



ศักยภาพการประหยัดพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ

กรณีศึกษา : เขตกรุงเทพมหานคร



ดุจฤดี ปานพรหมมินทร์
๒

อธินันทนการ

จาก

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ม.มหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2542

ISBN 974-662-800-3

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

๒พ
๑ 67 ๒ ค
๒542
๓.3

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ศักยภาพการประหยัดพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ

กรณีศึกษา : เขตกรุงเทพมหานคร

.....
ดุษฎี ปานพรหมมินทร์.....

นางสาวดุษฎี ปานพรหมมินทร์

ผู้วิจัย

.....
[Signature]

ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรูญ สิ้นฐานา Ph.D.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
[Signature]

นายทัญญู ณ ถลาง M.Arch., M.A.Ed.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
[Signature]

ศาสตราจารย์เลียงชัย ถิ่นล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

.....
[Signature]

นายชุมพร ยูวรี วท.ม.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการ

พัฒนาทรัพยากร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ศักยภาพการประหยัดพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ

กรณีศึกษา : เขตกรุงเทพมหานคร

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2542

...ดุจดฤดี... ปานพรหมมินทร์...

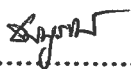
นางสาวดุจดฤดี ปานพรหมมินทร์

ผู้วิจัย



ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสพล สิ้นธุณา Ph.D.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนบูรณ์ ศศิภาณุเดช M.Eng.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



นายทัญญู ณ ถลาง M.Arch., M.A.Ed.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ศาสตราจารย์เลียงชัย ถัมถ้อยวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล



รองศาสตราจารย์รุ่งจรัส หุดะเจริญ วท.ม.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผศ.ดร.จิรพล สิ้นฐานาวา อาจารย์ชัยทัตถ์ ฌ ฤตาง และอาจารย์ธนบุรณ์ ศศิภาณุเดช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด ทุนการวิจัยบางส่วนได้รับจากทุนอุดหนุนการวิจัยของกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ จึงขอขอบพระคุณที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณบริษัทร้านค้าสะดวกซื้อทั้ง 6 บริษัทที่ได้อนุญาตให้สถานที่ให้ผู้วิจัยได้สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณพนักงานในร้านค้าสะดวกซื้อต่าง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากรรุ่นที่ 11 ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการวิจัยครั้งนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิคารมารดา ชัยวัฒน์ - เสริมสุข ปานพรหมมินทร์ และน้อง ๆ นนทรี - ก้องเกียรติ ปานพรหมมินทร์ ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

คุณฤดี ปานพรหมมินทร์

3937276 ENAT/M : สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร;

วท.ม. (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)

คำสำคัญ : ศักยภาพ / การประหยัดพลังงาน / ร้านค้าสะดวกซื้อ

จุดยุติ ปานพรหมมินทร์ : ศักยภาพการประหยัดพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ กรณีศึกษา : เขตกรุงเทพมหานคร (POTENTIAL ENERGY SAVING FOR LIGHTING IN CONVENIENCE STORES IN BANGKOK) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : จีรพล สีนุชนาวา, Ph.D., วทัญญู ณ ถลาง, M.Arch., M.A.Ed., ธนบูรณ์ ศศิภาณุเดช, M.Eng. 151 หน้า. ISBN 974-662-800-3

การศึกษาศักยภาพการประหยัดพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อในเขตกรุงเทพมหานครได้ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างจากร้านค้าสะดวกซื้อรวม 6 สาขา จำนวน 93 ร้านค้า วัดระดับความสว่างภายในร้านค้าทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ในช่วงเวลาระหว่าง 10.30 - 14.00 น. และ 20.00 - 04.00 น. นอกจากนี้ยังศึกษาเกี่ยวกับค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าอีกด้วย เพื่อหาแนวทางการประหยัดพลังงานและใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ระดับความสว่างเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวันของร้านค้าสะดวกซื้อทั้ง 6 สาขา เท่ากับ 1,556.6 lux ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน (500 lux) และในช่วงเวลากลางคืนมีระดับความสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 677.1 lux สูงกว่าค่ามาตรฐาน โดยที่ทั้งสองช่วงเวลามีค่าการใช้กำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างเฉลี่ยเท่ากัน คือ 31.6 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน (23 วัตต์ต่อตารางเมตร) พบว่าการประหยัดพลังงานด้วยการปรับเปลี่ยนความสว่างให้ได้มาตรฐานด้วยวิธีที่ไม่มีการลงทุนสามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างได้ถึงร้อยละ 41.0 ส่งผลให้ลดค่าไฟฟ้าและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 39.2 โดยประหยัดค่าไฟฟ้าได้ถึง 1,346,955.0 บาท/ปี และส่งผลให้ร้านค้าสะดวกซื้อทั้ง 6 สาขา มีค่าการใช้กำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในมาตรฐาน คือ 18.3 วัตต์ต่อตารางเมตร

สำหรับการประหยัดพลังงานโดยมีการลงทุน พบว่าการใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง (Super TLD) สามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างได้ถึงร้อยละ 51.1 ลดค่าไฟฟ้าและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 49.7 โดยประหยัดค่าไฟฟ้าได้ถึง 1,708,322.6 บาท/ปี มีระยะคืนทุนเท่ากับ 0.09 ปี และ IRR เท่ากับร้อยละ 37.3 และยังทำให้ร้านค้าสะดวกซื้อทั้ง 6 สาขา มีค่าการใช้กำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในมาตรฐาน คือ 15.0 วัตต์ต่อตารางเมตร

3937276 ENAT/M : MAJOR : APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCES DEVELOPMENT;

M.Sc. (APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT)

KEY WORDS : POTENTIAL / ENERGY SAVING / CONVENIENCE STORES

DUTRUDI PANPROMMIN : POTENTIAL ENERGY SAVING FOR LIGHTING IN CONVENIENCE STORES IN BANGKOK. THESIS ADVISORS : CHIRAPOL SINTUNAWA, Ph.D., WADANYU NATHALANG, M.Arch., M.A.Ed., TANABOON SASIPANUDACH, M.Eng. 151 p. ISBN 974-662-800-3

This study examines the energy saving potential of convenience stores in Bangkok. The illumination level of 93 stores from 6 company chains was measured at both day time (between 10.30 - 14.00 hrs) and night time (20.00 - 04.00 hrs).

The result from the study shows that the existing lighting systems of all the stores illuminated at levels higher than Commission International de l' Eclairage lighting standard at both day time and night time, 1,556.6 lux and 677.1 lux respectively. In addition, power consumption of these store was also higher than accepted standard, 31.6 watts per square meter (standard illumination and power consumption of convenience stores are 500 lux and 23 watts per square meter). Applying the non-investment energy saving scheme to these stores' lighting, these stores could reduce light bulb consumption by 41.0 percent and electricity consumption by 39.2 percent. About 1,346,955.0 baht per year could be saved on electricity bills with this scheme.

