80	
23. ร้านค้าปลีก				
พื้นที่ขาย (ขนาดเล็ก)	300	22	80	
พื้นที่ขาย (ขนาดใหญ่)	500	22	80	
พื้นที่เก็บเงิน/ห่อ บรรจุ	500	19	80	
24. ห้องอาหารและโรงแรม				
พื้นที่ต้อนรับ เคาน์เตอร์เก็บเงิน พื้นที่บริการของโรงแรม	300	22	80	
ครัว	500	22	80	
พื้นที่ภัตตาคาร ห้องอาหาร ห้องจัดเลี้ยง	200	22	80	แสงสว่างควรออกแบบเพื่อสร้างบรรยากาศ
ห้องอาหารแบบบริการตัวเอง	200	22	80	
ห้องอาหารแบบบุฟเฟ่ต์	300	22	80	
ห้องจัดงานประชุม สัมมนา	500	19	80	ระบบแสงสว่างควรจะเป็นระบบปรับแต่ง
พื้นที่ทางเดิน	100	25	80	ความสว่างได้ในเวลากลางคืน ความเข้มส่องสว่างสามารถต่ำลงได้
25. พื้นที่สำหรับการแสดงและการบันเทิง				
โรงละคร พื้นที่แสดงคอนเสิร์ต	200	22	80	
พื้นที่สำหรับงานแสดงทั่วไป	300	22	80	
ห้องซ้อม ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า	300	22	80	ควรใช้กระจกเงาแต่งหน้า ควรใช้แบบ Glare Free
พิพิธภัณฑ์	300	19	80	ระบบแสงสว่างควรจะออกแบบให้เหมาะกับการตั้งแสดงและป้องกันการแผ่รังสีจากหลอด
26. ห้องสมุด				
พื้นที่ชั้นวางหนังสือ	200	19	80	(500 Lux สำหรับพื้นที่มีการใช้งานมาก)
พื้นที่อ่านหนังสือ	500	19	80	
เคาน์เตอร์	500	19	80	
27. พื้นที่จอดรถภายในตึกทั่วไป				
ทางเข้า-ออก (ช่วงกลางวัน)	300	25	20	สีทางด้านความปลอดภัยควรจะมองเห็นเด่นชัด
ทางเข้า-ออก (ช่วงกลางคืน)	50	25	20	
ช่องทางรถวิ่ง (ทางลาดชัน/หัวมุม)	75	25	20	
พื้นที่จอดรถ	50	28	20	ความเข้มส่องสว่างในแนวตั้งที่สูงขึ้นสามารถทำให้มองเห็นหน้าคนได้ชัดขึ้นและมีความปลอดภัยมากขึ้น

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	$\bar{E}_m$ lux	UGR_L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ
ห้องตรวจหูและตา	1,000		90	ดวงโคม ณ จุดตรวจ
พื้นที่ตรวจสอบสายตาโดยการอ่านและดูแผ่นภาพทางสายตา	500	16	90	
ห้องดูภาพจากจอภาพของเครื่อง Scanners	50	19	80	
ห้องถ่ายเลือด/เครื่องรักษาไตเทียม	500	19	80	
พื้นที่ตรวจรักษาโรคผิวหนัง	500	19	90	
ห้องส่องกล้องตรวจอวัยวะภายในร่างกาย	300	19	80	
ห้องเข้าเฝือก	500	19	80	
ห้องจ่ายยา	300	19	80	
ห้องสำหรับการรักษาโดยการนวดและแผ่รังสี	300	19	80	
ห้องพักฟื้นก่อนและหลังผ่าตัด	500	19	80	
ห้องผ่าตัด	1,000	19	90	
พื้นที่ใต้โคมผ่าตัด	จำเพาะ			E_m = 10°K - 100°K Lux
พื้นที่สำหรับห้องดูแลพิเศษ ICU				
พื้นที่ทั่วไป	100	19	90	
แสงสว่างใช้ในการตรวจทั่วไป	300	19	90	ความเข้มส่องสว่างที่ระดับพื้น
พื้นที่สำหรับการตรวจรักษา	1,000	19	90	
ความสว่างสำหรับการเฝ้าไข้กลางคืน	20	19	90	
พื้นที่ห้องทันตแพทย์				
แสงสว่างโดยทั่วไป	500	19	90	แสงสว่างไม่ควรจะมีแสงบาดตาเลย
แสงสว่าง ณ ตัวผู้ป่วย	1,000		90	ดวงโคม ณ จุดรักษา
ใต้ดวงโคมผ่าตัด	5,000		90	อาจจะสูงกว่า 5,000 Lux
แสงสว่างสำหรับเปรียบเทียบ สีพื้น	5,000		90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 6,000°K
พื้นที่ทดสอบและตรวจสอบสี	1,000	19	90	
ห้องฆ่าเชื้อ	300	22	80	
ห้องปลอดเชื้อ	300	22	80	
ห้องชันสูตรพลิกศพ/ห้องเก็บศพ	750	19	90	
โต๊ะชันสูตรพลิกศพ	5,000		90	อาจจะสูงกว่า 5,000 Lux
30. สนามบิน				
พื้นที่สำหรับผู้โดยสารขาเข้า ขาออก พื้นที่รับกระเป๋าเดินทาง บันไดเลื่อน ทางเลื่อน และพื้นที่ทั่วไป	200	22	80	
เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ ติดต่อสอบถาม ตรวจเช็กบัตรโดยสาร ตรวจหนังสือเดินทาง จุดตรวจผ่านศุลกากร	500	19	80	

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	$\bar{E}_m$ lux	UGR_L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ
พื้นที่นั่งรอ	200	22	80	
ห้องเก็บกระเป๋าเดินทาง	200	28	60	
พื้นที่ควบคุมของเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	300	19	80	
หอควบคุมจราจรทางอากาศ	500	16	80	1. ระบบการส่องสว่างควรจะสามารถปรับหรี่แสงได้ 2. หลีกเลี่ยงแสงบาดตาจากแสงแดด
พื้นที่ทดสอบตรวจซ่อมอากาศยาน ทดสอบเครื่องยนต์ เครื่องวัดสำหรับอากาศยาน พื้นที่ชานชาลาสถานีสำหรับผู้โดยสาร	500	22	80	
ขึ้นรถไฟ (ใต้ดิน)	50	28	40	
พื้นที่ขายตั๋วโดยสาร	300	19	80	
พื้นที่นั่งรอ	200	22	80	
31. วัด โบสถ์				
พื้นที่โดยรอบ	100	25	80	
ที่นั่ง แท่นบูชา แท่นยืน นั่งเทศน์	300	22	80	
การส่องเน้น (พระพุทธรูป พระรูป)	750		90	ประมาณ 3 เท่าของแสงสว่างรอบข้าง

DPU

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงข้อมูลหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ

แหล่งที่มา Philips

Lamp Type	Supply Voltage	Lamp Wattage	Lamp Base	Colour Temperature °K	Colour Rendering Ra	Luminous Flux lm	Luminous Intensity cd	Beam Spread	Burning Position	Life Time Average
• STANDARD GLS LAMPS										
GLS Clear 25W	220V	25W	B22, E27	2700	100	230	-	-	UNIV	1000 HRS
GLS Clear 40W	220V	40W	B22, E27	2700	100	430	-	-	UNIV	1000 HRS
GLS Clear 60W	220V	60W	B22, E27	2700	100	730	-	-	UNIV	1000 HRS
GLS Clear 100W	220V	100W	B22, E27	2700	100	1380	-	-	UNIV	1000 HRS
GLS Frosted 25W	220V	25W	E27	2700	100	230	-	-	UNIV	1000 HRS
GLS Frosted 40W	220V	40W	E27	2700	100	430	-	-	UNIV	1000 HRS
GLS Frosted 60W	220V	60W	E27	2700	100	730	-	-	UNIV	1000 HRS
GLS Frosted 100W	220V	100W	E27	2700	100	1380	-	-	UNIV	1000 HRS
• ARGENTA SUPERLUX LAMPS										
ASL 25W	220V	25W	E27	2700	100	215	-	-	UNIV	1000 HRS
ASL 40W	220V	40W	E27	2700	100	400	-	-	UNIV	1000 HRS
ASL 60W	220V	60W	E27	2700	100	670	-	-	UNIV	1000 HRS
ASL 100W	220V	100W	E27	2700	100	1280	-	-	UNIV	1000 HRS
• DAYLIGHT BLUE LAMPS										
DLB 40W	220V	40W	E27	2700	100	200	-	-	UNIV	1000 HRS
DLB 60W	220V	60W	E27	2700	100	400	-	-	UNIV	1000 HRS
DLB 100W	220V	100W	E27	2700	100	700	-	-	UNIV	1000 HRS
• CANDLE LAMPS										
Candle Clear	220V	25W	E14	2700	100	215	-	-	UNIV	1000 HRS
Candle Clear	220V	40W	E14	2700	100	415	-	-	UNIV	1000 HRS
Candle Frosted	220V	25W	E14	2700	100	215	-	-	UNIV	1000 HRS
Candle Frosted	220V	25W	E27	2700	100	205	-	-	UNIV	1000 HRS
Candle Frosted	220V	40W	E14	2700	100	415	-	-	UNIV	1000 HRS
Candle Frosted	220V	40W	E27	2700	100	395	-	-	UNIV	1000 HRS
Candle Frosted	220V	40W	B15	2700	100	415	-	-	UNIV	1000 HRS

Lamp Type	Supply Voltage	Lamp Wattage	Lamp Base	Colour Temperature °K	Colour Rendering Ra	Luminous Flux lm	Luminous Intensity cd	Beam Spread	Burning Position	Life Time Average
LUSTRE LAMPS										
Lustre Clear	220V	25W	E14	2700	100	215	-	-	UNIV	1000 HRS
Lustre Clear	220V	25W	E27	2700	100	205	-	-	UNIV	1000 HRS
Lustre Clear	220V	25W	B22	2700	100	205	-	-	UNIV	1000 HRS
Lustre Clear	220V	40W	E14	2700	100	415	-	-	UNIV	1000 HRS
Lustre Clear	220V	40W	E27	2700	100	395	-	-	UNIV	1000 HRS
Lustre Clear	220V	40W	B22	2700	100	395	-	-	UNIV	1000 HRS
Lustre Frosted	220V	25W	E14	2700	100	215	-	-	UNIV	1000 HRS
Lustre Frosted	220V	25W	E27	2700	100	205	-	-	UNIV	1000 HRS
Lustre Frosted	220V	25W	B22	2700	100	205	-	-	UNIV	1000 HRS
Lustre Frosted	220V	40W	E14	2700	100	415	-	-	UNIV	1000 HRS
Lustre Frosted	220V	40W	E27	2700	100	395	-	-	UNIV	1000 HRS
Lustre Frosted	220V	40W	B22	2700	100	395	-	-	UNIV	1000 HRS
BLOWN BULB REFLECTOR										
Spotline NR63 40W	220-230V	40W	E27	2700	100	-	540	30 Degree	UNIV	1000 HRS
Spotline NR63 60W	220-230V	60W	E27	2700	100	-	960	30 Degree	UNIV	1000 HRS
Spotline NR63 100W	220-230V	100W	E27	2700	100	-	2000	30 Degree	UNIV	1000 HRS
Philux 100W	220-230V	100W	E27	2700	100	-	530	80 Degree	UNIV	1000 HRS
PRESSED GLASS LAMPS										
PAR 38 120W Flood	220-230V	120W	E27	2700	100	-	3100	30 Degree	UNIV	2000 HRS
PAR 38 120W Spot	220-230V	120W	E27	2700	100	-	9300	12 Degree	UNIV	2000 HRS
PAR 38 120W Cool Flood	220-230V	120W	E27	2700	100	-	3100	30 Degree	UNIV	2000 HRS
PAR 38 120W Cool Spot	220-230V	120W	E27	2700	100	-	9300	12 Degree	UNIV	2000 HRS
PAR 80W Coloured Blue	220-230V	80W	E27	2700	100	-	-	30 Degree	UNIV	2000 HRS
PAR 80W Coloured Green	220-230V	80W	E27	2700	100	-	-	30 Degree	UNIV	2000 HRS
PAR 80W Coloured Red	220-230V	80W	E27	2700	100	-	-	30 Degree	UNIV	2000 HRS
PAR 80W Coloured Yellow	220-230V	80W	E27	2700	100	-	-	30 Degree	UNIV	2000 HRS

