



การศึกษาวิเคราะห์การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
อาคารสถานศึกษานานาชาติ : กรณีศึกษา International School Bangkok (ISB)

ณิชากรีย์ ประเสริฐนอก

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2556

**A Study of Electricity Light in the International School :
Case Study of International School Bangkok (ISB)**

Ms. Nitcharee Prasertnok

**A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Building Technology Management
Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University**

2013

เลขทะเบียน.....	0229014
วันลงทะเบียน.....	- 3 เม.ย. 2557
เลขเรียกหนังสือ.....	521. 15. 1 20434A [2557]



ใบรับรองสารนิพนธ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การศึกษาวิเคราะห์การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสถานศึกษานานาชาติ
กรณีศึกษา International School Bangkok (ISB)


เสนอโดย ณิชชารีย์ ประเสริฐนอก

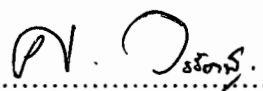
สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีอาคาร

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย ไชยวงศ์วิธาน

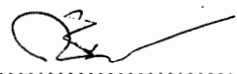
ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว


.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์)


.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย ไชยวงศ์วิธาน)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภรัชชัย วรรัตน์)

คณะวิศวกรรมศาสตร์รับรองแล้ว


.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์)

วันที่ 11 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2566

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาการใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสถานศึกษานานาชาติ กรณีศึกษา International School Bangkok (ISB)
ชื่อผู้เขียน	ณิชชาวิทย์ ประเสริฐนอก
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุทัย ไชยวงศ์วิธาน
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีอาคาร
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความส่องสว่าง (lux) ของหลอดไฟฟ้าโดยใช้ค่ามาตรฐาน (TIEA) 300 lux และค่าพลังงานตามมาตรฐานกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่ 14 W/ m² ทั้งนี้เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่าง (lux) ของหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W, (T8) ขนาด 36W/865, (T5) ขนาด 28 W และ LED Tube ขนาด 22 W ของห้องเรียน 3 ประเภท คือ ระดับ Elementary School (ES) ระดับ Middle School (MS) และระดับ High School (HS)

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่า ห้องเรียนที่มีพื้นที่ไม่เกิน 40 m² หลังปรับค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน (TIEA) ที่ 300 lux หลอดกำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุดคือ หลอด (T5) ขนาด 28 W มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุดคือ หลอด (T5) ขนาด 28 W มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุดคือ หลอด (T5) ขนาด 28 W มีกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด 3.10 W/ m² ห้องเรียนที่มีพื้นที่ไม่เกิน 80 m² หลอดกำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุดคือ หลอด (T5) ขนาด 28 W มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุดคือ หลอด (T5) ขนาด 28 W มีกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด 3.10 W/ m² ห้องเรียนพื้นที่ไม่เกิน 120 m² หลอดกำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุดคือ หลอด (T5) ขนาด 28 W มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุดคือ หลอด (T5) ขนาด 28 W มีกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด 3.10 W/ m² และห้องเรียนพื้นที่ไม่เกิน 230 m² หลอดกำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุดคือ หลอด (T5) ขนาด 28 W มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุดคือ หลอด (T5) ขนาด 28 W มีกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด 3.23 W/ m²

สรุปได้ว่าถ้ามีการสร้างอาคารสถานศึกษานานาชาติใหม่ ควรเลือกใช้หลอด (T5) ขนาด 28 W มีค่าความส่องสว่างและค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับหลอดประเภท (T8) ขนาด 36 W, (T8) ขนาด 36 W/865, (T5) ขนาด 28 W และ LED ขนาด 22 W

Thematic Paper Title A Study of Electricity Light in the International School
Case Study of International School Bangkok (ISB)

Author Nitcharee Prasertnok

Thematic Paper Advisor Asst.Prof. Uthai Chaiwongsevilan, Ph.D.

Department Building Technology Management

Academic Year 2013

ABSTRACT

The objective of this research is to study the luminosity (lux) of the fluorescent lamps by using the standard value (TIEA) 300 lux and energy value per the standard of Department of Alternative Energy Development and Efficiency at 14 W/m^2 . This is to compare the luminance (lux) of fluorescent bulb: T8 size 36W, T8 size 36W/865, T5 size 28W, and LED tube size 22W. There are three types of class room; Elementary School (ES), Middle School (MS), and High School (HS).

After compared with the standardize, the result found that the 40m² classroom has less damage on the T5 size 28W after adjusted the luminance (TIEA) at 300 lux, the energy lost at 0.13kW, and having the most luminosity at 3.10 W/m^2 . For 80m² classroom has less damage on T5 size 28W, the energy lost at 0.26kW, and having the most luminosity at 3.10 W/m^2 . For 120m² classroom has less damage on T5 size 28W, the energy lost at 0.38kW, and having the most luminosity at 3.10 W/m^2 . And For 230m² classroom has less damage on T5 size 28W, the energy lost at 0.74kW, and having the most luminosity at 3.23 W/m^2 .

To conclude, this study found that if the international school constructs new building, the fluorescent lamps T5 size 28W will be the best option on the luminosity and the lowest power lost after compared with other fluorescent lamps: T8 size 36W, T8 size 36W/865, T5 size 28W, and LED size 22W.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่อง “การศึกษาวิเคราะห์การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสถานศึกษานานาชาติ : กรณีศึกษา International School Bangkok (ISB)” ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย ไชยวงศ์วิไลน อาจารย์ที่ปรึกษา ท่านอาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ ประธานกรรมการสอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ กรรมการสอบ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบรูปเล่มจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้แนวคิด และเสนอแนะข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดระยะเวลาของการศึกษาอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อสารนิพนธ์เล่มนี้

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่โรงเรียน International School Bangkok (ISB) ช่วยหาข้อมูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุญนาค และอาจารย์ประยุทธ์ ฤทธิเดช ที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำ ตรวจสอบรูปเล่มและช่วยหาข้อมูลเพิ่มเติม

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อสตี ประเสริฐนอก คุณแม่ชุตติกานต์ จันทอง คุณพ่อเลี้ยง ณรงค์ จันทอง น้องปรารถนา ประเสริฐนอก น้องสม โภชน์ เขียมวัฒนา คุณเชษฐา น้องพีรยา และน้องชญญาและเพื่อนๆ พี่ๆ ที่คอยให้กำลังใจจนสารนิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ สุดท้ายนี้ประโยชน์อันใดที่เกิดจากสารนิพนธ์เล่มนี้ก็ล้วนเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านที่กล่าวมาในข้างต้น

ณัชชาธิ์ ประเสริฐนอก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฉ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ณ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 วิธีการศึกษา.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 อาคารและพื้นที่การศึกษา.....	5
2.2 มาตรฐานของพื้นที่ใช้สอย.....	5
2.3 การจัดห้องเรียนเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ.....	8
2.4 การส่องสว่าง.....	10
2.5 การออกแบบระบายแสงสว่าง.....	19
2.6 ค่ามาตรฐานการส่องสว่าง.....	21
2.7 มาตรฐานและหลักเกณฑ์ ของกฎกระทรวง กระทรวงพลังงาน.....	22
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
3. ระเบียบวิธีการศึกษา.....	25
3.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะการใช้งานของอาคาร.....	25
3.2 ข้อมูลการใช้พลังงานของ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยนานาชาติ International School Bangkok (ISB).....	27

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3 ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้องเรียนของโรงเรียนสถานศึกษา นานาชาติ International School Bangkok (ISB).....	30
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	33
3.5 สรุปผลการศึกษา.....	33
4. ผลการศึกษา.....	34
4.1 ข้อกำหนดด้านอาคารและสภาพแวดล้อม.....	34
4.2 ข้อกำหนดด้านอุปกรณ์หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง.....	34
4.3 ข้อกำหนดในการคำนวณ.....	35
5. สรุปผลการศึกษา.....	125
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	125
5.2 อภิปรายผล.....	128
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	128
บรรณานุกรม.....	130
ภาคผนวก.....	132
ประวัติผู้เขียน.....	140

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ข้อมูลพื้นที่การใช้งาน ของโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok(ISB).....	2
2.1 ความเข้มของแสงตามกฎกระทรวงฉบับที่ 39 พ.ศ. 2537.....	21
2.2 ระดับความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่างๆภายในอาคาร ตาม TIEA-GD 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA).....	22
3.1 พื้นที่ใช้สอยสำหรับการเรียนการสอน ของอาคาร A ถึงอาคาร I.....	25
3.2 ขนาดพื้นที่ใช้สอยแบ่งตามกิจกรรมการใช้งานต่างๆ.....	27
3.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าของ โรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB) ปี 2007-2012.....	28
3.4 ขนาดพื้นที่ของห้องเรียนตามประเภทการเรียนการสอน.....	29
3.5 พลักซ์การส่องสว่างของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ต่อหลอด และอัตราส่วน ระหว่างพลักซ์การส่องสว่าง (ปริมาณแสง) กับกำลังงานที่ทำให้เกิดพลักซ์ การส่องสว่าง.....	30
3.6 ระดับความส่องสว่าง สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่างๆภายในอาคาร ตาม TIEA- GD 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA).....	30
3.7 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออโรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	31
3.8 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดฟลูออโรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียน ระดับ Elementary School (ES).....	31
3.9 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออโรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	31
3.10 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดฟลูออโรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียน ระดับ Middle School (MS).....	32

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.11 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	32
3.12 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	32
4.1 ค่าหลักการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้าแต่ละประเภทรวมถึงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดและอุปกรณ์.....	35
4.2 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	36
4.2 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	37
4.2 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	38
4.3 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	39
4.3 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	40
4.3 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	41
4.4 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	42
4.4 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	43
4.4 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	44
4.5 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	45

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.5 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียน ระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	46
4.5 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียน ระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	47
4.6 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียน ระดับ Middle School (MS).....	48
4.6 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียน ระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	49
4.6 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียน ระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	50
4.7 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียน ระดับ High School (HS).....	51
4.7 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียน ระดับ High School (HS) (ต่อ).....	52
4.7 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียน ระดับ High School (HS) (ต่อ).....	53
4.8 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	54
4.8 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	55
4.8 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	56
4.9 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	57
4.9 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.9 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	59
4.10 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียน ระดับ High School (HS).....	60
4.10 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียน ระดับ High School (HS) (ต่อ).....	61
4.10 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียน ระดับ High School (HS) (ต่อ).....	62
4.11 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	63
4.11 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	63
4.11 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	65
4.12 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	66
4.12 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	67
4.12 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	68
4.13 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	69
4.13 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	70
4.13 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (Lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	72
4.14 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	73
4.14 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	74
4.15 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	78
4.15 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	79
4.15 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	80
4.16 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	84
4.16 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	85
4.16 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	86
4.17 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	89
4.17 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	90
4.17 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	91
4.18 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	92

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.18 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	93
4.18 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	94
4.19 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	95
4.19 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	96
4.19 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	97
4.20 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	98
4.20 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	99
4.20 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	100
4.21 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	101
4.21 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	102
4.21 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	103
4.22 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	104
4.22 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	105

สารบัญญัตินี้ (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.22 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	106
4.23 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	107
4.23 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	108
4.23 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	109
4.24 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	110
4.24 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	111
4.24 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	112
4.25 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	113
4.25 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	114
4.25 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	115
4.26 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	116
4.26 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	117
4.26 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) (ต่อ).....	118
4.27 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	119

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.27 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	120
4.27 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS) (ต่อ).....	121
4.28 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	122
4.28 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	123
4.28 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ High School (HS) (ต่อ).....	124

สารบัญรูป

รูปที่

หน้า

1.1 กราฟข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ของโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB).....	2
2.1 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง.....	10
2.2 การให้แสงสว่างในห้องบรรยายที่เน้นการส่องสว่างสม่ำเสมอในห้องและที่ หน้ากระดานโคมวางในทิศทางการมอง.....	11
2.3 การให้แสงสว่างบริเวณทางเข้าสำนักงาน.....	14
2.4 การให้แสงสว่างสม่ำเสมอในพื้นที่สำนักงานเปิด.....	15
2.5 กราฟกระจายแสงโคมฟลูออเรสเซนต์เพื่อการใช้งานพื้นที่ต่างกัน.....	15
2.6 การให้แสงสว่างในห้องสำนักงานที่กันเป็นสัดส่วน.....	16
2.7 ความแตกต่างของการใช้โคมที่แสงกระจายด้านข้างมากเทียบกับด้านข้าง น้อย.....	17
2.8 ตัวอย่างการให้แสงสว่างในห้องประชุม.....	17
3.1 แผนผังโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB).....	26
3.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวก สะดวก ปีการศึกษา 2011-2012.....	29
4.1 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอด ฟลูออเรสเซนต์ (T8) 36 W และ 36 W/865 ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	75
4.2 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอด ฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	75
4.3 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอด ประหยัดพลังงาน (LED) ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	76
4.4 ค่าเฉลี่ยของค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES).....	76

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 เปรียบเทียบค่าค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) 36 W และ 36 W/865 ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	81
4.6 เปรียบเทียบค่าค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	81
4.7 เปรียบเทียบค่าค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	82
4.8 ค่าเฉลี่ยของค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ Middle School (MS).....	82
4.9 เปรียบเทียบค่าค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) 36 W และ 36 W/865 ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	86
4.10 เปรียบเทียบค่าค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	87
4.11 เปรียบเทียบค่าค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	87
4.12 ค่าเฉลี่ยของค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ High School (HS).....	88

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โรงเรียนนานาชาติ เป็นสถานศึกษาที่จัดการศึกษาโดยใช้หลักสูตรต่างประเทศหรือหลักสูตรต่างประเทศที่ปรับรายละเอียดเนื้อหาวิชาใหม่หรือหลักสูตรที่จัดทำขึ้นเองที่ไม่ใช่หลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการและใช้ภาษาต่างประเทศเป็นสื่อในการเรียนการสอนให้กับนักเรียน โดยไม่จำกัด เชื้อชาติ ศาสนา และไม่ขัดต่อศีลธรรมความมั่นคงของประเทศ

ปัจจุบันมีการสร้างโรงเรียนนานาชาติขึ้นหลายแห่งและหลายจังหวัด โดยมีขนาดพื้นที่ใช้สอยและจำนวนอาคารที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณนักเรียนที่จะเข้ามาเรียนในโรงเรียนนั้นๆ ดังนั้นการออกแบบการใช้ระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่จะสร้างอาคารสถานศึกษานานาชาติ เพราะต้องทราบปริมาณการใช้งานที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบให้เพียงพอต่อความต้องการปริมาณการใช้ของนักเรียน และเพื่อใช้เป็นองค์ประกอบสำหรับการคำนวณและการตัดสินใจในการลงทุนด้านค่าใช้จ่ายของระบบสาธารณูปโภค

โรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB) ตั้งอยู่ที่ถนนสามัคคี อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี มีเนื้อที่ 83 ไร่ การก่อตั้งโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติสร้างขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1951 เมื่อ 62 ปีที่ผ่านมา โดยสมาคมผู้ปกครองเพื่อเด็กนานาชาติของสถานทูตอเมริกันเป็นผู้ก่อตั้ง เริ่มแรกโรงเรียนตั้งอยู่ที่สถานทูต มีนักเรียน 50 คน เมื่อจำนวนนักเรียนเพิ่มมากขึ้น ได้ย้ายมาตั้งโรงเรียนใหม่ที่ ถนนสามัคคี อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี มีจำนวนนักเรียน 1,900 คน รวม 54 สัญชาติ นักเรียนต่างประเทศประมาณ 80% นักเรียนไทย 20% โดยมีพื้นที่การใช้งานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าแต่ละปีการศึกษา ดังนี้

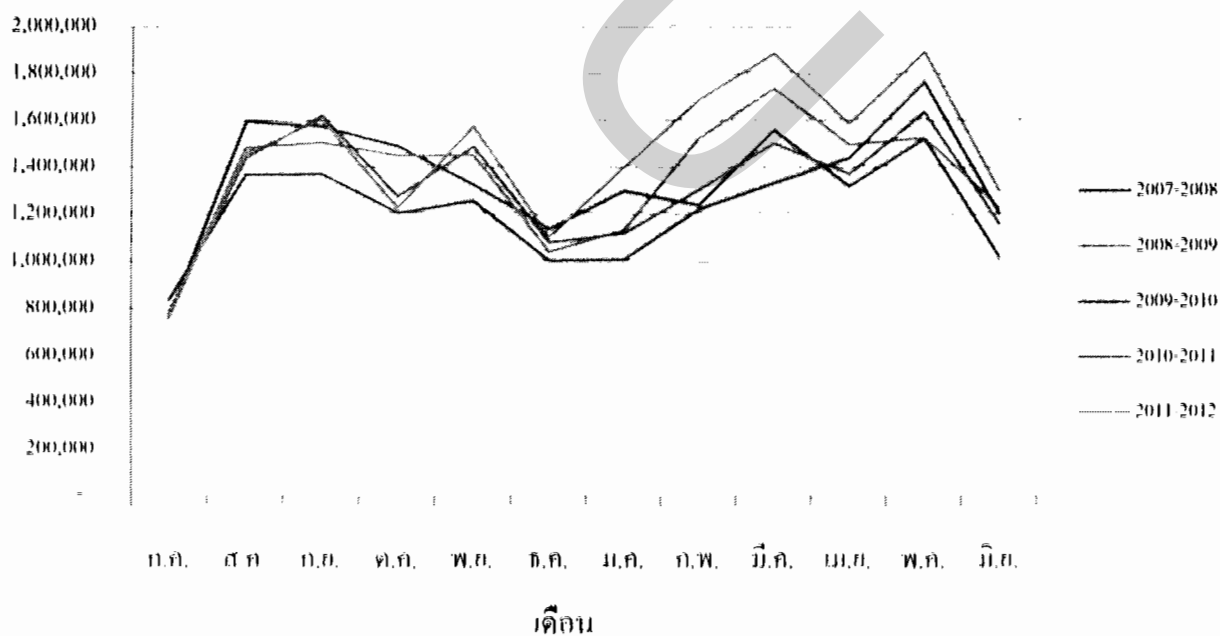
ตารางที่ 1.1 ข้อมูลพื้นที่การใช้งาน ของโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB)

อาคาร	ขนาดพื้นที่ (m ²)
อาคาร A	2,422.84
อาคาร B	1,848.97
อาคาร C	14,917.28
อาคาร D	14,674.97
อาคาร E	15,871.72
อาคาร F	8,375.92
อาคาร G	1,058.70
อาคาร I	652.00
รวม	59,822.40

ที่มา : ฝ่ายอาคารสถานที่ สถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB)

ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อ

หน่วย : บาท



รูปที่ 1.1 กราฟข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ของโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าขั้นพื้นฐานของห้องเรียน อาคารสถานศึกษานานาชาติ
2. เพื่อศึกษาค่าความสว่างที่เหมาะสมของอาคารสถานศึกษานานาชาติ
3. เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษานำไปเป็นต้นแบบในการกำหนดระบบการส่องสว่างที่เหมาะสมในอาคารสถานศึกษานานาชาติ
4. เพื่อหาค่ามาตรฐานในระบบแสงสว่างที่เหมาะสมกับอาคารสถานศึกษานานาชาติ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ทำการศึกษาค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบส่องสว่างภายในห้องเรียน 3 ประเภท คือ 1) ระดับ Elementary School (ES) 2) ระดับ Middle School (MS) และ 3) High= School (HS) ของโรงเรียนนานาชาติ International School Bangkok (ISB) เท่านั้น
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบการส่องสว่างกับพื้นที่ใช้สอยของอาคารภายในห้องเรียน 3 ประเภท คือ 1) ระดับ Elementary School (ES) 2) ระดับ Middle School (MS) และ 3) ระดับ High School (HS) ของโรงเรียนนานาชาติ International School Bangkok (ISB) เท่านั้น

1.4 วิธีการศึกษา

การศึกษาวิเคราะห์การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคาร โรงเรียนนานาชาติ International School Bangkok (ISB) ใช้วิธีการศึกษา ดังนี้

1. ทำการศึกษาและรวบรวมเอกสาร หนังสือ ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้ข้อมูลจากระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ติดตั้งอยู่จริงภายในอาคารโรงเรียนนานาชาติ International School Bangkok (ISB) และรายงานการใช้ไฟฟ้าของอาคารเพื่อใช้ในการศึกษา
3. การวิเคราะห์ข้อมูล ค่าใช้จ่ายด้านการลงทุน
4. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษาวิเคราะห์การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสถานศึกษานานาชาติ กรณีศึกษาโรงเรียนนานาชาติ International School Bangkok (ISB) เพื่อใช้เป็นข้อมูลตัวอย่าง สำหรับเป็นต้นแบบในการกำหนดระบบการส่องสว่างที่เหมาะสมและเพื่อกำหนดสัดส่วนด้าน

พลังงานในระบบแสงสว่างให้เหมาะสมกับความต้องการในการใช้งาน ในอาคารสถานศึกษา
นานาชาติ

DPU

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารโรงเรียนนานาชาติ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา มาตรฐานของพื้นที่ใช้สอยห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ห้องทำงาน และพื้นที่ส่วนกลาง รวมถึงการบริหารจัดการพื้นที่ใช้สอยในอาคาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 อาคารและพื้นที่การศึกษา

อาคารการศึกษา หมายถึง สถานศึกษาหรือโรงเรียน ซึ่งเป็นอาคารที่มีบรรยากาศสภาพแวดล้อม เพื่อการเรียนรู้ทั้งทางด้านกายภาพและความรู้สึก การออกแบบอาคารสำหรับการศึกษา การพิจารณาเลือกสถานที่ตั้ง การออกแบบต้องพิจารณาถึงความต้องการของผู้ใช้อาคารส่วนใหญ่ ซึ่งก็คือ นักเรียน นักศึกษา เพื่อให้การเรียนการสอนได้ประสิทธิผลสูงสุด ส่วนพื้นที่เพื่อส่งเสริมการศึกษา พิจารณาถึงความต้องการทางกายภาพด้านอารมณ์ความรู้สึก และการเลือกสถานที่ตั้งดังนี้

1. ด้านกายภาพ ได้แก่ ความปลอดภัยด้านโครงสร้างและการใช้งาน มีพื้นที่ใช้งานที่เพียงพอและเหมาะสม รวมทั้งแสงสว่าง เสียง อุณหภูมิ การระบายอากาศ และระบบสุขาภิบาลที่ดี
2. ด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ ได้แก่ สิ่งแวดล้อมหรืออาคารและพื้นที่ที่มีบรรยากาศที่ดีก่อให้เกิดความรู้สึกสงบ และมีความกระตือรือร้น
3. การเลือกที่ตั้ง ได้แก่ การแบ่งเขตการใช้พื้นที่โดยรอบอย่างเหมาะสม การวางผังที่สามารถเชื่อมต่อกับส่วนอื่นได้ และรูปแบบของพื้นที่มีการตอบสนองต่อความต้องการและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

2.2 มาตรฐานของพื้นที่ใช้สอย

การใช้ประโยชน์พื้นที่ในอาคารสถานศึกษา การพิจารณาความจุของห้องจะต้องคำนึงถึงขนาดของห้องต้องมีขนาดเหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้ห้อง โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งหมายถึงพื้นที่ที่ต่ำสุดที่จัดไว้สำหรับนักเรียน 1 คน ซึ่งการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน

นอกจากจะพิจารณาจากร่างการ ยังรวมถึงหลักสูตร วิธีการสอน กิจกรรมที่ทำ และการแบ่งขนาดของกลุ่มอีกด้วย

ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา ประกาศ ณ วันที่ 8 มีนาคม 2556 ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 130 ตอนพิเศษ 47 ง วันที่ 11 เมษายน 2556 ว่าด้วยมาตรฐานการใช้ห้องและพื้นที่ ดังนี้

1) ห้องบรรยายและห้องสัมมนา

ห้องบรรยายขนาดความจุ 300 คน	0.9 ตารางเมตร : คน
ห้องบรรยายขนาดความจุ 200 คน	0.9 ตารางเมตร : คน
ห้องบรรยายขนาดความจุ 100 คน	1.0 ตารางเมตร : คน
ห้องบรรยายขนาดความจุ 50 คน	1.1 ตารางเมตร : คน
ห้องบรรยายขนาดความจุ 25 คน	1.5 ตารางเมตร : คน
ห้องสัมมนาหรือห้องติวขนาดบรรจุ 30 คน	1.8 ตารางเมตร : คน

2) ห้องปฏิบัติการทดลอง สำหรับการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์

ห้องปฏิบัติการทดลองเคมี ฟิสิกส์ (ปีที่ 1,2) ขนาดความจุ 50 คน	3.5 ตารางเมตร : คน
ห้องปฏิบัติการทดลองด้านอื่นๆ (ปีที่ 1,2) ขนาดความจุ 50 คน	3 ตารางเมตร : คน
ห้องปฏิบัติการทดลองเคมี ฟิสิกส์ (ทั่วไป) ขนาดความจุ 25 คน	4 ตารางเมตร : คน
ห้องปฏิบัติการทดลองด้านอื่นๆ (ทั่วไป) ขนาดความจุ 25 คน	3.5 ตารางเมตร : คน
ห้องปฏิบัติการทดลองทั่วไป (ทางด้านวิทยาศาสตร์) สำหรับปี 3,4 และปริญญาโท ขนาดความจุ 50 คน	5 ตารางเมตร : คน

3) ห้องปฏิบัติการทดลอง สำหรับการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์

ห้องปฏิบัติการทดลองสำหรับการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied Science) สำหรับนักวิจัย 2 คน นักศึกษาปริญญาโท 4 คน	10 ตารางเมตร : คน (ปฏิบัติงานในห้องทดลอง)
ห้องปฏิบัติการทดลองสำหรับการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied Science) สำหรับนักวิจัย 2 คน นักศึกษาปริญญาโท 1 คน	10 ตารางเมตร : คน (ปฏิบัติงานภาคสนาม)

4) ห้องปฏิบัติการทดลองทางด้านสังคมศาสตร์

ห้องปฏิบัติการทางด้านคหกรรมศาสตร์ ขนาดความจุ 25 คน	5 ตารางเมตร : คน
ห้องปฏิบัติการทดลองสำหรับงานวิจัยทางด้านสังคมศาสตร์ ขนาดความจุ 6 คน	5 ตารางเมตร : คน

5) ห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอน

ห้องเขียนแบบ ขนาดความจุ 25 คน	10 ตารางเมตร : คน
ห้องปฏิบัติการทางด้านการคำนวณ ขนาดความจุ 50 คน	3 ตารางเมตร : คน
ห้องปฏิบัติการทางภาษา ขนาดความจุ 25 คน	3.5 ตารางเมตร : คน

6) โรงฝึกงาน (Workshop)

โรงฝึกงานทางด้านเครื่องจักรกล ขนาดความจุ 25 คน	10 ตารางเมตร : คน
ห้องตรวจสอบวัสดุ ขนาดความจุ 25 คน	15 ตารางเมตร : คน
โรงฝึกช่างไม้ ขนาดความจุ 25 คน	7.5 ตารางเมตร : คน
โรงฝึกงานเครื่องเหล็ก ขนาดความจุ 25 คน	7.5 ตารางเมตร : คน
โรงฝึกงานเกี่ยวกับ Hydraulic ขนาดความจุ 25 คน	10 ตารางเมตร : คน
โรงฝึกงานทางด้านเครื่องไฟฟ้า ขนาดความจุ 25 คน	7.5 ตารางเมตร : คน
โรงฝึกงานให้มีพื้นที่เก็บเครื่องมือสำหรับการปฏิบัติงานทุกชนิด 15% ของพื้นที่ทั้งหมด	

7) หอพักนักศึกษา

ระดับปริญญาตรี ขนาดความจุ 4 คน : ห้อง	7 ตารางเมตร : คน
ระดับบัณฑิตศึกษา ขนาดความจุ 2 คน : ห้อง	9 ตารางเมตร : คน
ห้องน้ำเกลือ	1 ตารางเมตร : คน
ห้องพักผ่อน (คิด 20% ของนักศึกษา)	2 ตารางเมตร : คน
ห้องซักเสื้อผ้า ให้คิดพื้นที่ตามความจำเป็น โดยใช้พื้นที่ขนาด	10 ตารางเมตร : คน

8) ห้องอาหาร

15 ตารางเมตร : คน

9) ห้องสำหรับงานบริหาร

ห้องคณบดี	18 ตารางเมตร : คน
ห้องผู้บริหารหรืออาจารย์ชั้นอาวุโส	12 ตารางเมตร : คน
ห้องผู้บริหารหรืออาจารย์ระดับธรรมดา	9 ตารางเมตร : คน
ห้องปฏิบัติงานทางธุรการ	4 ตารางเมตร : คน

10) ระเบียงทางสัญจรไม่เกิน 25% ของพื้นที่ทั้งหมด

สำหรับโรงเรียนนานาชาติ กระทรวงศึกษาธิการ ได้ออก "ระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการกำหนดมาตรฐานของโรงเรียนเอกชนนานาชาติ ระดับก่อนประถมศึกษา ระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษา พ.ศ. 2550" เริ่มใช้บังคับตั้งแต่ 12 พ.ค. 2551 โรงเรียน

นานาชาติที่จัดตั้งใหม่หรือโรงเรียนเดิมที่จะขอเปลี่ยนแปลง จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ในระเบียบฉบับนี้ ซึ่งมีเนื้อหาข้อกำหนดที่น่าสนใจในแง่ของการออกแบบ ดังนี้

1) ขนาดที่ดินขั้นต่ำ ระดับก่อนประถมศึกษา ไม่น้อยกว่า 1 ไร่, ระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา ไม่น้อยกว่า 2 ไร่ และถ้าเปิดสอนทั้งสามระดับ ไม่น้อยกว่า 5 ไร่ ติดต่อกันเป็นผืนเดียวกัน

2) พื้นที่สีเขียวและพื้นที่สำหรับกิจกรรม ต้องจัดให้มีพื้นที่สีเขียวสำหรับนักเรียน ไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของพื้นที่ทั้งหมด และต้องมีพื้นที่ในร่มหรือกลางแจ้งสำหรับกิจกรรมสนับสนุนการเรียนการสอนและนันทนาการของนักเรียน ไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของพื้นที่ทั้งหมด

3) ความสูงของอาคาร ระดับก่อนประถมศึกษา สูงไม่เกิน 2 ชั้นและต้องไม่มีเสากลางห้อง, ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ถ้าสูงเกิน 4 ชั้นจะต้องมีลิฟต์

4) ห้องเรียน ขนาดไม่น้อยกว่า 48 ตารางเมตร ส่วนแคบสุดไม่น้อยกว่า 4 เมตร มีทางเข้าออก 2 ทาง กว้างไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร หรือทางเข้าออกทางเดียวกว้างไม่น้อยกว่า 1.60 เมตร

5) จำนวนนักเรียนต่อห้องเรียน ระดับก่อนประถมศึกษา ไม่เกิน 20 คน/ห้อง หรืออาจใช้เกณฑ์ 2.5 ตารางเมตร/คน โดยอนุโลม, ระดับประถมศึกษา ไม่เกิน 25 คน/ห้อง หรืออาจใช้เกณฑ์ 2.0 ตารางเมตร/คน โดยอนุโลม, ระดับก่อนประถมศึกษา ไม่เกิน 30 คน/ห้อง หรืออาจใช้เกณฑ์ 1.5 ตารางเมตร/คน โดยอนุโลม และต้องมีพื้นที่ว่างเหลือเพียงพอสำหรับการจัดกิจกรรม