Applying the investment scheme to these stores through replacing existing light bulbs with the more energy efficient ones would reduce both number of light bulbs and electricity consumption of these stores. This scheme could reduce the number of light bulbs by 51.1 percent. It was also found that up to 49.7 percent of electricity consumption could be saved and 1,708,322.6 baht per year of electricity bill could be avoided. The investment in this scheme showed an IRR of 37.3 percent and a pay back period of 0.09 year.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	4
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.4 กรอบแนวคิดการศึกษา.....	5
1.5 ขอบเขตการศึกษา.....	6
1.6 วิธีการศึกษา.....	6
2. ทบทวนวรรณกรรม.....	9
2.1 ความหมายของร้านค้าสะดวกซื้อ.....	9
2.2 ผลกระทบต่อสุขภาพจากการใช้ระดับของแสงสว่างที่ไม่เหมาะสม.....	10
2.2.1 ความหมายและธรรมชาติของแสง.....	10
2.2.2 แสงสว่างกับการทำงาน.....	10
2.2.3 อันตรายของแสงสว่างต่อมนุษย์.....	13
2.3 ระดับความสว่างที่เหมาะสมภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	15
2.4 การวัดความสว่าง.....	17
2.4.1 เครื่องมือในการวัดความสว่าง.....	18
2.4.2 ตำแหน่งและเวลาในการวัดความสว่าง.....	18
2.5 การออกแบบระบบแสงสว่างภายในร้านค้า.....	21
2.6 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง.....	24
2.6.1 แนวทางที่ไม่มีการลงทุน.....	25
2.6.2 แนวทางที่มีการลงทุน.....	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการด้านเศรษฐศาสตร์.....	33
2.7.1 วิธีพิจารณาจากระยะคืนทุน (pay - back period).....	33
2.7.2 วิธีอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (internal rate of return).....	33
3. วิธีการศึกษา.....	35
3.1 รูปแบบการศึกษา.....	35
3.2 พื้นที่ศึกษา.....	35
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	35
3.4 ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง.....	36
3.5 วิธีการศึกษา.....	38
3.5.1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของระดับแสงสว่างและค่ากำลังไฟฟ้า ส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	38
3.5.2 การออกแบบระบบส่องสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	42
3.5.3 การวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในระบบแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	45
3.5.4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์.....	46
4. ผลการศึกษา.....	47
4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	47
4.1.1 ค่าระดับความสว่างเฉลี่ยภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	57
4.1.2 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	63
4.2 สรุปผลการศึกษา.....	68
5. อภิปรายผลการศึกษา.....	71
5.1 ความเหมาะสมของระดับความสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	71
5.1.1 จำนวนหลอดแสงสว่าง.....	71
5.1.2 ระยะเวลาการใช้งานของหลอดแสงสว่าง.....	71
5.1.3 การใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในระบบแสงสว่าง.....	72
5.1.4 ความถี่ในการทำความสะอาดดวงโคมและหลอดแสงสว่าง.....	76

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1.5 จำนวนหลอดต่อสวิทช์.....	76
5.1.6 การเปรียบเทียบระดับความสว่างเฉลี่ยของร้านค้าสะดวกซื้อ.....	77
5.2 ความเหมาะสมของค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	79
5.3 การวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....	80
5.3.1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยไม่มีการลงทุน.....	80
5.3.2 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยมีการลงทุน.....	84
6. สรุป และข้อเสนอแนะ.....	101
6.1 สรุป.....	101
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	102
6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการร้านค้าสะดวกซื้อ.....	102
6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้างต่อไป.....	103
เอกสารอ้างอิง.....	104
ภาคผนวก ก แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล.....	108
ภาคผนวก ข ระดับความสว่างมาตรฐาน.....	113
ภาคผนวก ค ข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมประสิทธิภาพสูง.....	117
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....	120
ประวัติผู้วิจัย.....	151

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างและอุตสาหกรรม.....	2
ตารางที่ 2.1 แสดงระดับความส่องสว่างสำหรับงานหรืออาคารต่าง ๆ.....	16
ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ขั้นสูงของค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับการส่องสว่างในอาคาร.....	16
ตารางที่ 2.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของสีและวัสดุชนิดต่าง ๆ.....	23
ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบกำลังส่องสว่างและประสิทธิภาพแสงของหลอด ฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่าง ๆ กับหลอดไส้.....	30
ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบบัลลาสต์ธรรมดา กับ Low Loss Ballast และ อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์.....	32
ตารางที่ 3.1 สรุปราคากลางอุปกรณ์ประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง.....	44
ตารางที่ 3.2 สรุปค่าแรงในการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง.....	44
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 1.....	48
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 2.....	52
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 3.....	53
ตารางที่ 4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 4.....	54
ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 5.....	55
ตารางที่ 4.6 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 6.....	56
ตารางที่ 4.7 ลักษณะการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	59
ตารางที่ 4.8 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	64
ตารางที่ 4.9 สรุปผลการศึกษาเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	70
ตารางที่ 5.1 จำนวนการใช้หลอดแสงสว่างที่เหมาะสมและค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้.....	72
ตารางที่ 5.2 ประเภทดวงโคมต่าง ๆ ภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	73
ตารางที่ 5.3 ความถี่ในการทำความสะอาดดวงโคมและหลอดแสงสว่าง.....	76
ตารางที่ 5.4 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยไม่มีการลงทุน.....	83
ตารางที่ 5.5 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้ หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง.....	86

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 5.6 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้ บัลลาสต์ชนิด Low Loss.....	90
ตารางที่ 5.7 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้ บัลลาสต์ชนิด Electronic.....	91
ตารางที่ 5.8 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้ ดวงโคมประสิทธิภาพสูง.....	95
ตารางที่ 5.9 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อออกแบบ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยคำนึงถึงความสวยงาม.....	96
ตารางที่ 5.10 สรุปศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามวิธีต่าง ๆ.....	100
ตารางที่ 6.1 สรุปวิธีการต่าง ๆ ที่ร้านค้าสะดวกซื้อสามารถเลือกปฏิบัติได้.....	102