ข้อมูลหลอดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ (ต่อ)

Lamp Type	Supply Voltage	Lamp Wattage	Lamp Base	Colour Temperature °K	Colour Rendering Ra	Luminous Flux lm	Luminous Intensity cd	Beam Spread	Burning Position	Life Time Average
STANDARD FLUORESCENT LAMPS										
TLD 10W/54	220V	10W	G13	6200	72	425	-	-	UNIV	6000 HRS
TLD 18W/33	220V	18W	G13	4100	63	1150	-	-	UNIV	8000 HRS
TLD 18W/54	220V	18W	G13	6200	72	1030	-	-	UNIV	10000 HRS
TLD 36W/33	220V	36W	G13	4100	63	2850	-	-	UNIV	8000 HRS
TLD 36W/54	220V	36W	G13	6200	72	2600	-	-	UNIV	10000 HRS
TLD 58W/33	220V	58W	G13	4100	63	4600	-	-	UNIV	1000 HRS
TLD 58W/54	220V	58W	G13	6200	72	4000	-	-	UNIV	1000 HRS
FLUORESCENT LAMPS - 80 SERIES										
TLD 18W/830	220V	18W	G13	3000	85	1350	-	-	UNIV	13000 HRS
TLD 18W/840	220V	18W	G13	4000	85	1350	-	-	UNIV	13000 HRS
TLD 18W/865	220V	18W	G13	6500	85	1300	-	-	UNIV	13000 HRS
TLD 36W/830	220V	36W	G13	3000	85	3350	-	-	UNIV	13000 HRS
TLD 36W/840	220V	36W	G13	4000	85	3350	-	-	UNIV	13000 HRS
TLD 36W/865	220V	36W	G13	6500	85	3250	-	-	UNIV	13000 HRS
TLD 58W/830	220V	58W	G13	3000	85	5200	-	-	UNIV	13000 HRS
TLD 58W/840	220V	58W	G13	4000	85	5200	-	-	UNIV	13000 HRS
TLD 58W/865	220V	58W	G13	6500	85	5000	-	-	UNIV	13000 HRS
FLUORESCENT LAMPS - CIRCULAR										
TLE 32W/54	220V	32W	G10q	6200	72	1750	-	-	UNIV	8000 HRS

ข้อมูลหลอดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ (ต่อ)

Lamp Type	Supply Voltage	Lamp Wattage	Lamp Base	Colour Temperature °K	Colour Rendering Ra	Luminous Flux lm	Luminous Intensity cd	Beam Spread	Burning Position	Life Time Average
HALOGEN DICHROIC (CLOSED)										
BRILLIANTline PRO 50 mm										
14610	12V	20W	GU5.3	3100	100	-	5000	10 Degree	UNIV	4000 HRS
14611	12V	20W	GU5.3	3100	100	-	1300	24 Degree	UNIV	4000 HRS
14612	12V	20W	GU5.3	3100	100	-	780	36 Degree	UNIV	4000 HRS
14613	12V	20W	GU5.3	3100	100	-	350	60 Degree	UNIV	4000 HRS
14614	12V	35W	GU5.3	3100	100	-	8000	10 Degree	UNIV	4000 HRS
14615	12V	35W	GU5.3	3100	100	-	3100	24 Degree	UNIV	4000 HRS
14616	12V	35W	GU5.3	3100	100	-	1500	36 Degree	UNIV	4000 HRS
14617	12V	35W	GU5.3	3100	100	-	700	60 Degree	UNIV	4000 HRS
14618	12V	50W	GU5.3	3100	100	-	13000	10 Degree	UNIV	4000 HRS
14619	12V	50W	GU5.3	3100	100	-	4400	24 Degree	UNIV	4000 HRS
14620	12V	50W	GU5.3	3100	100	-	2200	36 Degree	UNIV	4000 HRS
14621	12V	50W	GU5.3	3100	100	-	1100	60 Degree	UNIV	4000 HRS
HALOGEN DICHROIC (OPEN)										
ACCENTline 50 mm										
14592	12V	20W	GU5.3	3100	100	-	550	36 Degree	UNIV	4000 HRS
14593	12V	35W	GU5.3	3100	100	-	1000	36 Degree	UNIV	4000 HRS
14594	12V	50W	GU5.3	3100	100	-	1600	36 Degree	UNIV	4000 HRS
HALOGEN CAPSULE										
Halogen Capsule 13078	12V	20W	G4	3000	100	320	-	-	UNIV	3000 HRS
Halogen Capsule 13102	12V	20W	GY6.35	3000	100	950	-	-	UNIV	3000 HRS
HALOGEN DOUBLE ENDED										
Halogen D.E. 300W	220-230V	200W	R7S	2900	100	5114	-	-	UNIV	2000 HRS
Halogen D.E. 500W	220-230V	500W	R7S	2900	100	9660	-	-	UNIV	2000 HRS
Halogen D.E. 1500W	220-230V	1500W	R7S	2900	100	36300	-	-	UNIV	2000 HRS

ข้อมูลหลอดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ (ต่อ)

Lamp Type	Supply Voltage	Lamp Wattage	Lamp Base	Colour Temperature °K	Colour Rendering Ra	Luminous Flux lm	Luminous Intensity cd	Beam Spread	Burning Position	Life Time Average
PL-S										
7W/827	220V	7	G23	2700	82	400	-	-	UNIV	8000 HRS
7W/840	220V	7	G23	4000	82	400	-	-	UNIV	8000 HRS
7W/865	220V	7	G23	6500	>80	400	-	-	UNIV	8000 HRS
9W/827	220V	9	G23	2700	82	600	-	-	UNIV	8000 HRS
9W/840	220V	9	G23	4000	82	600	-	-	UNIV	8000 HRS
9W/865	220V	9	G23	6500	>80	600	-	-	UNIV	8000 HRS
11W/827	220V	11	G23	2700	82	900	-	-	UNIV	8000 HRS
11W/840	220V	11	G23	4000	82	900	-	-	UNIV	8000 HRS
11W/865	220V	11	G23	6500	>80	900	-	-	UNIV	8000 HRS
PL-C										
10W/827	220V	10	G24D-1	2700	82	600	-	-	UNIV	8000 HRS
10W/830	220V	10	G24D-1	3000	82	600	-	-	UNIV	8000 HRS
10W/840	220V	10	G24D-1	4000	82	600	-	-	UNIV	8000 HRS
13W/827	220V	13	G24D-1	2700	82	900	-	-	UNIV	8000 HRS
13W/830	220V	13	G24D-1	3000	82	900	-	-	UNIV	8000 HRS
13W/840	220V	13	G24D-1	4000	82	900	-	-	UNIV	8000 HRS
13W/865	220V	13	G24D-1	6500	>80	900	-	-	UNIV	8000 HRS
18W/827	220V	18	G24D-2	2700	82	1200	-	-	UNIV	8000 HRS
18W/830	220V	18	G24D-2	3000	82	1200	-	-	UNIV	8000 HRS
18W/840	220V	18	G24D-2	4000	82	1200	-	-	UNIV	8000 HRS
18W/865	220V	18	G24D-2	6500	>80	1200	-	-	UNIV	8000 HRS
26W/827	220V	26	G24D-3	2700	82	1800	-	-	UNIV	8000 HRS
26W/830	220V	26	G24D-3	3000	82	1800	-	-	UNIV	8000 HRS
26W/840	220V	26	G24D-3	4000	82	1800	-	-	UNIV	8000 HRS
26W/865	220V	26	G24D-3	6500	>80	1800	-	-	UNIV	8000 HRS
PL-C/4p										
10W/827	220-240V	10	G24Q-1	2700	82	600	-	-	UNIV	10000 HRS
10W/830	220-240V	10	G24Q-1	3000	82	600	-	-	UNIV	10000 HRS
10W/840	220-240V	10	G24Q-1	4000	82	600	-	-	UNIV	10000 HRS

ข้อมูลหลอดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ (ต่อ)

Lamp Type	Supply Voltage	Lamp Wattage	Lamp Base	Colour Tempera-ture °K	Colour Rendering Ra	Luminous Flux lm	Luminous Intensity cd	Beam Spread	Burning Position	Life Time Average
ESSENTIAL										
8W Warmwhite	220-240V	8	E27	2700	82	400	-	-	UNIV	3000 HRS
8W Cool daylight	220-240V	8	E27	6500	78	360	-	-	UNIV	3000 HRS
14W Warmwhite	220-240V	14	E27	2700	82	800	-	-	UNIV	3000 HRS
14W Cool daylight	220-240V	14	E27	6500	78	720	-	-	UNIV	3000 HRS
PLEU										
11W Warmwhite	220-240V	11	E27	2700	82	600	-	-	UNIV	8000 HRS
11W Cool daylight	220-240V	11	E27	6500	78	540	-	-	UNIV	8000 HRS
15W Warmwhite	220-240V	15	E27	2700	82	850	-	-	UNIV	8000 HRS
15W Cool daylight	220-240V	15	E27	6500	78	760	-	-	UNIV	8000 HRS
20W Warmwhite	220-240V	20	E27	2700	82	1200	-	-	UNIV	8000 HRS
20W Cool daylight	220-240V	20	E27	6500	78	1100	-	-	UNIV	8000 HRS
SLE										
11W Warmwhite	220-240V	11	E27	2700	82	600	-	-	UNIV	8000 HRS
11W Cool daylight	220-240V	11	E27	6500	78	540	-	-	UNIV	8000 HRS
15W Warmwhite	220-240V	15	E27	2700	82	850	-	-	UNIV	8000 HRS
15W Cool daylight	220-240V	15	E27	6500	78	760	-	-	UNIV	8000 HRS
20W Warmwhite	220-240V	20	E27	2700	82	1200	-	-	UNIV	8000 HRS
20W Cool daylight	220-240V	20	E27	6500	78	1100	-	-	UNIV	8000 HRS
SLED										
15W Warmwhite	220-240V	15	E27	2700	82	800	-	-	UNIV	8000 HRS
15W Cool daylight	220-240V	15	E27	6500	78	720	-	-	UNIV	8000 HRS
20W Warmwhite	220-240V	20	E27	2700	82	1100	-	-	UNIV	8000 HRS
20W Cool daylight	220-240V	20	E27	6500	78	1000	-	-	UNIV	8000 HRS
PLET										
15W Warmwhite	220-240V	15	E27	2700	82	900	-	-	UNIV	15000 HRS
15W Cool daylight	220-240V	15	E27	6500	78	800	-	-	UNIV	12000 HRS
20W Warmwhite	220-240V	20	E27	2700	82	1200	-	-	UNIV	15000 HRS
20W Cool daylight	220-240V	20	E27	6500	78	1100	-	-	UNIV	12000 HRS
23W Warmwhite	220-240V	23	E27	2700	82	1500	-	-	UNIV	15000 HRS
23W Cool daylight	220-240V	23	E27	6500	78	1350	-	-	UNIV	12000 HRS