2.3 การจัดห้องเรียนเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

การจัดห้องเรียนและการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมหลาย ๆ ประเภท เป็นสิ่งเร้าสำคัญอย่างยิ่งสำหรับเด็ก เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้อยากเรียน ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียน ครูบาปเป็นคนที่มีส่วนสำคัญที่จะช่วยสนับสนุนให้เด็กแต่ละคนพบความสามารถของตนเองผ่านทางกิจกรรมและปัจจัยหนึ่งที่สำคัญไม่แพ้กัน นั่นก็คือการสร้างสิ่งแวดล้อมในการเรียนให้น่าเรียนได้ การจัดห้องเรียนที่มีโต๊ะ เก้าอี้ หรือการจัดที่นั่งให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน ย่อมทำให้ผู้เรียนมีความสุข และสะดวกสบาย หากการจัดที่นั่งไม่เหมาะสมจะทำให้ครูผู้สอนควบคุมการสนทนาได้ เพราะตรวจสอบนักเรียนได้ไม่ทั่วถึง หรือแม้กระทั่งการใช้สื่อการเรียนการสอนในชั้น ถ้าหากนักเรียนนั่งอยู่ในจุดที่ไม่สามารถมองเห็นก็ทำให้เป็นอุปสรรคได้

การจัดและตกแต่งห้องเรียน ควรยึดหลัก 2 ประการ คือ

1. การเร้าความสนใจในการเรียน
2. ความมีระเบียบ

ทั้งนี้การจัดและปรับปรุงห้องเรียนในระดับประถมศึกษา ต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างครูและนักเรียน โดยยึดหลักดังนี้ คือ

1. สร้างสิ่งแวดล้อมที่น่าสนใจ
2. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผน
3. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. ยึดถือความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. ยึดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

การจัดห้องเรียนเพื่อให้มีความยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสมนั้น ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. เด็กสนใจในสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ไม่นาน
2. ระดับความเจริญเติบโตของเด็กแตกต่างกัน
3. แต่ละวิชามีความมุ่งหมายในการเรียนการสอนแตกต่างกัน (บัญชา บรมพิชัย

ชาติกุล, 2522)

ฝ่ายวิชาการของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2532) ให้หลักเกณฑ์ในการจัดห้องเรียน เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพว่า ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การจัดสภาพห้องเรียนต้องคำนึงถึงลักษณะการเรียนการสอน และวิธีการสอน โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้ นอกจากนี้การจัดห้องเรียนต้องคำนึงถึงบรรยากาศที่ต้องการให้เกิดขึ้น ในบางครั้งการจัดห้องเรียนควรจะได้คำนึงถึงความสะดวกและความยืดหยุ่นของการทำงานด้วย

2. โต๊ะ เก้าอี้ ควรเป็นแบบที่เบาไม่เทอะทะ เพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย หรือปรับปรุงลักษณะภายในห้องเรียน และการจัดวางจะต้องอยู่ในลักษณะที่เหมาะสม ไม่สร้างปัญหาในระหว่างการเรียนการสอน เช่น การบังกัน เป็นต้น

3. เสียง จะต้องให้เกิดการได้ยินอย่างทั่วถึงและถ้าใช้เครื่องขยายเสียงจะต้องคำนึงถึงเสียงสะท้อนด้วย

4. ไฟฟ้าและสว่าง แสงสว่างภายในห้องเรียน จะได้จากแสงธรรมชาติหรือแสงจากหลอดไฟจะต้องมีความสว่างพอเหมาะ ควรจะได้มีการติดตั้งหลอดไฟในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการใช้งาน ตลอดจนการติดตั้งปลั๊กไฟต้องอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อสะดวกต่อการใช้งานและความปลอดภัย

5. การระบายอากาศในห้องเรียน จำเป็นต้องมีการถ่ายเทอากาศได้ดี

6. การใช้อุปกรณ์โสตทัศนศึกษา จะต้องจัดวางในที่ที่เหมาะสมโดยคำนึงการกำหนดลักษณะการใช้งานและประสิทธิภาพของการทำงาน

จึงอาจกล่าวได้ว่า สภาพห้องเรียนที่ดีที่จะสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้นั้น ควรจะต้องมีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ทั้งด้านแสงสว่าง การระบายอากาศ ความสะอาด ความปลอดภัย ตลอดจนความเหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน การจัดสภาพห้องเรียนที่ดีไม่จำเป็นต้องมีรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่งถาวร แต่ควรมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอตามความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน ลักษณะของบทเรียน หรือกิจกรรมที่ครูนำมาใช้ประกอบบทเรียน

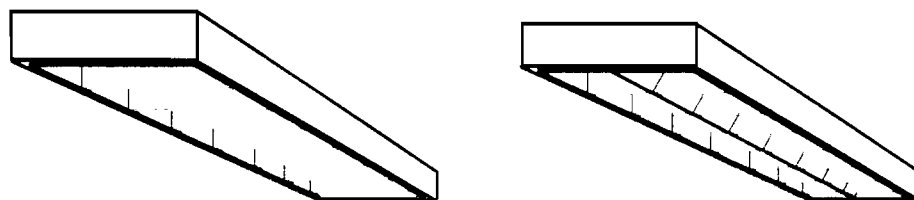
2.4 การส่องสว่าง

2.4.1 การส่องสว่างโรงเรียน

การส่องสว่างภายในโรงเรียนต่างจากการให้แสงสว่างในสำนักงานตรงที่ว่า การใช้สายตาในโรงเรียนมีทั้งการมองที่โต๊ะเรียนและการมองในแนวระดับเพื่อดูกระดานหรือผู้สอนดังนั้น การให้แสงสว่างภายในโรงเรียนจึงต้องระวังเรื่องแสงบาดตามากกว่าการให้แสงสว่างในสำนักงาน

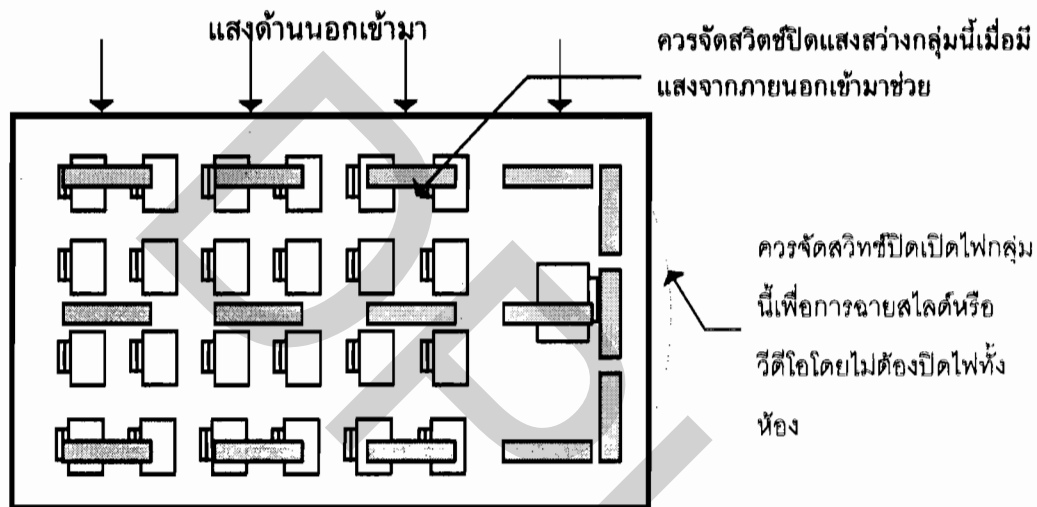
โคมไฟที่ใช้ในโรงเรียนโดยทั่วไปเป็น โคมไฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงคือ มีตะแกรงเพื่อไม่ให้เกิดแสงบาดตาเมื่อต้องใช้สายตาในแนวระดับมากดังแสดงในรูปที่ 2.1 โคมมีตะแกรงหรือเซลล์ประมาณ 11-14 เซลล์ต่อหลอดเพื่อลดแสงบาดตา และใช้แฉกจากเพดานในกรณีที่เพดานสูง โดยมีแสงออกทางด้านบนของโคมด้วยทั้งนี้เพื่อให้เพดานสว่างดูไม่มืดอึด โคมไฟลูออเรสเซนต์ควรติดตั้งแนวยาวของโคมตามทิศทางการมอง เพื่อไม่ให้เกิดเงาระหว่างโคมที่โต๊ะเรียน โคมที่ใช้ตัวสะท้อนแสงอาจใช้อะลูมิเนียมที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่ดีเพื่อการประหยัดพลังงาน

โรงเรียนมีพื้นที่การใช้งานหลายอย่างตั้งแต่ ห้องบรรยาย ห้องปฏิบัติการ ห้องทดลอง ห้องประชุมใหญ่ ห้องสัมมนา อาคารเอนกประสงค์ ห้องสมุด เป็นต้น



รูปที่ 2.1 โคมไฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง

2.4.1.1 ห้องบรรยาย ห้องบรรยายควรมีแสงสว่างให้เพียงพอทั่วทั้งห้องเพื่อการใช้สายตาของผู้ที่ฟังการบรรยาย ความส่องสว่างในห้องบรรยายประมาณ 500 ลักซ์ และให้แสงสว่างที่หน้ากระดานมากพอสมควรเพื่อให้การมองเห็นได้ชัดจากผู้ฟัง ความส่องสว่างที่หน้ากระดานประมาณ 700 ลักซ์ และแสงสว่างที่กระดานต้องไม่ให้เกิดแสงบาดตากับผู้ฟังการบรรยาย ดังนั้นการติดตั้งโคมที่ด้านหน้ากระดานต้องพิจารณาแสงสะท้อนจากโคมเข้ากระดานและสะท้อนมาหาผู้ฟัง



รูปที่ 2.2 การให้แสงสว่างในห้องบรรยายที่เน้นการส่องสว่างสม่ำเสมอในห้องและที่หน้ากระดานโคมวางในทิศทางการมอง

นอกจากความส่องสว่างดังกล่าวแล้วการเปิดปิดสวิตช์ไฟก่อนข้างสำคัญสำหรับงานให้แสงสว่างในโรงเรียนเพราะการใช้งานในห้องเรียนมีหลายรูปแบบ และมักใช้งานในเวลากลางวันก็มีทั้งการบรรยาย การฉายสไลด์ เป็นต้น ดังนั้นควรมีสวิตช์แยกเปิดไฟด้านหน้าห้องเรียน โดยเฉพาะเมื่อต้องการฉายสไลด์ และมีสวิตช์ไฟเพื่อปิดโคมที่อยู่ใกล้หน้าต่างเพื่อประหยัดพลังงาน เพราะมีแสงจากภายนอกมาช่วยเมื่อตอนกลางวัน และเปิดสวิตช์เฉพาะบริเวณด้านในที่ไม่วู่ใกล้หน้าต่างเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า

2.4.1.2 ห้องปฏิบัติการ การให้แสงในห้องปฏิบัติการควรให้แสงสว่างสม่ำเสมอทั้งห้อง ความส่องสว่างในห้องปฏิบัติการประมาณ 500 ลักซ์ สำหรับบริเวณที่ต้องการแสงสว่างมาก เพราะชิ้นส่วนมีขนาดเล็กต้องมีกรให้แสงเพิ่มมากขึ้น การให้แสงมากกว่า 500 ลักซ์ควรเป็น

การให้แสงที่มาจากโคมที่ติดตั้งตามโต๊ะปฏิบัติการ ในกรณีที่ต้องการความส่องสว่างมาก เพื่อใช้ในการเรียนการสอนที่ต้องใช้สายตามาก เพื่อการมองเห็นวัตถุขนาดเล็กก็ควรติดตั้งโคมไฟใกล้ๆกับชั้นงาน เพื่อไม่ให้เกิดความลึบเลื่องมากเกินไป นอกจากนี้การวางโคมก็ใช้หลักการเหมือนในห้องเรียน คือวางโคมขนานกับหน้าต่างเพื่อสามารถแบ่งการปิดเปิดสวิตช์ได้เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพราะบริเวณที่อยู่ใกล้หน้าต่างอาจไม่จำเป็นต้องเปิดไฟในเวลากลางวัน ยกเว้นวันที่ฟ้ามีครึ้มหรือมีการเรียนการสอนในเวลากลางวัน

2.4.1.3 ห้องประชุมใหญ่ การให้แสงในห้องประชุมใหญ่ของโรงเรียนมีด้วยการหลายวัตถุประสงค์ นอกจากใช้ในการประชุมแล้วยังอาจใช้ห้องประชุมสำหรับการแสดงที่ต้องมีการให้แสงหน้าเวทีด้วย ความส่องสว่างโดยทั่วไปในห้องประชุมประมาณ 200 ลักซ์ ส่วนความส่องสว่างที่หน้าเวทีก็เหมือนกับการให้แสงสว่างเพื่อใช้ในการแสดงทั่วไปที่อาจใช้ความส่องสว่างขนาด 1000 - 2000 ลักซ์ แต่ทั้งนี้ก็ต้องระวังเรื่องแสงบาดตาที่อาจเกิดแก่เด็กด้วย นอกจากนี้ควรมีระบบการหนีไฟด้วยเพื่อให้มีระดับการส่องสว่างได้หลายระดับ

ห้องประชุมใหญ่ดังกล่าวถ้าใช้เพื่อการบรรยายและการเรียนด้วย ความส่องสว่างก็ต้องมากถึง 500 ลักซ์โดยใช้โคมฟลูออเรสเซนต์ ส่วนโคมไฟส่องลงหลอดอินแคนเดสเซนต์ก็ควรมีเพื่อการหนีไฟด้วยเมื่อต้องการฉายสไลด์หรือวีดีโอ

2.4.1.4 ห้องสมุด การให้แสงห้องสมุดที่ต้องการแสงสว่างเพื่อการมอง อ่าน หรือเขียนประมาณ 3 ที่ คือ ที่หนังสือ โต๊ะอ่านหนังสือ และบริเวณตู้คั่นดัชนีหนังสือ ความส่องสว่างในห้องสมุดประมาณ 300 ลักซ์ และตำแหน่งของดวงโคมต้องให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมด้วย เช่น หิ้งวางหนังสือต้องวางดวงโคมให้แสงส่องให้เห็นตัวหนังสือที่ชั้นวางหนังสือทุกชั้น ดังนั้นการติดตั้งโคมควรให้อยู่ระหว่างชั้นหนังสือ ส่วนบริเวณโต๊ะอ่านหนังสือก็ต้องติดตั้งโคมให้มีความส่องสว่างมากพอประมาณ 300 ลักซ์

บางครั้งบริเวณห้องสมุดบางพื้นที่อาจมีการติดตั้งคอมพิวเตอร์เป็นบริเวณใหญ่เพื่อการค้นข้อมูลหรือการติดต่ออินเทอร์เน็ตหรือการค้นหาดัชนีหนังสือผ่านคอมพิวเตอร์ ก็ต้องพิถีพิถันในเรื่องโคมที่เลือกใช้ด้วยเพื่อไม่ให้มีแสงสะท้อนตัวโคมไปปรากฏที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โคมที่จะใช้ในกรณีนี้ก็เหมือนโคมที่ติดตั้งในสำนักงานที่มีการใช้คอมพิวเตอร์กันมาก

กรณีที่มีการพิถีพิถันมากในเรื่องของแสงในห้องสมุดก็ต้องพิจารณาในเรื่องของการกระพริบของแสงเนื่องจากความถี่หรือที่เรียกว่า สโตรโบสโคปิกเอฟเฟกต์ (Stroboscopic Effect) ก็อาจแก้ไขในเรื่องการจ่ายไฟสามเฟสเข้าโคมด้วยที่มีสามหลอดโดยจ่ายหลอดละหนึ่งเฟส แต่แบบนี้ค่อนข้างยุ่งยาก ปัญหาดังกล่าวจะเจตไปก็ลดลงได้ด้วยการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งให้ผลทางดีบนสโตรโบสโคปิกเอฟเฟกต์น้อยกว่าการใช้บัลลาสต์แบบแม่เหล็กธรรมดา เพราะบัลลาสต์

อิเล็กทรอนิกส์ให้ความถี่สูงประมาณ 23-30 Khz เข้าหลอดทำให้ปัญหาดังกล่าวไม่เกิดกับการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

2.4.1.5 อาคารเอนกประสงค์ หมายถึงอาคารที่สามารถใช้งานได้หลายอย่างซึ่งมักมีในเกือบทุกโรงเรียน การใช้งานของอาคารเอนกประสงค์มีตั้งแต่ การจัดงานเลี้ยง การเล่นเกม การประชุม ดังนั้นการให้แสงสว่างในอาคารดังกล่าวจึงต้องสามารถรองรับการใช้งานแบบต่างๆได้ ซึ่งอาจต้องประกอบด้วยระบบไฟฟ้าแสงสว่างตัวอย่างดังต่อไปนี้

แสงสว่างทั่วไปทั้งจากไฟฟ้าธรรมดาหรือไฟฟ้าสำรอง

แสงสว่างหรือไฟเพื่อการฉายวิดีโอ สไลด์

แสงสว่างฉุกเฉิน

แสงสว่างหน้าเวทีสำหรับการบรรยาย

แสงสว่างหน้าเวทีสำหรับการจัดงานเลี้ยง

แสงสว่างสำหรับการเล่นเกม

อาคารเอนกประสงค์โดยทั่วไปมีเพดานสูง ดังนั้นจึงควรใช้โคมที่ใส่หลอดดิสชาร์จประเภทปรอทความดันสูง หรือเมทัลฮาไลด์ เพื่อเป็นการให้แสงทั่วไป นอกจากนี้ควรมีโคมหลอดฮาโลเจนเพื่อสามารถหรี่แสงได้ตามต้องการเมื่อต้องการใช้งานบางอย่าง เช่นการฉายวิดีโอ หรือสไลด์ นอกจากนั้นเมื่อไฟจากการไฟฟ้าดับและมีไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาจ่ายให้ หรือเมื่อไฟจากการไฟฟ้ากลับมา หลอดฮาโลเจนจะสว่างเพื่อให้มองเห็นก่อนเพราะหลอดดิสชาร์จยังไม่สามารถติดได้ ซึ่งต้องใช้เวลาหลายนาที นอกจากนี้ควรมีไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่จ่ายไฟมาจากแบตเตอรี่เพื่อให้สามารถมองเห็นได้เมื่อไฟดับ เพราะอาคารดังกล่าวมีคนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นไม่ควรให้มีไฟดับสนิทเป็นเวลานานสำหรับอาคารดังกล่าว

ไฟฟ้าแสงสว่างที่เวทีควรประกอบด้วยโคมไฟเพื่อการส่องสว่างที่เวทีเพื่อการบรรยาย สัมมนา และกลุ่มโคมไฟแสงสว่างสำหรับการจัดงานเลี้ยงซึ่งอาจเตรียมในรูปของรางไฟแสงสว่าง (Light Track) การจัดเตรียมไฟแสงสว่างที่เวทีอาจต้องเตรียมไว้หลายวงจรเพื่อสามารถควบคุมการเปิดปิดไฟของกลุ่มในระหว่างการแสดงด้วย

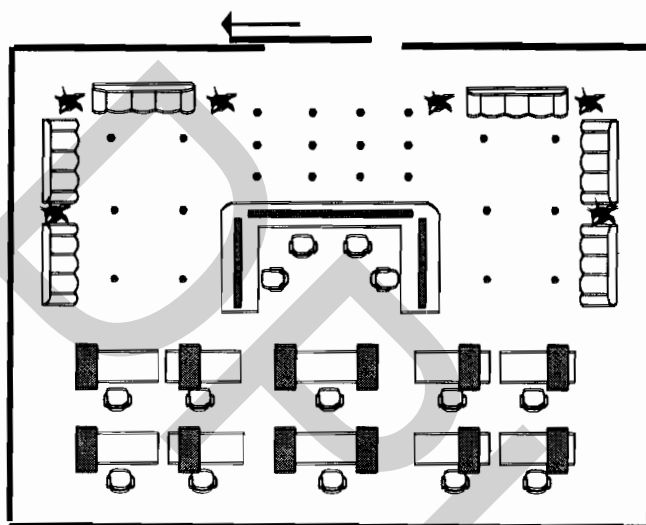
2.4.2 การส่องสว่างสำนักงาน

การส่องสว่างสำนักงานต้องให้ได้แสงสว่างสม่ำเสมอ ยกเว้นกรณีที่เป็นห้องต้อนรับหรือเป็นบริเวณที่ไม่ได้ใช้ทำงานก็ไม่ต้องให้มีแสงสว่างสม่ำเสมอ การส่องสว่างสำนักงานโดยทั่วไปก็ใช้หลอด ฟลูออเรสเซนต์หลอดไวท์ (Cool White) หรือ เดย์ไลท์ (Daylight)

โคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้กันมาก ได้แก่ โคมตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม (Aluminum Reflector) อะลูมิเนียมมีสองแบบ คือ แบบกระจกเงา และ แบบด้าน วัสดุที่ใช้ควรมี

ประสิทธิภาพการสะท้อนแสงที่ดี เช่นมีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของตัวสะท้อนแสง 95 % เป็นต้น และนอกจากนี้ต้องมีการออกแบบโคมที่ดีด้วย การพิจารณาโคมไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานควรพิจารณาจากประสิทธิภาพโดยรวมของโคมไฟฟ้า ทุ (ปริมาณแสงที่ออกจากโคม/ ปริมาณแสงที่ออกจากหลอด) เป็นเกณฑ์

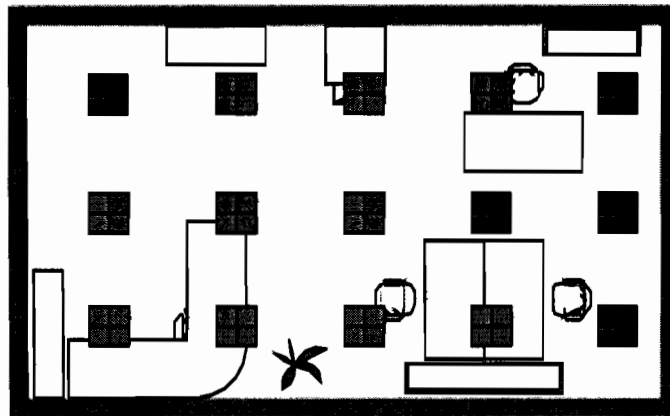
โคมไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานควรมีคุณสมบัติอย่างไรนั้นพอบอกได้ดังนี้ ก็ต้องเป็นโคมที่มีประสิทธิภาพสูง และมีแสงบาดตาไม่มากเกินไป และมีกราฟกระจายแสงที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในแต่ละพื้นที่



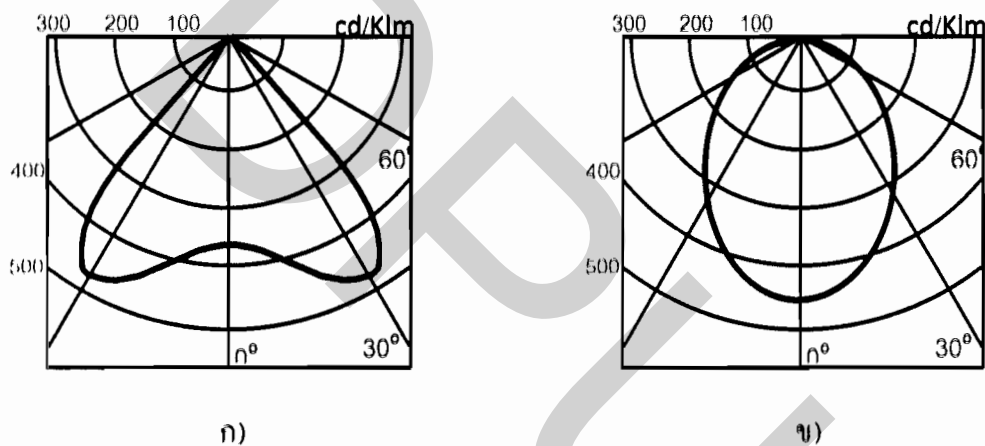
รูปที่ 2.3 การให้แสงสว่างบริเวณทางเข้าสำนักงาน

2.4.2.1 พื้นที่สำนักงานเปิด หมายถึง พื้นที่ขนาดใหญ่ไม่ได้กั้นเป็นห้อง หรือ กั้นคอก การให้แสงในลักษณะนี้ก็วางโคมแนวให้แสงสม่ำเสมอหมดทั้งพื้นที่ดังแสดงในรูปที่ 2.4 การให้แสงพื้นที่เปิดควรระวังไม่ให้ระยะห่างระหว่างโคมมากเกินไป เพราะในทางปฏิบัติพื้นที่สำนักงานเปิดอาจมีการกั้นคอก (Partition) ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงเงาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการรังแสงจากผิวงที่เอามากันไว้ถ้าโคมวางห่างเกินไป แต่ถ้าไม่มีการกั้นคอกโคมไฟฟ้าที่มีการกระจายแสงในแนวกว้างก็เหมาะสมเพราะไม่ต้องใช้จำนวนโคมมากเกินไป

ถ้าสำนักงานเปิดมีพดบนที่สูงเช่น ตั้งแต่ 2.8 เมตรเป็นต้นไป การพิจารณาโคมที่ใช้ควรเลือกโคมที่มีแสงไม่กระจายมากเพื่อไม่ให้แสงลงมาที่โต๊ะทำงานมากขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.4 การให้แสงสว่างสม่ำเสมอในพื้นที่สำนักงานเปิด



รูปที่ 2.5 กราฟกระจายแสง โคมฟลูออเรสเซนต์เพื่อการใช้งานพื้นที่ต่างกัน

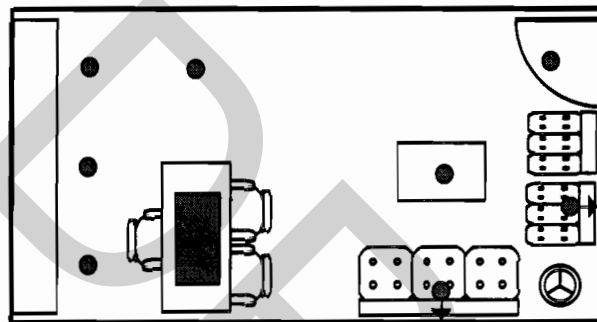
ก) เหมาะสำหรับพื้นที่ที่เพดานไม่สูงมาก ข) เหมาะสำหรับพื้นที่เพดานสูง

2.4.2.2 สำนักงานกั้นคอก หมายถึง สำนักงานที่มีการกั้นคอกสูง (Partition) ซึ่งโดยมากมักจะอยู่ติดกับพื้นที่สำนักงานเปิด การให้แสงที่บริเวณนี้ก็อาจต้องมีการจัดโคมใหม่จากแนวเดิมของพื้นที่สำนักงานเปิด เพื่อให้แสงส่องลงบริเวณที่กั้นคอก และการออกแบบในบริเวณดังกล่าวควรมีต้องใช้สูตรการคำนวณแบบลูเมนต้องพิจารณาผลของการกั้นคอกสูงด้วย เพราะการกั้นคอกดังกล่าวทำให้ความส่องสว่างลดลงมากถึง 70-80% เช่น เมื่อยังไม่มีการกั้นคอกสูง วัดความส่องสว่างที่โต๊ะทำงานได้ 500 ลักซ์ เมื่อมีคอกกั้นสูง ความส่องสว่างที่โต๊ะทำงานอาจเหลือเพียง $500 \times 0.7 = 350$ ลักซ์ เป็นต้น

โคมไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับสำนักงานกั้นคอกควรเป็นโคมฟลูออเรสเซนต์ที่มีการกระจายแสงดีแบบข้างน้อย เพราะถ้าใช้โคมที่มีการกระจายแสงตามในรูปที่ 2.5 ก) และตั้งโคมห่าง

กันมากทำให้พื้นที่กันคอกบางพื้นที่ไม่มีโคมอยู่เหนือพื้นที่ แสงในบริเวณนั้นก็มืดมากกว่าพื้นที่อื่นๆ

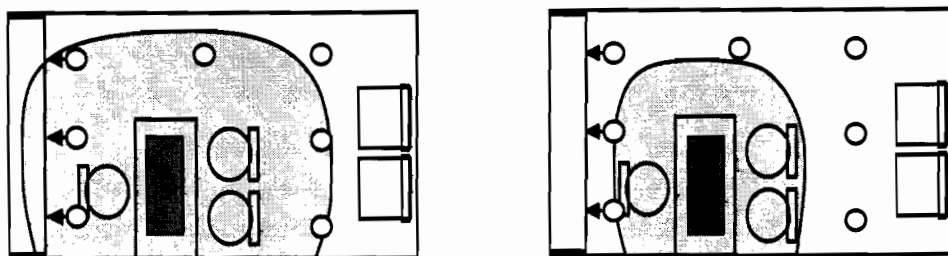
2.4.2.3 ห้องสำนักงาน หมายถึง สำนักงานที่กันเป็นห้อง เช่น ห้องผู้จัดการ เป็นต้น การให้แสงในสำนักงานที่เป็นห้องนี้ พิจารณาได้เป็น 2 อย่าง คือ ถ้าห้องมีการปรับเปลี่ยนบ่อยก็ควรให้แสงแบบสม่ำเสมอ แต่ถ้าห้องไม่มีการปรับเปลี่ยนก็ควรให้แสงแบบเน้นเป็นที่ เช่น ที่กลางโต๊ะ ก็ติดตั้งโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ให้ได้ประมาณ 500 ลักซ์ เมื่อให้แสงที่โต๊ะทำงานแล้ว บริเวณอื่นก็สามารถให้แสงตามความเหมาะสมได้จากโคมฟลูออเรสเซนต์ แทนที่จะให้ความส่องสว่างสูงมากจากหลอดฟลูออเรสเซนต์อย่างเดียวทำให้ไม่ประหยัดพลังงานแสงสว่าง



รูปที่ 2.6 การให้แสงสว่างในห้องสำนักงานที่กันเป็นสัดส่วน

รูปที่ 2.6 แสดงการให้แสงสว่างในสำนักงานที่เป็นห้องส่วน ซึ่งมีที่ควรระวังคือ ความส่องสว่างที่โต๊ะและบริเวณข้างเคียงภายในห้องไม่ควรมีความส่องสว่างต่างกันมากกว่า 3 เท่า เช่น ที่โต๊ะทำงานให้ความส่องสว่าง 500 ลักซ์ บริเวณข้างเคียงควรมีความส่องสว่างไม่น้อยกว่า 500/3 หรือประมาณไม่น้อยกว่า 150 ลักซ์ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ตาต้องปรับสภาพมากเมื่อต้องเงยหน้าขึ้นจากโต๊ะทำงาน

การให้แสงสว่างบนโต๊ะทำงานที่ไม่ต้องการให้แสงสว่างกระจายไปด้านข้างมาก เพื่อไม่ให้รบกวนแสงตกแดงก็ควรใช้โคมที่มีกราฟกระจายแสงด้านข้างไม่มากนัก พิจารณารูปที่ 2.7 สำหรับพื้นที่สำนักงานที่เป็นห้องส่วนตัวกรณีที่ใช้โคมที่มีการกระจายแสงมากและโคมที่มีการกระจายแสงไม่มาก รูปที่ 2.7 ก) ใช้โคมฟลูออเรสเซนต์ที่มีการกระจายแสงด้านข้างมากเช่นในกร โคมในรูปที่ 2.5 ก) จะให้แสงกระจายกว้างทำให้การตกแดงด้วยแสงอย่างอื่นทำได้ลำบาก แต่ถ้าใช้กร โคมในรูปที่ 2.5 ข) ซึ่งมีการกระจายแสงไม่กว้าง ทำให้งานตกแดงด้วยโคมอย่างอื่นทำได้ง่ายเพื่อให้เกิดความสบาย