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของการศึกษา.....	5
ภาพที่ 1.2 ขั้นตอนการศึกษา.....	8
ภาพที่ 1.3 แผนการดำเนินการศึกษา.....	8
ภาพที่ 2.1 แสดงปัจจัยประกอบในการทำงาน.....	12
ภาพที่ 2.2 ลักษณะเตอร์แสดงผลด้วยเข็มและแบบแสดงผลด้วยตัวเลข.....	18
ภาพที่ 2.3 ตำแหน่งที่ใช้ในการวัดค่าความสว่างตามหลักการ IES.....	19
ภาพที่ 2.4 ตำแหน่งที่วัดการส่องสว่างภายในห้องเรียน.....	21
ภาพที่ 2.5 การจัดวางตำแหน่งดวงโคม.....	23
ภาพที่ 2.6 แสดงปริมาณแสงลดลงตามเวลาใช้งานของโคมทั้ง 6 ประเภท ภายใต้สภาพความสกปรกต่าง ๆ กัน.....	26
ภาพที่ 2.7 หลอดไฟประเภทต่าง ๆ สำหรับการให้แสงสว่าง.....	28
ภาพที่ 3.1 กลุ่มตัวอย่าง และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง.....	37
ภาพที่ 3.2 เครื่องวัดแสงที่ใช้ในการศึกษา.....	39
ภาพที่ 3.3 ตำแหน่งการวัดความสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	41
ภาพที่ 4.1 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 1.....	60
ภาพที่ 4.2 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 2.....	61
ภาพที่ 4.3 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 3.....	61
ภาพที่ 4.4 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 4.....	62
ภาพที่ 4.5 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 5.....	62
ภาพที่ 4.6 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 6.....	63
ภาพที่ 4.7 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 1.....	65
ภาพที่ 4.8 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 2.....	66
ภาพที่ 4.9 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 3.....	66
ภาพที่ 4.10 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 4.....	67
ภาพที่ 4.11 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 5.....	67
ภาพที่ 4.12 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 6.....	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 5.1 การติดตั้งดวงโคมประเภทโคมเปลือย.....	74
ภาพที่ 5.2 การติดตั้งดวงโคมประเภทโคมเปลือย 2 หลอดคู่.....	74
ภาพที่ 5.3 การติดตั้งดวงโคมประเภทฝังฝ้าแบบต่าง ๆ.....	75
ภาพที่ 5.4 กราฟระดับความสว่างเฉลี่ยภายในร้านค้าสะดวกซื้อในช่วงเวลากลางวัน.....	77
ภาพที่ 5.5 กราฟระดับความสว่างเฉลี่ยภายในร้านค้าสะดวกซื้อในช่วงเวลากลางคืน.....	78
ภาพที่ 5.6 กราฟการเปรียบเทียบระดับความสว่างเฉลี่ยภายในร้าน ในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน.....	79
ภาพที่ 5.7 กราฟค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ.....	80
ภาพที่ 5.8 กราฟค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดตามวิธีต่าง ๆ.....	97
ภาพที่ 5.9 กราฟจำนวนวัดต่อพื้นที่ตามวิธีต่าง ๆ.....	98

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2530-2534) เศรษฐกิจของประเทศมีการขยายตัวในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 10.5 ต่อปี (1) ซึ่งในการพัฒนาดังกล่าว พลังงานไฟฟ้า นับว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีความสำคัญยิ่ง ไม่ว่าจะเป็นใช้ในขบวนการผลิตในอุตสาหกรรม เกษตรกรรม หรือธุรกิจการค้า ยังรวมไปถึงการอำนวยความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันอีกด้วย จึงส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องด้วยเช่นกัน

จากรายงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พบว่า สถิติการใช้ไฟฟ้าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้เพิ่มขึ้นเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 13 ต่อปี โดยในช่วง 2 ปีหลัง ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของประเทศเพิ่มขึ้นจาก 56,279 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมงในปี พ.ศ.2536 เป็น 62,510.4 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมงในปี พ.ศ.2537 ในอัตราเพิ่มร้อยละ 11.1 ต่อปี และเพิ่มเป็น 71,224.9 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมงในปี พ.ศ.2538 ในอัตราเพิ่มร้อยละ 13.9 ต่อปี ซึ่งแยกความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าตามสาขาเศรษฐกิจ ในปี พ.ศ.2538 สาขาอุตสาหกรรมเป็นสาขาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดคือ 32,859 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง (ร้อยละ 46.2) รองลงมาคือ สาขารัฐกิจ 23,026.3 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง (ร้อยละ 32.3) สาขากันอยู่อาศัย 14,621.5 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง (ร้อยละ 20.5) และสาขาอื่นๆ ซึ่งประกอบด้วยการใช้ไฟฟ้าเพื่อการสูบน้ำเพื่อการเกษตรและความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าชั่วคราว มีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุดคือ 718.1 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง (ร้อยละ 1) (2)

การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่ออำนวยความสะดวกนั้น ไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างนับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับชีวิตประจำวันและการดำเนินธุรกิจต่างๆ ซึ่งนับวันความต้องการไฟฟ้าเพื่อแสงสว่าง

จะมีมากขึ้น ปีงบประมาณ 2538 พลังงานไฟฟ้าที่จำหน่าย แยกเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อแสงสว่าง 9,626.6 ล้านหน่วย (ร้อยละ 25.4) และพลังงานไฟฟ้าเพื่อธุรกิจและอุตสาหกรรม 28,235.3 ล้านหน่วย (ร้อยละ 74.6) เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2537 พลังงานไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างสูงขึ้นร้อยละ 14.6 และพลังงานไฟฟ้าเพื่อธุรกิจและอุตสาหกรรมสูงขึ้นร้อยละ 18.2 (3) ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างและอุตสาหกรรม

พลังงานไฟฟ้าแบ่งตามประเภท					(ล้านหน่วย)
ประเภท	2538	2537	2536	2535	2534
แสงสว่าง	9,626.6	8,400.0	7,874.2	6,776.2	5,819.3
ธุรกิจอุตสาหกรรม	28,235.3	23,895.7	20,945.0	17,602.5	14,993.1
รวม	37,861.9	32,295.7	28,819.2	24,378.7	20,812.4
การเพิ่ม (%)	17.2	12.1	18.2	17.1	16.9
ดัชนี (2534=100 %)	181.9	155.2	138.5	117.1	100.0

ที่มา : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2538

นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างในอาคารต่างๆ ยังอยู่ในระดับสูง เช่น อาคารสำนักงานอิตัลไทยมีการใช้พลังงานเพื่อแสงสว่างประมาณ 454,218.96 กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี คิดเป็นร้อยละ 22.02 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในอาคาร (4) และจากรายงานของ Electricity Supply Association ประเทศออสเตรเลียถึงสภาพการใช้ไฟฟ้าในประเทศ เดือนมิถุนายน 2536 คิดเป็นมูลค่าถึง 12 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในจำนวนนี้เป็นส่วนที่ใช้ในระบบแสงสว่างถึง 4 พันล้านเหรียญสหรัฐ (5) นอกจากนี้แล้วระบบแสงสว่างยังเป็นภาระความร้อนให้กับระบบปรับอากาศอีกด้วย กล่าวคือ การให้แสงสว่างภายในอาคารต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นหลอดไฟฟ้า หรือโคมไฟต่างก็มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศอีกด้วย ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น และ การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของทั้งประเทศ ส่งผลให้มีการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ ซึ่งการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าจะก่อให้เกิดมลภาวะ 3 ประการ (6) ได้แก่