Lamp Type	Supply Voltage	Lamp Wattage	Lamp Base	Colour Temperature °K	Colour Rendering Ra	Luminous Flux lm	Luminous Intensity cd	Beam Spread	Burning Position	Life Time Average
CDM-TD										
70W/830	220V	71	RX7S	3000	83	6500	-	-	HOR ± 45	15000 HRS
70W/942	220V	70	RX7S	4200	92	5700	-	-	HOR ± 45	12000 HRS
150W/830	220V	147	RX7S-24	3000	88	13250	-	-	HOR ± 45	15000 HRS
150W/942	220V	147	RX7S-24	4200	96	13400	-	-	HOR ± 45	6000 HRS
CRM-R										
35W/830 PAR20L10DEG	220V	38	E27	3000	81	2000	23000	-	UNIV	10000 HRS
35W/830 PAR20L30DEG	220V	38	E27	3000	81	2000	5000	-	UNIV	10000 HRS
35W/830 PAR30L10DEG	220V	38	E27	3000	81	2200	44000	-	UNIV	10000 HRS
35W/830 PAR30L30DEG	220V	38	E27	3000	81	2200	7400	-	UNIV	10000 HRS
70W/830 PAR30L10DEG	220V	73	E27	3000	83	4850	68000	-	UNIV	10000 HRS
70W/830 PAR30L40DEG	220V	73	E27	3000	83	4850	10000	-	UNIV	10000 HRS
CDM-TP										
70W/830	220V	73	PG 12-2	3000	81	6100	-	-	UNIV	6000 HRS
70W/942	220V	73	PG 12-2	4200	90	5800	-	-	UNIV	6000 HRS
150W/830	220V	150	PGX 12-2	3000	85	13000	-	-	UNIV	6000 HRS
150W/942	220V	150	PGX 12-2	4200	95	12000	-	-	UNIV	6000 HRS
MHN-TD										
70W	220V	75	RX7S	4200	80	5700	-	-	HOR ± 45	9000 HRS
150W	220V	150	RX7S	4200	85	12900	-	-	HOR ± 45	9000 HRS
250W	220V	252	FC2	4200	85	20000	-	-	HOR ± 45	9000 HRS
MHW-TD										
70W	220V	75	RX7S	3000	75	6200	-	-	HOR ± 45	9000 HRS
150W	220V	150	RX7S	3000	75	13800	-	-	HOR ± 45	9000 HRS
HPI-T										
250W Plus	220V	245	E40	4600	65	19000	-	-	HOR ± 20	20000 HRS
400W Plus	220V	390	E40	4500	65	35000	-	-	HOR ± 20	20000 HRS
1000W	220V	985	E40	4500	65	85000	-	-	HOR ± 20	10000 HRS
2000W/220V	220V	1960	E40	4900	65	189000	-	-	HOR ± 75	10000 HRS
2000W/380V	380V	1930	E40	4300	65	183000	-	-	HOR ± 20	10000 HRS

ข้อมูลหลอดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ (ต่อ)

Lamp Type	Supply Voltage	Lamp Wattage	Lamp Base	Colour Tempera-ture 'K	Colour Rendering Ra	Luminous Flux lm	Luminous Intensity cd	Beam Spread	Burning Position	Life Time Average
PL-C/4p										
13W/827	220-240V	13	G24Q-1	2700	82	900	-	-	UNIV	10000 HRS
13W/830	220-240V	13	G24Q-1	3000	82	900	-	-	UNIV	10000 HRS
13W/840	220-240V	13	G24Q-1	4000	82	900	-	-	UNIV	10000 HRS
18W/827	220-240V	18	G24Q-2	2700	82	1200	-	-	UNIV	10000 HRS
18W/830	220-240V	18	G24Q-2	3000	82	1200	-	-	UNIV	10000 HRS
18W/840	220-240V	18	G24Q-2	4000	82	1200	-	-	UNIV	10000 HRS
26W/827	220-240V	26	G24Q-3	2700	82	1800	-	-	UNIV	10000 HRS
26W/830	220-240V	26	G24Q-3	3000	82	1800	-	-	UNIV	10000 HRS
26W/840	220-240V	26	G24Q-3	4000	82	1800	-	-	UNIV	10000 HRS
PL-L										
18W/827	220-240V	18	2G11	2700	82	1200	-	-	UNIV	10000 HRS
18W/830	220-240V	18	2G11	3000	82	1200	-	-	UNIV	10000 HRS
18W/840	220-240V	18	2G11	4000	82	1200	-	-	UNIV	10000 HRS
18W/865	220-240V	18	2G11	6500	>80	1200	-	-	UNIV	10000 HRS
24W/827	220-240V	24	2G11	2700	82	1800	-	-	UNIV	10000 HRS
24W/830	220-240V	24	2G11	3000	82	1800	-	-	UNIV	10000 HRS
24W/840	220-240V	24	2G11	4000	82	1800	-	-	UNIV	10000 HRS
24W/865	220-240V	24	2G11	6500	>80	1800	-	-	UNIV	10000 HRS
36W/827	220-240V	36	2G11	2700	82	2900	-	-	UNIV	10000 HRS
36W/830	220-240V	36	2G11	3000	82	2900	-	-	UNIV	10000 HRS
36W/840	220-240V	36	2G11	4000	82	2900	-	-	UNIV	10000 HRS
36W/865	220-240V	36	2G11	6500	>80	2900	-	-	UNIV	10000 HRS
55W/830 HF	220-240V	55	2G11	3000	82	4800	-	-	UNIV	10000 HRS
55W/840 HF	220-240V	55	2G11	4000	82	4800	-	-	UNIV	10000 HRS
CDM-T										
35W/830	220V	38	G12	3000	81	3300	-	-	UNIV	12000 HRS
70W/830	220V	71	G12	3000	83	6600	-	-	UNIV	12000 HRS
70W/942	220V	73	G12	4200	92	6600	-	-	UNIV	12000 HRS
150W/830	220V	147	G12	3000	85	14000	-	-	UNIV	12000 HRS
150W/942	220V	147	G12	4200	96	12700	-	-	UNIV	6000 HRS

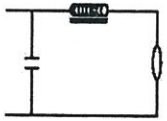
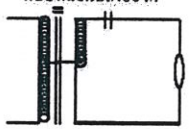
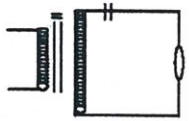
Lamp Type	Supply Voltage	Lamp Wattage	Lamp Base	Colour Temperature 'K	Colour Rendering Ra	Luminous Flux lm	Luminous Intensity cd	Beam Spread	Burning Position	Life Time Average
HPL-N										
50W	220V	50	E27	4200	49	1800	-	-	UNIV	20000 HRS
80W	220V	80	E27	4300	48	3700	-	-	UNIV	20000 HRS
125W	220V	125	E27	4100	46	6200	-	-	UNIV	20000 HRS
250W	220V	250	E40	4100	40	12700	-	-	UNIV	15000 HRS
400W	220V	400	E40	3900	40	22000	-	-	UNIV	15000 HRS
1000W	220V	1000	E40	3900	33	58500	-	-	UNIV	12000 HRS
ML										
160W	220-230V	165	E27	3600	61	3150	-	-	VERTICAL ± 30	10000 HRS
250W	220-230V	260	E27	3400	63	5500	-	-	VERTICAL ± 45	8000 HRS
250W	220-230V	260	E40	3400	63	5500	-	-	VERTICAL ± 45	8000 HRS
500W	220-230V	500	E40	3700	48	13000	-	-	VERTICAL ± 45	8000 HRS

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงวงจรภายในของบัลลาสต์ สำหรับหลอดชนิดต่างๆ

DPU

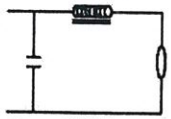
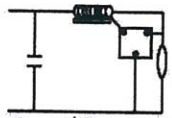
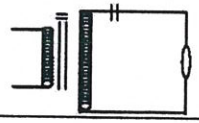
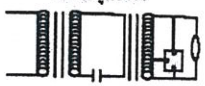
ตาราง แสดงวงจรภายในของบัลลาสต์สำหรับหลอดไอปรอท

ชนิดบัลลาสต์	แรงดันใช้งาน (Line Volts Avail)	ช่วงแปรเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าของหลอด (Lamp Wattage Spread)	ค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor)	กระแสจุดหลอด (เทียบกับกระแสทำงาน) Starting Current (Variation from Operating Current)	ช่วงแรงดันตกที่หลอดยังทำงาน (Input voltage Dip Tolerance)	ความสูญเสียของบัลลาสต์ (Ballast Losses)	ตัวประกอบยอดคลื่นของกระแสผ่านหลอด (Crest Factor of Lamp Current circuit Diagram)
แบบรีแอคเตอร์ 	220±5% Volt for 80-1000 watt 380 volt for 700&1000 watt	20%	NPF 40-50% HPF ≥90%	สูงกว่า	15-20%	ต่ำ	1.5-1.6
วงจรรีแอคเตอร์สูงแบบหม้อแปลงออโต้ 	ทุกแรงดัน ±10%	10%	HPF ≥90%	ต่ำกว่า	30-40%	ปานกลาง	1.8-2.0
วงจรกำลังไฟฟ้าคงที่แบบหม้อแปลงออโต้ 	ทุกแรงดัน ±10%	5%	HPF ≥92%	ต่ำกว่า	40-50%	สูง	1.8-2.0

หมายเหตุ

- NPF(Normal Power Factor) คือ ค่าตัวประกอบกำลังปกติ และ HPF (High Power Factor) คือ ค่าตัวประกอบกำลังสูง
- การใช้วงจรตามตาราง วงจรใดให้ปรึกษาหรือขอคำแนะนำจากผู้ผลิต