ก)

ข)

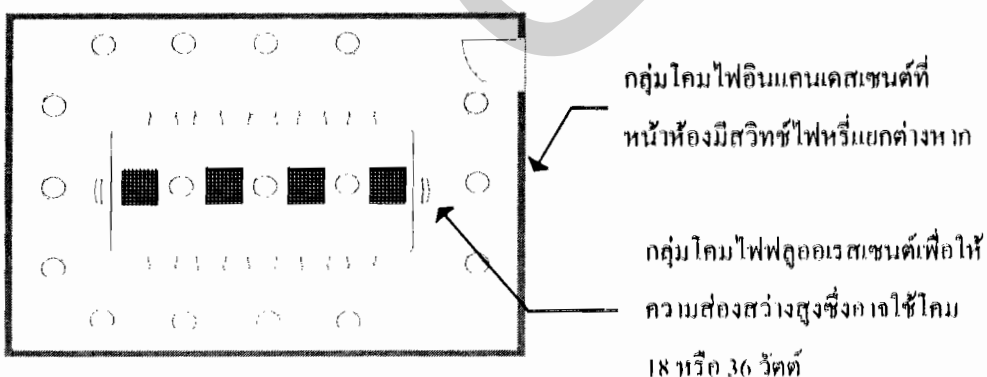
รูปที่ 2.7 ความแตกต่างของการใช้โคมที่แสงกระจายด้านข้างมากเทียบกับด้านข้างน้อย

ก) โคมกระจายแสงด้านข้างมาก ข) โคมกระจายแสงด้านข้างน้อย

2.4.2.4 ห้องประชุม หมายถึง ห้องที่มีการใช้ประชุมซึ่งอาจเป็นของกรรมการบริหาร นอกจากมีการประชุมแล้วอาจมีการฉายสไลด์ หรือ ฉายวิดีโอ ด้วย ตัวอย่างการให้แสงในห้องประชุมได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.8 ซึ่งการให้แสงสว่างในห้องดังกล่าวอาจประหยัดพลังงานได้ไม่มาก เพราะจำเป็นต้องใช้การหรีไฟจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ และสิ่งที่ต้องคำนึงในการออกแบบแสงสว่างห้องประชุมดังกล่าวควรมีรายละเอียดดังนี้

ควรมีการให้แสงจากกลุ่มไฟอินแคนเดสเซนต์ที่กลางโต๊ะ โดยสามารถหรีไฟได้ด้วย เพื่อใช้หรีไฟเมื่อมีการฉายสไลด์ หรือ วิดีโอ

แสงไฟที่บริเวณหน้าห้อง หรือ กระดาน ควรมีกุ่มไฟหลอดอินแคนเดสเซนต์เฉพาะ เพื่อใช้กรณีต้องการเน้นเฉพาะที่หน้าห้องเมื่อมีการแสดง หรือ บรรยาย



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการให้แสงสว่างในห้องประชุม

ไฟกลางห้อง หรือ กลางโต๊ะประชุม ควรเป็น โคมจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดกลม วัตต์ (เพราะหลอด Cool White เป็นหลอดที่มีแสงเหมาะสำหรับการส่องสว่างที่ 500 ลักซ์ และมี องศาเคลวินไม่มากเกินไป และสามารถกลมกลืนเข้าได้กับหลอดอินแคนเดสเซนต์) โคมที่ใช้อาจ ใช้โคมแบบมีแผ่นกรองแสงขาวขุ่น หรือ เกล็ดแก้วเพื่อให้สบายตา

ไฟข้างกำแพงโดยทั่วไปก็ติดตั้งโคมไฟส่องรูปสปอร์ตไลท์ หรือ อาจเป็นโคมไฟเสา กำแพงในกรณีที่ต้องการให้ทั้งกำแพงสว่าง เนื่องจากติดตั้งรูปมาก หรือ ต้องการเน้นผืนกำแพงให้ สว่างกรณีที่ห้องมีลักษณะยาวและแคบ จึงต้องใช้เทคนิคของแสงเพื่อขยายให้ห้องดูกว้างขึ้น

2.4.2.5 สวิตช์ปิดเปิดไฟในสำนักงาน สวิตช์ปิดเปิดในสำนักงานเพื่อการประหยัด พลังงานควรพิจารณาดังนี้

ถ้าเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้หน้าต่างควรพิจารณาให้มีการปิดเปิดสวิตช์ต่างหากของแนวโคม ไฟฟ้าขนานกับหน้าต่าง เพราะถ้ามีแสงสว่างจากภายนอกเข้ามาช่วยก็ไม่ต้องเปิดโคมแสงสว่างใน บริเวณนั้น

การปิดเปิดสวิตช์ไฟควรแยกออกสำหรับพื้นที่ต่างๆด้วยถึงแม้จะเป็นสำนักงานเปิดก็ ตาม เพื่อแยกสวิตช์ปิดไฟด้วยเมื่อไม่จำเป็นต้องใช้

การประหยัดพลังงานแสงสว่างด้วยการจัดสวิตช์ปิดเปิดแยกเพื่อการประหยัดพลังงาน เป็นสิ่งจำเป็นและประหยัด ได้มากด้วย แต่ทั้งนี้ก็ต้องมีการรณรงค์เรื่องการประหยัดไฟฟ้าด้วย มิฉะนั้นการปิดเปิดสวิตช์ไฟเพื่อการประหยัดพลังงานแสงสว่างก็ไม่เกิด

2.4.2.6 การให้แสงสว่างในห้องที่มีจอคอมพิวเตอร์

สิ่งที่ต้องระวังในเรื่องการให้แสงสว่างในห้องหรือบริเวณที่มีจอคอมพิวเตอร์ ก็คือ ต้อง หลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดแสงสะท้อนขึ้นในจอคอมพิวเตอร์ซึ่งโดยทั่วไปก็คือ ถ้าติดตั้งหรือให้การส่อง สว่างที่ไม่ถูกต้องบางครั้งก็มีแสงสะท้อนให้เห็นรูปโคมในจอคอมพิวเตอร์ ทำให้อ่านข้อความใน จอได้ลำบาก วิธีการแก้ไขไม่ให้เกิดแสงดังกล่าวสามารถทำได้หลายอย่างดังนี้

พื้นผิวไม่ว่าพื้น ผนัง เพดาน ควรมีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงระหว่าง 20-50 %

มุมแสงจากตาของโคมที่มากกว่า 60 องศาขึ้นไปต้องมีลูมินานซ์ไม่มากกว่า 200 แคน เดลาต่อตารางเมตร

ในห้องที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ควรให้แสงสว่างทั้งแบบโดยตรงและโดยอ้อม

โคมไฟแสงสว่างไม่ควรวางเหนือเครื่องคอมพิวเตอร์

ไม่ควรวางเครื่องคอมพิวเตอร์ใกล้หน้าต่าง

การติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ควรให้ทิศทางก้มมองเครื่องขนานกับกำแพง

โคมที่ใช้สำหรับการส่องสว่างในห้องที่มีจอคอมพิวเตอร์หรือจอมอนิเตอร์ควรเป็นโคมที่มีแสงบาดตาน้อย ถ้าเป็นห้องที่พิถีพิถันในเรื่องนี้อาจจำเป็นต้องใช้แสงแบบส่องขึ้น (Uplight) เช่น ศูนย์ควบคุมการบินที่ต้องใช้จอมอนิเตอร์ หรือห้องควบคุมสำคัญ แต่ถ้าเป็นห้องคอมพิวเตอร์ธรรมดาอาจเลือกโคมที่มีแสงบาดตาน้อยและยังคงมีประสิทธิภาพการให้แสงสูง เช่น โคมฟลูออเรสเซนต์แบบตัวขวางพาราโบลิกจตุรัส ซึ่งให้แสงบาดตาน้อยกว่าโคมฟลูออเรสเซนต์แบบตัวขวางชนิดอื่นๆ

2.5 การออกแบบระบบแสงสว่าง

การออกแบบระบบแสงสว่างถึงเป็นจุดเริ่มต้นในการออกแบบระบบไฟฟ้า หากมีการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร การออกแบบระบบแสงสว่างมักจะถูกออกแบบเป็นลำดับแรกเสมอ ก่อนที่จะไปออกแบบระบบไฟฟ้าในส่วนอื่นต่อไป โดยการออกแบบระบบแสงสว่างนั้นจะต้องเอาภาระโหลดของโคมไฟฟ้าไปรวมอยู่ในตารางโหลดด้วยในการออกแบบระบบแสงสว่างสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคาร
2. การออกแบบระบบแสงสว่างภายนอกอาคาร

2.5.1 การออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคาร

การออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคารยังสามารถแยกแยะตามลักษณะของอาคารว่าเป็นอาคารที่ใช้งานในลักษณะใด เช่น อาคารที่อยู่อาศัย อาคารสำนักงาน อาคารพาณิชย์หรืออาคารอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีผลต่อการออกแบบและการเลือกใช้โคมไฟฟ้าให้เหมาะสมกับลักษณะอาคารที่ใช้งานนั้น ผลของการออกแบบระบบแสงสว่างที่ดีและเหมาะสม

1. ทำงานได้รวดเร็วขึ้น
2. ลดข้อบกพร่องของงานให้น้อยลง
3. ลดอุบัติเหตุในการทำงานให้น้อยลง
4. ระยะเวลาการทำงานของกล้ำเนื้อตาดีขึ้น
5. ประหยัดค่าไฟฟ้า
6. ลดความเครียดอันเกิดจากการพั่งสายตา
7. ให้ความสวยงามประทับใจผู้พบเห็น

วิธีการออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคาร แบ่งได้ 2 วิธีคือ

1. คำนวณวิธีลูเมนต์ (Lumen Method)
2. คำนวณวิธีจุดต่อจุด (Point by Point Method)

2.5.1.1 จำนวนวิธีลูเมนต์ (Lumen Method)

แบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ

1) Zonal Cavity Method

2) Room Index Method (Room Ratio Method)

การคำนวณในการออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารนั้น สิ่งที่เราต้องการทราบคือ จำนวนของดวงโคม ที่จะติดตั้งภายในห้องนั้น โดยชนิดของโคมและชนิดของหลอดไฟฟ้าเราสามารถกำหนดชนิดได้ด้วยตนเองตามความเหมาะสมของแต่ละห้องที่ต้องการออกแบบ ซึ่งต้องทราบค่าของปริมาณความส่องสว่างทั้งหมดของห้องตามมาตรฐานของ IES เป็นตัวกำหนดค่ามาตรฐานของความส่องสว่างของห้องนั้นๆ (ในหน่วย Lux หากใช้ระยะเป็นเมตร ในหน่วย fc หากใช้ระยะเป็นฟุต) หากต้องการเปลี่ยนหน่วยระหว่าง Lux กับ fc ก็สามารทำได้จากความสัมพันธ์

$$1 \text{ Lux} = 0.0929 \text{ fc}$$

$$1 \text{ fc} = 10.76 \text{ Lux}$$

2.5.1.2 วิธีคำนวณแบบจุดต่อจุด (Point by Point Method)

คือการคำนวณหาความส่องสว่างที่ละจุดที่จุดที่ต้องการ โดยวิธีที่จะใช้ในการออกแบบที่เฉพาะเจาะจงลงไปบริเวณจุดเล็กๆ บริเวณใดบริเวณหนึ่งหรือจุดใดจุดหนึ่งบนพื้นงานการคำนวณแบบนี้จำเป็นต้องทราบกราฟกระจายแสงของโคมมาประกอบในการคำนวณด้วยวิธีนี้ ซึ่งกราฟการกระจายแสงของโคมจะแสดงค่า ความเข้มของแสง (I) ที่กระจายในทิศทางต่างๆของหลอดหรือดวงโคมนั้นๆ ข้อมูลดังกล่าวสามารถค้นหาได้จากบริษัทผู้ผลิตหลอดไฟหรือดวงโคมนั้น

ในการศึกษาจะใช้การคำนวณวิธีลูเมนต์ (Lumen Method) แบบ Room Index Method (Room Ratio Method) ซึ่งมีสมการดังนี้

$$Tl = E \cdot A \quad (1)$$

$$CU \cdot MF$$

เมื่อ	Tl	ปริมาณฟลักซ์ส่องสว่างรวมทั้งหมดของห้อง (Lumen)
	E	ค่าความส่องสว่างของห้องที่ต้องการออกแบบตามมาตรฐาน IES (ลักซ์ ฟุตแอมแปด)
	A	พื้นที่ห้อง (ตารางเมตร, ตารางฟุต)

CU = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของดวงโคม

MF = ค่าการบำรุงรักษา (Maintenance Factor)

$$N = \frac{TL}{\text{จำนวนลูเมนต่อโคม}} \quad (2)$$

เมื่อ N = จำนวนดวงโคมทั้งหมดที่ติดตั้งในห้อง

2.6 ค่ามาตรฐานการส่องสว่าง

1) ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ได้มีการกำหนดปริมาณความเข้มของแสงสำหรับสถานที่หรือกระบวนการใช้งานต่างๆ ดังนี้

ความเข้มแสง (หน่วยเป็น Lux) สำหรับสถานที่ หรือประเภทการใช้งานต่างๆ กำหนดในกฎกระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 39 พ.ศ. 2537 กำหนด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2.1 ความเข้มของแสงตามกฎกระทรวงฉบับที่ 39 พ.ศ.2537

สถานที่ (ประเภทการใช้)	หน่วยความเข้มของ แสงสว่าง (Lux)
ช่องทางเดินภายใน โรงเรียน สำนักงาน	200
ห้องเรียน	300
บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300

ที่มา : สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

2) มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (IEEA) ได้มีการกำหนดปริมาณความเข้มของแสงสำหรับสถานที่ ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับห้องปฏิบัติการไว้ตามที่ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2.2 ระดับความส่องสว่าง สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่างๆภายในอาคารตาม TIEA-GD 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	หน่วยความเข้มของแสงสว่าง (Lux)
อาคารสถานบันการศึกษา โรงเรียน	
- พื้นที่สำหรับการเรียนการศึกษาต่างๆ ไป	300
- ห้องบรรยาย	500
- พื้นที่โต๊ะสาริตงาน	500

ที่มา : สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

2.7 มาตรฐานและหลักเกณฑ์ ของกฎกระทรวง กระทรวงพลังงาน

กระทรวงพลังงาน ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ ได้ออกกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ซึ่งจะมีผลบังคับใช้ ตั้งแต่วันที่ 22 มิถุนายน 2552 เป็นต้นไป

ในกฎกระทรวง อาคารประเภทสถานพยาบาล สถานศึกษา สำนักงาน อาคารชุด อาคารชุมนุมคน โรงแรม โรงมหรสพ โรงแรม สถานบริการ และศูนย์การค้า ที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎกระทรวงนี้ โดยมีมาตรฐานและหลักเกณฑ์ที่น่าสนใจ เช่น

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) จากเดิมที่มีการกำหนดไว้สำหรับอาคารทุกประเภท ไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตร ในกฎกระทรวงฉบับใหม่นี้ แยกกำหนดตามประเภทอาคาร ดังนี้

- 1) สถานศึกษา และสำนักงาน ไม่เกิน 50 วัตต์ต่อตารางเมตร
- 2) โรงแรม โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ และอาคารชุมนุมคน ไม่เกิน 40 วัตต์ต่อตารางเมตร
- 3) โรงแรม สถานพยาบาล และอาคารชุด ไม่เกิน 30 วัตต์ต่อตารางเมตร

2. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) จากเดิมกำหนดไว้สำหรับอาคารทุกประเภท ไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตร ในกฎกระทรวงฉบับนี้ แยกกำหนดตามประเภทอาคาร ดังนี้

- 1) สถานศึกษา และสำนักงาน ไม่เกิน 15 วัตต์ต่อตารางเมตร
 - 2) โรงแรมรพ ศูนย์การค้า สถานบริการ และอาคารชุมนุมคน ไม่เกิน 12 วัตต์ต่อตารางเมตร
 - 3) โรงแรม สถานพยาบาล และอาคารชุด ไม่เกิน 10 วัตต์ต่อตารางเมตร
3. ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด

- 1) สถานศึกษา และสำนักงาน ไม่เกิน 14 วัตต์ต่อตารางเมตร (เดิมไม่เกิน 16 วัตต์ต่อตารางเมตร)
- 2) โรงแรมรพ ศูนย์การค้า สถานบริการ และอาคารชุมนุมคน ไม่เกิน 18 วัตต์ต่อตารางเมตร (เดิมไม่เกิน 23 วัตต์ต่อตารางเมตร)
- 3) โรงแรม สถานพยาบาล และอาคารชุด ไม่เกิน 12 วัตต์ต่อตารางเมตร (เดิมไม่เกิน 16 วัตต์ต่อตารางเมตร)
- 4) ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็น ของระบบปรับอากาศ ให้เป็นไปตามที่ประกาศกำหนด

ในกรณีที่มีการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคาร ให้สามารถใช้แสงธรรมชาติ ให้ถือว่าไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารนั้น โดยต้องแสดงให้เห็นชัดเจนว่า ได้มีการออกแบบสวิตช์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้กับพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารที่มีระยะห่างจากกรอบอาคารไม่เกิน 1.5 เท่าของความสูงของหน้าต่าง

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บัญชาพงศ์ นาคะบุตร (2553) ได้ทำการศึกษาการประเมินโครงการหลังจากการใช้งานของอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วังท่าพระ ในเรื่อง ขนาดการใช้พื้นที่สำหรับการเรียนการสอน ภายหลังจากปรับปรุงอาคาร เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบกับมาตรฐานของพื้นที่ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ รวมทั้งเสนอแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อรองรับการขยายตัวในอนาคต จากการศึกษา พบว่า มีห้องเรียนทั้งหมด 9 ห้อง ที่ไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งคิดเป็นสัดส่วน 50% ของห้องเรียนทั้งหมด ขนาดของพื้นที่ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ไม่เพียงพอกับจำนวนของนักศึกษา ที่ต้องการใช้พื้นที่จริงและไม่เหมาะสมกับการใช้งาน และยังพบว่า ความถี่อัตราใช้ห้องเรียน มีการใช้งานที่ไม่คุ้มค่าในแง่การใช้พื้นที่อาคาร โดยมีข้อเสนอแนะทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวใน 3 แนวทาง ได้แก่ 1) นโยบายการจัดการด้านการเรียนการสอน 2) นโยบายการจัดการด้านกายภาพ 3) นโยบายการจัดการด้าน

ตารางเรียน ตารางสอน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาเรื่องพื้นที่จำกัดและไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา

ชิตชัย ชูเชิด (2555) ได้ทำศึกษาการลงทุนในการนำเอาหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) อาคารส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลสินแพทย์ โดยพิจารณาทางเลือก 2 ทางเลือก ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) จากการวิเคราะห์พบว่า ทางเลือกกรณีที่ 1 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) เดิม มีค่าใช้จ่ายทางการเงินสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) อีกทั้งค่าใช้จ่ายทางการเงินกรณีเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ยังแสดงผลที่ดีทั้ง 3 ประเภทการใช้งานดังนี้ คือ ประเภทสำนักงานมีผลต่างพลังงานไฟฟ้า กรณีมีการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) กับทางเลือกไม่เปลี่ยนหลอดคงใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงทันทีปีละ 115,412.38 บาท มีค่าใช้จ่ายเปลี่ยนชุดหลอดเท่ากับ 40,719.00 บาท ผลตอบแทนจากส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ 14,661.80 บาท ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.77 ปี ประเภทผู้ป่วยใน พื้นที่ส่วนกลาง มีผลต่างพลังงานคิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ 2,497,854.48 บาท มีค่าใช้จ่ายเปลี่ยนชุดหลอดเท่ากับ 851,775.00 บาท ผลตอบแทนจากส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ 239,200.56 บาท ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 3.56 ปี และประเภทผู้ป่วยนอก มีผลต่างพลังงานคิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ 589,758.48 บาท มีค่าใช้จ่ายเปลี่ยนชุดหลอดเท่ากับ 162,322.00 บาท ผลตอบแทนจากส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ 59,802.31 บาท ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.71 ปี

เสฐียรพงศ์ นุบผาศูวรรณ (2556) ได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนโครงการเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงานทดแทนหลอดเดิม โดยพิจารณาเปรียบเทียบต้นทุน 3 ทางเลือก คือ 1) ให้มีการเปลี่ยนหลอด T5 เป็นหลอด LED มีผลประหยัดพลังงานต่อปี 1,761,218.00 บาท คืนทุน 16.8 ปี เมื่อสิ้นสุดโครงการหลอด LED มีผลประหยัดรวมเป็นเงิน 10,489,695.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 10.03 2) ให้มีการเปลี่ยนหลอด T8 เป็นหลอด T5 มีผลประหยัดพลังงานต่อปี 2,935,363.00 บาท คืนทุน 4.6 ปี เมื่อสิ้นสุดโครงการหลอด T5 มีผลประหยัดรวมเป็นเงิน 44,297,634.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 29.75 3) ให้มีการเปลี่ยนหลอด T5 เป็นหลอด LED มีผลประหยัดพลังงานต่อปี 4,696,581.00 บาท คืนทุน 6.3 ปี เมื่อสิ้นสุดโครงการหลอด LED มีผลประหยัดรวมเป็นเงิน 54,787,329.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 36.79

เห็นได้ว่าการเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงานทดแทนหลอดไฟฟ้าเดิม ทางเลือกที่ 3 ให้มีการเปลี่ยนหลอด T8 เป็นหลอด LED เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดจากทั้งหมด 3 ทางเลือก มีผลประหยัดรวมสูง 522.30 % เมื่อเทียบกับทางเลือกที่ 1 และ 123.68 % เมื่อเทียบกับทางเลือกที่ 2

DPU

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการศึกษา

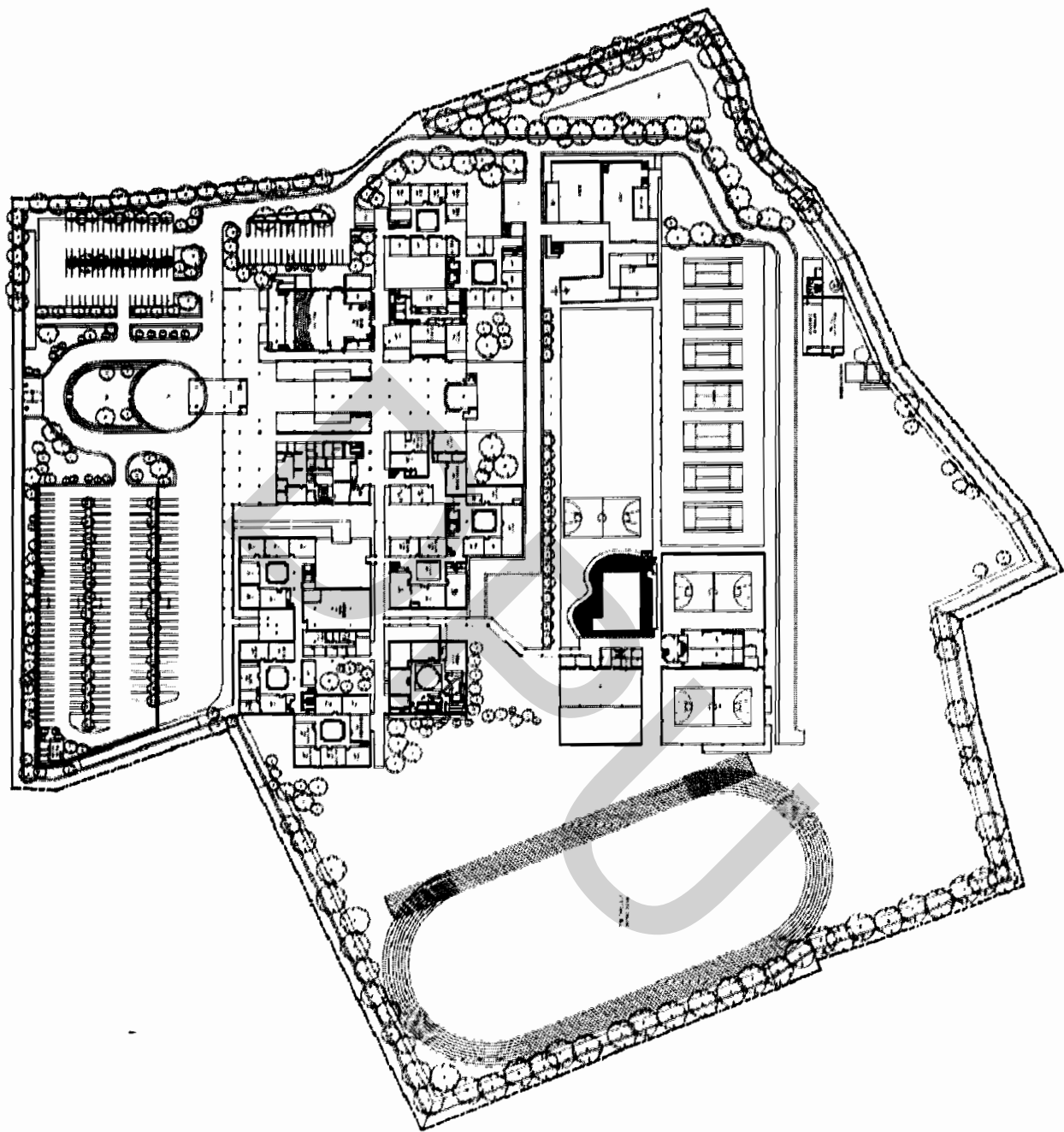
การศึกษาวิเคราะห์การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสถานศึกษานานาชาติ กรณีศึกษาโรงเรียนนานาชาติ International School Bangkok (ISB) ซึ่งเป็นการศึกษาวิเคราะห์ค่าความส่องสว่างกับพื้นที่ใช้สอยและค่าการใช้พลังงานของห้องเรียน 3 ประเภท คือ 1) ระดับ Elementary School (ES) 2) ระดับ Middle School (MS) และ 3) ระดับ High School (HS) เพื่อหาค่าที่เหมาะสมสำหรับโรงเรียนนานาชาติ

3.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะการใช้งานของอาคาร

โรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB) ตั้งอยู่ที่ 39/7 ซอยนิชดาธานี ถนนสามัคคี ตำบลบางตลาด จังหวัดนนทบุรี มีอาคารทั้งหมด 8 อาคาร พื้นที่รวม 59,822.40 m² ดังตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 พื้นที่ใช้สอยสำหรับการเรียนการสอน ของอาคาร A ถึงอาคาร I

อาคาร	จำนวนชั้น (ชั้น)	ขนาดพื้นที่ (m ²)
อาคาร A	3	2,422.84
อาคาร B	2	1,848.97
อาคาร C	3	14,917.28
อาคาร D	3	14,674.97
อาคาร E	2	15,871.72
อาคาร F	2	8,375.92
อาคาร G	1	1,058.70
อาคาร H	1	652.00
รวม	17	59,822.40



รูปที่ 3.1 แผนผังโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB)

และมีพื้นที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนและอาคารที่ใช้สำหรับกิจกรรมอื่นๆ รวมทั้งหมด 15,963 m² ซึ่งมีพื้นที่แบ่งตามกิจกรรมการใช้งานต่างๆ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ขนาดพื้นที่ใช้สอยแบ่งตามกิจกรรมการใช้งานต่างๆ

กิจกรรม	ขนาดพื้นที่ (m ²)
ห้องเรียน	9,579.00
ห้องพัสดุ	788.00
ห้อง Lab	1,424.00
ห้องกิจกรรม	2,572.00
ห้องสมุด	395.00
อื่นๆ	1,205.00
รวม	15,963.00

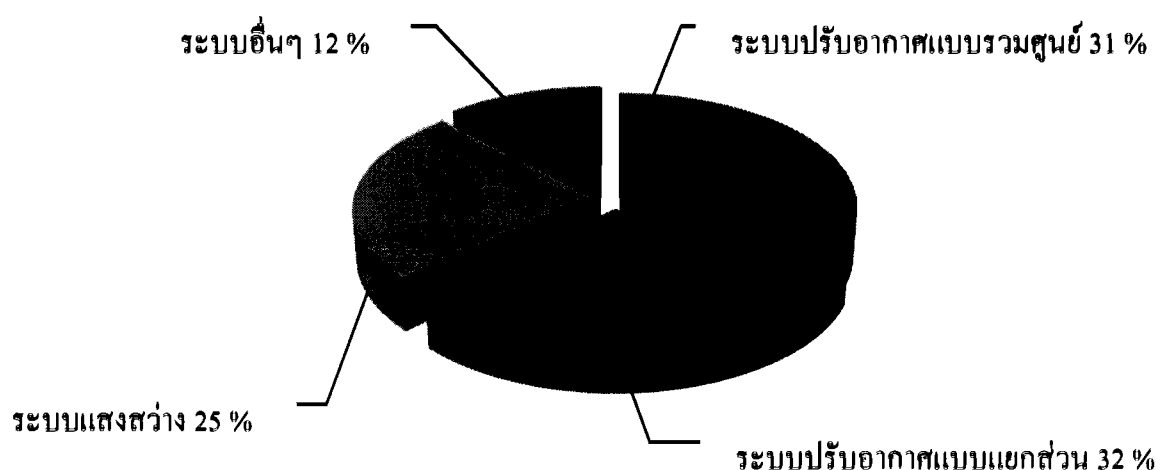
3.2 ข้อมูลการใช้พลังงานของโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB)

โรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB) รั้าไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4 กิจกรรมขนาดใหญ่ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff: TOU Tariff) 4.2.2 แรงดันไฟฟ้า 12-24 kV มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดตั้งแต่ 1,000 kW ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว ซึ่งในปีการศึกษา 2007-2012 โรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ มีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB) ปี 2007-2012

เดือน	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท)				
	ปี 2007-2008	ปี 2008-2009	ปี 2009-2010	ปี 2010-2011	ปี 2011-2012
กรกฎาคม	753,923.28	751,966.47	832,515.75	780,191.26	770,635.34
สิงหาคม	1,590,563.56	1,480,426.96	1,363,201.72	1,434,451.44	1,456,064.52
กันยายน	1,568,759.96	1,501,909.14	1,365,523.41	1,619,391.23	1,598,690.89
ตุลาคม	1,487,569.11	1,445,784.00	1,200,596.18	1,271,507.70	1,222,047.94
พฤศจิกายน	1,321,858.74	1,447,966.80	1,252,198.47	1,485,321.18	1,571,273.04
ธันวาคม	1,134,111.19	1,036,101.12	999,624.21	1,078,532.55	1,100,155.83
มกราคม	1,293,900.18	1,128,764.08	1,003,392.30	1,114,539.22	1,396,228.02
กุมภาพันธ์	1,233,839.47	1,521,047.69	1,216,216.10	1,300,269.32	1,685,885.22
มีนาคม	1,554,839.47	1,733,734.16	1,327,756.14	1,500,743.39	1,883,646.71
เมษายน	1,314,973.29	1,494,728.37	1,436,150.45	1,367,597.42	1,582,599.07
พฤษภาคม	1,519,029.78	1,524,566.28	1,760,396.37	1,633,520.42	1,891,432.51
มิถุนายน	1,017,914.22	1,226,421.08	1,198,214.01	1,157,676.82	1,296,371.96
รวม	15,791,282.25	16,293,416.15	14,955,785.11	15,743,741.95	17,455,031.05

จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ในรอบปีการศึกษา 2011-2012 สามารถแบ่งตามระบบสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวกประกอบอาคารออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ระบบแสงสว่าง และระบบอื่นๆ เช่น ป้อนน้ำ ลิฟต์ เป็นต้น ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวก ปีการศึกษา 2011-2012

จากสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวก ในปีการศึกษา 2011-2012 เห็นได้ว่าระบบแสงสว่างที่ใช้ในโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB) เป็นระบบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ซึ่งมีการใช้ถึง 25 % รองจากระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ และระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

ห้องเรียนเป็นส่วนที่มีพื้นที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ประกอบด้วย 1) ระดับ Elementary School (ES) 2) ระดับ Middle School (MS) และ 3) ระดับ High School (HS) ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ขนาดพื้นที่ของห้องเรียนตามประเภทการเรียนการสอน

ประเภทการเรียนการสอน	จำนวนห้อง (ห้อง)	พื้นที่รวม (ม ²)
ระดับ Elementary School, ES	50	3,512.44
ระดับ Middle School, MS	52	3,679.11
ระดับ High School, HS	50	3,680.44
รวม	153	10,871.99

3.3 ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้องเรียนของโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB)

ในการศึกษานี้ทำการศึกษาหลอดแสงสว่างที่ใช้ภายในห้องเรียนของโรงเรียนสถานศึกษานานาชาติ International School Bangkok (ISB) ซึ่งเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm) เท่ากับ 2,600 (lm)/หลอด และอัตราส่วนระหว่างฟลักซ์การส่องสว่างกับกำลังงานที่ทำให้เกิดฟลักซ์การส่องสว่าง 79 lm/W

ตารางที่ 3.5 ฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ต่อหลอด และอัตราส่วนระหว่างฟลักซ์การส่องสว่าง (ปริมาณแสง) กับกำลังงานที่ทำให้เกิดฟลักซ์การส่องสว่าง (lm/W)

ชนิดหลอดไฟฟ้า	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm) / หลอด	อัตราส่วนระหว่างฟลักซ์การส่องสว่าง (ปริมาณแสง) กับกำลังงานที่ทำให้เกิดฟลักซ์การส่องสว่าง (lm/W)
หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) 36 W	2,198	2,600	79

การศึกษานี้ใช้ค่ามาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ได้กำหนดปริมาณความเข้มของแสง สำหรับสถานที่ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับห้องปฏิบัติการของอาคารสถาบันการศึกษา โรงเรียน ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ระดับความส่องสว่าง สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่างๆภายในอาคารตาม TIEA-GW 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	หน่วยความเข้มของแสงสว่าง (lux)
อาคารสถาบันการศึกษา โรงเรียน	
- พื้นที่สำหรับการเรียนการศึกษาทั่วไป	300
- ห้องบรรยาย	500
- พื้นที่โต๊ะทำงาน	500

ตารางที่ 3.7 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux) เฉลี่ย
ระดับ Elementary School, ES	3512.44	726	3,050	630.42

ตารางที่ 3.8 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	จำนวนกำลังไฟฟ้า ต่อหลอด (kW)	จำนวนกำลังไฟฟ้า ต่อพื้นที่ (kW)
ระดับ Elementary School (ES)	3512.44	726	0.046	33.40

จากตารางที่ 3.7 และตารางที่ 3.8 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันของห้องเรียนระดับ Elementary School, ES มีความส่องสว่างต่อพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 630.42 lux และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับความส่องสว่างต่อพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 33.40 kW

ตารางที่ 3.9 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux) เฉลี่ย
ระดับ Middle School (MS)	3651.33	772	3,050	644.86

ตารางที่ 3.10 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)

ห้องเรียน	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนหลอด (หลอด)	จำนวนกำลังไฟฟ้า ต่อหลอด (kW)	จำนวนกำลังไฟฟ้า ต่อพื้นที่ (kW)
ระดับ Middle School, MS	3651.33	772	0.046	35.51

จากตารางที่ 3.9 และตารางที่ 3.10 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันของห้องเรียนระดับ Middle School (MS) มีความส่องสว่างต่อพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 644.86 lux และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับความส่องสว่างต่อพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 35.51 kW

ตารางที่ 3.11 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ High School (HS)

ห้องเรียน	พื้นที่รวม (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (Lux) เฉลี่ย
ระดับ High School, HS	3,680.44	700	3,050	580.09

ตารางที่ 3.12 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School, MS

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	จำนวนกำลังไฟฟ้า ต่อหลอด (kW)	จำนวนกำลังไฟฟ้า ต่อพื้นที่ (kW)
ระดับ High School (HS)	3,680.44	700	0.046	32.2

จากตารางที่ 3.11 และตารางที่ 3.12 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันของห้องเรียนระดับ High School (HS) มีความส่องสว่างต่อพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 593.36 lux และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับความส่องสว่างต่อพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 33.03 kW

เห็นได้ว่าความส่องสว่างต่อพื้นที่เฉลี่ย มีค่าต่างจากค่ามาตรฐานการส่องสว่างสำหรับสถานศึกษา โรงเรียน โดยอ้างอิงค่ามาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ได้กำหนดระดับความส่องสว่างสำหรับพื้นที่การเรียนการศึกษาต่างๆ ไป ให้มีความส่องสว่างต่อพื้นที่ 300 lux ส่งผลในการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบแสงสว่างสามารถปรับลดความส่องสว่างเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการศึกษาวิเคราะห์ค่าความส่องสว่างและค่าการใช้พลังงานต่อพื้นที่ใช้สอยของห้องเรียน 3 ประเภท คือ 1) ระดับ Elementary School (ES) 2) ระดับ Middle School (MS) และ 3) ระดับ High School (HS) มีการวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่างๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานในปัจจุบัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube กับค่ามาตรฐานความส่องสว่าง และการใช้พลังงานไฟฟ้า

2. วิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานต่อพื้นที่วิเคราะห์ค่าความส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานในปัจจุบัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube

3.5 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาวินิจฉัยการใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสถานศึกษานานาชาติ : กรณีศึกษา โรงเรียนนานาชาติ International School Bangkok (ISB) เป็นการศึกษาวิเคราะห์ค่าความส่องสว่างและพื้นที่ใช้สอยของห้องเรียน และนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ ทำการเปรียบเทียบหาข้อสรุปในการจัดการระบบแสงสว่างและพื้นที่ เพื่อหาค่ามาตรฐานของห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และห้องกิจกรรมต่างๆ สำหรับโรงเรียนนานาชาติ

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ด้านความส่องสว่างและการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับห้องเรียนในอาคารโรงเรียนนานาชาติ International School Bangkok (ISB) โดยทำการศึกษาหลอดแสงสว่างประเภทฟลูออเรสเซนต์ ห้องเรียน 3 ประเภท คือ 1) ระดับ Elementary School (ES) 2) ระดับ Middle School (MS) และ 3) ระดับ High School (HS)

4.1 ข้อกำหนดด้านอาคารและสภาพแวดล้อม

4.1.1 วิเคราะห์ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานในปัจจุบัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube กับค่ามาตรฐานความส่องสว่าง และการใช้พลังงานไฟฟ้า ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างกับผู้ใช้อาคาร

4.1.2 กำหนดให้อาคารโรงเรียนนานาชาติ International School Bangkok (ISB) ไม่มีมีการปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้อาคาร

4.2 ข้อกำหนดด้านอุปกรณ์หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง

4.2.1 กำหนดไม่ให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน

4.2.2 กำหนดให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันยี่ห้อ Philips ขนาด 36 W 2,600 lm, 79 lm/W

4.2.3 กำหนดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ยี่ห้อ Philips ขนาด 36 W TL-D 36W/865 3,050 lm, 85 lm/W

4.2.4 กำหนดหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ยี่ห้อ Philips ขนาด 28 W รุ่น TL-5 Essential 28 W/840 SLV/40 2,900 Lm

4.2.5 กำหนดให้หลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ยี่ห้อ Philips ขนาด 22 W รุ่น MASTER LED INT PERF 22 W 840 T8 2,100 Lm

ตารางที่ 4.1 ค่าฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดไฟฟ้าแต่ละประเภท รวมถึงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดและอุปกรณ์

รายการ	ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)	จำนวนวัตต์ (W)
หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) 36W	2,600	36
หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) TL-D 36W/865	3,050	36
หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) TL-5 Essential 28 W	2,900	28
หลอดประหยัดพลังงาน LED MSTR TLED INT PERF 22 W	1,650	22
บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) 36 W	-	10
บัลลาสต์แกนเหล็กสูญเสียต่ำ (Low Loss) ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) 36 W/865	-	5
บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5)	-	3

4.3 ข้อกำหนดในการคำนวณ

4.3.1 การหาค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ (lux)

ความส่องสว่าง คือปริมาณแสงที่กระทบงานวัตถุต่อพื้นที่ มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ (lux) หาค่าได้จากสมการดังนี้

$$\text{ความส่องสว่าง} = \frac{\text{ปริมาณแสง (ลูเมน, lm)}}{\text{พื้นที่ (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

ซึ่งหาค่าความส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานในปัจจุบัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ต่อพื้นที่ของโรงเรียน 3 ประเภท คือ 1) ระดับ Elementary School, (ES) 2) ระดับ Middle School, (MS) และ 3) ระดับ High School, (HS) อาคารโรงเรียนนานาชาติ International School Bangkok (ISB) ดังตารางที่ 4.2-4.16

ตารางที่ 4.2 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Grade One 5-105	73.6	12	2,600	423.91
Grade One 5-106	80	18	2,600	585.00
Grade One 5-107	76.8	18	2,600	609.38
Grade One 5-108	80	18	2,600	585.00
Grade One 5-109	83.2	18	2,600	562.50
Art 5-112	73.6	12	2,600	423.91
Art 5-113	72	12	2,600	433.33
Art 5-114	83.2	18	2,600	562.50
K/G 5-115	89.6	18	2,600	522.32
K/G 5-116	90.72	18	2,600	515.87
K/G 5-117	83.2	18	2,600	562.50
K/G 5-119	89.6	18	2,600	522.32
ESL 5-120 A	54.86	12	2,600	568.72
5-120B	32	12	2,600	975.00
ESL 5-121	83.2	18	2,600	562.50
ESL 5-122	37.44	12	2,600	833.33
5-202	48.64	12	2,600	641.45
5-203	203	36	2,600	461.08
5-204B	32.35	12	2,600	964.45
Computer Lab (204)	83.2	18	2,600	562.50
Computer Lab (5-205A)	54.85	12	2,600	568.82
5-205B	22.85	6	2,600	682.71

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Grade Two Office 5-206	38.4	6	2,600	406.25
Grade Two 5-207	80	18	2,600	585.00
Grade Two 5-208	73.6	12	2,600	423.91
Grade Two 5-209	83.2	18	2,600	562.50
Grade Two 5-210	80.64	18	2,600	580.36
Grade Two 5-211	64	12	2,600	487.50
Grade Two 5-212	80	18	2,600	585.00
Grade Three 5-213	70.4	12	2,600	443.18
Grade Three 5-214	83.2	18	2,600	562.50
Grade Three 5-215	73.6	12	2,600	423.91
Grade Three 5-216	64	12	2,600	487.50
Grade Four 5-217	80	18	2,600	585.00
Grade Four 5-218	83.2	18	2,600	562.50
Grade Four 5-219	64	12	2,600	487.50
Grade Four 5-220	73.6	18	2,600	635.87
Grade Four 5-221	76.8	18	2,600	609.38
Grade Four 5-222	73.6	12	2,600	423.91
Grade Four 5-223	64	12	2,600	487.50
IS 5-224	80	18	2,600	585.00
Grade Four Office 5-225A	28.8	6	2,600	541.67
5-225	18.29	6	2,600	852.93
Grade Five 5-226	64	12	2,600	487.50
Grade Five 5-227	73.6	12	2,600	423.91

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Grade Five 5-228	64	12	2,600	487.50
Grade Five 5-229	73.6	12	2,600	423.91
Grade Five 5-230	64	12	2,600	487.50
Grade Five 5-231	76.8	18	2,600	609.38
Grade Five Office 5-232	35.2	6	2,600	443.18

จากตารางที่ 4.2 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียน ระดับ Elementary School (ES) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 18.29 - 203 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 36 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 2600 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง 5-225 มีพื้นที่ขนาด 18.29 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 852.93 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 64 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 487.50 lux พื้นที่ขนาดกลาง 89.60 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 522.32 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง 5-203 มีพื้นที่ขนาด 203 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 461.08 lux

ตารางที่ 4.3 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Photography(105)	77.28	18	2,600	605.59
Publications(106)	113.52	24	2,600	549.68
M/S Music (112)	70.56	12	2,600	442.18
Music tech room (113)	40.32	12	2,600	773.81
Elementary Music (114)	98	18	2,600	477.55
Elementary Music (115)	60.67	12	2,600	514.26
Elementary Music (117)	88	18	2,600	531.82
Elementary Art (118)	118.20	24	2,600	527.92
Elementary Art (119)	129	24	2,600	483.72
IS Classroom (203)	80.64	18	2,600	580.36
French (204)	78.72	18	2,600	594.51
Computer room (205)	95.52	18	2,600	489.95
8 SCI. (206)	100.32	18	2,600	466.51
8/7 SCI. (207)	91.52	18	2,600	511.36
SCI. storage (208)	117.76	18	2,600	397.42
7 SCI. (209)	91.52	18	2,600	511.36
6 SCI. (210)	102.08	18	2,600	458.46
Multi-Purpose Room (211)	63.635	12	2,600	490.30
Multi-Purpose Room (212)	54.085	12	2,600	576.87
Class Room (213)	54.91	12	2,600	568.20
Class Room (214)	55.52	12	2,600	561.96
Middle School Science (215)	85.95	18	2,600	544.50
High School Thai (216)	64.64	12	2,600	482.67

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Middle School Thai (217)	70.52	12	2,600	442.43
Class Room (218)	76.21	18	2,600	614.09
Resource (219)	28.28	6	2,600	551.63
7 SS (301)	75.44	18	2,600	620.36
7 English (302)	65.6	12	2,600	475.61
ESL (303)	32.8	6	2,600	475.61
ESL (304)	42.64	12	2,600	731.71
7/8 Math (305)	70.4	18	2,600	664.77
7 Math (306)	73.6	18	2,600	635.87
ESL (307)	40.32	12	2,600	773.81
ESL (308)	36.96	6	2,600	422.08
ESL Resource (309)	67.2	12	2,600	464.29
7 Grade team room (310)	41.6	12	2,600	750.00
7/8 SS (311)	77.28	18	2,600	605.59
7/8 English (312)	73.8	18	2,600	634.15
8 Math (313)	77.08	18	2,600	607.16
8 SS (314)	77.4	18	2,600	604.65
8 English (315)	77.28	18	2,600	605.59
7/8 Grade team room (316)	44	12	2,600	709.09
Class Room (317)	63.27	12	2,600	493.12
Class Room (318)	55.1	12	2,600	566.24
Class Room (319)	54.91	12	2,600	568.20
Office (320)	53.34	12	2,600	584.93

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m^2)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Class Room (321)	76.31	18	2,600	613.29
Class Room (322)	79.15	18	2,600	591.28
Class Room (323)	67.03	12	2,600	465.46
Class Room (324)	76.31	16	2,600	545.14
Computer (325)	45.13	12	2,600	691.34

จากตารางที่ 4.3 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียนระดับ Middle School (MS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 28.28-129 m^2 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 2600 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือ ห้อง Resource (219) มีพื้นที่ขนาด 28.28 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 551.63 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 65.6 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 475.61 lux พื้นที่ขนาดกลาง 91.52 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 489.95 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Elementary Art (119) มีพื้นที่ขนาด 129 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 483.72 lux

ตารางที่ 4.4 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ High School (HS)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Home Economic room(103)	106.56	18	2,600	439.19
Instrumental music (104)	104.8	18	2,600	446.56
Vocal Music(106)	112.48	24	2,600	554.77
Foreign Language(107)	57.6	12	2,600	541.67
Foreign Language(108)	54.4	12	2,600	573.53
Foreign Language(109)	64	12	2,600	487.50
Foreign Language(110)	35.2	6	2,600	443.18
Foreign Language(111)	54.4	12	2,600	573.53
Math(113)	57.6	12	2,600	541.67
Computer Lab(114)	80	18	2,600	585.00
Math work room(115)	38.4	6	2,600	406.25
Math(116)	57.6	12	2,600	541.67
Math(117)	64	12	2,600	487.50
Math(118)	60.8	12	2,600	513.16
Math(119)	57.6	12	2,600	541.67
Math(120)	57.6	12	2,600	541.67
Intensive Studies(203)	73.92	18	2,600	633.12
Physical sc.(lab)(204)	130.24	24	2,600	479.12
Bio.sc.(lab)(205)	130.24	24	2,600	479.12
Sc.Prep. room(206)	60.8	12	2,600	513.16
Bio.sc. (lab)(207)	130.24	24	2,600	479.12
Physics (lab)(208)	120.96	18	2,600	386.90

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Sc.sc. work room (209)	38.4	8	2.600	541.67
Chemistry (lab) (210)	133.76	24	2.600	466.51
Sc. Prep. room (211)	54.24	12	2.600	575.22
Chemistry (lab) (212)	131.04	24	2.600	476.19
ESL Class room (213)	67.2	12	2.600	464.29
Physical sc. (lab) (214)	124.32	24	2.600	501.93
English work room (301)	42.24	6	2.600	369.32
English (302)	73.92	20	2.600	703.46
English (303)	63.36	12	2.600	492.42
English (304)	66.88	12	2.600	466.51
English (305)	70.4	12	2.600	443.18
English (306)	72.44	12	2.600	430.70
English (307)	63.36	12	2.600	492.42
English (308)	63.36	12	2.600	492.42
Social St. work room (309)	38.72	8	2.600	537.19
Social st. (310)	66.88	12	2.600	466.51
Social st. (311)	70.4	12	2.600	443.18
Social st. (312)	59.84	12	2.600	521.39
Social st. (313)	59.84	12	2.600	521.39
Social st. (314)	70.56	16	2.600	589.57
ESL. work room (315)	33.6	6	2.600	464.29
ESL. (316)	36.96	6	2.600	422.08

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m^2)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
ESL (317)	36.96	6	2,600	422.08
Business(lab) (318)	87.36	18	2,600	535.71
Computer(lab) (319)	107.84	18	2,600	433.98
Computer(lab) (3-320)	123.52	18	2,600	378.89
ESL (321)	59.84	12	2,600	521.39
ESL (322)	53.76	12	2,600	580.36

จากตารางที่ 4.4 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียนระดับ High School (HS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 33.60-133.76 m^2 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 2,600 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง ESL Work room (315) มีพื้นที่ขนาด 33.60 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 464.29 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 66.88 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 466.51 lux และพื้นที่ขนาดกลาง 104.50 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 446.56 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Chemistry (Lab) (210) มีพื้นที่ขนาด 133.76 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 466.51 lux

ตารางที่ 4.5 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ
Elementary School (ES)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Grade One 5-105	73.6	12	3,050	497.28
Grade One 5-106	80	18	3,050	686.25
Grade One 5-107	76.8	18	3,050	714.84
Grade One 5-108	80	18	3,050	686.25
Grade One 5-109	83.2	18	3,050	659.86
Art 5-112	73.6	12	3,050	497.28
Art 5-113	72	12	3,050	508.33
Art 5-114	83.2	18	3,050	659.86
K/G 5-115	89.6	18	3,050	612.72
K/G 5-116	90.72	18	3,050	605.16
K/G 5-117	83.2	18	3,050	659.86
K/G 5-119	89.6	18	3,050	612.72
ESL 5-120 A	54.86	12	3,050	667.15
5-120B	32	12	3,050	1143.75
ESL 5-121	83.2	18	3,050	659.86
ESL 5-122	37.44	12	3,050	977.56
5-202	48.64	12	3,050	752.47
5-203	203	36	3,050	540.89
5-204B	32.35	12	3,050	1131.38
Computer Lab (204)	83.2	18	3,050	659.86
Computer Lab (5-205A)	54.85	12	3,050	667.27
5-205B	22.85	6	3,050	800.88

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Computer Lab (204)	83.2	18	3,050	659.86
Computer Lab (5-205A)	54.85	12	3,050	667.27
5-205B	22.85	6	3,050	800.88
Grade Two Office 5-206	38.4	6	3,050	476.56
Grade Two 5-207	80	18	3,050	686.25
Grade Two 5-208	73.6	12	3,050	497.28
Grade Two 5-209	83.2	18	3,050	659.86
Grade Two 5-210	80.64	18	3,050	680.80
Grade Two 5-211	64	12	3,050	571.88
Grade Two 5-212	80	18	3,050	686.25
Grade Three 5-213	70.4	12	3,050	519.89
Grade Three 5-214	83.2	18	3,050	659.86
Grade Three 5-215	73.6	12	3,050	497.28
Grade Three 5-216	64	12	3,050	571.88
Grade Four 5-217	80	18	3,050	686.25
Grade Four 5-218	83.2	18	3,050	659.86
Grade Four 5-219	64	12	3,050	571.88
Grade Four 5-220	73.6	18	3,050	745.92
Grade Four 5-221	76.8	18	3,050	714.84
Grade Four 5-222	73.6	12	3,050	497.28
Grade Four 5-223	64	12	3,050	571.88
IS 5-224	80	18	3,050	686.25
Grade Four Office 5-225A	28.8	6	3,050	635.42

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m^2)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
5-225	18.29	6	3,050	1000.55
Grade Five 5-226	64	12	3,050	571.88
Grade Five 5-227	73.6	12	3,050	497.28
Grade Five 5-228	64	12	3,050	571.88
Grade Five 5-229	73.6	12	3,050	497.28
Grade Five 5-230	64	12	3,050	571.88
Grade Five 5-231	76.8	18	3,050	714.84
Grade Five Office 5-232	35.2	6	3,050	519.89

จากตารางที่ 4.5 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 22.85 - 203 m^2 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 36 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 3,050 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง 5-225 มีพื้นที่ขนาด 18.29 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 1,000.55 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 64 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 571.88 lux พื้นที่ขนาดกลาง 89.60 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 612.72 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง 5-203 มีพื้นที่ขนาด 203 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 540.89 lux

ตารางที่ 4.6 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Photography(105)	77.28	18	3,050	710.40
Publications(106)	113.52	24	3,050	644.82
M/S Music (112)	70.56	12	3,050	518.71
Music tech room (113)	40.32	12	3,050	907.74
Elementary Music (114)	98	18	3,050	560.20
Elementary Music (115)	60.67	12	3,050	603.26
Elementary Music (117)	88	18	3,050	623.86
Elementary Art (118)	118.2	24	3,050	619.29
Elementary Art (119)	129	24	3,050	567.44
IS Classroom (203)	80.64	18	3,050	680.80
French (204)	78.72	18	3,050	697.41
Computer room (205)	95.52	18	3,050	574.75
8 SCI. (206)	100.32	18	3,050	547.25
8/7 SCI. (207)	91.52	18	3,050	599.87
SCI. storage (208)	117.76	18	3,050	466.20
7 SCI. (209)	91.52	18	3,050	599.87
6 SCI. (210)	102.08	18	3,050	537.81
Multi-Purpose Room (211)	63.635	12	3,050	575.16
Multi-Purpose Room (212)	54.085	12	3,050	676.71
Class Room (213)	54.91	12	3,050	666.55
Class Room (214)	55.52	12	3,050	659.22
Middle School Science (215)	85.95	18	3,050	638.74
High School Thai (216)	64.64	12	3,050	566.21

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Middle School Thai (217)	70.52	12	3,050	519.00
Class Room (218)	76.21	18	3,050	720.38
Resource (219)	28.28	6	3,050	647.10
7 SS (301)	75.44	18	3,050	727.73
7 English (302)	65.6	12	3,050	557.93
ESL (303)	32.8	6	3,050	557.93
ESL (304)	42.64	12	3,050	858.35
7/8 Math (305)	70.4	18	3,050	779.83
7 Math (306)	73.6	18	3,050	745.92
ESL (307)	40.32	12	3,050	907.74
ESL (308)	36.96	6	3,050	495.13
ESL Resource (309)	67.2	12	3,050	544.64
7 Grade team room (310)	41.6	12	3,050	879.81
7/8 SS (311)	77.28	18	3,050	710.40
7/8 English (312)	73.8	18	3,050	743.90
8 Math (313)	77.08	18	3,050	712.25
8 SS (314)	77.4	18	3,050	709.30
8 English (315)	77.28	18	3,050	710.40
7/8 Grade team room (316)	44	12	3,050	831.82
Class Room (317)	63.27	12	3,050	578.47
Class Room (318)	55.1	12	3,050	664.25
Class Room (319)	54.91	12	3,050	666.55
Office (320)	53.34	12	3,050	686.16

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Class Room (321)	76.31	18	3,050	719.43
Class Room (322)	79.15	18	3,050	693.62
Class Room (323)	67.03	12	3,050	546.02
Class Room (324)	76.31	16	3,050	639.50
Computer (325)	45.13	12	3,050	810.99

จากตารางที่ 4.6 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียนระดับ Middle School (MS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 28.28-129 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 3,050 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง Resource (219) มีพื้นที่ขนาด 28.28 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 647.10 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 65.6 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 557.93 lux พื้นที่ขนาดกลาง 91.52 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 599.87 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Elementary Art (119) มีพื้นที่ขนาด 129 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 567.44 lux

ตารางที่ 4.7 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ High School (HS)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Home Economic room(103)	106.56	18	3,050	515.20
Instrumental music (104)	104.8	18	3,050	523.85
Music office(105)	10.24	18	3,050	5361.33
Vocal Music(106)	112.48	24	3,050	650.78
Foreign Language(107)	57.6	12	3,050	635.42
Foreign Language(108)	54.4	12	3,050	672.79
Foreign Language(109)	64	12	3,050	571.88
Foreign Language(110)	35.2	6	3,050	519.89
Foreign Language(111)	54.4	12	3,050	672.79
Math(113)	57.6	12	3,050	635.42
Computer Lab(114)	80	18	3,050	686.25
Math work room(115)	38.4	6	3,050	476.56
Math(116)	57.6	12	3,050	635.42
Math(117)	64	12	3,050	571.88
Math(118)	60.8	12	3,050	601.97
Math(119)	57.6	12	3,050	635.42
Math(120)	57.6	12	3,050	635.42
Intensive Studies(203)	73.92	18	3,050	742.69
Physical sc.(lab)(204)	130.24	24	3,050	562.04
Bio.sc.(lab)(205)	130.24	24	3,050	562.04
Sc.Prep. room(206)	60.8	12	3,050	601.97
Bio.sc. (lab)(207)	130.24	24	3,050	562.04
Physics (lab)(208)	120.96	18	3,050	453.87

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Physics (lab)(208)	120.96	18	3,050	453.87
Sc.sc. work room (209)	38.4	8	3,050	635.42
Chemistry (lab) (210)	133.76	24	3,050	547.25
Sc. Prep. room (211)	54.24	12	3,050	674.78
Chemistry (lab) (212)	131.04	24	3,050	558.61
ESL Class room (213)	67.2	12	3,050	544.64
Physical sc. (lab) (214)	124.32	24	3,050	588.80
English work room (301)	42.24	6	3,050	433.24
English (302)	73.92	20	3,050	825.22
English (303)	63.36	12	3,050	577.65
English (304)	66.88	12	3,050	547.25
English (305)	70.4	12	3,050	519.89
English (306)	72.44	12	3,050	505.25
English (307)	63.36	12	3,050	577.65
English (308)	63.36	12	3,050	577.65
Social St. work room (309)	38.72	8	3,050	630.17
Social st. (310)	66.88	12	3,050	547.25
Social st. (311)	70.4	12	3,050	519.89
Social st. (312)	59.84	12	3,050	611.63
Social st. (313)	59.84	12	3,050	611.63
Social st. (314)	70.56	16	3,050	691.61
ESL work room (315)	33.6	6	3,050	544.64
ESL (316)	36.96	6	3,050	495.13

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m^2)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
ESL (317)	36.96	6	3,050	495.13
Business(lab) (318)	87.36	18	3,050	628.43
Computer(lab) (319)	107.84	18	3,050	509.09
Computer(lab) (3-320)	123.52	18	3,050	444.46
ESL (321)	59.84	12	3,050	611.63
ESL (322)	53.76	12	3,050	680.80

จากตารางที่ 4.7 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียนระดับ High School (HS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 33.60-133.76 m^2 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 3,050 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง ESL Work room (315) มีพื้นที่ขนาด 33.60 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 544.64 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 66.88 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 547.25 lux พื้นที่ขนาดกลาง 104.50 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 523.85 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Chemistry (Lab) (210) มีพื้นที่ขนาด 133.76 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 547.25 lux

ตารางที่ 4.8 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียน
ระดับ Elementary School (ES)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Grade One 5-105	73.6	12	2,900	472.83
Grade One 5-106	80	18	2,900	652.50
Grade One 5-107	76.8	18	2,900	679.69
Grade One 5-108	80	18	2,900	652.50
Grade One 5-109	83.2	18	2,900	627.40
Art 5-112	73.6	12	2,900	472.83
Art 5-113	72	12	2,900	483.33
Art 5-114	83.2	18	2,900	627.40
K/G 5-115	89.6	18	2,900	582.59
K/G 5-116	90.72	18	2,900	575.40
K/G 5-117	83.2	18	2,900	627.40
K/G 5-119	89.6	18	2,900	582.59
ESL 5-120 A	54.86	12	2,900	634.34
5-120B	32	12	2,900	1087.50
ESL 5-121	83.2	18	2,900	627.40
ESL 5-122	37.44	12	2,900	929.49
5-202	48.64	12	2,900	715.46
5-203	203	36	2,900	514.29
5-204B	32.35	12	2,900	1075.73
Computer Lab (204)	83.2	18	2,900	627.40
Computer Lab (5-205A)	54.85	12	2,900	634.46
5-205B	22.85	6	2,900	761.49

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Grade Two Office 5-206	38.4	6	2,900	453.13
Grade Two 5-207	80	18	2,900	652.50
Grade Two 5-208	73.6	12	2,900	472.83
Grade Two 5-209	83.2	18	2,900	627.40
Grade Two 5-210	80.64	18	2,900	647.32
Grade Two 5-211	64	12	2,900	543.75
Grade Two 5-212	80	18	2,900	652.50
Grade Three 5-213	70.4	12	2,900	494.32
Grade Three 5-214	83.2	18	2,900	627.40
Grade Three 5-215	73.6	12	2,900	472.83
Grade Three 5-216	64	12	2,900	543.75
Grade Four 5-217	80	18	2,900	652.50
Grade Four 5-218	83.2	18	2,900	627.40
Grade Four 5-219	64	12	2,900	543.75
Grade Four 5-220	73.6	18	2,900	709.24
Grade Four 5-221	76.8	18	2,900	679.69
Grade Four 5-222	73.6	12	2,900	472.83
Grade Four 5-223	64	12	2,900	543.75
IS 5-224	80	18	2,900	652.50
Grade Four Office 5-225A	28.8	6	2,900	604.17
5-225	18.29	6	2,900	951.34
Grade Five 5-226	64	12	2,900	543.75
Grade Five 5-227	73.6	12	2,900	472.83

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Grade Five 5-228	64	12	2,900	543.75
Grade Five 5-229	73.6	12	2,900	472.83
Grade Five 5-230	64	12	2,900	543.75
Grade Five 5-231	76.8	18	2,900	679.69
Grade Five Office 5-232	35.2	6	2,900	494.32