1. มลภาวะน้ำ หมายถึง สภาพของน้ำที่ผิดไปจากปกติ มีส่วนประกอบที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์น้ำ และไม่ปลอดภัยต่อมนุษย์ที่จะนำมาบริโภค เช่น มีคราบน้ำมัน

มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ เป็นต้น ตัวอย่างได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนบางปะกง ซึ่งน้ำที่ปล่อยออกมา มีอุณหภูมิสูง ทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำตายได้

2. มลภาวะอากาศ หมายถึง สภาพของอากาศที่ผิดไปจากปกติ เนื่องจากมีสารอื่นเจือปนจนทำให้เป็นอันตรายต่อร่างกายหรือสิ่งอื่น เช่น มีฝุ่นละอองมาก เถ้า เหมม่า หรือก๊าซพิษต่าง ๆ เป็นต้น ตัวอย่างได้แก่ โรงไฟฟ้าแม่เมาะ ซึ่งปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์

3. มลภาวะเสียง หมายถึง สภาพของเสียงที่ดังผิดปกติ ทำให้ระบบโสตประสาทถูกรบกวน เช่น เสียงดังเกินไป เสียงที่มีความถี่สูง เป็นต้น

ทางภาครัฐบาลและเอกชนต่างเร่งหาทางที่จะส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในทุกทาง มีการทำการวิจัยพร้อมทั้งการพัฒนาอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรื่อยๆ การพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างนั้นมิได้หมายความว่าต้องลดความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันให้ต่ำลงไปหรือหยุดใช้พลังงานโดยสิ้นเชิง แต่การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้นจะช่วยพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้มีความก้าวหน้าและอยู่ในสังคมโลกที่มีการแข่งขันทางด้านการผลิตและจำหน่ายได้อย่างต่อเนื่อง

การประกอบกิจการในรูปแบบร้านค้าสะดวกซื้อเป็นอีกหนึ่งกิจการในภาคธุรกิจที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณสูง การดำเนินงานของกิจการจะเป็นไปในลักษณะของร้านค้าที่จำหน่ายสินค้าอุปโภคบริโภคที่เป็นต่อชีวิตประจำวัน รวมทั้งการจำหน่ายอาหารและเครื่องดื่มประเภท Fast Food โดยการอำนวยความสะดวกนับตั้งแต่ทำเลที่ตั้ง เวลาในการให้บริการและสินค้าที่ให้บริการ ดังนั้นการประกอบกิจการประเภทนี้จึงตอบสนองความต้องการของลูกค้าในยุคปัจจุบัน แทนร้านขายของชำหรือโชห่วยที่สะดวก สะอาด และสบายกว่า ร้านค้าสะดวกซื้อที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ เซเว่นอีเลฟเว่น, AM-PM, แฟมิลีมาร์ท, เอสโซ่ฟูตส์โตร์ เป็นต้น

การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารธุรกิจต่างๆ นั้น การใช้พลังงานส่วนใหญ่จะเป็นระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (4) ร้านค้าสะดวกซื้อก็เช่นกัน การเปิดให้บริการของร้านค้าสะดวกซื้อหลายแห่งจะเปิดตลอด 24 ชั่วโมง มีการใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างปริมาณสูง เพื่อดึงดูดและสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยให้แก่ลูกค้า ทำให้เกิดความสูญเสียของพลังงานเป็นอันมาก นอกจากนี้จากการที่ใช้พลังงานในระบบแสงสว่างเป็นจำนวนมากนี้ยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของดวงตาอีกด้วย กล่าวคือ การทำงานในสถานะที่มีแสงสว่างมากเกินไป อาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิด

ความรู้สึกไม่สบาย เมื่อยดา แสงที่มีความเข้มสูง อาจทำให้เกิดภาวะตาบอดชั่วคราวหรือถาวรที่บริเวณ retina ของลูกตาได้ และอาจทำให้ตาบอดอย่างถาวรได้ แม้แต่ในเวลากลางวันซึ่งไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเปิดไฟใช้ทั้งร้าน สามารถใช้แสงสว่างจากธรรมชาติทดแทนได้ มีรายงานว่าในช่วงเวลากลางวันที่อากาศโปร่งใส ความสว่างของพลังงานของแสงจากดวงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 100,000 - 120,000 ลักซ์ (7) และองค์การ NASA ได้เสนอตัวเลขค่าเฉลี่ยความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่งมาถึงโลกโดยเรียกว่า ค่าคงที่แสงอาทิตย์ (solar constant) โดยมีค่าเท่ากับ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร (8) ซึ่งถ้ามีการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติจะช่วยลดการใช้พลังงานลงได้ นอกจากนี้แสงสว่างในร้านค้ามีเกินความจำเป็น ซึ่งระดับความสว่างที่แนะนำให้ใช้ตามมาตรฐาน CIE (Commission International de l'Eclairage : คณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่างสากล) กำหนดความสว่างของร้านค้าบริการตัวเอง (Self - service Shop) ที่ระดับ 500 ลักซ์ (9) แต่การใช้แสงสว่างในร้านค้าเหล่านี้มักมีค่าระดับการส่องสว่างเกินจากมาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นการลดการใช้ไฟฟ้าที่เกินความจำเป็นในระบบแสงสว่าง จะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานลงได้ และยังสามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การวิจัยเรื่อง ศักยภาพการประหยัดพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ เขตกรุงเทพมหานครนี้ มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.2.1 เพื่อให้เกิดความเข้าใจลักษณะการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ ในเขตกรุงเทพมหานคร

1.2.2 เพื่อทราบศักยภาพในการลดความสูญเสียพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

1.2.3 เพื่อประเมินศักยภาพของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อในระดับที่เหมาะสม และการใช้อุปกรณ์ให้แสงสว่างต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพ

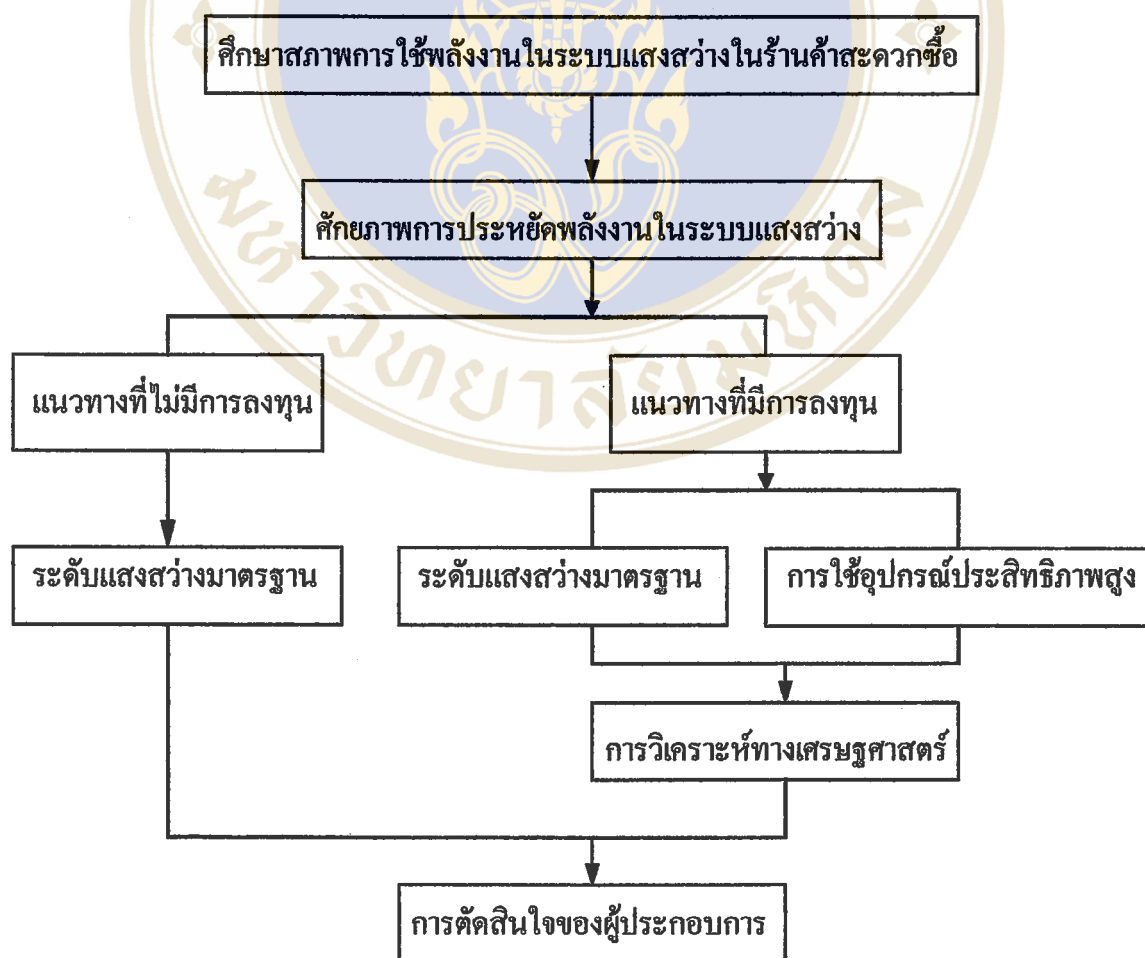
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เป็นแนวทางในการลดความสูญเสียของพลังงาน และค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.2 เป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ และนโยบายที่เหมาะสมในการนำแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อให้สามารถนำไปใช้ได้

1.3.3 เพื่อกำหนดมาตรฐานการให้แสงสว่างภายในอาคารของร้านค้าสะดวกซื้อที่มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 กรอบแนวคิดการศึกษา



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของการศึกษา

1.5 ขอบเขตการศึกษา

1.5.1 พื้นที่ศึกษา คือ ร้านค้าสะดวกซื้อในเขตกรุงเทพมหานคร

1.5.2 การศึกษาครั้งนี้ ศึกษาเฉพาะพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเท่านั้น

1.5.3 ศึกษาความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ เก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ Lux meter แบบแสดงผลเป็นตัวเลข

1.5.4 นิยามศัพท์

- ร้านค้าสะดวกซื้อ หมายถึง ร้านค้าที่จำหน่ายสินค้าอุปโภคบริโภคที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวัน รวมทั้งจำหน่ายอาหาร เครื่องดื่มประเภท Fast Food คืออาหารและขนมที่สั่งเร็ว ได้เร็ว รับประทานเร็ว สะดวก สะอาดและราคาถูก เป็นร้านค้าขนาดเล็ก แต่ตั้งอยู่ในทำเลที่ดี และเปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง

- พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เพื่อให้เกิดแสงสว่างเท่านั้น ไม่รวมถึงพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการตกแต่งสถานที่ หรือการโฆษณา

- การประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ หมายถึง การใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ระดับความสว่าง 500 ลักซ์ และ/หรือการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพ

- อุปกรณ์ประหยัดพลังงานหรือมีประสิทธิภาพในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หมายถึง อุปกรณ์ต่างๆ ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่สามารถผลิตแสงสว่างได้มากกว่าหรือเท่ากับกับอุปกรณ์ชนิดเดิม โดยใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่า

1.6 วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey studies) เพื่อทราบข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เกี่ยวกับการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อจากการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้

1.6.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณความต้องการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ และการออกแบบระบบแสงสว่างที่สามารถช่วยในการประหยัดพลังงาน

1.6.2 สร้างแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.6.3 สุ่มตัวอย่างจากร้านค้าสะดวกซื้อในเขตกรุงเทพมหานคร

1.6.4 การวัดความส่องสว่างเฉลี่ยภายในร้านค้าสะดวกซื้อ เพื่อศึกษาหาแนวทางในการจัดการให้ภายในร้านมีระดับความสว่างที่เหมาะสม

1.6.5 ศึกษาปริมาณการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ โดยวิธีการสำรวจและเก็บข้อมูลจากร้านค้าสะดวกซื้อ ข้อมูลต่างๆ ได้แก่