ตาราง แสดงวงจรภายในของบัลลาสต์สำหรับหลอดเมทัลฮาไลด์

ชนิดบัลลาสต์	แรงดันใช้งาน (Line Volts Avail)	ช่วงแปรเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าของหลอด (Lamp Wattage Spread)	ค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor)	กระแสจุดหลอด (เทียบกับกระแสทำงาน) Starting Current (Variation from Operating Current)	ช่วงแรงดันตกที่หลอดยังทำงาน (Input voltage Dip Tolerance)	ความสูญเสียของบัลลาสต์ (Ballast Losses)	ตัวประกอบยอดคลื่นของกระแสผ่านหลอด (Crest Factor of Lamp Current circuit Diagram)
แบบรีแอคเตอร์  สำหรับหลอดที่มีอิกไนเตอร์ในตัว  สำหรับหลอดที่ไม่มีอิกไนเตอร์ใน	220±5% Volt for 80-1000 watt 380±5% volt for 700&1000 watt	20%	NPF 40-50% HPF ≥90%	สูงกว่า	15-20%	ต่ำ	1.5-1.6
วงจรกำลังไฟฟ้าคงที่แบบหม้อแปลงออโต้ 	All volt±10%	5%	HPF ≥90%	ต่ำกว่า	30-40%	ปานกลาง	1.7-1.8
วงจรเรกูเรเตอร์ 	All volt±10%	5%	HPF ≥90%	ต่ำกว่า	50-60%	ปานกลาง	1.5-1.65

หมายเหตุ

- NPF(Normal Power Factor) คือ ค่าตัวประกอบกำลังปกติ และ HPF (High Power Factor) คือ ค่าตัวประกอบกำลังสูง
- การใช้วงจรตามตาราง วงจรใดให้ปรึกษาหรือขอคำแนะนำจากผู้ผลิต

ตาราง แสดงวงจรภายในของบัลลาสต์สำหรับหลอดโซเดียมความดันสูง

ชนิดบัลลาสต์	แรงดันใช้งาน (Line Volts Avail)	ช่วงแปรเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าของหลอด (Lamp Wattage Spread)	ค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor)	กระแสจุดหลอด (เทียบกับกระแสทำงาน) Starting Current (Variation from Operating Current)	ช่วงแรงดันตกที่หลอดยังทำงาน (Input voltage Dip Tolerance)	ความสูญเสียของบัลลาสต์ (BallastLosses)	ตัวประกอบยอดคลื่นของกระแสผ่านหลอด (Crest Factor of Lamp Current circuit Diagram)
แบบรีแอคเตอร์ สำหรับหลอดที่มีอิกไน สำหรับหลอดที่ไม่มีอิกไน	220±5% Volt for 80-1000 watt 380±5% volt for 700&1000 watt	20%	NPF 40-50% HPF ≥90%	สูงกว่า	15-20%	ต่ำ	1.5-1.6
วงจรกำลังไฟฟ้าคงที่แบบหม้อแปลงออโต้	All volt ±10%	5%	HPF ≥92%	ต่ำกว่า	40-50%	สูง	1.8-2.0
วงจรเรกูเรเตอร์	All volt±10%	5%	HPF ≥90%	ต่ำกว่า	50-60%	3. ปากลาง	1.5-1.65

หมายเหตุ

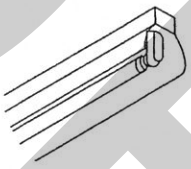
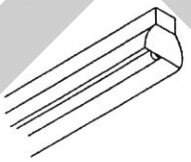
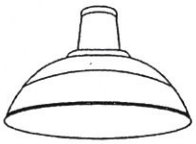
- NPF(Normal Power Factor) คือ ค่าตัวประกอบกำลังปกติ และ HPF (High Power Factor) คือ ค่าตัวประกอบกำลังสูง
- การใช้วงจรตามตาราง วงจรใดให้ปรึกษาหรือขอคำแนะนำจากผู้ผลิต

ภาคผนวก ง

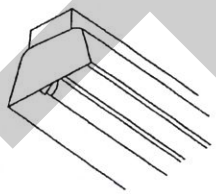
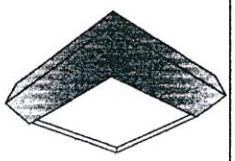
ตาราง Utilization Factors

แหล่งที่มา : หนังสือ Interior lighting design , D.W. Durrant, F. Illum , E.S.

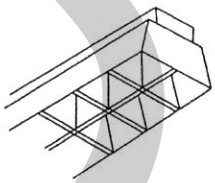
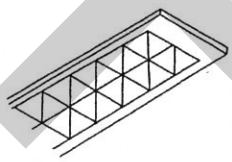
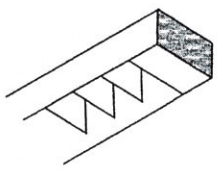
DPU

Description of Luminaire, and Typical Downward Light Output Ratio %	Typical Outline	Basic DLOR %	Reflectance %									
			Ceiling	70			50			30		
			Walls	50	30	10	50	30	10	50	30	10
			Room Index									
(M) Reflectorized colour-corrected mercury lamp MBFR		85	0.6	0.4	0.34	0.3	0.39	0.33	0.29	0.37	0.32	0.29
			0.8	0.53	0.46	0.41	0.51	0.45	0.4	0.49	0.43	0.4
			1	0.62	0.55	0.49	0.58	0.52	0.48	0.56	0.51	0.46
			1.25	0.68	0.6	0.55	0.64	0.58	0.53	0.61	0.56	0.51
			1.5	0.72	0.65	0.59	0.68	0.62	0.57	0.65	0.59	0.54
			2	0.81	0.73	0.67	0.75	0.69	0.64	0.69	0.65	0.61
			2.5	0.85	0.78	0.72	0.79	0.73	0.69	0.73	0.68	0.65
			3	0.9	0.83	0.78	0.83	0.78	0.75	0.77	0.73	0.7
			4	0.94	0.89	0.84	0.87	0.83	0.8	0.8	0.77	0.75
			5	0.97	0.92	0.89	0.9	0.87	0.84	0.83	0.79	0.77
(F) Open-end enamel trough		75	0.6	0.36	0.31	0.28	0.35	0.31	0.28	0.35	0.31	0.28
			0.8	0.45	0.4	0.37	0.44	0.4	0.37	0.44	0.4	0.37
			1	0.49	0.45	0.4	0.49	0.44	0.4	0.48	0.43	0.4
			1.25	0.55	0.49	0.46	0.53	0.49	0.45	0.52	0.48	0.45
			1.5	0.58	0.54	0.49	0.57	0.53	0.49	0.55	0.52	0.49
			2	0.64	0.59	0.55	0.61	0.58	0.55	0.6	0.56	0.54
(F) Closed-end enamel trough			2.5	0.68	0.63	0.6	0.65	0.62	0.59	0.64	0.61	0.58
			3	0.7	0.65	0.62	0.67	0.64	0.61	0.65	0.63	0.61
			4	0.73	0.7	0.67	0.7	0.67	0.65	0.67	0.66	0.64
			5	0.75	0.72	0.69	0.73	0.7	0.67	0.7	0.68	0.67
(T) Standard dispersive industrial reflector												

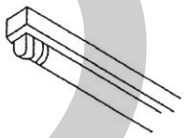
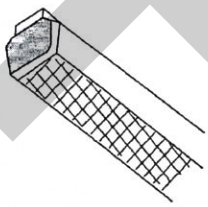
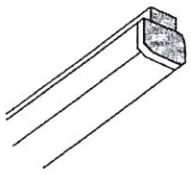
Utilization Factors (ต่อ)

Description of Luminaire, and Typical Downward Light Output Ratio %	Typical Outline	Basic DLOR %	Reflectance %									
			Ceiling	70			50			30		
			Walls	50	30	10	50	30	10	50	30	10
			Room Index									
(M) Aluminium industrial reflector (T) High-bay reflector, aluminium or enamel		70	0.6	0.39	0.36	0.33	0.39	0.36	0.33	0.39	0.35	0.33
			0.8	0.48	0.43	0.4	0.46	0.43	0.4	0.46	0.43	0.4
			1	0.52	0.49	0.45	0.52	0.48	0.45	0.52	0.48	0.45
			1.25	0.56	0.53	0.5	0.56	0.53	0.49	0.56	0.52	0.49
			1.5	0.6	0.57	0.54	0.59	0.57	0.53	0.59	0.55	0.53
			2	0.65	0.62	0.59	0.63	0.6	0.58	0.63	0.59	0.57
			2.5	0.67	0.64	0.62	0.65	0.62	0.61	0.65	0.62	0.6
			3	0.69	0.66	0.64	0.67	0.64	0.63	0.67	0.64	0.62
			4	0.71	0.68	0.67	0.69	0.67	0.65	0.69	0.66	0.64
			5	0.72	0.7	0.69	0.72	0.69	0.67	0.71	0.67	0.66
(F) Plastic trough, unlouvered		70	0.6	0.33	0.28	0.25	0.32	0.28	0.25	0.31	0.27	0.25
			0.8	0.42	0.37	0.33	0.41	0.36	0.33	0.4	0.36	0.33
			1	0.48	0.43	0.38	0.46	0.42	0.38	0.45	0.42	0.38
			1.25	0.52	0.47	0.43	0.5	0.46	0.42	0.49	0.45	0.42
			1.5	0.56	0.51	0.47	0.54	0.5	0.46	0.52	0.48	0.45
			2	0.62	0.56	0.53	0.58	0.55	0.51	0.56	0.52	0.5
			2.5	0.65	0.6	0.57	0.61	0.58	0.55	0.59	0.56	0.53
			3	0.67	0.63	0.6	0.64	0.61	0.58	0.62	0.59	0.56
			4	0.7	0.66	0.64	0.67	0.64	0.61	0.64	0.62	0.59
			5	0.73	0.69	0.67	0.69	0.67	0.64	0.66	0.64	0.62
(M) Double refractor system, surface mounted or fully recessed		65	0.6	0.37	0.34	0.31	0.37	0.34	0.31	0.37	0.34	0.31
			0.8	0.42	0.39	0.36	0.42	0.39	0.36	0.42	0.39	0.36
			1	0.45	0.42	0.39	0.45	0.42	0.39	0.45	0.42	0.39
			1.25	0.49	0.46	0.44	0.49	0.46	0.44	0.49	0.46	0.44
			1.5	0.52	0.49	0.47	0.51	0.48	0.47	0.50	0.47	0.46
			2	0.55	0.53	0.51	0.54	0.52	0.51	0.53	0.51	0.5
			2.5	0.57	0.55	0.53	0.56	0.54	0.53	0.55	0.53	0.52
			3	0.59	0.57	0.55	0.57	0.56	0.55	0.56	0.55	0.54
			4	0.6	0.58	0.56	0.58	0.57	0.56	0.57	0.56	0.55
			5	0.62	0.6	0.58	0.6	0.59	0.58	0.58	0.57	0.56