จากตารางที่ 4.8 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียน ระดับ Elementary School (ES) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 22.85 - 203 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 36 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 2,900 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือ ห้อง 5-225 มีพื้นที่ขนาด 18.29 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 951.34 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 64 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 543.75 lux และพื้นที่ขนาดกลาง 89.60 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 582.55 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง 5-203 มีพื้นที่ขนาด 203 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 514.29 lux

ตารางที่ 4.9 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียน
ระดับ Middle School (MS)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Photography(105)	77.28	18	2,900	675.47
Publications(106)	113.52	24	2,900	613.11
M/S Music (112)	70.56	12	2,900	493.20
Music tech room (113)	40.32	12	2,900	863.10
Elementary Music (114)	98	18	2,900	532.65
Elementary Music (115)	60.67	12	2,900	573.59
Elementary Music (117)	88	18	2,900	593.18
Elementary Art (118)	118.2	24	2,900	588.83
Elementary Art (119)	129	24	2,900	539.53
IS Classroom (203)	80.64	18	2,900	647.32
French (204)	78.72	18	2,900	663.11
Computer room (205)	95.52	18	2,900	546.48
8 SCI. (206)	100.32	18	2,900	520.33
8/7 SCI. (207)	91.52	18	2,900	570.37
SCI. storage (208)	117.76	18	2,900	443.27
7 SCI. (209)	91.52	18	2,900	570.37
6 SCI. (210)	102.08	18	2,900	511.36
Multi-Purpose Room (211)	63.635	12	2,900	546.87
Multi-Purpose Room (212)	54.085	12	2,900	643.43
Class Room (213)	54.91	12	2,900	633.76
Class Room (214)	55.52	12	2,900	626.80
Middle School Science (215)	85.95	18	2,900	607.33

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
High School Thai (216)	64.64	12	2,900	538.37
Middle School Thai (217)	70.52	12	2,900	493.48
Class Room (218)	76.21	18	2,900	684.95
Resource (219)	28.28	6	2,900	615.28
7 SS (301)	75.44	18	2,900	691.94
7 English (302)	65.6	12	2,900	530.49
ESL (303)	32.8	6	2,900	530.49
ESL (304)	42.64	12	2,900	816.14
7/8 Math (305)	70.4	18	2,900	741.48
7 Math (306)	73.6	18	2,900	709.24
ESL (307)	40.32	12	2,900	863.10
ESL (308)	36.96	6	2,900	470.78
ESL Resource (309)	67.2	12	2,900	517.86
7 Grade team room (310)	41.6	12	2,900	836.54
7/8 SS (311)	77.28	18	2,900	675.47
7/8 English (312)	73.8	18	2,900	707.32
8 Math (313)	77.08	18	2,900	677.22
8 SS (314)	77.4	18	2,900	674.42
8 English (315)	77.28	18	2,900	675.47
7/8 Grade team room (316)	44	12	2,900	790.91
Class Room (317)	63.27	12	2,900	550.02
Class Room (318)	55.1	12	2,900	631.58
Class Room (319)	54.91	12	2,900	633.76

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Office (320)	53.34	12	2,900	652.42
Class Room (321)	76.31	18	2,900	684.05
Class Room (322)	79.15	18	2,900	659.51
Class Room (323)	67.03	12	2,900	519.17
Class Room (324)	76.31	16	2,900	608.05
Computer (325)	45.13	12	2,900	771.11

จากตารางที่ 4.9 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียนระดับ Middle School (MS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 28.28-129 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 2,900 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง Resource (219) มีพื้นที่ขนาด 28.28 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 615 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 65.6 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 530.49 lux พื้นที่ขนาดกลาง 91.52 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 570.37 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Elementary Art (119) มีพื้นที่ขนาด 129 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 539.53 lux

ตารางที่ 4.10 ค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียน
ระดับ High School (HS)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Home Economic room(103)	106.56	18	2,900	489.86
Instrumental music (104)	104.8	18	2,900	498.09
Music office(105)	10.24	18	2,900	5097.66
Vocal Music(106)	112.48	24	2,900	618.78
Foreign Language(107)	57.6	12	2,900	604.17
Foreign Language(108)	54.4	12	2,900	639.71
Foreign Language(109)	64	12	2,900	543.75
Foreign Language(110)	35.2	6	2,900	494.32
Foreign Language(111)	54.4	12	2,900	639.71
Math(113)	57.6	12	2,900	604.17
Computer Lab(114)	80	18	2,900	652.50
Math work room(115)	38.4	6	2,900	453.13
Math(116)	57.6	12	2,900	604.17
Math(117)	64	12	2,900	543.75
Math(118)	60.8	12	2,900	572.37
Math(119)	57.6	12	2,900	604.17
Math(120)	57.6	12	2,900	604.17
Intensive Studies(203)	73.92	18	2,900	706.17
Physical se.(lab)(204)	130.24	24	2,900	534.40
Bio.se.(lab)(205)	130.24	24	2,900	534.40
Se.Pre. room(206)	60.8	12	2,900	572.37
Bio.se. (lab)(207)	130.24	24	2,900	534.40
Physics (lab)(208)	120.96	18	2,900	431.55

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Sc.sc. work room (209)	38.4	8	2,900	604.17
Chemistry (lab) (210)	133.76	24	2,900	520.33
Sc. Prep. room (211)	54.24	12	2,900	641.59
Chemistry (lab) (212)	131.04	24	2,900	531.14
ESL Class room (213)	67.2	12	2,900	517.86
Physical sc. (lab) (214)	124.32	24	2,900	559.85
English work room (301)	42.24	6	2,900	411.93
English (302)	73.92	20	2,900	784.63
English (303)	63.36	12	2,900	549.24
English (304)	66.88	12	2,900	520.33
English (305)	70.4	12	2,900	494.32
English (306)	72.44	12	2,900	480.40
English (307)	63.36	12	2,900	549.24
English (308)	63.36	12	2,900	549.24
Social St. work room (309)	38.72	8	2,900	599.17
Social st. (310)	66.88	12	2,900	520.33
Social st. (311)	70.4	12	2,900	494.32
Social st. (312)	59.84	12	2,900	581.55
Social st. (313)	59.84	12	2,900	581.55
Social st. (314)	70.56	16	2,900	657.60
ESL work room (315)	33.6	6	2,900	517.86
ESL (316)	36.96	6	2,900	470.78

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
ESL (317)	36.96	6	2,900	470.78
Business(lab) (318)	87.36	18	2,900	597.53
Computer(lab) (319)	107.84	18	2,900	484.05
Computer(lab) (3-320)	123.52	18	2,900	422.60
ESL (321)	59.84	12	2,900	581.55
ESL (322)	53.76	12	2,900	647.32

จากตารางที่ 4.10 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียนระดับ High School HS โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 33.60-133.76 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 2,900 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง ESL Work room (315) มีพื้นที่ขนาด 33.60 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 517.86 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 66.88 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 520.33 lux และพื้นที่ขนาดกลาง 104.50 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 489.09 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Chemistry (Lab) (210) มีพื้นที่ขนาด 133.76 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 520.33 lux

ตารางที่ 4.11 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Grade One 5-105	73.6	12	1,650	269.02
Grade One 5-106	80	18	1,650	371.25
Grade One 5-107	76.8	18	1,650	386.72
Grade One 5-108	80	18	1,650	371.25
Grade One 5-109	83.2	18	1,650	356.97
Art 5-112	73.6	12	1,650	269.02
Art 5-113	72	12	1,650	275.00
Art 5-114	83.2	18	1,650	356.97
K/G 5-115	89.6	18	1,650	331.47
K/G 5-116	90.72	18	1,650	327.38
K/G 5-117	83.2	18	1,650	356.97
K/G 5-119	89.6	18	1,650	331.47
ESL 5-120 A	54.86	12	1,650	360.92
5-120B	32	12	1,650	618.75
ESL 5-121	83.2	18	1,650	356.97
ESL 5-122	37.44	12	1,650	528.85
5-202	48.64	12	1,650	407.07
5-203	203	36	1,650	292.61
5-204B	32.35	12	1,650	612.06
Computer Lab (204)	83.2	18	1,650	356.97
Computer Lab (5-205A)	54.85	12	1,650	360.98
5-205B	22.85	6	1,650	433.26
Grade Two Office 5-206	38.4	6	1,650	257.81

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Grade Two 5-207	80	18	1,650	371.25
Grade Two 5-208	73.6	12	1,650	269.02
Grade Two 5-209	83.2	18	1,650	356.97
Grade Two 5-210	80.64	18	1,650	368.30
Grade Two 5-211	64	12	1,650	309.38
Grade Two 5-212	80	18	1,650	371.25
Grade Three 5-213	70.4	12	1,650	281.25
Grade Three 5-214	83.2	18	1,650	356.97
Grade Three 5-215	73.6	12	1,650	269.02
Grade Three 5-216	64	12	1,650	309.38
Grade Four 5-217	80	18	1,650	371.25
Grade Four 5-218	83.2	18	1,650	356.97
Grade Four 5-219	64	12	1,650	309.38
Grade Four 5-220	73.6	18	1,650	403.53
Grade Four 5-221	76.8	18	1,650	386.72
Grade Four 5-222	73.6	12	1,650	269.02
Grade Four 5-223	64	12	1,650	309.38
IS 5-224	80	18	1,650	371.25
Grade Four Office 5-225A	28.8	6	1,650	343.75
5-225	18.29	6	1,650	541.28
Grade Five 5-226	64	12	1,650	309.38
Grade Five 5-227	73.6	12	1,650	269.02
Grade Five 5-228	64	12	1,650	309.38

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m^2)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Grade Five 5-229	73.6	12	1,650	269.02
Grade Five 5-230	64	12	1,650	309.38
Grade Five 5-231	76.8	18	1,650	386.72
Grade Five Office 5-232	35.2	6	1,650	281.25

จากตารางที่ 4.11 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 22.85 - 203 m^2 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 36 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 1,650 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง 5-225 มีพื้นที่ขนาด 18.29 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 541.28 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 64 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 309.38 lux และพื้นที่ขนาดกลาง 89.60 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 331.47 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง 5-203 มีพื้นที่ขนาด 203 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 292.61 lux

ตารางที่ 4.12 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Photography(105)	77.28	18	1,650	384.32
Publications(106)	113.52	24	1,650	348.84
M/S Music (112)	70.56	12	1,650	280.61
Music tech room (113)	40.32	12	1,650	491.07
Elementary Music (114)	98	18	1,650	303.06
Elementary Music (115)	60.67	12	1,650	326.36
Elementary Music (117)	88	18	1,650	337.50
Elementary Art (118)	118.2	24	1,650	335.03
Elementary Art (119)	129	24	1,650	306.98
IS Classroom (203)	80.64	18	1,650	368.30
French (204)	78.72	18	1,650	377.29
Computer room (205)	95.52	18	1,650	310.93
8 SC1. (206)	100.32	18	1,650	296.05
8/7 SC1. (207)	91.52	18	1,650	324.52
SC1. storage (208)	117.76	18	1,650	252.21
7 SC1. (209)	91.52	18	1,650	324.52
6 SC1. (210)	102.08	18	1,650	290.95
Multi-Purpose Room (211)	63.635	12	1,650	311.15
Multi-Purpose Room (212)	54.085	12	1,650	366.09
Class Room (213)	54.91	12	1,650	360.59
Class Room (214)	55.52	12	1,650	356.63
Middle School Science (215)	85.95	18	1,650	345.55
High School Thai (216)	64.64	12	1,650	306.31

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Middle School Thai (217)	70.52	12	1,650	280.77
Class Room (218)	76.21	18	1,650	389.71
Resource (219)	28.28	6	1,650	350.07
7 SS (301)	75.44	18	1,650	393.69
7 English (302)	65.6	12	1,650	301.83
ESL (303)	32.8	6	1,650	301.83
ESL (304)	42.64	12	1,650	464.35
7/8 Math (305)	70.4	18	1,650	421.88
7 Math (306)	73.6	18	1,650	403.53
ESL (307)	40.32	12	1,650	491.07
ESL (308)	36.96	6	1,650	267.86
ESL Resource (309)	67.2	12	1,650	294.64
7 Grade team room (310)	41.6	12	1,650	475.96
7/8 SS (311)	77.28	18	1,650	384.32
7/8 English (312)	73.8	18	1,650	402.44
8 Math (313)	77.08	18	1,650	385.31
8 SS (314)	77.4	18	1,650	383.72
8 English (315)	77.28	18	1,650	384.32
7/8 Grade team room (316)	44	12	1,650	450.00
Class Room (317)	63.27	12	1,650	312.94
Class Room (318)	55.1	12	1,650	359.35
Class Room (319)	54.91	12	1,650	360.59

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Office (320)	53.34	12	1,650	371.20
Class Room (321)	76.31	18	1,650	389.20
Class Room (322)	79.15	18	1,650	375.24
Class Room (323)	67.03	12	1,650	295.39
Class Room (324)	76.31	16	1,650	345.96
Computer (325)	45.13	12	1,650	438.73

จากตารางที่ 4.12 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียนระดับ Middle School (MS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 28.28-129 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 2,600 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือ ห้อง Resource (219) มีพื้นที่ขนาด 28.28 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 350.07 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 65.6 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 301.83 lux และพื้นที่ขนาดกลาง 91.52 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 324.52 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Elementary Art (119) มีพื้นที่ขนาด 129 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 306.98 lux

ตารางที่ 4.13 ค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ High School (HS)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Home Economic room(103)	106.56	18	1,650	278.72
Instrumental music (104)	104.8	18	1,650	283.40
Music office(105)	10.24	18	1,650	2900.39
Vocal Music(106)	112.48	24	1,650	352.06
Foreign Language(107)	57.6	12	1,650	343.75
Foreign Language(108)	54.4	12	1,650	363.97
Foreign Language(109)	64	12	1,650	309.38
Foreign Language(110)	35.2	6	1,650	281.25
Foreign Language(111)	54.4	12	1,650	363.97
Math(113)	57.6	12	1,650	343.75
Computer Lab(114)	80	18	1,650	371.25
Math work room(115)	38.4	6	1,650	257.81
Math(116)	57.6	12	1,650	343.75
Math(117)	64	12	1,650	309.38
Math(118)	60.8	12	1,650	325.66
Math(119)	57.6	12	1,650	343.75
Math(120)	57.6	12	1,650	343.75
Intensive Studies(203)	73.92	18	1,650	401.79
Physical sc.(lab)(204)	130.24	24	1,650	304.05
Bio.sc.(lab)(205)	130.24	24	1,650	304.05
Sc.Prep. room(206)	60.8	12	1,650	325.66
Bio.sc. (lab)(207)	130.24	24	1,650	304.05
Physics (lab)(208)	120.96	18	1,650	245.54

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Sc.sc. work room (209)	38.4	8	1,650	343.75
Chemistry (lab) (210)	133.76	24	1,650	296.05
Sc. Prep. room (211)	54.24	12	1,650	365.04
Chemistry (lab) (212)	131.04	24	1,650	302.20
ESL Class room (213)	67.2	12	1,650	294.64
Physical sc. (lab) (214)	124.32	24	1,650	318.53
English work room (301)	42.24	6	1,650	234.38
English (302)	73.92	20	1,650	446.43
English (303)	63.36	12	1,650	312.50
English (304)	66.88	12	1,650	296.05
English (305)	70.4	12	1,650	281.25
English (306)	72.44	12	1,650	273.33
English (307)	63.36	12	1,650	312.50
English (308)	63.36	12	1,650	312.50
Social St. work room (309)	38.72	8	1,650	340.91
Social st. (310)	66.88	12	1,650	296.05
Social st. (311)	70.4	12	1,650	281.25
Social st. (312)	59.84	12	1,650	330.88
Social st. (313)	59.84	12	1,650	330.88
Social st. (314)	70.56	16	1,650	374.15
ESL. work room (315)	33.6	6	1,650	294.64
ESL (316)	36.96	6	1,650	267.86
ESL (317)	36.96	6	1,650	267.86

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ห้องเรียน	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอด (หลอด)	ฟลักซ์การส่อง สว่าง (lm)	ความส่องสว่างต่อ พื้นที่ (lux)
Business(lab) (318)	87.36	18	1,650	339.97
Computer(lab) (319)	107.84	18	1,650	275.41
Computer(lab) (3-320)	123.52	18	1,650	240.45
ESL (321)	59.84	12	1,650	330.88
ESL (322)	53.76	12	1,650	368.30

จากตารางที่ 4.13 แสดงค่าความส่องสว่างของห้องเรียนระดับ High School HS โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 33.60-133.76 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด โดยที่หลอดแต่ละหลอดมีค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ 2,600 lm เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ จำนวนหลอดไฟฟ้า และค่าความส่องสว่างจะได้ค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ ซึ่งค่าความส่องสว่างของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง ESL Work room (315) มีพื้นที่ขนาด 33.60 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 294.64 lux พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 66.88 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 296.05 Lux พื้นที่ขนาดกลาง 104.50 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 283.40 lux และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Chemistry (Lab) (210) มีพื้นที่ขนาด 133.76 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 296.05 lux

การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่างกับกับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า เป็นการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่างสำหรับสถานศึกษา โรงเรียน โดยอ้างอิงค่ามาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ได้กำหนดระดับความส่องสว่างสำหรับพื้นที่การเรียนการศึกษาต่างๆ ไป ให้มีความส่องสว่างต่อพื้นที่ 300 lux กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานในปัจจุบัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ต่อพื้นที่ของห้องเรียน 3 ประเภท คือ 1) ระดับ Elementary School, (ES) 2) ระดับ Middle School, (MS) และ 3) ระดับ High School, (HS) ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (Lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้าห้องเรียนระดับ Elementary School (ES)

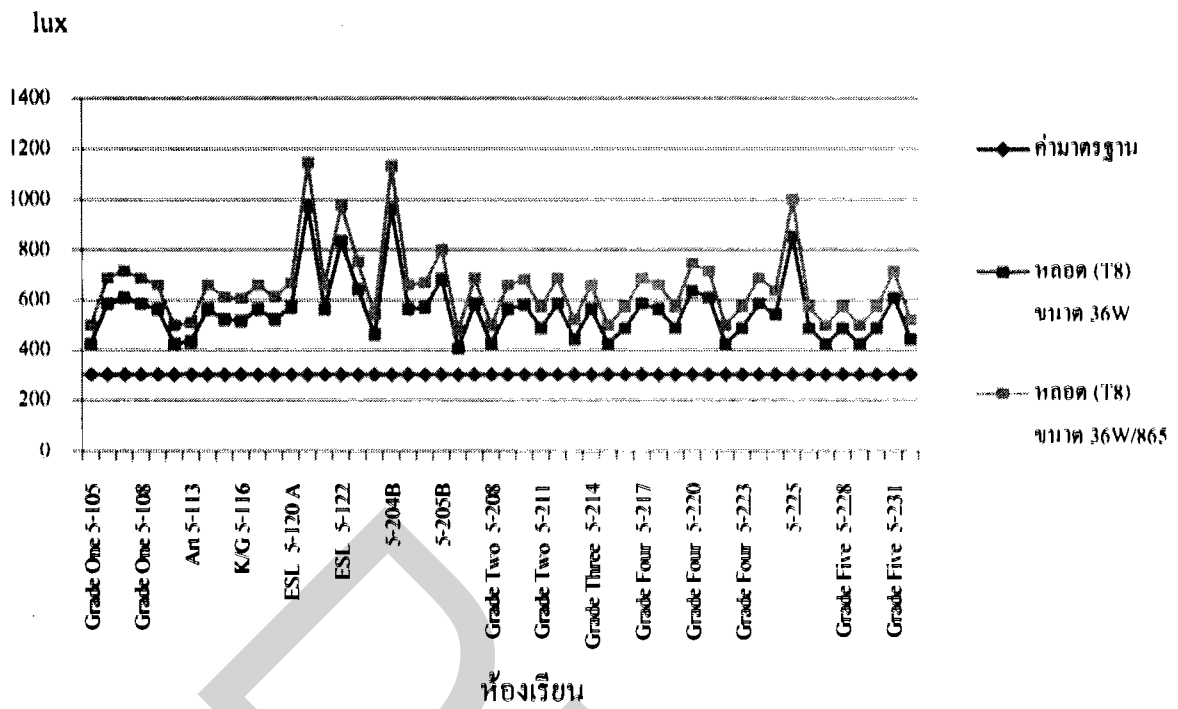
ห้องเรียน	ความส่องสว่าง (lux)				
	ค่ามาตรฐาน	หลอด (T8) ขนาด 36W	หลอด (T8) ขนาด 36W/865	หลอด (T5) ขนาด 28 W	หลอด LED ขนาด 22 W
Grade One 5-105	300	423.91	497.28	472.83	269.02
Grade One 5-106	300	585.00	686.25	652.50	371.25
Grade One 5-107	300	609.38	714.84	679.69	386.72
Grade One 5-108	300	585.00	686.25	652.50	371.25
Grade One 5-109	300	562.50	659.86	627.40	356.97
Art 5-112	300	423.91	497.28	472.83	269.02
Art 5-113	300	433.33	508.33	483.33	275.00
Art 5-114	300	562.50	659.86	627.40	356.97
K/G 5-115	300	522.32	612.72	582.59	331.47
K/G 5-116	300	515.87	605.16	575.40	327.38
K/G 5-117	300	562.50	659.86	627.40	356.97
K/G 5-119	300	522.32	612.72	582.59	331.47
ESL 5-120 A	300	568.72	667.15	634.34	360.92

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

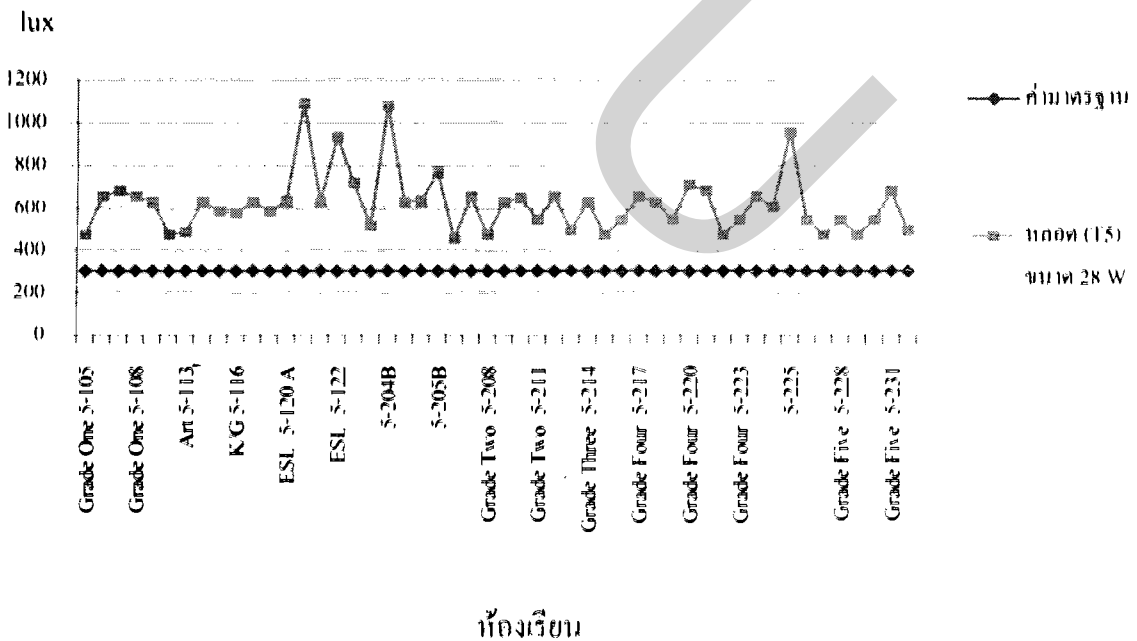
ห้องเรียน	ความส่องสว่าง (lux)				
	ค่ามาตรฐาน	(T8) ขนาด 36W	(T8) ขนาด 36W/865	(T5) ขนาด 28 W	LED ขนาด 22 W
5-120B	300	975.00	1143.75	1087.50	618.75
ESL 5-121	300	562.50	659.86	627.40	356.97
ESL 5-122	300	833.33	977.56	929.49	528.85
5-202	300	641.45	752.47	715.46	407.07
5-203	300	461.08	540.89	514.29	292.61
5-204B	300	964.45	1131.38	1075.73	612.06
Computer Lab (204)	300	562.50	659.86	627.40	356.97
Computer Lab (5-205A)	300	568.82	667.27	634.46	360.98
5-205B	300	682.71	800.88	761.49	433.26
Grade Two Office 5-206	300	406.25	476.56	453.13	257.81
Grade Two 5-207	300	585.00	686.25	652.50	371.25
Grade Two 5-208	300	423.91	497.28	472.83	269.02
Grade Two 5-209	300	562.50	659.86	627.40	356.97
Grade Two 5-210	300	580.36	680.80	647.32	368.30
Grade Two 5-211	300	487.50	571.88	543.75	309.38
Grade Two 5-212	300	585.00	686.25	652.50	371.25
Grade Three 5-213	300	443.18	519.89	494.32	281.25
Grade Three 5-214	300	562.50	659.86	627.40	356.97
Grade Three 5-215	300	423.91	497.28	472.83	269.02
Grade Three 5-216	300	487.50	571.88	543.75	309.38
Grade Four 5-217	300	585.00	686.25	652.50	371.25

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

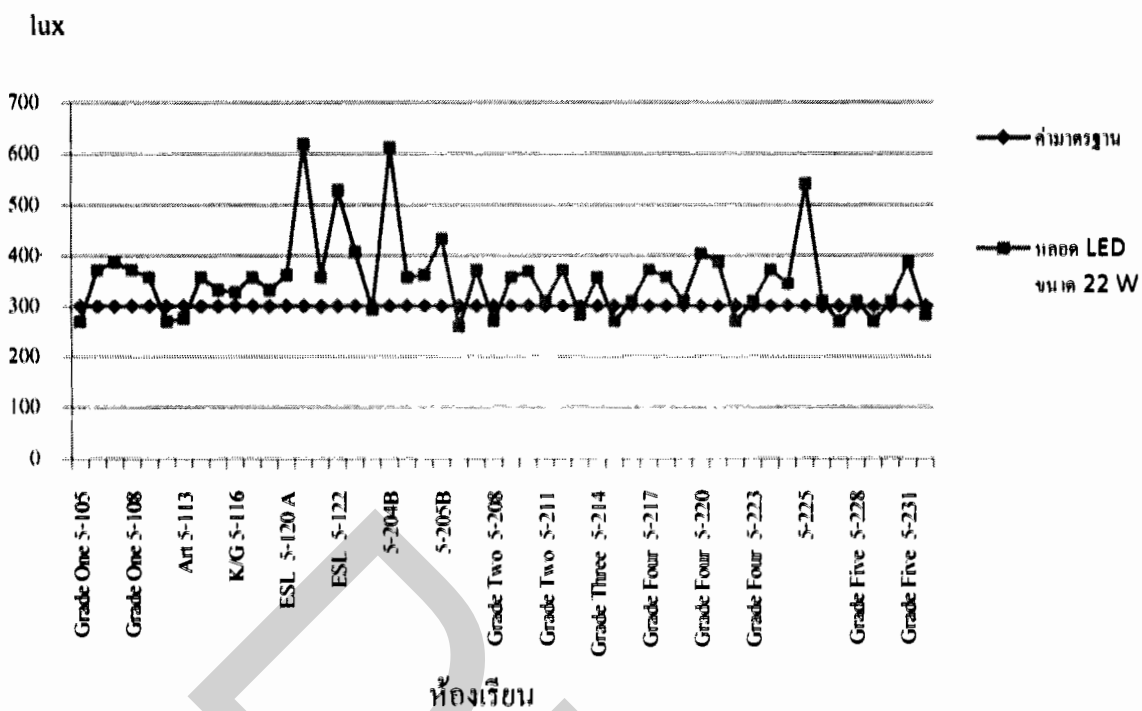
ห้องเรียน	ความส่องสว่าง (lux)				
	ค่ามาตรฐาน	หลอด (T8) ขนาด 36W	หลอด (T8) ขนาด 36W/865	หลอด (T5) ขนาด 28 W	หลอด LED ขนาด 22 W
Grade Four 5-218	300	562.50	659.86	627.40	356.97
Grade Four 5-219	300	487.50	571.88	543.75	309.38
Grade Four 5-220	300	635.87	745.92	709.24	403.53
Grade Four 5-221	300	609.38	714.84	679.69	386.72
Grade Four 5-222	300	423.91	497.28	472.83	269.02
Grade Four 5-223	300	487.50	571.88	543.75	309.38
IS 5-224	300	585.00	686.25	652.50	371.25
Grade Four Office 5-225A	300	541.67	635.42	604.17	343.75
5-225	300	852.93	1000.55	951.34	541.28
Grade Five 5-226	300	487.50	571.88	543.75	309.38
Grade Five 5-227	300	423.91	497.28	472.83	269.02
Grade Five 5-228	300	487.50	571.88	543.75	309.38
Grade Five 5-229	300	423.91	497.28	472.83	269.02
Grade Five 5-230	300	487.50	571.88	543.75	309.38
Grade Five 5-231	300	609.38	714.84	679.69	386.72
Grade Five Office 5-232	300	443.18	519.89	494.32	281.25



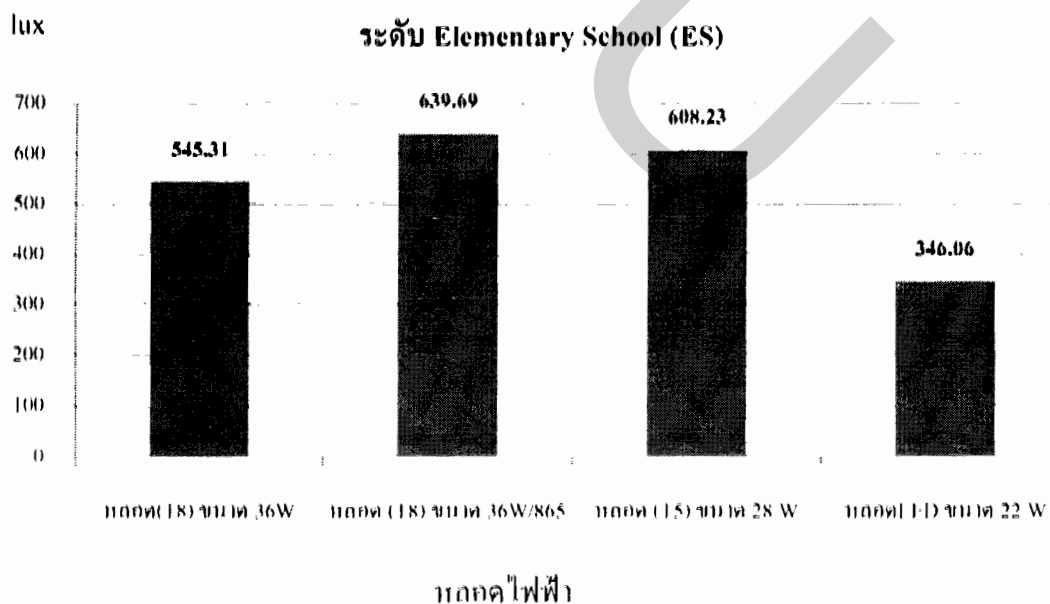
รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) 36 W และ 36 W/865 ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES)



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ ๒๘วัตต์ (T5) ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES)



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน (LED) ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES)



รูปที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยของค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES)