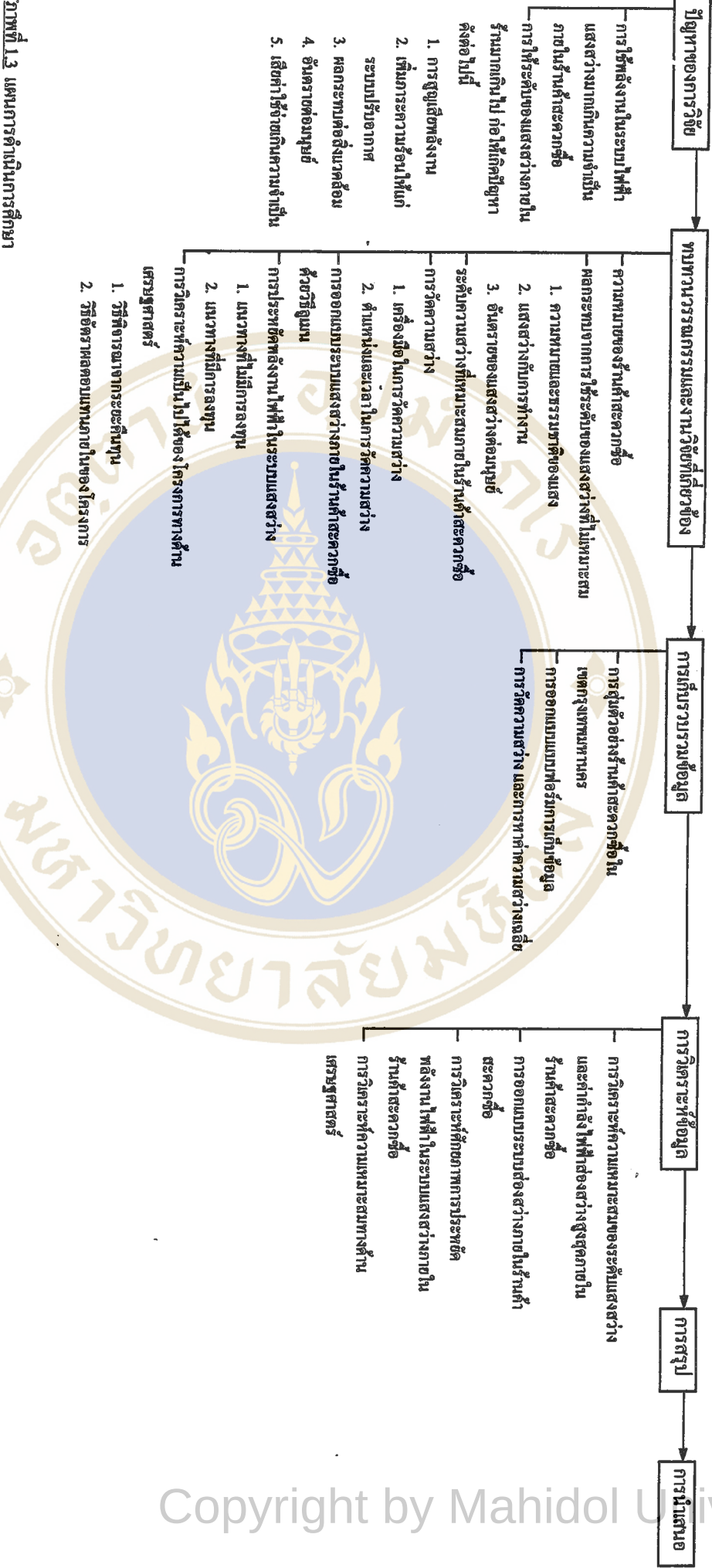
- ชนิดและจำนวนหลอดไฟทั้งหมด
- ชนิดและจำนวนบัลลาสต์ทั้งหมด
- กำลังงาน (Watt) ของหลอดไฟแต่ละชนิด
- กำลังงาน (Watt) ของบัลลาสต์แต่ละชนิด
- เวลาในการทำงานใน 1 ปี (ชั่วโมง)

1.6.6 ศึกษาหาแนวทางการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของร้านค้าสะดวกซื้อ และคำนวณค่าความสูญเสียในเรื่องของพลังงานและค่าใช้จ่าย

1.6.7 ศึกษาศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ จากการใช้ความส่องสว่างในระดับที่เหมาะสม และ/หรือการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานหรือมีประสิทธิภาพ

1.6.8 ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

ภาพที่ 1.2 ขั้นตอนการศึกษา



ภาพที่ 1.3 แผนการดำเนินการศึกษา

รายการ	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7
1. หาทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง							
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล							
3. การวิเคราะห์ข้อมูลและการเขียนงานวิจัย							
4. การสรุป							
5. การนำเสนอ							

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ความหมายของร้านค้าสะดวกซื้อ

มีผู้ให้ความหมายของร้านค้าสะดวกซื้อไว้หลายท่าน ดังนี้

ศูนย์วิจัยกฎหมายและการพัฒนา (10) กล่าวว่า ร้านค้าสะดวกซื้อ (Convenience store) เป็นร้านค้าที่จำหน่ายสินค้าอุปโภคบริโภคที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวัน รวมทั้งจำหน่ายอาหาร เครื่องดื่ม ประเภท Fast Food คือ อาหารและขนมที่สั่งเร็ว ได้เร็ว รับประทานเร็ว สะดวก สะอาดและราคาถูก โดยการอำนวยความสะดวกนับตั้งแต่ทำเลที่ตั้ง เวลาในการให้บริการ และสินค้าที่ให้บริการ ทำเลที่ตั้งของร้านค้าสะดวกซื้อจึงเป็นทำเลที่สะดวก ลูกค้าส่วนใหญ่เป็นลูกค้าประจำและมีที่พักอาศัยหรือที่ทำงานไม่ไกลไปจากร้าน ร้านค้าสะดวกซื้อหลายแห่งให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งช่วยให้ความสะดวกแก่ลูกค้าในการจับจ่าย แต่สินค้าที่จำหน่ายในร้านจะไม่หลากหลายหรือมีมากมาย เช่น ร้าน Supermarket พฤติกรรมการซื้อสินค้าเหล่านี้ จึงเป็นไปในลักษณะซื้อเพราะขาดเหลือ หรือจำเป็น (fill-in purchase) ไม่ใช่เป็นการซื้อแบบจ่ายตลอด (Shopping) ใน Supermarket หรือ Minimart ร้านค้าสะดวกซื้อแตกต่างจาก Minimart หรือร้านขายของชำ (Grocery หรือ Mom & Pop Store หรือ Provincial Store) ทัวไปในเรื่องการจัดส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ครอบคลุมลูกค้าเป้าหมายในลักษณะที่หลากหลายกว่า

Barry Berman และ Joel R.Evan (11) กล่าวว่า ร้านค้าสะดวกซื้อโดยทั่วไปเป็นร้านขายอาหาร ซึ่งตั้งอยู่ในทำเลที่ดี เปิดบริการเป็นเวลานาน และมีสินค้าค่อนข้างจำกัด การขายปลีกประเภทนี้มีขนาดเล็ก (มีพื้นที่ 1,000 - 4,000 ตารางฟุต เล็กกว่า supermarket ที่มีขนาดถึง 15,000 ตารางฟุต) สินค้าและบริการมีราคาสูงกว่าที่เฉลี่ย (above-average prices and above-average services) และเป็นสินค้าที่จำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน (นมเนย, ขนมปัง, เครื่องดื่ม, ยาสูบ, อาหารแช่เย็น, อาหารขบเคี้ยว (delicatessen), ของชำ, สิ่งที่ไม่ใช่อาหาร และสินค้าจำกัด (limited produce items)