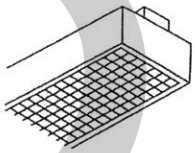
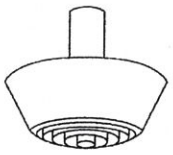
Utilization Factors (ต่อ)

Description of Luminaire, and Typical Downward Light Output Ratio %	Typical Outline	Basic DLOR %	Reflectance %									
			Ceiling	70			50			30		
			Walls	50	30	10	50	30	10	50	30	10
			Room Index									
(F) Plastic trough, louvered		50	0.6	0.26	0.22	0.19	0.25	0.21	0.19	0.24	0.2	0.18
			0.8	0.34	0.29	0.26	0.32	0.28	0.25	0.31	0.27	0.24
			1	0.39	0.34	0.3	0.36	0.32	0.29	0.34	0.31	0.28
			1.25	0.43	0.38	0.34	0.39	0.36	0.33	0.37	0.34	0.31
			1.5	0.46	0.41	0.37	0.42	0.39	0.36	0.39	0.36	0.33
			2	0.5	0.46	0.43	0.43	0.42	0.4	0.43	0.39	0.37
			2.5	0.53	0.49	0.46	0.49	0.46	0.43	0.45	0.42	0.4
			3	0.55	0.51	0.49	0.51	0.48	0.46	0.47	0.45	0.43
			4	0.58	0.54	0.52	0.53	0.51	0.49	0.48	0.47	0.45
			5	0.6	0.57	0.55	0.55	0.53	0.51	0.5	0.48	0.47
(F) Recessed louvered trough with optically designed reflecting surfaces		50	0.6	0.28	0.25	0.23	0.28	0.25	0.23	0.28	0.25	0.23
			0.8	0.34	0.31	0.28	0.33	0.3	0.28	0.33	0.3	0.28
			1	0.37	0.35	0.32	0.37	0.34	0.32	0.37	0.34	0.32
			1.25	0.4	0.38	0.35	0.4	0.37	0.35	0.4	0.37	0.35
			1.5	0.43	0.41	0.38	0.42	0.4	0.38	0.42	0.39	0.38
			2	0.46	0.44	0.42	0.45	0.43	0.41	0.44	0.42	0.41
			2.5	0.48	0.46	0.44	0.47	0.45	0.43	0.46	0.44	0.43
			3	0.49	0.47	0.46	0.48	0.46	0.45	0.47	0.45	0.44
			4	0.5	0.49	0.48	0.49	0.48	0.47	0.48	0.47	0.46
			5	0.51	0.5	0.49	0.5	0.49	0.48	0.49	0.48	0.47
(F) Suspended louvered metal trough, upward and downward light, optically designed reflecting surfaces		50	0.6	0.35	0.32	0.29	0.33	0.31	0.28	0.33	0.3	0.28
			0.8	0.41	0.38	0.35	0.39	0.36	0.34	0.38	0.35	0.33
			1	0.46	0.42	0.4	0.44	0.41	0.39	0.42	0.39	0.37
			1.25	0.49	0.46	0.43	0.47	0.44	0.42	0.45	0.42	0.4
			1.5	0.52	0.49	0.46	0.49	0.47	0.44	0.47	0.44	0.42
			2	0.56	0.53	0.51	0.52	0.5	0.48	0.49	0.47	0.45
			2.5	0.58	0.55	0.53	0.54	0.52	0.6	0.51	0.49	0.47
			3	0.59	0.57	0.55	0.55	0.53	0.52	0.52	0.5	0.49
			4	0.61	0.59	0.57	0.57	0.55	0.54	0.53	0.51	0.5
			5	0.63	0.6	0.59	0.58	0.57	0.55	0.54	0.52	0.51

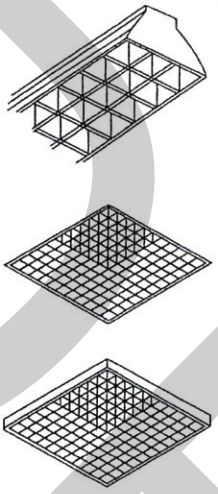
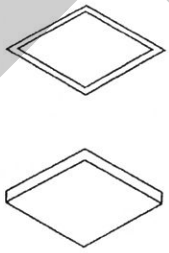
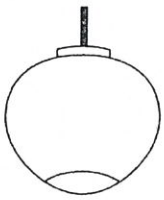
Utilization Factors (ต่อ)

Description of Luminaire, and Typical Downward Light Output Ratio %	Typical Outline	Basic DLOR %	Reflectance %									
			Ceiling	70			50			30		
			Walls	50	30	10	50	30	10	50	30	10
			Room Index									
(F) Bare lamp of ceiling (F) Batten luminaire		65	0.6	0.29	0.24	0.19	0.27	0.22	0.19	0.24	0.21	0.19
			0.8	0.37	0.31	0.27	0.35	0.3	0.25	0.31	0.28	0.24
			1	0.44	0.37	0.33	0.4	0.35	0.31	0.35	0.32	0.29
			1.25	0.49	0.42	0.38	0.45	0.4	0.36	0.39	0.36	0.33
			1.5	0.54	0.47	0.42	0.5	0.44	0.4	0.43	0.4	0.37
			2	0.6	0.52	0.49	0.54	0.49	0.45	0.48	0.44	0.41
			2.5	0.64	0.57	0.53	0.57	0.53	0.49	0.52	0.48	0.45
			3	0.67	0.61	0.57	0.6	0.57	0.53	0.56	0.52	0.49
			4	0.71	0.66	0.62	0.64	0.61	0.57	0.59	0.55	0.52
			5	0.74	0.7	0.66	0.68	0.64	0.61	0.62	0.58	0.54
(F) Injection moulded prismatic wrap around enclosure		55	0.6	0.32	0.28	0.25	0.3	0.27	0.25	0.27	0.24	0.22
			0.8	0.4	0.36	0.32	0.39	0.34	0.31	0.36	0.32	0.3
			1	0.45	0.41	0.38	0.43	0.38	0.36	0.39	0.35	0.33
			1.25	0.5	0.45	0.42	0.47	0.44	0.41	0.43	0.39	0.37
			1.5	0.53	0.48	0.45	0.5	0.46	0.41	0.46	0.43	0.41
			2	0.58	0.53	0.49	0.54	0.5	0.47	0.5	0.47	0.45
			2.5	0.61	0.57	0.53	0.57	0.53	0.51	0.52	0.5	0.47
			3	0.64	0.59	0.56	0.58	0.55	0.53	0.53	0.51	0.49
			4	0.66	0.63	0.6	0.61	0.58	0.55	0.55	0.53	0.51
			5	0.68	0.65	0.62	0.62	0.6	0.58	0.56	0.56	0.54
(F) Enclosed plastic diffuser		50	0.6	0.27	0.21	0.18	0.24	0.2	0.18	0.22	0.19	0.17
			0.8	0.34	0.29	0.26	0.32	0.28	0.25	0.29	0.26	0.24
			1	0.4	0.35	0.31	0.37	0.33	0.3	0.33	0.3	0.28
			1.25	0.44	0.39	0.35	0.4	0.36	0.33	0.36	0.33	0.31
			1.5	0.47	0.42	0.38	0.43	0.39	0.36	0.38	0.35	0.33
			2	0.52	0.47	0.44	0.47	0.44	0.41	0.41	0.39	0.37
			2.5	0.55	0.51	0.48	0.5	0.47	0.44	0.44	0.42	0.4
			3	0.58	0.54	0.51	0.52	0.49	0.47	0.47	0.45	0.43
			4	0.61	0.57	0.54	0.55	0.52	0.5	0.49	0.47	0.45
			5	0.63	0.59	0.57	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49	0.47

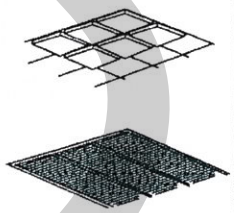
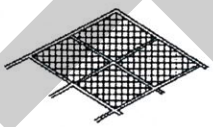
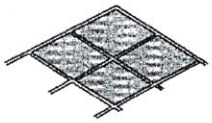
Utilization Factors (ต่อ)

Description of Luminaire, and Typical Downward Light Output Ratio %	Typical Outline	Basic DLOR %	Reflectance %									
			Ceiling	70			50			30		
			Walls	50	30	10	50	30	10	50	30	10
			Room Index									
(F) Suspanded opaque-sided luminaire, upward and hownward light, diffuser, or louver beneath		45	0.6	0.28	0.24	0.2	0.26	0.22	0.19	0.24	0.2	0.19
			0.8	0.36	0.3	0.28	0.33	0.29	0.26	0.31	0.27	0.24
			1	0.41	0.36	0.32	0.37	0.33	0.3	0.34	0.3	0.27
			1.25	0.45	0.41	0.36	0.41	0.37	0.34	0.37	0.33	0.3
			1.5	0.49	0.45	0.4	0.44	0.4	0.37	0.39	0.35	0.33
			2	0.55	0.5	0.46	0.48	0.45	0.42	0.42	0.39	0.37
			2.5	0.58	0.53	0.5	0.51	0.48	0.45	0.45	0.42	0.4
			3	0.6	0.56	0.53	0.53	0.5	0.48	0.47	0.46	0.42
			4	0.63	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.48	0.46	0.44
			5	0.65	0.62	0.6	0.57	0.55	0.53	0.5	0.48	0.46
(T) Opal sphere and other enclosed diffusing luminaires of near-spherical shape		45	0.6	0.23	0.18	0.14	0.2	0.16	0.12	0.17	0.14	0.11
			0.8	0.3	0.24	0.2	0.27	0.22	0.18	0.22	0.19	0.16
			1	0.36	0.29	0.25	0.31	0.26	0.22	0.26	0.23	0.19
			1.25	0.41	0.34	0.29	0.35	0.3	0.26	0.29	0.26	0.22
			1.5	0.45	0.39	0.33	0.39	0.34	0.3	0.31	0.28	0.25
			2	0.5	0.45	0.4	0.43	0.38	0.34	0.34	0.32	0.29
			2.5	0.54	0.49	0.44	0.46	0.42	0.38	0.37	0.35	0.32
			3	0.57	0.52	0.48	0.49	0.45	0.42	0.4	0.38	0.34
			4	0.6	0.56	0.52	0.52	0.48	0.46	0.43	0.41	0.37
			5	0.63	0.6	0.56	0.54	0.51	0.49	0.45	0.43	0.4
(T) Diffuser with open top louvered beneath		30	0.6	0.28	0.23	0.19	0.24	0.2	0.19	0.2	0.18	0.16
			0.8	0.35	0.3	0.26	0.3	0.26	0.23	0.25	0.23	0.2
			1	0.4	0.34	0.31	0.34	0.3	0.27	0.27	0.25	0.23
			1.25	0.45	0.39	0.36	0.38	0.33	0.31	0.3	0.28	0.26
			1.5	0.49	0.44	0.4	0.41	0.36	0.34	0.32	0.3	0.28
			2	0.54	0.5	0.46	0.45	0.41	0.39	0.34	0.33	0.31
			2.5	0.57	0.53	0.5	0.47	0.44	0.42	0.36	0.35	0.33
			3	0.6	0.56	0.53	0.49	0.46	0.45	0.38	0.37	0.35
			4	0.63	0.59	0.57	0.51	0.49	0.48	0.4	0.39	0.37
			5	0.65	0.62	0.6	0.53	0.51	0.5	0.41	0.4	0.38