จากรูปที่ 4.4 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง 300 lux กับค่าความสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานในปัจจุบัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ต่อพื้นที่ของห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) พบว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 มีค่าความส่องสว่างสูงสุด โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ยของค่าความส่องสว่างเท่ากับ 639.69 lux หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 608.23 lux หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W มีค่าผลต่างเฉลี่ยเท่ากับ 545.31 lux และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างต่ำสุดเท่ากับ 346.06 lux

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า
ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)

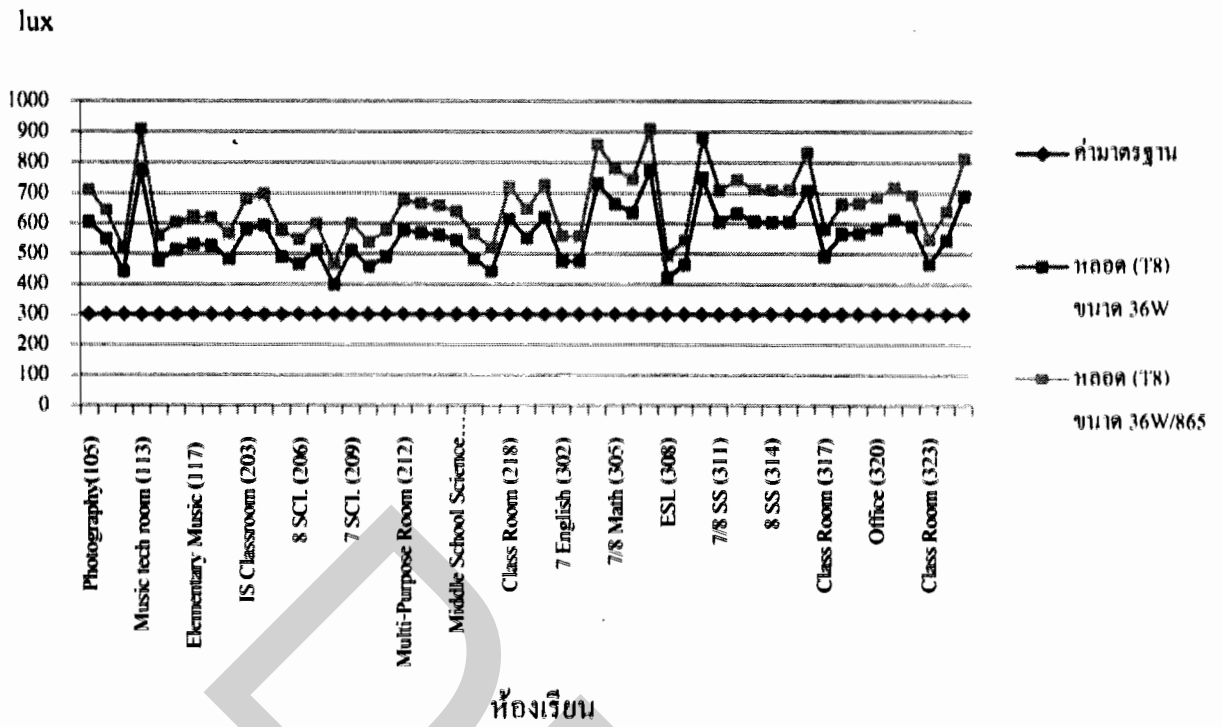
ห้องเรียน	ความส่องสว่าง (lux)				
	ค่ามาตรฐาน	หลอด (T8) ขนาด 36W	หลอด (T8) ขนาด 36W/865	หลอด (T5) ขนาด 28 W	หลอด LED ขนาด 22 W
Photography(105)	300	605.59	710.40	675.47	384.32
Publications(106)	300	549.68	644.82	613.11	348.84
M/S Music (112)	300	442.18	518.71	493.20	280.61
Music tech room (113)	300	773.81	907.74	863.10	491.07
Elementary Music (114)	300	477.55	560.20	532.65	303.06
Elementary Music (115)	300	514.26	603.26	573.59	326.36
Elementary Music (117)	300	531.82	623.86	593.18	337.50
Elementary Art (118)	300	527.92	619.29	588.83	335.03
Elementary Art (119)	300	483.72	567.44	539.53	306.98
IS Classroom (203)	300	580.36	680.80	647.32	368.30
French (204)	300	594.51	697.41	663.11	377.29
Computer room (205)	300	489.95	574.75	546.48	310.93
8 SCL. (206)	300	466.51	547.25	520.33	296.05
8/7 SCL. (207)	300	511.36	599.87	570.37	324.52
SCL. storage (208)	300	397.42	466.20	443.27	252.21
7 SCL. (209)	300	511.36	599.87	570.37	324.52
6 SCL. (210)	300	458.46	537.81	511.36	290.95
Multi-Purpose Room (211)	300	490.30	575.16	546.87	311.15
Multi-Purpose Room (212)	300	576.87	676.71	643.43	366.09
Class Room (213)	300	568.20	666.55	633.76	360.59
Class Room (214)	300	561.96	659.22	626.80	356.63

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

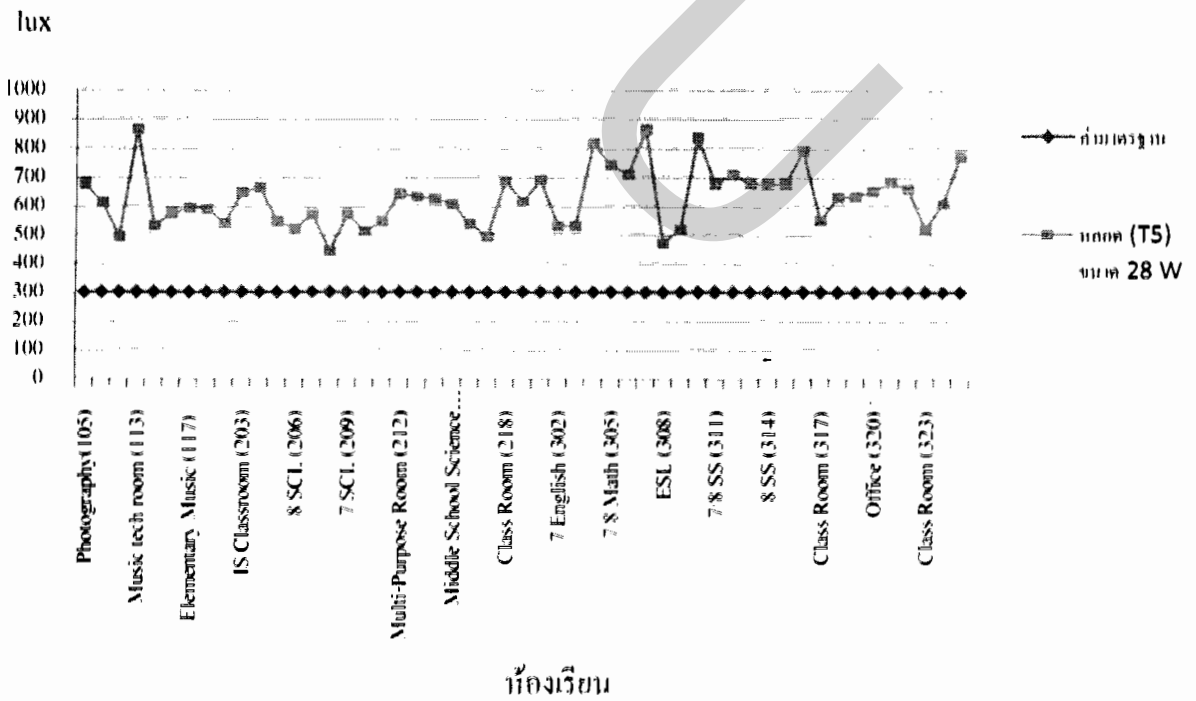
ห้องเรียน	ความส่องสว่าง (lux)				
	ค่ามาตรฐาน	หลอด (T8) ขนาด 36W	หลอด (T8) ขนาด 36W/865	หลอด (T5) ขนาด 28 W	หลอด LED ขนาด 22 W
Middle School Science (215)	300	544.50	638.74	607.33	345.55
High School Thai (216)	300	482.67	566.21	538.37	306.31
Middle School Thai (217)	300	442.43	519.00	493.48	280.77
Class Room (218)	300	614.09	720.38	684.95	389.71
Resource (219)	300	551.63	647.10	615.28	350.07
7 SS (301)	300	620.36	727.73	691.94	393.69
7 English (302)	300	475.61	557.93	530.49	301.83
ESL (303)	300	475.61	557.93	530.49	301.83
ESL (304)	300	731.71	858.35	816.14	464.35
7/8 Math (305)	300	664.77	779.83	741.48	421.88
7 Math (306)	300	635.87	745.92	709.24	403.53
ESL (307)	300	773.81	907.74	863.10	491.07
ESL (308)	300	422.08	495.13	470.78	267.86
ESL Resource (309)	300	464.29	544.64	517.86	294.64
7 Grade team room (310)	300	750.00	879.81	836.54	475.96
7/8 SS (311)	300	605.59	710.40	675.47	384.32
7/8 English (312)	300	634.15	743.90	707.32	402.44
8 Math (313)	300	607.16	712.25	677.22	385.31
8 SS (314)	300	604.65	709.30	674.42	383.72
8 English (315)	300	605.59	710.40	675.47	384.32
7/8 Grade team room (316)	300	709.09	831.82	790.91	450.00

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

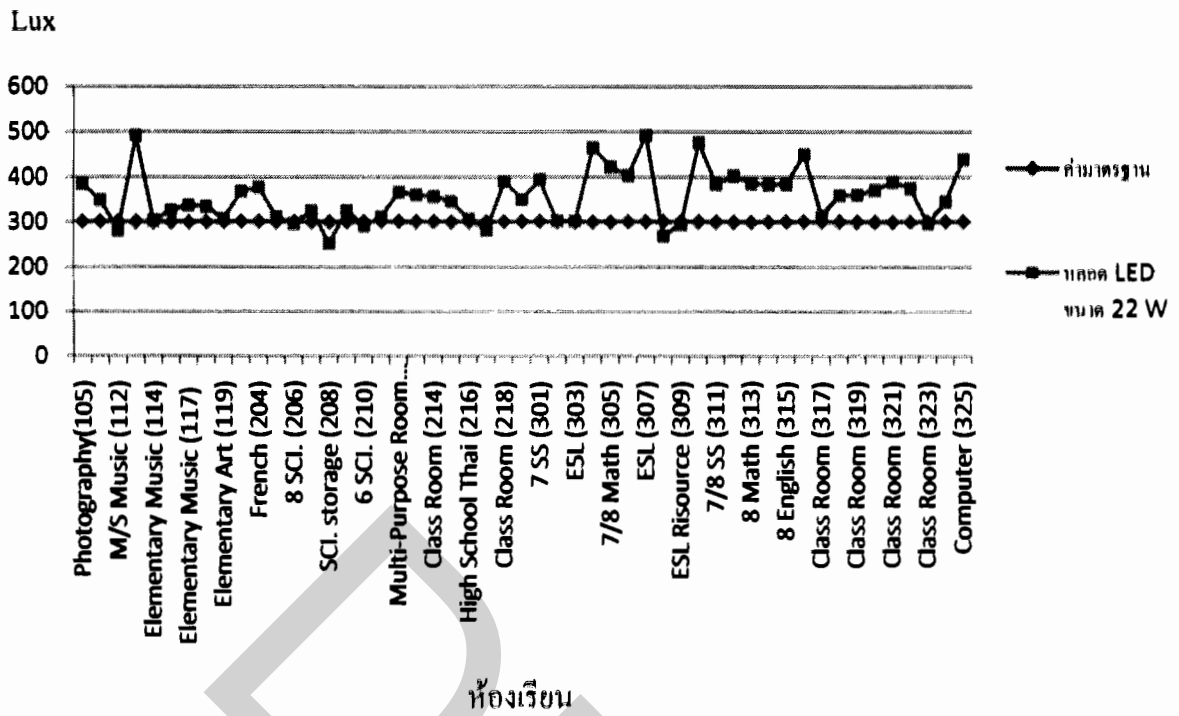
ห้องเรียน	ความส่องสว่าง (lux)				
	ค่ามาตรฐาน	หลอด (T8) ขนาด 36W	หลอด (T8) ขนาด 36W/865	หลอด (T5) ขนาด 28 W	หลอด LED ขนาด 22 W
Class Room (317)	300	493.12	578.47	550.02	312.94
Class Room (318)	300	566.24	664.25	631.58	359.35
Class Room (319)	300	568.20	666.55	633.76	360.59
Office (320)	300	584.93	686.16	652.42	371.20
Class Room (321)	300	613.29	719.43	684.05	389.20
Class Room (322)	300	591.28	693.62	659.51	375.24
Class Room (323)	300	465.46	546.02	519.17	295.39
Class Room (324)	300	545.14	639.50	608.05	345.96
Computer (325)	300	691.34	810.99	771.11	438.73



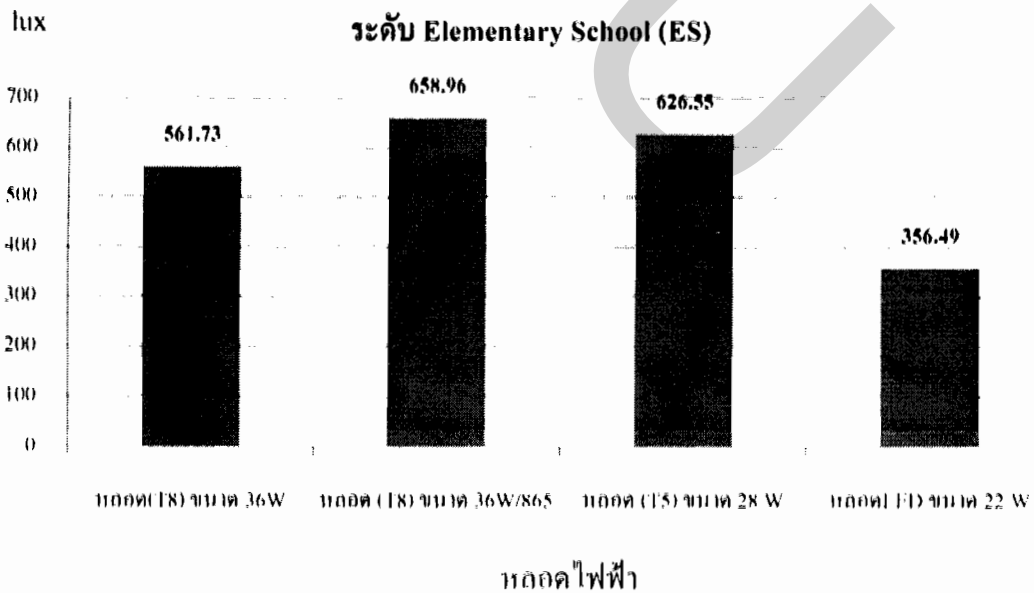
รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) 36 W และ 36 W/865 ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทหลอดพลังงาน (T5) ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 28 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)



รูปที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยของค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)

จากรูปที่ 4.8 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง 300 lux กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานในปัจจุบัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ต่อพื้นที่ของห้องเรียนระดับ พบว่า Middle School (MS) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 มีค่าความส่องสว่างสูงสุด โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ยของค่าความส่องสว่าง เท่ากับ 658.96 lux หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 626.55 lux หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W มีค่าผลต่างเฉลี่ยเท่ากับ 561.73 lux และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างต่ำสุดเท่ากับ 356.49 lux

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า
ห้องเรียนระดับ High School (HS)

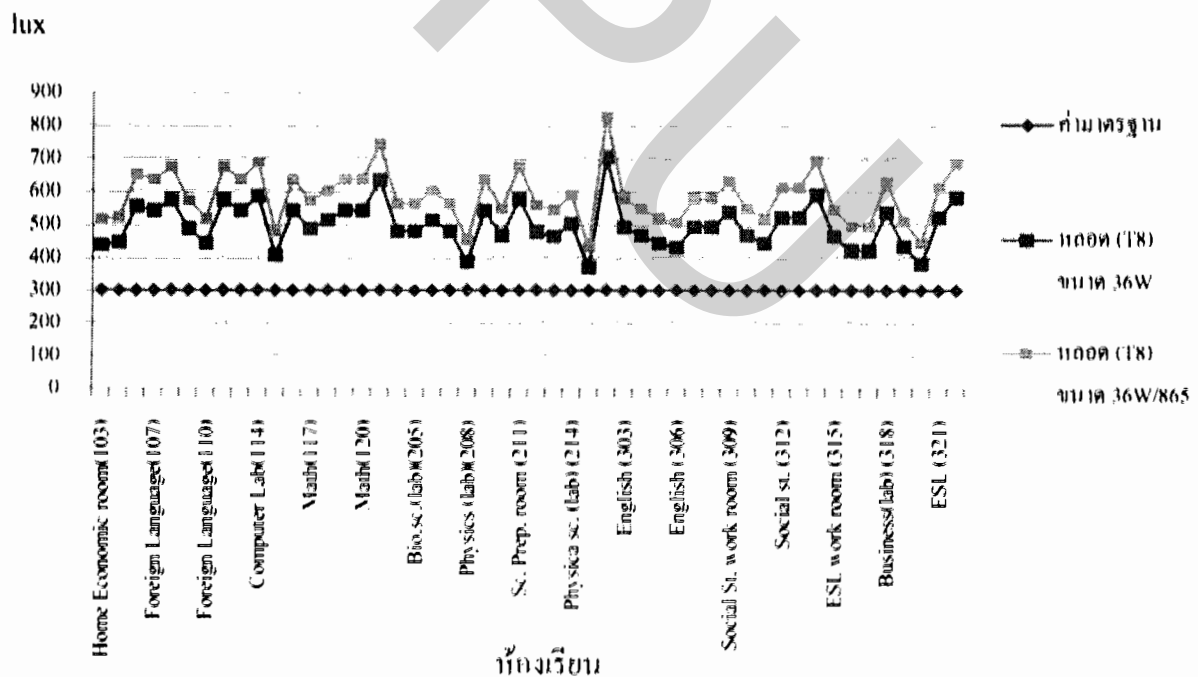
ห้องเรียน	ความส่องสว่าง (lux)				
	ค่ามาตรฐาน	หลอด (T8) ขนาด 36W	หลอด (T8) ขนาด 36W/865	หลอด (T5) ขนาด 28 W	หลอด LED ขนาด 22 W
Home Economic room(103)	300	439.19	515.20	489.86	278.72
Instrumental music (104)	300	446.56	523.85	498.09	283.40
Vocal Music(106)	300	554.77	650.78	618.78	352.06
Foreign Language(107)	300	541.67	635.42	604.17	343.75
Foreign Language(108)	300	573.53	672.79	639.71	363.97
Foreign Language(109)	300	487.50	571.88	543.75	309.38
Foreign Language(110)	300	443.18	519.89	494.32	281.25
Foreign Language(111)	300	573.53	672.79	639.71	363.97
Math(113)	300	541.67	635.42	604.17	343.75
Computer Lab(114)	300	585.00	686.25	652.50	371.25
Math work room(115)	300	406.25	476.56	453.13	257.81
Math(116)	300	541.67	635.42	604.17	343.75
Math(117)	300	487.50	571.88	543.75	309.38
Math(118)	300	513.16	601.97	572.37	325.66
Math(119)	300	541.67	635.42	604.17	343.75
Math(120)	300	541.67	635.42	604.17	343.75
Intensive Studies(203)	300	633.12	742.69	706.17	401.79
Physical sc.(lab)(204)	300	479.12	562.04	534.40	304.05
Bio.sc.(lab)(205)	300	479.12	562.04	534.40	304.05
Sc.Prep. room(206)	300	513.16	601.97	572.37	325.66
Bio.sc. (lab)(207)	300	479.12	562.04	534.40	304.05

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

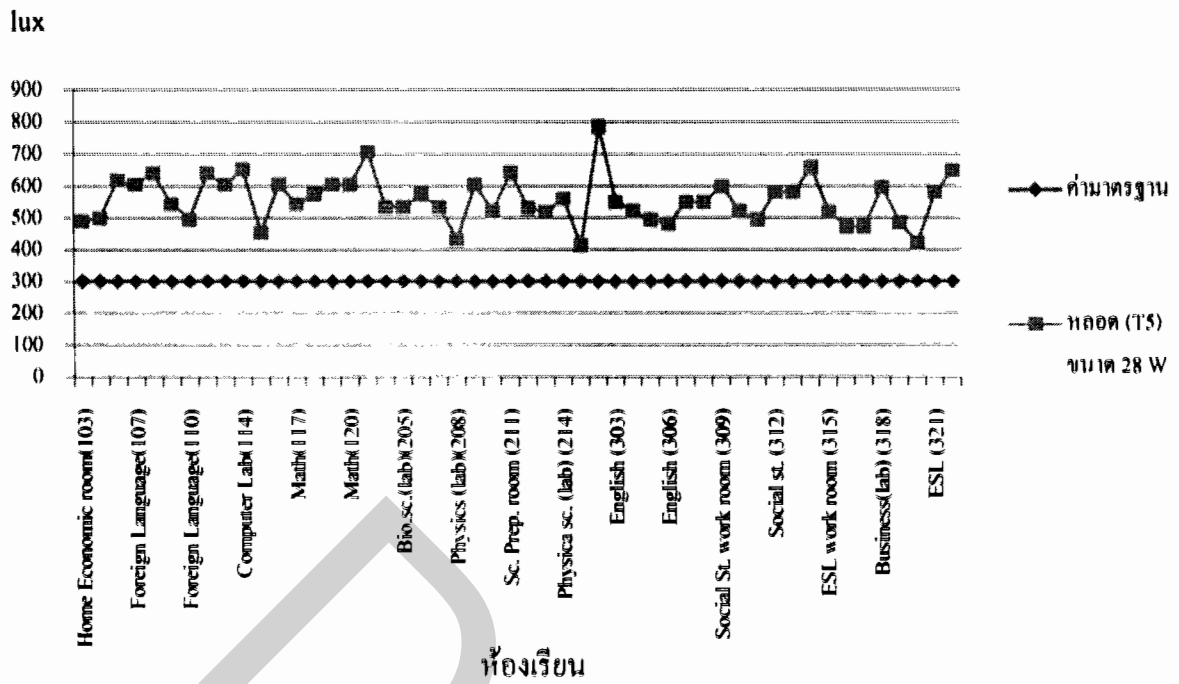
ห้องเรียน	ความส่องสว่าง (lux)				
	ค่ามาตรฐาน	หลอด (T8) ขนาด 36W	หลอด (T8) ขนาด 36W/865	หลอด (T5) ขนาด 28 W	หลอด LED ขนาด 22 W
Physics (lab)(208)	300	386.90	453.87	431.55	245.54
Sc.sc. work room (209)	300	541.67	635.42	604.17	343.75
Chemistry (lab) (210)	300	466.51	547.25	520.33	296.05
Sc. Prep. room (211)	300	575.22	674.78	641.59	365.04
Chemistry (lab) (212)	300	476.19	558.61	531.14	302.20
ESL Class room (213)	300	464.29	544.64	517.86	294.64
Physical sc. (lab) (214)	300	501.93	588.80	559.85	318.53
English work room (301)	300	369.32	433.24	411.93	234.38
English (302)	300	703.46	825.22	784.63	446.43
English (303)	300	492.42	577.65	549.24	312.50
English (304)	300	466.51	547.25	520.33	296.05
English (305)	300	443.18	519.89	494.32	281.25
English (306)	300	430.70	505.25	480.40	273.33
English (307)	300	492.42	577.65	549.24	312.50
English (308)	300	492.42	-577.65	549.24	312.50
Social St. work room (309)	300	537.19	630.17	599.17	340.91
Social st. (310)	300	466.51	547.25	520.33	296.05
Social st. (311)	300	443.18	519.89	494.32	281.25
Social st. (312)	300	521.39	611.63	581.55	330.88
Social st. (313)	300	521.39	611.63	581.55	330.88
Social st. (314)	300	589.57	691.61	657.60	374.15

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

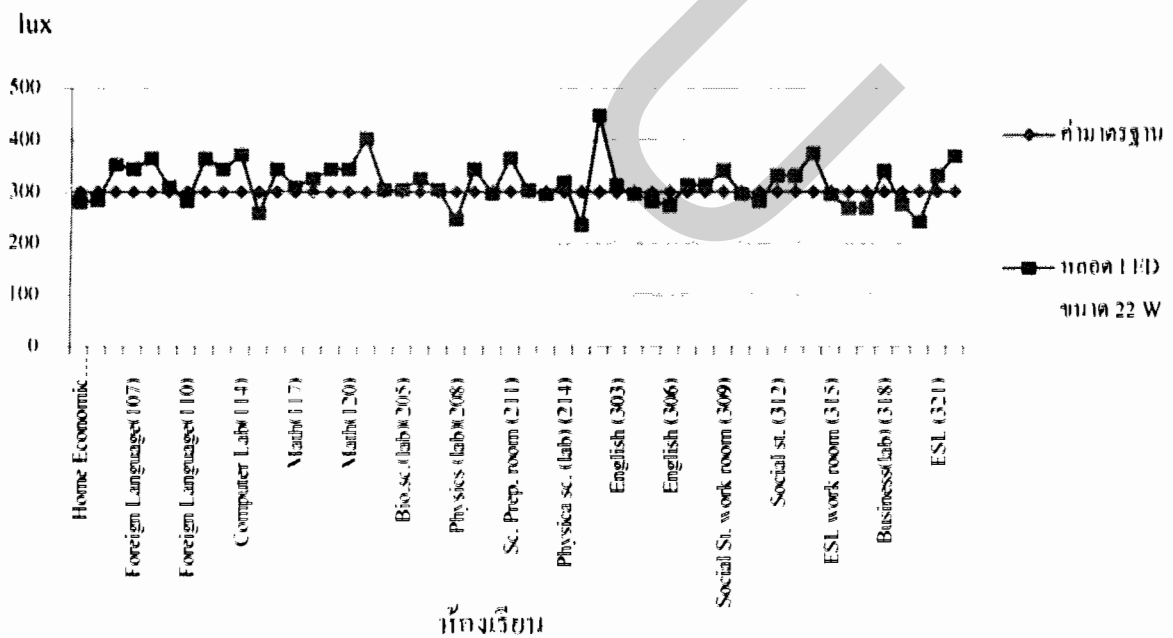
ห้องเรียน	ความส่องสว่าง (lux)				
	ค่ามาตรฐาน	หลอด (T8) ขนาด 36W	หลอด (T8) ขนาด 36W/865	หลอด (T5) ขนาด 28 W	หลอด LED ขนาด 22 W
ESL work room (315)	300	464.29	544.64	517.86	294.64
ESL (316)	300	422.08	495.13	470.78	267.86
ESL (317)	300	422.08	495.13	470.78	267.86
Business(lab) (318)	300	535.71	628.43	597.53	339.97
Computer(lab) (319)	300	433.98	509.09	484.05	275.41
Computer(lab) (3-320)	300	378.89	444.46	422.60	240.45
ESL (321)	300	521.39	611.63	581.55	330.88
ESL (322)	300	580.36	680.80	647.32	368.30



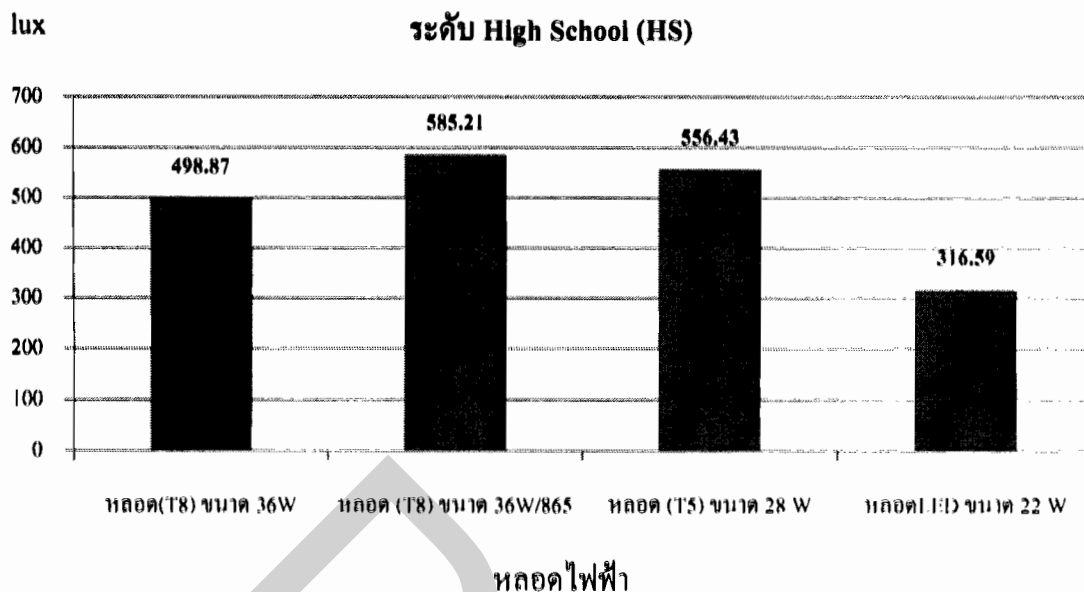
รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานกับความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) 36 W และ 36 W/865 ห้องเรียนระดับ High School (HS)



รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทประหยัดพลังงาน (T5) ห้องเรียนระดับ High School (HS)



รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าค่ามาตรฐานความส่องสว่าง (lux) กับค่าความส่องสว่างหลอดประหยัดพลังงาน LED ห้องเรียนระดับ High School (HS)



รูปที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยของค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้า ห้องเรียนระดับ High School (HS)

จากรูปที่ 4.12 เปรียบเทียบค่ามาตรฐานความส่องสว่าง 300 lux กับค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานในปัจจุบัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ต่ำพื้นที่ของห้องเรียนระดับ พบว่า High School (HS) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 มีค่าความส่องสว่างสูงสุด โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ยของค่าความส่องสว่าง เท่ากับ 585.21 lux หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 556.43 lux หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W มีค่าผลต่างเฉลี่ยเท่ากับ 498.87 lux และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างต่ำสุดเท่ากับ 316.59 lux

4.1.2 การหาค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าคือพื้นที่

กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า เป็นพลังงานที่ทำให้หลอดไฟฟ้าเกิดแสงสว่างหน่วยเป็น จูลต่อวินาทีหรือวัตต์ หาได้จากสมการดังนี้

$$\text{กำลังไฟฟ้า} = (\text{จำนวนวัตต์ของหลอด (วัตต์)} + \text{จำนวนวัตต์ของบัลลาสต์ (วัตต์)}) \times \text{จำนวนหลอด (หลอด)}$$

ซึ่งหาค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานในปัจจุบัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) และ หลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ต่อพื้นที่ของห้องเรียน 3 ประเภท คือ 1) ระดับ Elementary School, (ES) 2) ระดับ Middle School, (MS) และ 3) ระดับ High School, (HS) อาคารโรงเรียน นานาชาติ International School Bangkok (ISB) ดังตารางที่ 4.17-4.37

ตารางที่ 4.17 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Grade One 5-105	73.6	12	0.046	0.55
Grade One 5-106	80	18	0.046	0.83
Grade One 5-107	76.8	18	0.046	0.83
Grade One 5-108	80	18	0.046	0.83
Grade One 5-109	83.2	18	0.046	0.83
Art 5-112	73.6	12	0.046	0.55
Art 5-113	72	12	0.046	0.55
Art 5-114	83.2	18	0.046	0.83
K/G 5-115	89.6	18	0.046	0.83
K/G 5-116	90.72	18	0.046	0.83
K/G 5-117	83.2	18	0.046	0.83
K/G 5-119	89.6	18	0.046	0.83
ESL 5-120 A	54.86	12	0.046	0.55
5-120B	32	12	0.046	0.55
ESL 5-121	83.2	18	0.046	0.83
ESL 5-122	37.44	12	0.046	0.55

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
5-202	48.64	12	0.046	0.55
5-203	203	36	0.046	1.66
5-204B	32.35	12	0.046	0.55
Computer Lab (204)	83.2	18	0.046	0.83
Computer Lab (5-205A)	54.85	12	0.046	0.55
5-205B	22.85	6	0.046	0.28
Grade Two Office 5-206	38.4	6	0.046	0.28
Grade Two 5-207	80	18	0.046	0.83
Grade Two 5-208	73.6	12	0.046	0.55
Grade Two 5-209	83.2	18	0.046	0.83
Grade Two 5-210	80.64	18	0.046	0.83
Grade Two 5-211	64	12	0.046	0.55
Grade Two 5-212	80	18	0.046	0.83
Grade Three 5-213	70.4	12	0.046	0.55
Grade Three 5-214	83.2	18	0.046	0.83
Grade Three 5-215	73.6	12	0.046	0.55
Grade Three 5-216	64	12	0.046	0.55
Grade Four 5-217	80	18	0.046	0.83
Grade Four 5-218	83.2	18	0.046	0.83
Grade Four 5-219	64	12	0.046	0.55
Grade Four 5-220	73.6	18	0.046	0.83
Grade Four 5-221	76.8	18	0.046	0.83

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Grade Four 5-222	73.6	12	0.046	0.55
Grade Four 5-223	64	12	0.046	0.55
IS 5-224	80	18	0.046	0.83
Grade Four Office 5-225A	28.8	6	0.046	0.28
5-225	18.29	6	0.046	0.28
Grade Five 5-226	64	12	0.046	0.55
Grade Five 5-227	73.6	12	0.046	0.55
Grade Five 5-228	64	12	0.046	0.55
Grade Five 5-229	73.6	12	0.046	0.55
Grade Five 5-230	64	12	0.046	0.55
Grade Five 5-231	76.8	18	0.046	0.83
Grade Five Office 5-232	35.2	6	0.046	0.28
รวม	3,512.44	726	0.046	33.40

จากตารางที่ 4.17 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 22.85 - 203 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 36 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าแต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง 5-225 มีพื้นที่ขนาด 18.29 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.10 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 64 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.55 kW พื้นที่ขนาดกลาง 89.60 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 0.83 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง 5-203 มีพื้นที่ขนาด 203 m² มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 1.66 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 33.40 kW

ตารางที่ 4.18 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Photography(105)	77.28	18	0.046	0.83
Publications(106)	113.52	24	0.046	1.10
M/S Music (112)	70.56	12	0.046	0.55
Music tech room (113)	40.32	12	0.046	0.55
Elementary Music (114)	98	18	0.046	0.83
Elementary Music (115)	60.67	12	0.046	0.55
Elementary Music (117)	88	18	0.046	0.83
Elementary Art (118)	118.2	24	0.046	1.10
Elementary Art (119)	129	24	0.046	1.10
IS Classroom (203)	80.64	18	0.046	0.83
French (204)	78.72	18	0.046	0.83
Computer room (205)	95.52	18	0.046	0.83
8 SC1. (206)	100.32	18	0.046	0.83
8/7 SC1. (207)	91.52	18	0.046	0.83
SC1. storage (208)	117.76	18	0.046	0.83
7 SC1. (209)	91.52	18	0.046	0.83
6 SC1. (210)	102.08	18	0.046	0.83
Multi-Purpose Room (211)	63.635	12	0.046	0.55
Multi-Purpose Room (212)	54.085	12	0.046	0.55
Class Room (213)	54.91	12	0.046	0.55
Class Room (214)	55.52	12	0.046	0.55
Middle School Science (215)	85.95	18	0.046	0.83

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
High School Thai (216)	64.64	12	0.046	0.55
Middle School Thai (217)	70.52	12	0.046	0.55
Class Room (218)	76.21	18	0.046	0.83
Resource (219)	28.28	6	0.046	0.28
7 SS (301)	75.44	18	0.046	0.83
7 English (302)	65.6	12	0.046	0.55
ESL (303)	32.8	6	0.046	0.28
ESL (304)	42.64	12	0.046	0.55
7/8 Math (305)	70.4	18	0.046	0.83
7 Math (306)	73.6	18	0.046	0.83
ESL (307)	40.32	12	0.046	0.55
ESL (308)	36.96	6	0.046	0.28
ESL Resource (309)	67.2	12	0.046	0.55
7 Grade team room (310)	41.6	12	0.046	0.55
7/8 SS (311)	77.28	18	0.046	0.83
7/8 English (312)	73.8	18	0.046	0.83
8 Math (313)	77.08	18	0.046	0.83
8 SS (314)	77.4	18	0.046	0.83
8 English (315)	77.28	18	0.046	0.83
7/8 Grade team room (316)	44	12	0.046	0.55
Class Room (317)	63.27	12	0.046	0.55
Class Room (318)	55.1	12	0.046	0.55

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Class Room (319)	54.91	12	0.046	0.55
Office (320)	53.34	12	0.046	0.55
Class Room (321)	76.31	18	0.046	0.83
Class Room (322)	79.15	18	0.046	0.83
Class Room (323)	67.03	12	0.046	0.55
Class Room (324)	76.31	16	0.046	0.74
Computer (325)	45.13	12	0.046	0.55
รวม	3651.33	722	0.046	35.01

จากตารางที่ 4.18 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียนระดับ Middle School (MS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 28.28-129 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง Resource (219) มีพื้นที่ขนาด 28.28 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.28 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 65.6 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.55 kW พื้นที่ขนาดกลาง 91.52 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.83 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Elementary Art (119) มีพื้นที่ขนาด 129 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.10 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 35.01 kW

ตารางที่ 4.19 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ห้องเรียนระดับ High School (HS)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Home Economic room(103)	106.56	18	0.046	0.83
Instrumental music (104)	104.8	18	0.046	0.83
Music office(105)	10.24	18	0.046	0.83
Vocal Music(106)	112.48	24	0.046	1.10
Foreign Language(107)	57.6	12	0.046	0.55
Foreign Language(108)	54.4	12	0.046	0.55
Foreign Language(109)	64	12	0.046	0.55
Foreign Language(110)	35.2	6	0.046	0.28
Foreign Language(111)	54.4	12	0.046	0.55
Math(113)	57.6	12	0.046	0.55
Computer Lab(114)	80	18	0.046	0.83
Math work room(115)	38.4	6	0.046	0.28
Math(116)	57.6	12	0.046	0.55
Math(117)	64	12	0.046	0.55
Math(118)	60.8	12	0.046	0.55
Math(119)	57.6	12	0.046	0.55
Math(120)	57.6	12	0.046	0.55
Intensive Studies(203)	73.92	18	0.046	0.83
Physical se.(lab)(204)	130.24	24	0.046	1.10
Bio.se.(lab)(205)	130.24	24	0.046	1.10
Sc.Prep. room(206)	60.8	12	0.046	0.55
Bio.se. (lab)(207)	130.24	24	0.046	1.10

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (ตร.ม.)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Physics (lab)(208)	120.96	18	0.046	0.83
Sc.sc. work room (209)	38.4	8	0.046	0.37
Chemistry (lab) (210)	133.76	24	0.046	1.10
Sc. Prep. room (211)	54.24	12	0.046	0.55
Chemistry (lab) (212)	131.04	24	0.046	1.10
ESL Class room (213)	67.2	12	0.046	0.55
Physical sc. (lab) (214)	124.32	24	0.046	1.10
English work room (301)	42.24	6	0.046	0.28
English (302)	73.92	20	0.046	0.92
English (303)	63.36	12	0.046	0.55
English (304)	66.88	12	0.046	0.55
English (305)	70.4	12	0.046	0.55
English (306)	72.44	12	0.046	0.55
English (307)	63.36	12	0.046	0.55
English (308)	63.36	12	0.046	0.55
Social St. work room (309)	38.72	8	0.046	0.37
Social st. (310)	66.88	12	0.046	0.55
Social st. (311)	70.4	12	0.046	0.55
Social st. (312)	59.84	12	0.046	0.55
Social st. (313)	59.84	12	0.046	0.55
Social st. (314)	70.56	16	0.046	0.74
ESL work room (315)	33.6	6	0.046	0.28

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
ESL (316)	36.96	6	0.046	0.28
ESL (317)	36.96	6	0.046	0.28
Business(lab) (318)	87.36	18	0.046	0.83
Computer(lab) (319)	107.84	18	0.046	0.83
Computer(lab) (3-320)	123.52	18	0.046	0.83
ESL (321)	59.84	12	0.046	0.55
ESL (322)	53.76	12	0.046	0.55
รวม	3,690.68	718	0.046	33.03

จากตารางที่ 4.19 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียน ระดับ High School (HS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 33.60-133.76 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง ESL Work room (315) มีพื้นที่ขนาด 33.60 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.28 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 66.88 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.55 kW พื้นที่ขนาดกลาง 104.50 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.83 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Chemistry (Lab) (210) มีพื้นที่ขนาด 133.76 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.10 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 33.03 kW

ตารางที่ 4.20 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ
Elementary School (ES)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Photography(105)	77.28	18	0.046	0.83
Publications(106)	113.52	24	0.046	1.10
M/S Music (112)	70.56	12	0.046	0.55
Music tech room (113)	40.32	12	0.046	0.55
Elementary Music (114)	98	18	0.046	0.83
Elementary Music (115)	60.67	12	0.046	0.55
Elementary Music (117)	88	18	0.046	0.83
Elementary Art (118)	118.2	24	0.046	1.10
Elementary Art (119)	129	24	0.046	1.10
IS Classroom (203)	80.64	18	0.046	0.83
French (204)	78.72	18	0.046	0.83
Computer room (205)	95.52	18	0.046	0.83
8 SCL. (206)	100.32	18	0.046	0.83
8/7 SCL. (207)	91.52	18	0.046	0.83
SCL. storage (208)	117.76	18	0.046	0.83
7 SCL. (209)	91.52	18	0.046	0.83
6 SCL. (210)	102.08	18	0.046	0.83
Multi-Purpose Room (211)	63.635	12	0.046	0.55
Multi-Purpose Room (212)	54.085	12	0.046	0.55
Class Room (213)	54.91	12	0.046	0.55
Class Room (214)	55.52	12	0.046	0.55
Middle School Science (215)	85.95	18	0.046	0.83

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
High School Thai (216)	64.64	12	0.046	0.55
Middle School Thai (217)	70.52	12	0.046	0.55
Class Room (218)	76.21	18	0.046	0.83
Resource (219)	28.28	6	0.046	0.28
7 SS (301)	75.44	18	0.046	0.83
7 English (302)	65.60	12	0.046	0.55
ESL (303)	32.80	6	0.046	0.28
ESL (304)	42.64	12	0.046	0.55
7/8 Math (305)	70.40	18	0.046	0.83
7 Math (306)	73.60	18	0.046	0.83
ESL (307)	40.32	12	0.046	0.55
ESL (308)	36.96	6	0.046	0.28
ESL Resource (309)	67.2	12	0.046	0.55
7 Grade team room (310)	41.6	12	0.046	0.55
7/8 SS (311)	77.28	18	0.046	0.83
7/8 English (312)	73.8	18	0.046	0.83
8 Math (313)	77.08	18	0.046	0.83
8 SS (314)	77.4	18	0.046	0.83
8 English (315)	77.28	18	0.046	0.83
7/8 Grade team room (316)	44	12	0.046	0.55
Class Room (317)	63.27	12	0.046	0.55
Class Room (318)	55.1	12	0.046	0.55

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Class Room (319)	54.91	12	0.046	0.55
Office (320)	53.34	12	0.046	0.55
Class Room (321)	76.31	18	0.046	0.83
Class Room (322)	79.15	18	0.046	0.83
Class Room (323)	67.03	12	0.046	0.55
Class Room (324)	76.31	16	0.046	0.74
Computer (325)	45.13	12	0.046	0.55
รวม	3651.33	772	0.046	35.51

จากตารางที่ 4.20 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียน ระดับ Elementary School (ES) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 22.88-203 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 36 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง 5-225 มีพื้นที่ขนาด 18.29 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.25 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 64 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.55 kW พื้นที่ขนาดกลาง 89.6 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.83 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Chemistry (Lab)(210) มีพื้นที่ขนาด 203 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.10 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 35.51 kW

ตารางที่ 4.21 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Photography(105)	77.28	18	0.046	0.83
Publications(106)	113.52	24	0.046	1.10
M/S Music (112)	70.56	12	0.046	0.55
Music tech room (113)	40.32	12	0.046	0.55
Elementary Music (114)	98	18	0.046	0.83
Elementary Music (115)	60.67	12	0.046	0.55
Elementary Music (117)	88	18	0.046	0.83
Elementary Art (118)	118.2	24	0.046	1.10
Elementary Art (119)	129	24	0.046	1.10
IS Classroom (203)	80.64	18	0.046	0.83
French (204)	78.72	18	0.046	0.83
Computer room (205)	95.52	18	0.046	0.83
8 SCI. (206)	100.32	18	0.046	0.83
8/7 SCI. (207)	91.52	18	0.046	0.83
SCI. storage (208)	117.76	18	0.046	0.83
7 SCI. (209)	91.52	18	0.046	0.83
6 SCI. (210)	102.08	18	0.046	0.83
Multi-Purpose Room (211)	63.635	12	0.046	0.55
Multi-Purpose Room (212)	54.085	12	0.046	0.55
Class Room (213)	54.91	12	0.046	0.55
Class Room (214)	55.52	12	0.046	0.55
Middle School Science (215)	85.95	18	0.046	0.83

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
High School Thai (216)	64.64	12	0.046	0.55
Middle School Thai (217)	70.52	12	0.046	0.55
Class Room (218)	76.21	18	0.046	0.83
Resource (219)	28.28	6	0.046	0.28
7 SS (301)	75.44	18	0.046	0.83
7 English (302)	65.60	12	0.046	0.55
ESL (303)	32.80	6	0.046	0.28
ESL (304)	42.64	12	0.046	0.55
7/8 Math (305)	70.40	18	0.046	0.83
7 Math (306)	73.60	18	0.046	0.83
ESL (307)	40.32	12	0.046	0.55
ESL (308)	36.96	6	0.046	0.28
ESL Resource (309)	67.2	12	0.046	0.55
7 Grade team room (310)	41.6	12	0.046	0.55
7/8 SS (311)	77.28	18	0.046	0.83
7/8 English (312)	73.8	18	0.046	0.83
8 Math (313)	77.08	18	0.046	0.83
8 SS (314)	77.4	18	0.046	0.83
8 English (315)	77.28	18	0.046	0.83
7/8 Grade team room (316)	44	12	0.046	0.55
Class Room (317)	63.27	12	0.046	0.55
Class Room (318)	55.1	12	0.046	0.55

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Class Room (319)	54.91	12	0.046	0.55
Office (320)	53.34	12	0.046	0.55
Class Room (321)	76.31	18	0.046	0.83
Class Room (322)	79.15	18	0.046	0.83
Class Room (323)	67.03	12	0.046	0.55
Class Room (324)	76.31	16	0.046	0.74
Computer (325)	45.13	12	0.046	0.55
รวม	3651.33	772	0.046	35.51

จากตารางที่ 4.21 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียน ระดับ Middle School (MS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 28.28-129 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง Resource (219) มีพื้นที่ขนาด 28.28 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.25 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 65.6 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.49 kW พื้นที่ขนาดกลาง 91.52 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.74 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Elementary Art (119) มีพื้นที่ขนาด 129 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.98 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 35.51 kW

ตารางที่ 4.22 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 ห้องเรียนระดับ High School (HS)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Home Economic room(103)	106.56	18	0.046	0.83
Instrumental music (104)	104.8	18	0.046	0.83
Music office(105)	10.24	18	0.046	0.83
Vocal Music(106)	112.48	24	0.046	1.10
Foreign Language(107)	57.6	12	0.046	0.55
Foreign Language(108)	54.4	12	0.046	0.55
Foreign Language(109)	64	12	0.046	0.55
Foreign Language(110)	35.2	6	0.046	0.28
Foreign Language(111)	54.4	12	0.046	0.55
Math(113)	57.6	12	0.046	0.55
Computer Lab(114)	80	18	0.046	0.83
Math work room(115)	38.4	6	0.046	0.28
Math(116)	57.6	12	0.046	0.55
Math(117)	64	12	0.046	0.55
Math(118)	60.8	12	0.046	0.55
Math(119)	57.6	12	0.046	0.55
Math(120)	57.6	12	0.046	0.55
Intensive Studies(203)	73.92	18	0.046	0.83
Physical sc.(lab)(204)	130.24	24	0.046	1.10
Bio.sc.(lab)(205)	130.24	24	0.046	1.10
Sc.Prep. room(206)	60.8	12	0.046	0.55
Bio.sc. (lab)(207)	130.24	24	0.046	1.10

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (ตร.ม.)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Physics (lab)(208)	120.96	18	0.046	0.83
Sc.sc. work room (209)	38.4	8	0.046	0.37
Chemistry (lab) (210)	133.76	24	0.046	1.10
Sc. Prep. room (211)	54.24	12	0.046	0.55
Chemistry (lab) (212)	131.04	24	0.046	1.10
ESL Class room (213)	67.2	12	0.046	0.55
Physical sc. (lab) (214)	124.32	24	0.046	1.10
English work room (301)	42.24	6	0.046	0.28
English (302)	73.92	20	0.046	0.92
English (303)	63.36	12	0.046	0.55
English (304)	66.88	12	0.046	0.55
English (305)	70.4	12	0.046	0.55
English (306)	72.44	12	0.046	0.55
English (307)	63.36	12	0.046	0.55
English (308)	63.36	12	0.046	0.55
Social St. work room (309)	38.72	8	0.046	0.37 -
Social st. (310)	66.88	12	0.046	0.55
Social st. (311)	70.4	12	0.046	0.55
Social st. (312)	59.84	12	0.046	0.55
Social st. (313)	59.84	12	0.046	0.55
Social st. (314)	70.56	16	0.046	0.74
ESL. work room (315)	33.6	6	0.046	0.28

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m^2)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
ESL (316)	36.96	6	0.046	0.28
ESL (317)	36.96	6	0.046	0.28
Business(lab) (318)	87.36	18	0.046	0.83
Computer(lab) (319)	107.84	18	0.046	0.83
Computer(lab) (3-320)	123.52	18	0.046	0.83
ESL (321)	59.84	12	0.046	0.55
ESL (322)	53.76	12	0.046	0.55
รวม	3690.68	718	0.046	33.03

จากตารางที่ 4.22 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียน ระดับ High School (HS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 33.60-133.76 m^2 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง ESL Work room (315) มีพื้นที่ขนาด 33.60 m^2 มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.25 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 66.88 m^2 มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.49 kW พื้นที่ขนาดกลาง 104.50 m^2 มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.74 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Chemistry (Lab) (210) มีพื้นที่ขนาด 133.76 m^2 มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.98 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 33.03 kW

ตารางที่ 4.23 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียน
ระดับ Elementary School (ES)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Grade One 5-105	73.6	12	0.031	0.37
Grade One 5-106	80	18	0.031	0.56
Grade One 5-107	76.8	18	0.031	0.56
Grade One 5-108	80	18	0.031	0.56
Grade One 5-109	83.2	18	0.031	0.56
Art 5-112	73.6	12	0.031	0.37
Art 5-113	72	12	0.031	0.37
Art 5-114	83.2	18	0.031	0.56
K/G 5-115	89.6	18	0.031	0.56
K/G 5-116	90.72	18	0.031	0.56
K/G 5-117	83.2	18	0.031	0.56
K/G 5-119	89.6	18	0.031	0.56
ESL 5-120 A	54.86	12	0.031	0.37
5-120B	32	12	0.031	0.37
ESL 5-121	83.2	18	0.031	0.56
ESL 5-122	37.44	12	0.031	0.37
5-202	48.64	12	0.031	0.37
5-203	203	36	0.031	1.12
5-204B	32.35	12	0.031	0.37
Computer Lab (204)	83.2	18	0.031	0.56
Computer Lab (5-205A)	54.85	12	0.031	0.37
5-205B	22.85	6	0.031	0.19

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Grade Two Office 5-206	38.4	6	0.031	0.19
Grade Two 5-207	80	18	0.031	0.56
Grade Two 5-208	73.6	12	0.031	0.37
Grade Two 5-209	83.2	18	0.031	0.56
Grade Two 5-210	80.64	18	0.031	0.56
Grade Two 5-211	64	12	0.031	0.37
Grade Two 5-212	80	18	0.031	0.56
Grade Three 5-213	70.4	12	0.031	0.37
Grade Three 5-214	83.2	18	0.031	0.56
Grade Three 5-215	73.6	12	0.031	0.37
Grade Three 5-216	64	12	0.031	0.37
Grade Four 5-217	80	18	0.031	0.56
Grade Four 5-218	83.2	18	0.031	0.56
Grade Four 5-219	64	12	0.031	0.37
Grade Four 5-220	73.6	18	0.031	0.56
Grade Four 5-221	76.8	18	0.031	0.56
Grade Four 5-222	73.6	12	0.031	0.37
Grade Four 5-223	64	12	0.031	0.37
IS 5-224	80	18	0.031	0.56
Grade Four Office 5-225A	28.8	6	0.031	0.19
5-225	18.29	6	0.031	0.19

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m^2)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Grade Five 5-226	64	12	0.031	0.37
Grade Five 5-227	73.6	12	0.031	0.37
Grade Five 5-228	64	12	0.031	0.37
Grade Five 5-229	73.6	12	0.031	0.37
Grade Five 5-230	64	12	0.031	0.37
Grade Five 5-231	76.8	18	0.031	0.56
Grade Five Office 5-232	35.2	6	0.031	0.19
รวม	3512.44	726	0.031	22.51

จากตารางที่ 4.23 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 22.85 - 203 m^2 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 36 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าแต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง 5-225 มีพื้นที่ขนาด 18.29 m^2 มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.19 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 64 m^2 มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.37 kW พื้นที่ขนาดกลาง 89.60 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 0.56 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง 5-203 มีพื้นที่ขนาด 203 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 1.12 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 22.51 kW

ตารางที่ 4.24 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียน
ระดับ Middle School (MS)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Photography(105)	77.28	18	0.031	0.56
Publications(106)	113.52	24	0.031	0.74
M/S Music (112)	70.56	12	0.031	0.37
Music tech room (113)	40.32	12	0.031	0.37
Elementary Music (114)	98	18	0.031	0.56
Elementary Music (115)	60.67	12	0.031	0.37
Elementary Music (117)	88	18	0.031	0.56
Elementary Art (118)	118.2	24	0.031	0.74
Elementary Art (119)	129	24	0.031	0.74
IS Classroom (203)	80.64	18	0.031	0.56
French (204)	78.72	18	0.031	0.56
Computer room (205)	95.52	18	0.031	0.56
8 SCI. (206)	100.32	18	0.031	0.56
8/7 SCI. (207)	91.52	18	0.031	0.56
SCI. storage (208)	117.76	18	0.031	0.56
7 SCI. (209)	91.52	18	0.031	0.56
6 SCI. (210)	102.08	18	0.031	0.56
Multi-Purpose Room (211)	63.635	12	0.031	0.37
Multi-Purpose Room (212)	54.085	12	0.031	0.37
Class Room (213)	54.91	12	0.031	0.37
Class Room (214)	55.52	12	0.031	0.37
Middle School Science (215)	85.95	18	0.031	0.56

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
High School Thai (216)	64.64	12	0.031	0.37
Middle School Thai (217)	70.52	12	0.031	0.37
Class Room (218)	76.21	18	0.031	0.56
Resource (219)	28.28	6	0.031	0.19
7 SS (301)	75.44	18	0.031	0.56
7 English (302)	65.6	12	0.031	0.37
ESL (303)	32.8	6	0.031	0.19
ESL (304)	42.64	12	0.031	0.37
7/8 Math (305)	70.4	18	0.031	0.56
7 Math (306)	73.6	18	0.031	0.56
ESL (307)	40.32	12	0.031	0.37
ESL (308)	36.96	6	0.031	0.19
ESL Resource (309)	67.2	12	0.031	0.37
7 Grade team room (310)	41.6	12	0.031	0.37
7/8 SS (311)	77.28	18	0.031	0.56
7/8 English (312)	73.8	-18	0.031	0.56
8 Math (313)	77.08	18	0.031	0.56
8 SS (314)	77.4	18	0.031	0.56
8 English (315)	77.28	18	0.031	0.56
7/8 Grade team room (316)	44	12	0.031	0.37
Class Room (317)	63.27	12	0.031	0.37
Class Room (318)	55.1	12	0.031	0.37

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (ตร.ม.)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Class Room (319)	54.91	12	0.031	0.37
Office (320)	53.34	12	0.031	0.37
Class Room (321)	76.31	18	0.031	0.56
Class Room (322)	79.15	18	0.031	0.56
Class Room (323)	67.03	12	0.031	0.37
Class Room (324)	76.31	16	0.031	0.50
Computer (325)	45.13	12	0.031	0.37
รวม	3651.33	772	1.581	23.93

จากตารางที่ 4.24 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียน ระดับ Middle School (MS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 28.28-129 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง Resource (219) มีพื้นที่ขนาด 28.28 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.19 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 65.6 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.37 kW พื้นที่ขนาดกลาง 91.52 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.56 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Elementary Art (119) มีพื้นที่ขนาด 129 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.74 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 23.93 kW

ตารางที่ 4.25 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ห้องเรียน
ระดับ High School (HS)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Home Economic room(103)	106.56	18	0.031	0.56
Instrumental music (104)	104.8	18	0.031	0.56
Music office(105)	10.24	18	0.031	0.56
Vocal Music(106)	112.48	24	0.031	0.74
Foreign Language(107)	57.6	12	0.031	0.37
Foreign Language(108)	54.4	12	0.031	0.37
Foreign Language(109)	64	12	0.031	0.37
Foreign Language(110)	35.2	6	0.031	0.19
Foreign Language(111)	54.4	12	0.031	0.37
Math(113)	57.6	12	0.031	0.37
Computer Lab(114)	80	18	0.031	0.56
Math work room(115)	38.4	6	0.031	0.19
Math(116)	57.6	12	0.031	0.37
Math(117)	64	12	0.031	0.37
Math(118)	60.8	12	0.031	0.37
Math(119)	57.6	12	0.031	0.37
Math(120)	57.6	12	0.031	0.37
Inensive Studies(203)	73.92	18	0.031	0.56
Physical se.(lab)(204)	130.24	24	0.031	0.74
Bio.se.(lab)(205)	130.24	24	0.031	0.74
Sc.Prep. room(206)	60.8	12	0.031	0.37
Bio.se. (lab)(207)	130.24	24	0.031	0.74

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Physics (lab)(208)	120.96	18	0.031	0.56
Sc.sc. work room (209)	38.4	8	0.031	0.25
Chemistry (lab) (210)	133.76	24	0.031	0.74
Sc. Prep. room (211)	54.24	12	0.031	0.37
Chemistry (lab) (212)	131.04	24	0.031	0.74
ESL. Class room (213)	67.2	12	0.031	0.37
Physical sc. (lab) (214)	124.32	24	0.031	0.74
English work room (301)	42.24	6	0.031	0.19
English (302)	73.92	20	0.031	0.62
English (303)	63.36	12	0.031	0.37
English (304)	66.88	12	0.031	0.37
English (305)	70.4	12	0.031	0.37
English (306)	72.44	12	0.031	0.37
English (307)	63.36	12	0.031	0.37
English (308)	63.36	12	0.031	0.37
Social St. work room (309)	38.72	8	0.031	0.25
Social st. (310)	66.88	12	0.031	0.37
Social st. (311)	70.4	12	0.031	0.37
Social st. (312)	59.84	12	0.031	0.37
Social st. (313)	59.84	12	0.031	0.37
Social st. (314)	70.56	16	0.031	0.50
ESL. work room (315)	33.6	6	0.031	0.19

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
ESL (316)	36.96	6	0.031	0.19
ESL (317)	36.96	6	0.031	0.19
Business(lab) (318)	87.36	18	0.031	0.56
Computer(lab) (319)	107.84	18	0.031	0.56
Computer(lab) (3-320)	123.52	18	0.031	0.56
ESL (321)	59.84	12	0.031	0.37
ESL (322)	53.76	12	0.031	0.37
	3690.68	718	0.031	22.26

จากตารางที่ 4.25 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียน ระดับ High School (HS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 33.60-133.76 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง ESL Work room (315) มีพื้นที่ขนาด 33.60 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.19 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 66.88 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.37 kW และพื้นที่ขนาดกลาง 104.50 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.56 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Chemistry (Lab) (210) มีพื้นที่ขนาด 133.76 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.74 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 22.26 kW

ตารางที่ 4.26 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Elementary School (ES)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Grade One 5-105	73.6	12	0.022	0.26
Grade One 5-106	80	18	0.022	0.40
Grade One 5-107	76.8	18	0.022	0.40
Grade One 5-108	80	18	0.022	0.40
Grade One 5-109	83.2	18	0.022	0.40
Art 5-112	73.6	12	0.022	0.26
Art 5-113	72	12	0.022	0.26
Art 5-114	83.2	18	0.022	0.40
K/G 5-115	89.6	18	0.022	0.40
K/G 5-116	90.72	18	0.022	0.40
K/G 5-117	83.2	18	0.022	0.40
K/G 5-119	89.6	18	0.022	0.40
ESL 5-120 A	54.86	12	0.022	0.26
5-120B	32	12	0.022	0.26
ESL 5-121	83.2	18	0.022	0.40
ESL 5-122	37.44	12	0.022	0.26
5-202	48.64	12	0.022	0.26
5-203	203	36	0.022	0.79
5-204B	32.35	12	0.022	0.26
Computer Lab (204)	83.2	18	0.022	0.40
Computer Lab (5-205A)	54.85	12	0.022	0.26
5-205B	22.85	6	0.022	0.13

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Grade Two Office 5-206	38.4	6	0.022	0.13
Grade Two 5-207	80	18	0.022	0.40
Grade Two 5-208	73.6	12	0.022	0.26
Grade Two 5-209	83.2	18	0.022	0.40
Grade Two 5-210	80.64	18	0.022	0.40
Grade Two 5-211	64	12	0.022	0.26
Grade Two 5-212	80	18	0.022	0.40
Grade Three 5-213	70.4	12	0.022	0.26
Grade Three 5-214	83.2	18	0.022	0.40
Grade Three 5-215	73.6	12	0.022	0.26
Grade Three 5-216	64	12	0.022	0.26
Grade Four 5-217	80	18	0.022	0.40
Grade Four 5-218	83.2	18	0.022	0.40
Grade Four 5-219	64	12	0.022	0.26
Grade Four 5-220	73.6	18	0.022	0.40
Grade Four 5-221	76.8	18	0.022	0.40
Grade Four 5-222	73.6	12	0.022	0.26
Grade Four 5-223	64	12	0.022	0.26
IS 5-224	80	18	0.022	0.40
Grade Four Office 5-225A	28.8	6	0.022	0.13
5-225	18.29	6	0.022	0.13
Grade Five 5-226	64	12	0.022	0.26