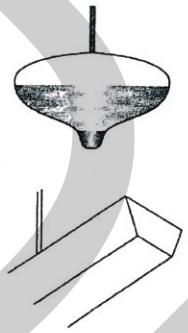
Utilization Factors (ค่าอ)

Description of Luminaire, and Typical Downward Light Output Ratio %	Typical Outline	Basic DLOR %	Reflectance %									
			Ceiling	70			50			30		
			Walls	50	30	10	50	30	10	50	30	10
			Room Index									
(F) Enamel slotted trough, louvered (F) Louvered recessed (module) luminaire (F) Shallow ceiling-mounted louver panel		50	0.6	0.27	0.24	0.22	0.26	0.24	0.22	0.26	0.23	0.22
			0.8	0.32	0.3	0.27	0.32	0.29	0.27	0.31	0.29	0.27
			1	0.35	0.32	0.3	0.35	0.32	0.3	0.34	0.31	0.3
			1.25	0.38	0.35	0.32	0.38	0.35	0.33	0.38	0.34	0.33
			1.5	0.41	0.38	0.36	0.4	0.38	0.35	0.4	0.37	0.35
			2	0.45	0.42	0.4	0.43	0.41	0.39	0.43	0.4	0.39
			2.5	0.47	0.44	0.42	0.45	0.43	0.41	0.45	0.42	0.41
			3	0.48	0.45	0.44	0.46	0.45	0.43	0.46	0.44	0.42
			4	0.49	0.47	0.46	0.48	0.47	0.45	0.47	0.45	0.44
			5	0.5	0.49	0.48	0.49	0.48	0.47	0.48	0.47	0.46
(F) Recessad (modular) diffuser (F) Shallow celling-mounted diffusing panel		50	0.6	0.21	0.18	0.16	0.21	0.18	0.16	0.2	0.18	0.16
			0.8	0.28	0.24	0.22	0.27	0.24	0.22	0.26	0.24	0.22
			1	0.32	0.29	0.26	0.31	0.28	0.26	0.3	0.28	0.26
			1.25	0.35	0.32	0.29	0.34	0.31	0.29	0.32	0.3	0.28
			1.5	0.37	0.34	0.31	0.36	0.33	0.31	0.34	0.32	0.3
			2	0.41	0.37	0.35	0.39	0.37	0.34	0.38	0.36	0.34
			2.5	0.43	0.4	0.38	0.42	0.39	0.37	0.4	0.38	0.37
			3	0.45	0.42	0.4	0.44	0.41	0.4	0.42	0.4	0.39
			4	0.47	0.44	0.43	0.46	0.44	0.42	0.44	0.42	0.41
			5	0.49	0.46	0.45	0.47	0.46	0.44	0.46	0.44	0.43
(T) Near-spherical diffuser, open beneath		50	0.6	0.28	0.22	0.18	0.25	0.2	0.17	0.22	0.18	0.16
			0.8	0.39	0.3	0.26	0.33	0.28	0.23	0.27	0.25	0.22
			1	0.43	0.36	0.32	0.38	0.34	0.29	0.31	0.29	0.28
			1.25	0.48	0.41	0.37	0.42	0.38	0.33	0.34	0.32	0.29
			1.5	0.52	0.46	0.41	0.46	0.41	0.37	0.37	0.35	0.32
			2	0.58	0.52	0.47	0.5	0.46	0.43	0.42	0.39	0.36
			2.5	0.62	0.56	0.52	0.54	0.5	0.47	0.45	0.42	0.4
			3	0.65	0.6	0.56	0.57	0.53	0.5	0.48	0.45	0.43
			4	0.68	0.64	0.61	0.6	0.56	5.54	0.51	0.48	0.46
			5	0.71	0.68	0.65	0.62	0.59	0.57	0.53	0.5	0.48

Utilization Factors (ต่อ)

Description of Luminaire, and Typical Downward Light Output Ratio %	Typical Outline	Basic DLOR %	Reflectance %									
			Ceiling	70			50			30		
			Walls	50	30	10	50	30	10	50	30	10
			Room Index									
(F) Complete luminous ceiling composed of translucent corrugated strip or individual pan-shaped elements. Based on ceiling cavity surfaces being white, and cavity width being three times cavity depth			0.6	0.2	0.15	0.12						
			0.8	0.28	0.24	0.2						
			1	0.34	0.31	0.27						
			1.25	0.37	0.34	0.31						
			1.5	0.4	0.36	0.34						
			2	0.45	0.42	0.39						
			2.5	0.47	0.44	0.42						
			3	0.49	0.46	0.44						
			4	0.52	0.49	0.47						
			5	0.54	0.51	0.49						
(F) Complete louvered ceiling composed of half-inch translucent plastic cells. Based on ceiling cavity surfaces being white, and cavity width being three times cavity depth			0.6	0.31	0.28	0.24						
			0.8	0.34	0.31	0.27						
			1	0.37	0.34	0.3						
			1.25	0.39	0.36	0.33						
			1.5	0.41	0.38	0.36						
			2	0.44	0.42	0.39						
			2.5	0.46	0.44	0.41						
			3	0.48	0.46	0.43						
			4	0.5	0.48	0.45						
			5	0.51	0.49	0.47						
(F) Complete luminous ceiling composed of injection moulded flat prismatic panels. Based on ceiling cavity surfaces being white, and cavity width being three times cavity depth			0.6	0.37	0.33	0.28						
			0.8	0.47	0.42	0.37						
			1	0.52	0.47	0.43						
			1.25	0.56	0.53	0.48						
			1.5	0.59	0.55	0.51						
			2	0.64	0.59	0.54						
			2.5	0.66	0.62	0.56						
			3	0.68	0.63	0.6						
			4	0.71	0.67	0.63						
			5	0.72	0.7	0.67						

Utilization Factors (ต่อ)

Description of Luminaire, and Typical Downward Light Output Ratio %	Typical Outline	Basic DLOR %	Reflectance %									
			Ceiling	70			50			30		
			Walls	50	30	10	50	30	10	50	30	10
			Room Index									
(T or F) Totally indirect luminaire. Based on upward light output ratio 75% (Upper and lower walls the same colour)			0.6	0.1	0.07	0.04	0.07	0.05	0.03			
			0.8	0.13	0.11	0.08	0.11	0.09	0.07			
			1	0.16	0.15	0.12	0.15	0.12	0.1			
			1.25	0.2	0.19	0.16	0.18	0.15	0.13			
			1.5	0.24	0.23	0.2	0.2	0.18	0.16			
			2	0.28	0.27	0.23	0.22	0.2	0.18			
			2.5	0.32	0.31	0.26	0.24	0.22	0.2			
			3	0.36	0.35	0.29	0.25	0.23	0.21			
			4	0.4	0.38	0.31	0.26	0.24	0.22			
			5	0.43	0.4	0.33	0.27	0.25	0.23			
(T or F) As above, but with upper walls the same colour as the ceiling			0.6	0.11	0.08	0.05	0.08	0.06	0.04			
			0.8	0.16	0.13	0.1	0.11	0.09	0.07			
			1	0.21	0.17	0.14	0.13	0.11	0.09			
			1.25	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11			
			1.5	0.29	0.25	0.22	0.17	0.15	0.13			
			2	0.33	0.3	0.27	0.2	0.18	0.16			
			2.5	0.37	0.34	0.32	0.23	0.21	0.19			
			3	0.4	0.38	0.36	0.26	0.24	0.22			
			4	0.43	0.42	0.4	0.28	0.27	0.25			
			5	0.45	0.44	0.42	0.3	0.29	0.27			
(T or F) Indirect cornices, recessed coves and coffers giving all their light above the horizontal. Based on an upward light output Ratio of 40% but details of construction may vary this figure considerably			0.6	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03				
			0.8	0.09	0.07	0.06	0.06	0.05				
			1	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07				
			1.25	0.13	0.11	0.09	0.09	0.08				
			1.5	0.14	0.12	0.1	0.1	0.09				
			2	0.16	0.14	0.12	0.11	0.1				
			2.5	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11				
			3	0.18	0.16	0.15	0.12	0.11				
			4	0.19	0.18	0.16	0.13	0.12				
			5	0.2	0.19	0.17	0.14	0.13				

ภาคผนวก จ

กฎกระทรวง ออกตามความในพระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕

(ว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม)

เฉพาะ หมวด 1 – 3

DPU

กฎกระทรวง

(พ.ศ. ๒๕๓๘)

ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๖ และมาตรา ๑๙ แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

หมวด ๑
ขอบเขตการบังคับใช้

ข้อ ๑ กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับกับอาคารควบคุมตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. ๒๕๓๘

ข้อ ๒ ในกฎกระทรวงนี้

"อาคารเก่า" หมายความว่า อาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จหรือกำลังก่อสร้างหรือยังไม่ได้ก่อสร้างแต่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างไว้ก่อนวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา ๑๘ มีผลใช้บังคับ

"อาคารใหม่" หมายความว่า อาคารที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา ๑๘ มีผลใช้บังคับ

หมวด ๒
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม

ข้อ ๓ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ

(๑) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร ทั้งอาคารใหม่และอาคารเก่าจะต้องมีค่าไม่เกิน ๒๕ วัตต์ต่อตารางเมตรของหลังคา

(๒) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศจะต้องมีค่าดังต่อไปนี้

(ก) สำหรับอาคารใหม่ ไม่เกินกว่า ๔๕ วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก

(ข) สำหรับอาคารเก่า ไม่เกินกว่า ๕๕ วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก

(๓) การคิดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ ให้คำนวณจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามขนาดพื้นที่ของผนังด้านนอกแต่ละด้านรวมกัน (weighted average) หรือส่วนของผนังด้านนอกแต่ละด้านรวมกันของส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ

หมวด ๓

การใช้พลังงานในอาคาร

ข้อ ๔ การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ

(๑) ในกรณีที่มีการส่องสว่างด้วยไฟฟ้าในอาคาร จะต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอตามหลักและวิธีการที่ยอมรับได้ทางวิศวกรรม

(๒) อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ จะต้องใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกินค่าดังต่อไปนี้

ประเภทอาคาร [๑]	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
(ก) สำนักงาน โรงแรม สถานศึกษาและโรงพยาบาล/สถานที่พักฟื้น	๑๖
(ข) ร้านขายของ ซูปเปอร์มาเก็ต หรือศูนย์การค้า [๒]	๒๓