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m^2)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Grade Five 5-227	73.6	12	0.022	0.26
Grade Five 5-228	64	12	0.022	0.26
Grade Five 5-229	73.6	12	0.022	0.26
Grade Five 5-230	64	12	0.022	0.26
Grade Five 5-231	76.8	18	0.022	0.40
Grade Five Office 5-232	35.2	6	0.022	0.13
รวม	3512.44	726	0.022	15.97

จากตารางที่ 4.26 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียนระดับ Elementary School (ES) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 22.85 - 203 m^2 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 36 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าแต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง 5-225 มีพื้นที่ขนาด 18.29 m^2 มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.13 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 64 m^2 มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.26kW และพื้นที่ขนาดกลาง 89.60 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 0.40 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง 5-203 มีพื้นที่ขนาด 203 m^2 มีค่าความส่องสว่างเท่ากับ 0.79 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 15.97 kW

ตารางที่ 4.27 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ Middle School (MS)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Photography(105)	77.28	18	0.022	0.40
Publications(106)	113.52	24	0.022	0.53
M/S Music (112)	70.56	12	0.022	0.26
Music tech room (113)	40.32	12	0.022	0.26
Elementary Music (114)	98	18	0.022	0.40
Elementary Music (115)	60.67	12	0.022	0.26
Elementary Music (117)	88	18	0.022	0.40
Elementary Art (118)	118.2	24	0.022	0.53
Elementary Art (119)	129	24	0.022	0.53
IS Classroom (203)	80.64	18	0.022	0.40
French (204)	78.72	18	0.022	0.40
Computer room (205)	95.52	18	0.022	0.40
8 SCI. (206)	100.32	18	0.022	0.40
8/7 SCI. (207)	91.52	18	0.022	0.40
SCI. storage (208)	117.76	18	0.022	0.40
7 SCI. (209)	91.52	18	0.022	0.40
6 SCI. (210)	102.08	18	0.022	0.40
Multi-Purpose Room (211)	63.635	12	0.022	0.26
Multi-Purpose Room (212)	54.085	12	0.022	0.26
Class Room (213)	54.91	12	0.022	0.26
Class Room (214)	55.52	12	0.022	0.26
Middle School Science (215)	85.95	18	0.022	0.40

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
High School Thai (216)	64.64	12	0.022	0.26
Middle School Thai (217)	70.52	12	0.022	0.26
Class Room (218)	76.21	18	0.022	0.40
Resource (219)	28.28	6	0.022	0.13
7 SS (301)	75.44	18	0.022	0.40
7 English (302)	65.6	12	0.022	0.26
ESL (303)	32.8	6	0.022	0.13
ESL (304)	42.64	12	0.022	0.26
7/8 Math (305)	70.4	18	0.022	0.40
7 Math (306)	73.6	18	0.022	0.40
ESL (307)	40.32	12	0.022	0.26
ESL (308)	36.96	6	0.022	0.13
ESL Resource (309)	67.2	12	0.022	0.26
7 Grade team room (310)	41.6	12	0.022	0.26
7/8 SS (311)	77.28	18	0.022	0.40
7/8 English (312)	73.8	18	0.022	0.40
8 Math (313)	77.08	18	0.022	0.40
8 SS (314)	77.4	18	0.022	0.40
8 English (315)	77.28	18	0.022	0.40
7/8 Grade team room (316)	44	12	0.022	0.26
Class Room (317)	63.27	12	0.022	0.26
Class Room (318)	55.1	12	0.022	0.26

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Class Room (319)	54.91	12	0.022	0.26
Office (320)	53.34	12	0.022	0.26
Class Room (321)	76.31	18	0.022	0.40
Class Room (322)	79.15	18	0.022	0.40
Class Room (323)	67.03	12	0.022	0.26
Class Room (324)	76.31	16	0.022	0.35
Computer (325)	45.13	12	0.022	0.26
รวม	3651.33	772	0.022	16.98

จากตารางที่ 4.27 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียน ระดับ Middle School (MS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 28.28-129 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง Resource (219) มีพื้นที่ขนาด 28.28 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.13 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 65.6 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.26 kW พื้นที่ขนาดกลาง 91.52 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.40 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Elementary Art (119) มีพื้นที่ขนาด 129 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.53 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 16.98 kW

ตารางที่ 4.28 ค่ากำลังไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W ห้องเรียนระดับ High School (HS)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Home Economic room(103)	106.56	18	0.022	0.40
Instrumental music (104)	104.8	18	0.022	0.40
Music office(105)	10.24	18	0.022	0.40
Vocal Music(106)	112.48	24	0.022	0.53
Foreign Language(107)	57.6	12	0.022	0.26
Foreign Language(108)	54.4	12	0.022	0.26
Foreign Language(109)	64	12	0.022	0.26
Foreign Language(110)	35.2	6	0.022	0.13
Foreign Language(111)	54.4	12	0.022	0.26
Math(113)	57.6	12	0.022	0.26
Computer Lab(114)	80	18	0.022	0.40
Math work room(115)	38.4	6	0.022	0.13
Math(116)	57.6	12	0.022	0.26
Math(117)	64	12	0.022	0.26
Math(118)	60.8	12	0.022	0.26
Math(119)	57.6	12	0.022	0.26
Math(120)	57.6	12	0.022	0.26
Inensive Studies(203)	73.92	18	0.022	0.40
Physical sc.(lab)(204)	130.24	24	0.022	0.53
Bio.sc.(lab)(205)	130.24	24	0.022	0.53
Sc.Prep. room(206)	60.8	12	0.022	0.26
Bio.sc. (lab)(207)	130.24	24	0.022	0.53

ตารางที่ 4.28 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
Physics (lab)(208)	120.96	18	0.022	0.40
Sc.sc. work room (209)	38.4	8	0.022	0.18
Chemistry (lab) (210)	133.76	24	0.022	0.53
Sc. Prep. room (211)	54.24	12	0.022	0.26
Chemistry (lab) (212)	131.04	24	0.022	0.53
ESL. Class room (213)	67.2	12	0.022	0.26
Physical se. (lab) (214)	124.32	24	0.022	0.53
English work room (301)	42.24	6	0.022	0.13
English (302)	73.92	20	0.022	0.44
English (303)	63.36	12	0.022	0.26
English (304)	66.88	12	0.022	0.26
English (305)	70.4	12	0.022	0.26
English (306)	72.44	12	0.022	0.26
English (307)	63.36	12	0.022	0.26
English (308)	63.36	12	0.022	0.26
Social St. work room (309)	38.72	8	0.022	0.18
Social st. (310)	66.88	12	0.022	0.26
Social st. (311)	70.4	12	0.022	0.26
Social st. (312)	59.84	12	0.022	0.26
Social st. (313)	59.84	12	0.022	0.26
Social st. (314)	70.56	16	0.022	0.35
ESL. work room (315)	33.6	6	0.022	0.13

ตารางที่ 4.28 (ต่อ)

ห้องเรียน	จำนวน			
	พื้นที่ (m ²)	หลอดไฟฟ้า (หลอด)	กำลังไฟฟ้าต่อ หลอด (kW)	กำลังไฟฟ้าต่อ พื้นที่ (kW)
ESL (316)	36.96	6	0.022	0.13
ESL (317)	36.96	6	0.022	0.13
Business(lab) (318)	87.36	18	0.022	0.40
Computer(lab) (319)	107.84	18	0.022	0.40
Computer(lab) (3-320)	123.52	18	0.022	0.40
ESL (321)	59.84	12	0.022	0.26
ESL (322)	53.76	12	0.022	0.26
รวม	3690.68	718	0.022	15.80

จากตารางที่ 4.28 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของห้องเรียน ระดับ High School (HS) โดยห้องเรียนมีขนาดตั้งแต่ 33.60-133.76 m² มีจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในห้องตั้งแต่ 6 - 24 หลอด เมื่อทำการคำนวณพิจารณาตามจำนวนพื้นที่ และจำนวนหลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าของพื้นที่แต่ละห้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่เล็กที่สุด คือห้อง ESL Work room (315) มีพื้นที่ขนาด 33.60 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.13 kW พื้นที่ค่อนข้างเล็กขนาด 66.88 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.26 kW พื้นที่ขนาดกลาง 104.50 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.40 kW และพื้นที่ขนาดใหญ่ คือห้อง Chemistry (Lab)(210) มีพื้นที่ขนาด 133.76 m² มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.53 kW และมีค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดเท่ากับ 15.80 kW

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากศึกษาเรื่องการศึกษาวิเคราะห์การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสถานศึกษานานาชาติ: กรณีศึกษา โรงเรียนนานาชาติ International School Bangkok (ISB) ซึ่งเป็นการศึกษาค่าความส่องสว่างกับพื้นที่ใช้สอย และค่าการใช้พลังงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ที่ใช้งานในปัจจุบัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W/865 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W และหลอดประหยัดพลังงาน LED Tube ขนาด 22 W ภายในห้องเรียน 3 ประเภท คือ 1) ระดับ Elementary School (ES) 2) ระดับ Middle School (MS) และ 3) ระดับ High School (HS) เพื่อหาค่ามาตรฐานของห้องเรียน โดยสรุปผลดังนี้

ผลการวิเคราะห์ค่าความส่องสว่าง และค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ซึ่งกำหนด สำหรับพื้นที่สำหรับการศึกษาต่างๆ ไป เท่ากับ 300 lux สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ห้องเรียนที่มีพื้นที่ไม่เกิน 40 m²

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 2,600 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งาน จำนวน 12 หลอด คงเหลือ จำนวน 5 หลอด ตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 0.55 kW เหลืออยู่ 0.21 kW

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W/865 มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 3,050 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งาน จำนวน 12 หลอด คงเหลือ จำนวน 4 หลอด ตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 0.49 kW เหลืออยู่ 0.16 kW

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 2,900 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งาน จำนวน 12 หลอด คงเหลือจำนวน 4 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 0.37 kW เหลืออยู่ 0.13 kW

หลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 1,650 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งานจำนวน 12 หลอด คงเหลือ จำนวน 7 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 0.26 kW เหลืออยู่ 0.16 kW

เห็นได้ว่าหลังการปรับค่าความส่องสว่างให้เทียบเท่ากับค่ามาตรฐาน และทำการเปรียบเทียบหลอดทั้ง 4 ชนิด พบว่าจำนวนหลอดที่เหมาะสมสำหรับห้องเรียนที่มีพื้นที่ไม่เกิน 40 m² โดยการคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน คือจำนวน 4 หลอด ด้วยการใชหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W เสียค่ากำลังไฟฟ้าน้อยที่สุดเพียง 0.12 kW

2. ห้องเรียนที่มีพื้นที่ไม่เกิน 80 m²

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 2,600 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐานที่ 300 lux พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งานจำนวน 18 หลอด คงเหลือ จำนวน 9 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 0.83 kW เหลืออยู่ 0.42 kW

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W/865 มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 3,050 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งานจำนวน 18 หลอด คงเหลือ จำนวน 8 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 0.74 kW เหลืออยู่ 0.32 kW

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 2,900 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งานจำนวน 18 หลอด คงเหลือจำนวน 8 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 0.56 kW เหลืออยู่ 0.26 kW

หลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 1,650 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งานจำนวน 18 หลอด คงเหลือจำนวน 15 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 0.40 kW เหลืออยู่ 0.32 kW

เห็นได้ว่าหลังการปรับค่าความส่องสว่างให้เทียบเท่ากับค่ามาตรฐาน และทำการเปรียบเทียบหลอดทั้ง 4 ชนิด พบว่าจำนวนหลอดที่เหมาะสมสำหรับห้องเรียนที่มีพื้นที่ไม่เกิน 80 m² โดยการคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน คือจำนวน 8 หลอด ด้วยการใชหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W เสียค่ากำลังไฟฟ้าในการน้อยที่สุดเพียง 0.26 kW

3. ห้องเรียนที่มีพื้นที่ไม่เกิน 120 m²

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 2,600 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐานที่ 300 lux พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งานอยู่จำนวน 24 หลอด คงเหลือ จำนวน 14 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 1.10 kW เหลืออยู่ 0.64 kW

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W/865 มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 3,050 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งานจำนวน 24 หลอด คงเหลือ จำนวน 12 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 0.98 kW เหลืออยู่ 0.48 kW

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 2,900 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งานจำนวน 24 หลอด คงเหลือ จำนวน 12 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 0.74 kW เหลืออยู่ 0.38 kW

หลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 1,650 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งานจำนวน 24 หลอด คงเหลือ จำนวน 22 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 0.53 kW เหลืออยู่ 0.48 kW

เห็นได้ว่าหลังการปรับค่าความส่องสว่างให้เทียบเท่าค่ามาตรฐาน และทำการเปรียบเทียบหลอดทั้ง 4 ชนิด พบว่าจำนวนหลอดที่เหมาะสมสำหรับห้องเรียนที่มีพื้นที่ไม่เกิน 120 m² โดยการคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน คือจำนวน 12 หลอด ด้วยการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W เสียกำลังไฟฟ้าในการใช้งานน้อยที่สุดเพียง 0.38 kW

4. ห้องเรียนที่มีพื้นที่ไม่เกิน 230 m²

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 2,600 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐานที่ 300 lux พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งานจำนวน 36 หลอด คงเหลือ 27 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 1.66 kW เหลืออยู่ 1.22 kW

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W/865 มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 3,050 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้งานจำนวน 36 หลอด คงเหลือ จำนวน 24 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้อยู่ 1.48 kW เหลืออยู่ 0.98 kW

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 2,900 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้จำนวน 36 หลอด คงเหลือ จำนวน 24 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงจากที่ใช้ 1.12 kW เหลืออยู่ 0.74 kW

หลอดประหยัดพลังงาน LED ขนาด 22 W มีค่าฟลักซ์ความส่องสว่าง 1,650 lm เมื่อปรับค่าความส่องสว่างให้เท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่าจำนวนหลอดไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากที่ใช้จำนวน 36 หลอด เพิ่มขึ้นเป็น 42 หลอดตามสัดส่วนของพื้นที่ และทำให้กำลังไฟฟ้าจากเดิมที่ใช้ จำนวน 0.79 kW เพิ่มขึ้นเป็น 0.92 kW

เห็นได้ว่าหลังการปรับค่าความส่องสว่างให้เทียบเท่าค่ามาตรฐาน และทำการเปรียบเทียบหลอดทั้ง 4 ชนิด พบว่าจำนวนหลอดที่เหมาะสมสำหรับห้องเรียนที่มีพื้นที่ไม่เกิน 230 m² โดยการคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน คือจำนวน 24 หลอด ด้วยการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W เสียค่ากำลังไฟฟ้าในการน้อยที่สุดเพียง 0.74 kW

5.2 อภิปรายผล

หลอดไฟฟ้าได้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถประหยัดพลังงานได้มากขึ้น การนำหลอดไฟฟ้าไปใช้งานต้องคำนึงถึงประเภทการใช้งาน คุณลักษณะของหลอดไฟฟ้า โดยเฉพาะในสถานศึกษาหรือโรงเรียน การเลือกใช้หลอดแสงสว่างให้เหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งส่งผลถึงประสิทธิภาพการเรียนการสอนของนักเรียนและอาจารย์

ดังนั้นการออกแบบติดตั้งหรือปรับปรุงระบบแสงสว่างภายในอาคาร ต้องคำนึงถึงลักษณะรูปแบบการใช้งาน ความเหมาะสมของความส่องสว่างที่เป็นไปตามมาตรฐาน รวมถึงดูอุปกรณ์ในระบบแสงสว่าง เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานและไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

1) มาตรการประหยัดพลังงานโดยการเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงานหลอดไฟฟ้านิว เป็นมาตรการหนึ่งที่ช่วยลดการใช้พลังงาน ซึ่งหากได้รับการส่งเสริมอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้ประเทศลดการนำเข้าเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าจากต่างประเทศได้

2) การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความส่องสว่างตามค่ามาตรฐาน เป็นการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสม ส่วนการติดตั้งต้องออกแบบตามลักษณะสภาพของห้องเพื่อความเหมาะสมและสวยงาม

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำการศึกษาครั้งต่อไป

1) การเปรียบเทียบการใช้พลังงานของหลอดไฟฟ้า เพื่อให้ผลของข้อมูลมีความถูกต้องมากที่สุด ควรใช้เครื่องมือตรวจวัดการใช้พลังงานจริง เนื่องจากหลอดและบัลลาสต์แต่ละยี่ห้อส่งผลกับค่าพลังงานทั้งสิ้น

2) เพื่อให้ได้ข้อมูลในการเปลี่ยนหลอดของปีปัจจุบันถูกต้องมากที่สุด จำเป็นต้องทำการบันทึกข้อมูล วัน เดือน ปี ที่ทำการติดตั้งหลอดและอุปกรณ์ประกอบ เพื่อนำค่ามาวิเคราะห์ระยะเวลาของการเปลี่ยนหลอดที่ถูกต้อง

DRU

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- ซิดซ์ ชูเชิด. (2555). การศึกษาการลงทุนในการนำเอาหลอดประหยัดพลังงานชนิด T5 ทดแทนหลอดชนิด T8 : กรณีศึกษา อาคารส่งเสริมสุขภาพ (สารนิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- บัญญัติ นาคะบุตร. (2553). การประเมินโครงการหลังจากการใช้งานของอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พิบูลย์ คิชู้จุม. (2521). การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- เมธี พงศ์โสภา. (2543). หลอดไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: หจก.กิจศึกษาเทรดดิ้ง.
- เสฐียรพงศ์ บุนผาสุวรรณ. (2556) การศึกษาการเปรียบเทียบการลงทุนหลอดไฟประหยัดพลังงาน ทดแทนหลอดไฟฟ้าเดิม : กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต (สารนิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

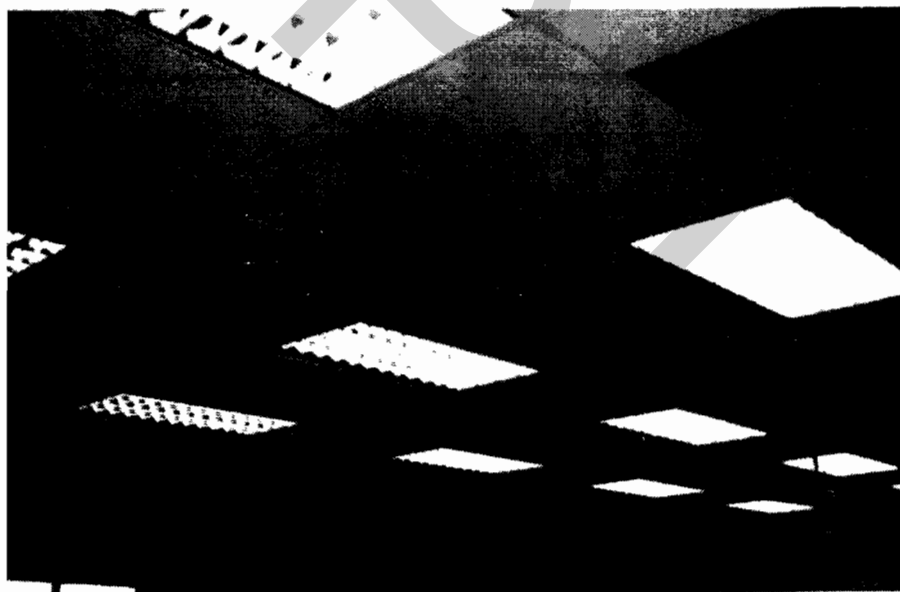
- การส่องสว่างโรงเรียน. สืบค้นวันที่ 4 ตุลาคม 2556, จาก
<http://www.tieathai.org/know/application/ch5.htm>
- การจัดห้องเรียนเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ. สืบค้นวันที่ 5 ตุลาคม 2556, จาก
<http://sornordon.wordpress.com/>
- การส่องสว่างภายใน (สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย). สืบค้นวันที่ 26 ตุลาคม 2556, จาก
<http://www.tieathai.org/know/general/general1.htm>
- กฎกระทรวง กระทรวงพลังงาน : ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด. สืบค้นวันที่ 12 ธันวาคม 2556,
 จาก <http://www.kodmhai.com/Kkat/NKkat/Nkkat-1/Newkkat-1-1/N1913.html>

Draft

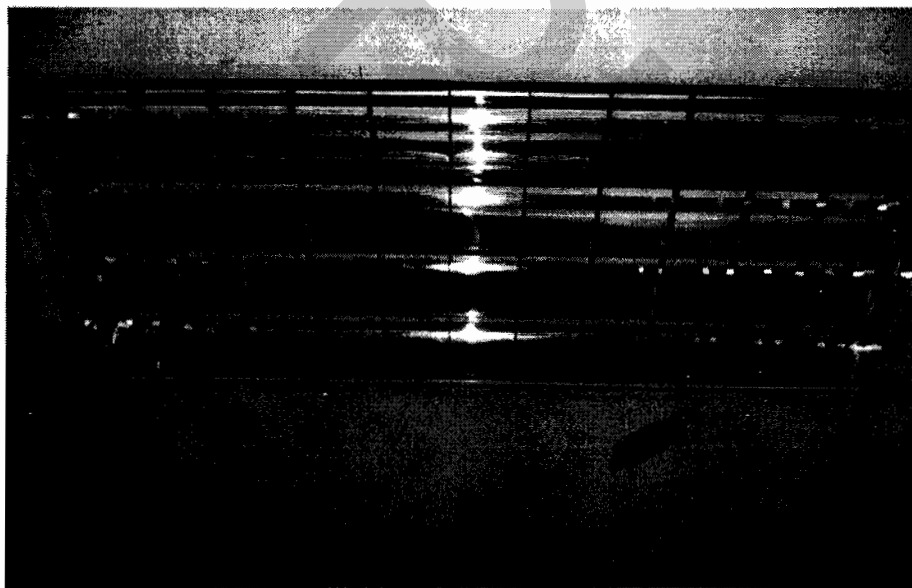
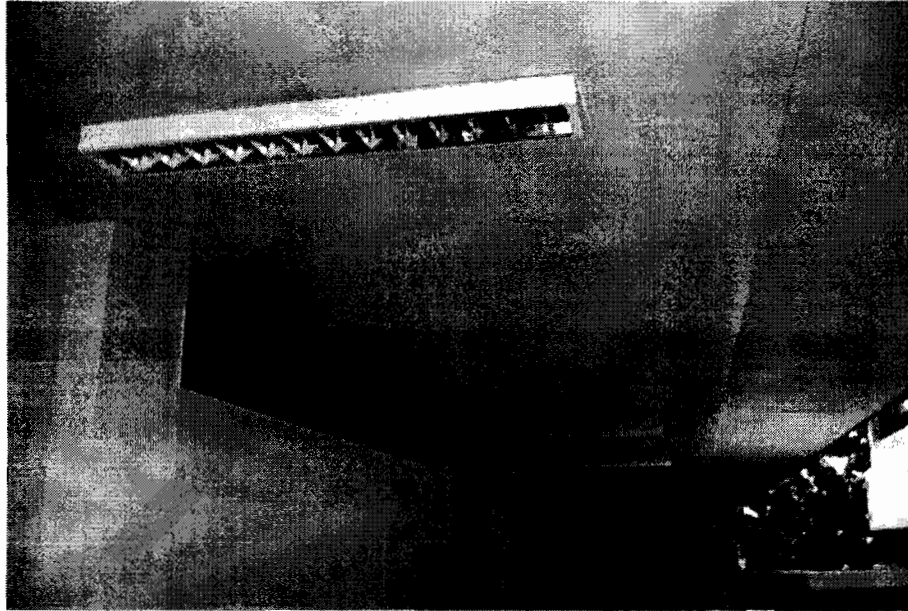
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
(หลอดไฟฟ้าภายใน International School Bangkok (ISB))

หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W



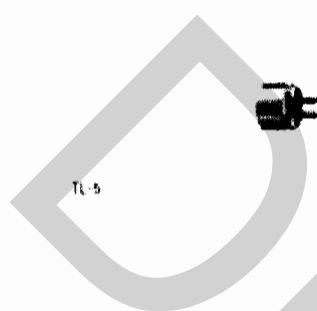
หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W



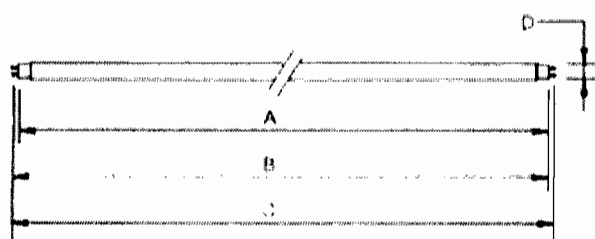
ภาคผนวก ข
(คุณสมบัติของหลอดไฟฟ้า)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ พอมใหม่ TL-5



- เล็ก กระทัดรัด ศึกษขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 16 มิลลิเมตร
- เล็กกว่า 30% เมื่อเทียบกับหลอดนีออนมาตรฐาน (TL-D)
- ประหยัดกว่า 10% เมื่อเทียบกับ TL-5 โดยคุณภาพแสงสว่าง
ที่ยืนยง
- สีเงินออกโต ลงจางด้วยค่าความถูกต้องของสี (CRI) มากกว่า 80
- อายุการใช้งาน ยาวนานกว่าถึง 24,000 ชั่วโมง
- เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีปริมาณสารปรอทน้อยที่สุดเพียง
1.4 มิลลิกรัมเท่านั้น
- ประสิทธิภาพสูงถึง 113 lm/w
- ใช้ร่วมกับหม้อแปลงอิเล็กทรอนิกส์ที่วางจำหน่าย



Dimensions in mm

Watt	A max.	B max.	C max.	D max.
13	846	1166.1	1163.2	17
19	846	1166.1	1163.2	17
25	1140	1166.1	1163.2	17
32	1140	1166.1	1163.2	17

ប្រភេទឧបករណ៍អគ្គិសនីប្រភេទប្រព័ន្ធ TL-5

ប្រភេទឧបករណ៍	ចំនួន (គ្រឿង)	ទំហំ	លេខ	តម្លៃប្រចាំគ្រឿង (៛)	តម្លៃសរុប (៛)	តម្លៃប្រចាំគ្រឿង (ដុល្លារ)	ចំនួនគ្រឿង (គ្រឿង)	តម្លៃសរុប (ដុល្លារ)
(១) Essential								
TL-5 Essential 14W/830 SLV/40	14	G-5	លើស	3.000	1.380	82	20.000	80
TL-5 Essential 14W/840 SLV/40	14	G-5	ប្រព័ន្ធ	4.000	1.380	82	20.000	80
TL-5 Essential 14W/865 SLV/40	14	G-5	ប្រព័ន្ធ	6.800	1.260	82	20.000	80
TL-5 Essential 21W/830 SLV/40	21	G-5	លើស	3.000	2.100	82	20.000	86
TL-5 Essential 21W/840 SLV/40	21	G-5	ប្រព័ន្ធ	4.000	2.100	82	20.000	86
TL-5 Essential 21W/865 SLV/40	21	G-5	ប្រព័ន្ធ	6.800	1.900	82	20.000	86
TL-5 Essential 28W/830 SLV/40	28	G-5	លើស	3.000	2.900	82	20.000	90
TL-5 Essential 28W/840 SLV/40	28	G-5	ប្រព័ន្ធ	4.000	2.900	82	20.000	90
TL-5 Essential 28W/865 SLV/40	28	G-5	ប្រព័ន្ធ	6.800	2.700	82	20.000	90
(២) Master								
MASTER TL5 HE 14W/830 SLV/40	14	G-5	លើស	3.000	1.380	86	24.000	220
MASTER TL5 HE 14W/840 SLV/40	14	G-5	ប្រព័ន្ធ	4.000	1.380	86	24.000	220
MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	14	G-5	ប្រព័ន្ធ	6.800	1.280	86	24.000	220
MASTER TL5 HE 21W/830 SLV/40	21	G-5	លើស	3.000	2.100	86	24.000	230
MASTER TL5 HE 21W/840 SLV/40	21	G-5	ប្រព័ន្ធ	4.000	2.100	86	24.000	230
MASTER TL5 HE 21W/865 SLV/40	21	G-5	ប្រព័ន្ធ	6.800	1.960	86	24.000	230
MASTER TL5 HE 28W/830 SLV/40	28	G-5	លើស	3.000	2.900	86	24.000	240
MASTER TL5 HE 28W/840 SLV/40	28	G-5	ប្រព័ន្ធ	4.000	2.900	86	24.000	240
MASTER TL5 HE 28W/865 SLV/40	28	G-5	ប្រព័ន្ធ	6.800	2.700	86	24.000	240
MASTER TL5 HE 36W/830 SLV/40	36	G-5	លើស	3.000	3.660	86	24.000	280
MASTER TL5 HE 36W/840 SLV/40	36	G-5	ប្រព័ន្ធ	4.000	3.660	86	24.000	280
MASTER TL5 HE 36W/865 SLV/40	36	G-5	ប្រព័ន្ធ	6.800	3.400	86	24.000	280
MASTER TL5 HD 54W/830 SLV/40	54	G-5	លើស	3.000	6.000	86	24.000	400
MASTER TL5 HD 54W/840 SLV/40	54	G-5	ប្រព័ន្ធ	4.000	6.000	86	24.000	400
MASTER TL5 HD 54W/865 SLV/40	54	G-5	ប្រព័ន្ធ	6.800	4.780	86	24.000	400

หลอดประหยัดพลังงาน LED

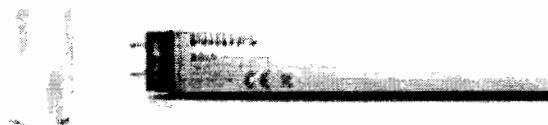


MASTER LEDtube
INTERNAL PERFORMANCE



Product features:

- Replacement of T8 fluorescent lamps with excellent lighting quality
- 50% less energy consumption comparing to fluorescent lamps
- Extreme-long life of 50,000 hours
- Full safety features and EM Protector safety device
- No mercury

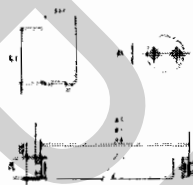


Accessories

MASTER LEDtube
FRANCO EMP 650

Dimensions (mm)

Product	A1	A2	A3	L1	D1	D2
600mm	168	165.5	167.5	59	21.48	
1200mm	168	165.5	167.5	59	21.48	
EMP650				145	3	21.5



Product benefits:

- Reduced operational cost thanks to lower energy consumption
- Lower maintenance cost thanks to 3-4 times longer lifetime than fluorescent lamps
- Fastest and easiest way to upgrade existing luminaire to LED technology; complete safe product and installation process
- Environment friendly without mercury while fluorescent lamps have

Application:

- Retail
- Office
- Industry
- School
- Hospital
- Public

Technical specification

Product Description	Wattage (W)	Equivalent Fluorescent Wattage (W)	Voltage (V)	Cap	Length (mm)	Beam angle	Lifetime (hrs)	Lumen output (lm)	Color Temp (K)	CRI (min)
MSTR LED INT PERF 600mm 11W840 T8	11	18	100-240	G17	600	140	30000	1050	4000	90
MSTR LED INT PERF 600mm 11W865 T8	11	18	100-240	G17	600	140	30000	1050	6500	90
MSTR LED INT PERF 1200mm 22W840 T8	22	36	100-240	G17	1200	140	30000	2100	4000	90
MSTR LED INT PERF 1200mm 22W865 T8	22	36	100-240	G17	1200	140	30000	2100	6500	90

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล
ประวัติการศึกษา

นางสาว ณัชชาธิ์ ประเสริฐนอก
สำเร็จการศึกษา ปี พ.ศ. 2537
ปริญญาตรี บริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
สำเร็จการศึกษา ปี พ.ศ.2546
ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

Secretary to the Head & Deputy Heads of School
International School Bangkok