[๑] อาคารที่มีการใช้งานหลายลักษณะให้ใช้ค่าในตารางตามลักษณะพื้นที่ใช้งาน

[๒] รวมถึงไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไปที่ใช้ในการโฆษณาเผยแพร่สินค้า ยกเว้นที่ใช้ในตู้กระจกแสดงสินค้า

ข้อ ๕ มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร

ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคารจะต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น ที่ภาระเต็มพิกัด (full load) หรือที่ภาระใช้งานจริง (actual load) ไม่เกินกว่าค่าตามตารางดังต่อไปนี้

(๑) เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่ (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	อาคารเก่า (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (centrifugal chiller)		
ขนาดไม่เกิน ๒๕๐ ตันความเย็น	๐.๗๕	๐.๘๐
ขนาดเกินกว่า ๒๕๐ ตันความเย็น ถึง ๕๐๐ ตันความเย็น	๐.๗๐	๐.๘๔
ขนาดเกินกว่า ๕๐๐ ตันความเย็น	๐.๖๗	๐.๘๐
ข. ส่วนทำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocating chiller)		
ขนาดไม่เกิน ๓๕ ตันความเย็น	๐.๙๘	๑.๑๘
ขนาดเกินกว่า ๓๕ ตันความเย็น	๐.๙๑	๑.๑๐
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (package unit)	๐.๘๘	๑.๐๖
ง. ส่วนทำน้ำเย็นแบบสกรู (screw chiller)	๐.๗๐	๐.๘๔

(๒) เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่ (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	อาคารเก่า (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (centrifugal chiller)		
ขนาดไม่เกิน ๒๕๐ ตันความเย็น	๑.๔๐	๑.๖๑
ขนาดเกินกว่า ๒๕๐ ตันความเย็น	๑.๒๐	๑.๓๘
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocating chiller)		
ขนาดไม่เกิน ๕๐ ตันความเย็น	๑.๓๐	๑.๕๐
ขนาดเกินกว่า ๕๐ ตันความเย็น	๑.๒๕	๑.๔๔
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (package unit)	๑.๓๗	๑.๕๘
ง. เครื่องทำความเย็นแบบติดหน้าต่าง/แยกส่วน (window/split type)	๑.๔๐	๑.๖๑

ภาคผนวก ฉ

คุณลักษณะเฉพาะของอุปกณ์ประหยัดพลังงาน ปี 2549

DPU

คุณลักษณะเฉพาะของอุปกณ์ประหยัดพลังงาน ปี 2549

พพ. 1001 : 2549

โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

(High Efficient Fluorescent Luminaire)

1. **ขอบเขต**

โคมไฟฟ้าสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดตรงขนาด 18 วัตต์ หรือ 36 วัตต์ แบบติดประจำที่ สำหรับการใช้งานทั่วไป

2. **คุณลักษณะเฉพาะ**

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. 902 หรือ มอก. 903

2.2 โคมไฟฟ้าให้มีลักษณะ คือ

2.2.1 โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงแบบตัวขวาง(Profile Mirror Louver Luminaire)โดยมีตัวขวาง(Cross Blade) ลดแสงบาดตา(Glare)ได้แก่

1) ตัวขวางแบบริ้ว

2) ตัวขวางแบบเรียบ

3) ตัวขวางแบบพาราโบลิก โดยตัวขวางมีลักษณะผิวเป็นแบบเงา (Specular Surface) หรือแบบกระจายแสง (Diffusing Surface) หรือ แบบด้าน (Matt Finished Surface)

2.2.2 โคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสง (Diffuser Luminaire) ชนิดมีแผ่นกรองแสง แบบเกล็ดแก้ว (Prismatic Diffuser) หรือ แบบขาวขุ่น (Opal Diffuser) หรือ แบบผิวส้ม (Stipple Diffuser) ที่ทำจากพลาสติกที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิเมตร ไม่เปลี่ยนสี และ ไม่บิดงอจากการใช้งานปกติ

2.2.3 โคมฟลูออเรสเซนต์โรงงาน (Industrial Luminaire)

2.3 ตัวโคมผลิตจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.6 มิลลิเมตร พับขึ้นเป็นรูปตัวโคมด้วยแผ่นเหล็กชิ้นเดียวตลอด หรือประกอบส่วนหัวท้ายด้วยการเชื่อมแบบเป็นจุด (Spot Weld) หรือใช้สลักย้ำ (Rivet) ผ่านกรรมวิธีกำจัดไขมันและสนิม และป้องกันการผุกร่อนด้วยกรรมวิธีการเคลือบฟอสเฟตของโลหะ เช่น สังกะสี (Zinc Phosphatized) และ ผ่านการเคลือบสีฝุ่น ที่ทนต่อรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Stabilized Powder Coating) เพื่อป้องกันการเป็นสนิมและการผุกร่อน และตัวโคมต้องถูกออกแบบให้มีการขึ้นรูปและการติดยึดบัลลาสต์ที่เหมาะสมให้ไม่เกิดเสียงดังเมื่อติดตั้งบัลลาสต์ใช้งาน

2.4 แผ่นสะท้อนแสงด้านข้างหลอดและด้านหลังหลอดของโคมไฟฟ้าให้ทำจากแผ่นอะลูมิเนียม ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.4.1 มีความหนาไม่ต่ำกว่า 0.4 มิลลิเมตร

2.4.2 มีการป้องกันการเกิดการหมองของผิวแผ่นอะลูมิเนียมด้านสะท้อนแสง โดยมีชั้นแอโนดิก (Anodic Layer) หรือ การป้องกันอะลูมิเนียม(Aluminium Protection) โดย กรรมวิธีแอโนไดซ์(Anodized)

2.4.3 มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงโดยรวม(Total Reflection) ของแผ่นสะท้อนแสงด้านหลังหลอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 และ มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงโดยรวมของแผ่นสะท้อนแสงด้านข้างหลอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 87 เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน DIN 5036-3

2.4.4 ไม่เกิดสีรุ้ง (Non Iridescence) เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า

2.4.5 ผ่านการทดสอบรังสีอัลตราไวโอเลตตาม มาตรฐาน ASTM G 154 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

2.4.6 ผ่านการทดสอบความชื้นตามมาตรฐาน ASTM D2247 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

2.4.7 ผ่านการทดสอบการทนไอเกลือตามมาตรฐาน ASTM B117 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

2.4.8 ผ่านการทดสอบความคงทนตาม มาตรฐาน ASTM D3359 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

2.4.9 แผ่นสะท้อนแสงภายในโคม ต้องมีความยาวตลอดแนวยาวของหลอด

2.4.10 ผลิตจากผู้ผลิตที่ได้รับใบรับรอง ISO 9000 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

2.4.11 มีการรับประกันแผ่นสะท้อนแสง ไม่น้อยกว่า 10 ปี ว่าค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงโดยรวมจะไม่เปลี่ยนแปลงลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนดเกินร้อยละ 5 และ ในระยะเวลา 10 ปี จะไม่เกิดการย่นลอกหลุดออกของผิวอะลูมิเนียม (Delamination)

2.5 รางเดินสายไฟฟ้าภายในโคมไฟฟ้าจะต้องเรียบ ปราศจากขอบคม

2.6 ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์(Fluorescent Lamp Holder) ให้ใช้แบบหมุนล็อก(Rotary Lock) หรือ แบบสปริง (Spring) ที่ได้มาตรฐาน มอก. 344

2.7 ขั้วรับสตาร์ตเตอร์ (Starter Socket) ได้มาตรฐาน มอก. 344

2.8 สายไฟฟ้าภายในโคมไฟฟ้า ให้ใช้ชนิดสายไฟทองแดงที่ได้มาตรฐาน มอก.11 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า โดยมีขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส

2.9 ขั้วต่อสาย จะต้องมีส่วนที่ปิดกั้นส่วนที่มีไฟฟ้าเพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า ขณะใช้งานหรือเปลี่ยนหลอดหรือเปลี่ยนสตาร์ตเตอร์ และ มีขั้วต่อให้สามารถต่อลงดินของโคมไฟได้

2.10 มีรายละเอียดทางด้านแสง (Photometric Data) ที่ผ่านการทดสอบในห้องปฏิบัติการทดสอบของหน่วยงานของรัฐหรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้มาตรฐาน มอก./ISO 17025 โดยผลการทดสอบต้องมีอายุไม่เกิน 2 ปี ดังต่อไปนี้

2.10.1 สำหรับโคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง (Louver Luminaire) และโคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสง (Diffuser Luminaire) ให้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) กราฟการกระจายแสงของโคมไฟฟ้า (Light Distribution Curve)

2) องค์ประกอบการใช้งานของโคมไฟฟ้า (Utilization Factor with k-Index)

3) กราฟความสว่าง (Luminance Curve)

4) ค่าประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้า (Luminaire Efficiency)

2.10.2 สำหรับโคมฟลูออเรสเซนต์โรงงาน (Industrial Luminaire) ให้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) กราฟการกระจายแสงของโคมไฟฟ้า (Light Distribution Curve)

2) องค์ประกอบการใช้งานของโคมไฟฟ้า (Utilization Factor with k-Index)

3) ค่าประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้า (Luminaire Efficiency)

โคมไฟฟ้าต้องมีค่า ประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้า (Luminaire Efficiency) หรือ อัตราส่วนของแสงโดยรวมที่ออกจากโคมเมื่อเทียบกับแสงที่ออกจากหลอดที่ติดตั้งไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 หรือ 2

มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด **(ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)**

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของโคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง ชนิด โคมตะแกรง และ โคมกรองแสง

ชนิดโคมฟลูออเรสเซนต์	ค่าประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้า	
	กรณี 1 หลอด	กรณี 2 หลอด
	ที่กราฟความสว่างเกรดเอ (Grade A) ที่ 500 ลักซ์	ที่กราฟความสว่างเกรดเอ (Grade A) ที่ 500 ลักซ์
โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง (Louver Luminaire)	82% และโคมกว้างไม่น้อยกว่า 29 ซม.	80% และโคมกว้างไม่น้อยกว่า 59 ซม.
โคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสง (Diffuser Luminaire)	70%	68%

ตารางที่ 2 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของโคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง ชนิด โคมโรงงาน

ชนิดโคมฟลูออเรสเซนต์	ค่าประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้า	
	กรณี 1 หลอด	กรณี 2 หลอด
โคมฟลูออเรสเซนต์โรงงาน (Industrial Luminaire)	86% และโคมกว้างไม่น้อยกว่า 15 ซม.	84% และโคมกว้างไม่น้อยกว่า 20 ซม.

หมายเหตุ

1. มอก. 11-2531 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้า ทองแดงหุ้มด้วยโพลิไวนิลคลอไรด์
2. มอก. 344-2530 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขั้วรับ หลอดฟลูออเรสเซนต์และขั้วรับสตาร์ตเตอร์
3. มอก. 902-2532 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ดวงโคม ไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป
4. มอก. 903-2532 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ดวงโคม ไฟฟ้าชนิดฝัง
5. ASTM B117 : Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus
6. ASTM D2247 : Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings in 100% Relative Humidity
7. ASTM D3359 : Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test
8. ASTM G154 : Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials
9. DIN 5036-3 : Radiometric and photometric properties of materials; methods of measurement for photometric and spectral radiometric characteristic

พพ. 1002 : 2549

แผ่นสะท้อนแสง

(Light Reflector)

1. ขอบเขต

แผ่นสะท้อนแสง สำหรับโคมไฟฟ้าสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดตรงขนาด 18 วัตต์ หรือ 36 วัตต์ สำหรับโคมไฟฟ้าของเดิม แบบติดประจำที่ สำหรับการใช้งานทั่วไป

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังหลอดของโคมไฟฟ้า ให้ทำจากแผ่นอะลูมิเนียม ให้มีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

2.1.1 มีความหนาไม่ต่ำกว่า 0.4 มิลลิเมตร

2.1.2 มีการป้องกันการเกิดการหมอง ของผิวแผ่นอะลูมิเนียมด้านสะท้อนแสงโดยมีชั้นแอโนดิก (Anodic Layer) หรือการป้องกัน อะลูมิเนียม(Aluminium Protection)โดยกรรมวิธีแอโนไดซ์ (Anodized)

2.1.3 มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงโดยรวม (Total Reflection) ของแผ่นสะท้อนแสงด้านหลังหลอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ซึ่งทดสอบตามมาตรฐาน DIN 5036-3

2.1.4 ไม่เกิดสีรุ้ง (Non Iridescence)

2.1.5 ผ่านการทดสอบรังสีอัลตราไวโอเลตตามมาตรฐาน ASTM G154 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

2.1.6 ผ่านการทดสอบการทนความชื้นตามมาตรฐาน ASTM D2247 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

2.1.7 ผ่านการทดสอบการทนไอเกลือตามมาตรฐาน ASTM B 117 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

2.1.8 ผ่านการทดสอบความคงทนตามมาตรฐาน ASTM D3359 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

2.1.9 แผ่นสะท้อนแสง ต้องมีความยาวตลอดตามแนวยาวของหลอด

2.1.10 ผลิตจากผู้ผลิตที่ได้รับใบรับรอง ISO 9000 หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

2.1.11 มีการรับประกันแผ่นสะท้อนแสงไม่น้อยกว่า 10 ปี ว่าค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงโดยรวมจะไม่เปลี่ยนแปลงลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนดเกินร้อยละ 5 และ ในระยะเวลา 10 ปี จะไม่เกิดการย่น ลอกหลุดออกของผิวอะลูมิเนียม (Delamination)

2.2 แผ่นสะท้อนแสงที่ใช้ในการปรับปรุงโคมไฟฟ้าเดิมต้องมีการพับมุมขึ้นรูปที่เหมาะสม และ โคมไฟฟ้าที่ได้รับการปรับปรุงจะต้องมีรายละเอียดด้านแสง (Photometric Data) ที่ผ่านการทดสอบในห้องปฏิบัติการทดสอบของหน่วยงานของรัฐ หรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้มาตรฐาน มอก./ISO 17025 ดังต่อไปนี้

2.2.1 กราฟการกระจายแสงของโคมไฟฟ้า (Light Distribution Curve)

2.2.2 องค์ประกอบการใช้งานของโคมไฟฟ้า (Utilization Factor with k-Index)

2.2.3 กราฟความสว่าง (Luminance Curve)

2.2.4 ค่าประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้า (Luminaire Efficiency)

2.3 โคมไฟฟ้าที่ได้รับการปรับปรุง จะต้องมีค่าประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้า (Luminaire Efficiency) หรือ อัตราส่วนของแสงโดยรวมที่ออกจากโคมเมื่อเทียบกับแสงที่ออกจากหลอดที่ติดตั้งโดยมี ค่าประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้าไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 คือ

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของโคมไฟฟ้าที่ได้รับการปรับปรุง

ชนิดโคมฟลูออเรสเซนต์ที่ได้รับการปรับปรุง	ค่าประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้าเดิมหลังการปรับปรุง
โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง (Louver Luminaires)	72 %
โคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสง (Diffuser Luminaires)	65 %
โคมฟลูออเรสเซนต์โรงงาน (Industrial Luminaires)	84 %

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด **(ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)**

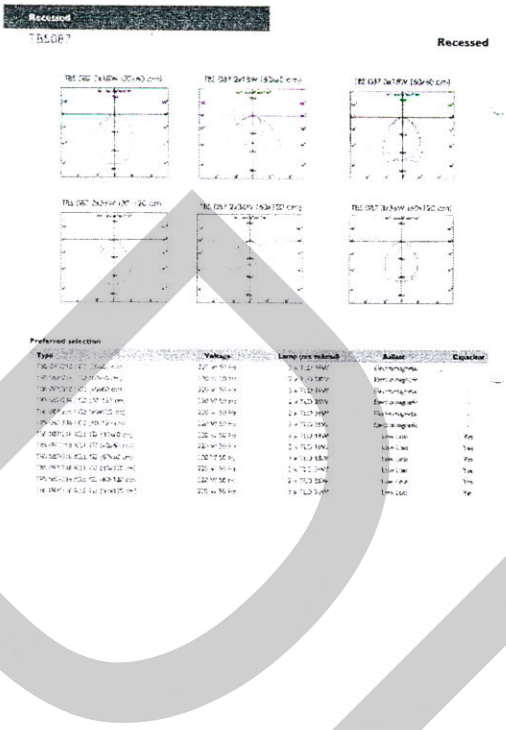
หมายเหตุ

1. ASTM B117 : Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus
2. ASTM D2247 : Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings in 100% Relative Humidity
3. ASTM D3359 : Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test
4. ASTM G154 : Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials
5. DIN 5036-3 : Radiometric and photometric properties of materials; methods of measurement for photometric and spectral radiometric characteristics

DRAFT

ภาคผนวก ช
รายละเอียดโคมไฟฟ้าของ PHILIPS

DPU



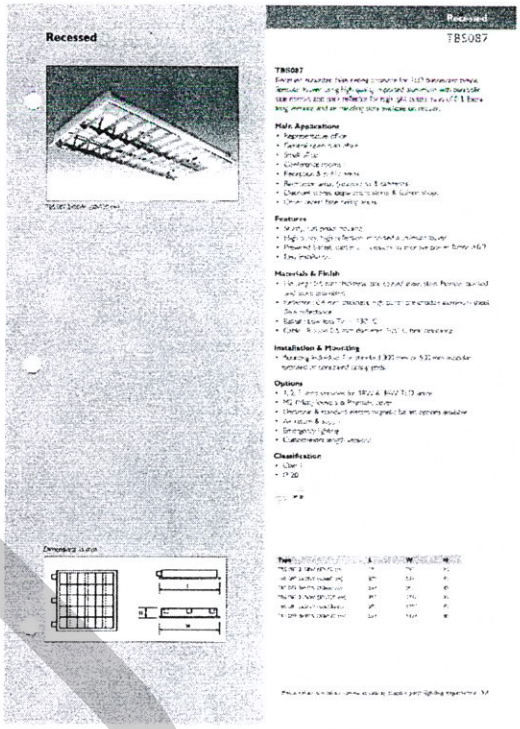
Recessed

TBS087

Recessed

Preferred selection

Type	Voltage	Lamp pos nominal	Ballast	Capacitor
TBS 087 2x18W (30x60 cm)	220 V 50 Hz	2 x T8 18W	Electromagnetic	
TBS 087 2x18W (60x60 cm)	230 V 50 Hz	2 x T8 18W	Electromagnetic	
TBS 087 2x36W (60x120 cm)	220 V 50 Hz	2 x T8 36W	Electromagnetic	
TBS 087 2x36W (30x120 cm)	230 V 50 Hz	2 x T8 36W	Electromagnetic	
TBS 087 3x36W (60x120 cm)	220 V 50 Hz	3 x T8 36W	Electromagnetic	
TBS 087 4x18W (120x120 cm)	230 V 50 Hz	4 x T8 18W	Low loss	Yes
TBS 087 4x18W (120x60 cm)	220 V 50 Hz	4 x T8 18W	Low loss	Yes
TBS 087 4x18W (60x120 cm)	230 V 50 Hz	4 x T8 18W	Low loss	Yes
TBS 087 4x36W (120x120 cm)	220 V 50 Hz	4 x T8 36W	Low loss	Yes
TBS 087 4x36W (120x60 cm)	230 V 50 Hz	4 x T8 36W	Low loss	Yes



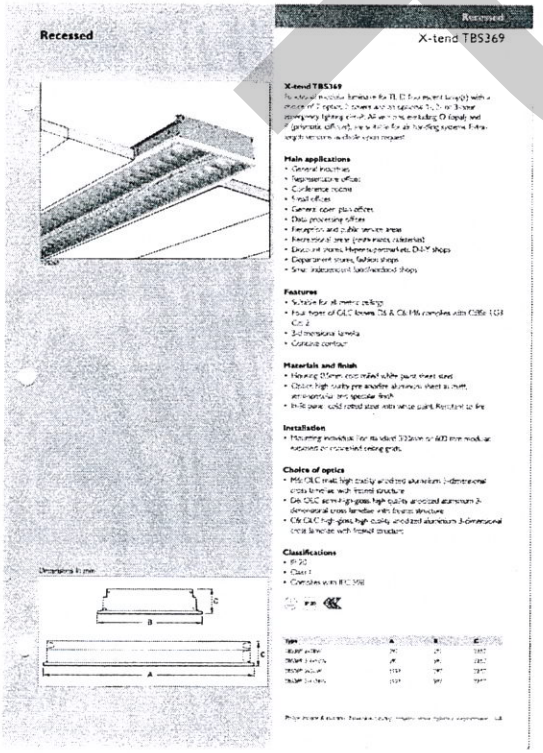
Recessed

TBS087

Recessed

Dimensions in mm

Preferred selection

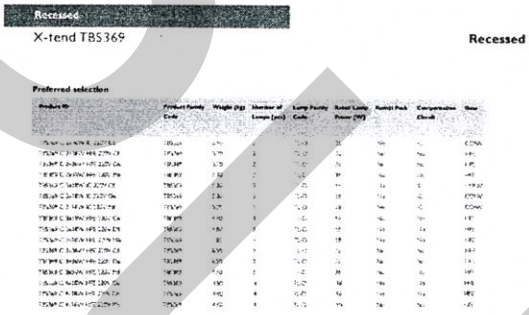


Recessed

X-tend TBS369

Recessed

Dimensions in mm



Recessed

X-tend TBS369

Recessed

Preferred selection

OEC

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นายณัฐพสิษฐ์ ก้อนแก้วงาม
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	รองผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม โรงพยาบาลเวชธานี เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

DPU