Yvonne and Joseph (12) กล่าวว่า ร้านค้าสะดวกซื้อเป็นการระบายสินค้าที่จำกัด (a limited-line outlet) ซึ่งเป็นสินค้าที่ถูกค้าซื้อหากันบ่อย และมีราคาถูก และเปิดให้บริการตลอดเวลาในขณะที่ที่ร้านค้านั้นๆ ปิดให้บริการแล้ว นโยบายของสินค้า เป็นสินค้าที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง และหาซื้อได้ง่ายในขณะที่สินค้าเหล่านี้หาซื้อที่อื่นไม่ได้ ให้บริการอย่างรวดเร็วแก่ลูกค้าที่ไม่ต้องการเข้าแถวเพื่อจ่ายเงินสำหรับนมกล่องและขนมปัง 1 แถวเท่านั้น

ดังนั้นกล่าวโดยสรุปว่า ร้านค้าสะดวกซื้อเป็นรูปแบบหนึ่งของการขายปลีก ซึ่งให้บริการแก่ลูกค้าที่มีเวลาไม่มากนัก สินค้าส่วนใหญ่เป็นของที่ใช้นในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังมีอาหารและเครื่องดื่มประเภท Fast Food ให้บริการแก่ลูกค้าอีกด้วย เป็นร้านค้าขนาดเล็กที่มีพื้นที่เพียง 1,000 - 4,000 ตารางฟุตเท่านั้น แต่ตั้งอยู่ในทำเลที่ดี และเปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง

2.2 ผลกระทบต่อสุขภาพจากการใช้ระดับของแสงสว่างที่ไม่เหมาะสม

2.2.1 ความหมายและธรรมชาติของแสง

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ผ่านจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งโดยไม่ต้องอาศัยตัวนำ (13) ผ่านมากระทบอวัยวะรับการมองเห็น คือ ตา

เมื่อแสงตกกระทบที่วัตถุใดๆ มันจะสะท้อนเข้าสู่กระจกตา ผ่านแก้วตา (cornea) ลูกตา (lens) เรตินา (retina) ประสาทตา (nerve) และสมองตามลำดับ กล้ามเนื้อตาจะทำหน้าที่ขยายตัวหรือหดตัว เพื่อโฟกัสให้คลื่นแสงที่กระทบแก้วตาและลูกตาไปตกลงบนบริเวณเรตินา บริเวณเรตินาประกอบด้วยเซลล์ประสาทเป็นจำนวนมาก ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ เซลล์โคน (cones) และเซลล์ร็อด (rods) โคนจะมีประมาณ 7 ล้านเซลล์ในกระจกตาข้างหนึ่ง ๆ โดยจะอยู่ตรงกลางบริเวณเรตินา คอยรับความรู้สึกทางด้านสีและช่วยแยกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ที่เห็นได้เป็นอย่างดี ช่วยให้เกิดการมองเห็นในเวลากลางวัน ส่วนร็อดซึ่งมีอยู่ประมาณ 130 ล้านเซลล์ในกระจกตาข้างหนึ่ง ช่วยให้สามารถเห็นภาพต่างๆ ได้อย่างหายาบบๆ และสามารถทำหน้าที่ได้ดีในเวลากลางคืน ร็อดจะไม่สามารถตอบสนองทางด้านสีได้เลย

2.2.2 แสงสว่างกับการทำงาน

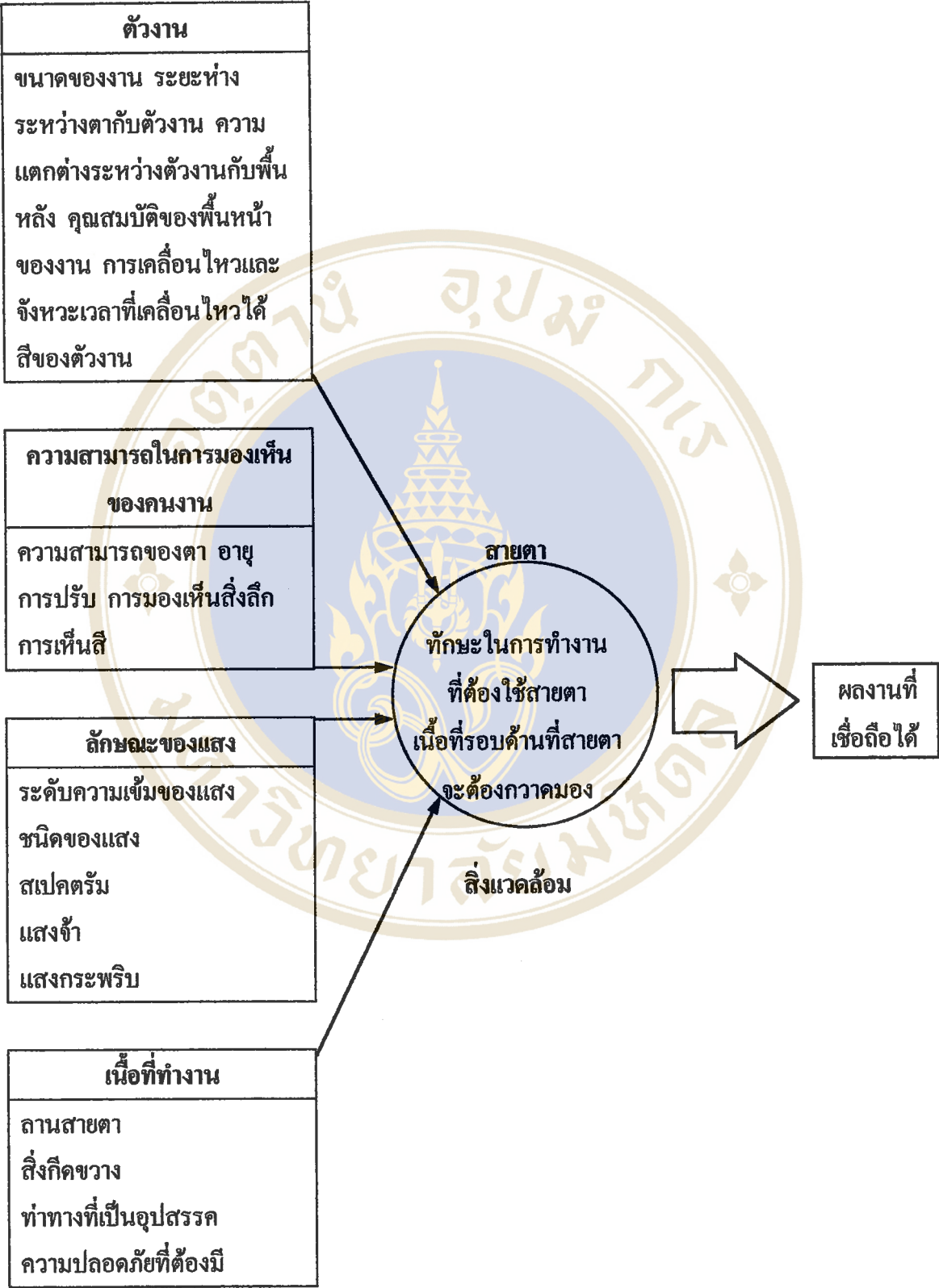
ในการทำงานต่างๆ นั้น สามารถทราบรายละเอียดต่าง ๆ ร้อยละ 80 ของข้อมูลโดยการมองเห็น (14) ดังนั้นการที่จะทำงานเพื่อให้ได้งานที่ออกมาดีทั้งในด้านปริมาณ และคุณภาพ จึง

ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ซึ่งปัจจัยทางด้านแสงสว่างก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการทำงาน โดยประกอบด้วย 9 ปัจจัย ดังต่อไปนี้ (15)

1. ความเข้มของแสง
2. ความแตกต่างระหว่างตัวงานกับพื้นหลัง (Background)
3. ขนาด รูปร่าง และพื้นผิวของงาน
4. สีของตัวงาน
5. การเคลื่อนไหวของวัตถุ
6. ภาพที่ตกบน retina
7. แสงที่ไม่เหมาะสม
8. ความสามารถของตา และ
9. ข้อเสนอแนะความเข้มของแสง กับ ระดับของแสงจ้าที่อนุญาตให้มีได้

สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2.1

จากภาพที่ 2.1 จะเห็นว่าแสงสว่างเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมาก ซึ่งการใช้แสงสว่างที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพ และปริมาณของงานที่ทำได้ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย ซึ่งจะกล่าวในตอนต่อไป



ภาพที่ 2.1 แสดงปัจจัยประกอบในการทำงาน (15)

2.2.3 อันตรายของแสงสว่างต่อมนุษย์

แสงสว่างที่ไม่เหมาะสมจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ในลักษณะต่างๆ กันตามแต่ชนิดของแสง ซึ่งแสงแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แสงชนิดที่มีไอออนแตกตัว และแสงชนิดที่ไม่มีไอออนแตกตัว ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะแสงชนิดที่ไม่มีไอออนแตกตัวเท่านั้น

แสงชนิดที่ไม่มีไอออนแตกตัว (non-ionizing radiation) คือพลังงานที่ปล่อยออกมาในรูปของควอนตัมของพลังงาน (quantum energy) หรือโฟตอน (photon) ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มของแสงชนิดนี้ได้เป็น 4 กลุ่มด้วยกัน (16) คือ

1. แสงเหนือม่วง หรืออุลตราไวโอเลต (ultraviolet ray) เป็นส่วนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เลยไปจากส่วนที่ยาวที่สุดของรังสีเอ็กซ์จนไปถึงความยาวคลื่นของแสงที่นัยน์ตาสามารถมองเห็นได้ มีความยาวคลื่นตั้งแต่ $100 - 4,000 \text{ \AA}$
 2. แสงในช่วงคลื่นที่ตาสามารถมองเห็นได้ (visible light) เป็นส่วนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่าง $3,800 - 7,500 \text{ \AA}$ ในช่วงนี้เรตินาของนัยน์ตาจะมีความไวต่อการรับสูง
 3. แสงได้แดง (infrared ray) ยังแบ่งช่วงคลื่นออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ ช่วงใกล้ ช่วงกลาง และช่วงไกล ในช่วงไกลจะมีความยาวของคลื่นแสงสูงกว่า และลดหลั่นลงไปตามลำดับ
 4. แสงในช่วงคลื่นของวิทยุโทรทัศน์ (hertzian wave) รวมถึงคลื่นเรดาร์ และคลื่นไมโครด้วย ซึ่งมีความถี่ระหว่าง 0.01 ถึง $3 \times 10^6 \text{ MHz}$
- ซึ่งแสงในแต่ละช่วงความยาวคลื่นจะมีอันตรายต่อมนุษย์แตกต่างกัน (16) ดังนี้

อันตรายจากแสงเหนือม่วง

อันตรายที่เกิดจากแสงเหนือม่วงแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. นัยน์ตาอักเสบ อาการที่ปรากฏ คือ นัยน์ตาจะแดง เยื่อในชั้นตาอาจถูกทำลายทำให้เกิดความบวม และมองเห็นไม่ชัด ถ้าสัมผัสตั้งแต่ 30 นาทีขึ้นไป จะมีความรู้สึกคล้ายกับมีทรายอยู่ในตา ถ้ามีการสัมผัสบ่อย ๆ เป็นประจำโดยไม่มีการป้องกัน จะทำให้เกิดอาการในลักษณะกล้วแสง มีน้ำตาไหลหรือซีบตลอดเวลา มีอาการกระตุกตามขอบตาและกล้ามเนื้อของนัยน์ตา
2. ผิวหนังอักเสบ เส้นเลือดใต้ผิวหนังเกิดการขยายตัวทำให้เกิดอาการคันและอักเสบ
3. ผลกระทบที่ไม่เกี่ยวข้องกับด้านชีวภาพ คนที่มองแสงนี้นาน ๆ และสัมผัสทั่วร่างกายจะดูดกลืนแสงนี้เข้าไปในเซลล์ของผิวหนัง พลังงานโฟตอนขนาด 3.5 eV จะสามารถสั่นเซลล์ของนัยน์ตาและของเหลวที่อยู่รอบ ๆ ตาทำให้เกิดอาการมีนงง และจะทำให้เกิดอาการเมื่อยและอ่อนเพลียตามมา

อันตรายจากแสงในช่วงคลื่นที่สามารถมองเห็น

อันตรายจากแสงในช่วงคลื่นที่สามารถมองเห็น สามารถแบ่งสภาพของแสงที่ทำอันตรายต่อมนุษย์เป็น 2 กรณี (15) ดังนี้

1. แสงจ้า แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แสงจ้าแบบไม่สามารถมองเห็นได้ (Disability glare) และแสงจ้าแบบไม่สบายตา (Discomfort glare) แสงจ้าแบบไม่สามารถมองเห็นได้เป็นแสงจ้าประเภทที่ทำให้ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ เช่น มีแสงเข้าตามากจนเกิดอาการตาพร่าไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ ส่วนแสงจ้าแบบไม่สบายตา เป็นแสงจ้าประเภทที่ยังมองเห็นวัตถุได้ แต่เป็นไปด้วยความลำบากและไม่สบายตาเพราะมีแสงย้อนเข้าตามาก อาจทำให้เกิดอาการอ่อนเพลียขึ้นได้

2. แสงกะพริบ แสงกะพริบจะทำให้เกิดการเต้นของวัตถุที่มองเห็น หรือปิดบังความเร็วในการหมุนรอบของวัตถุนั้น เรียกว่าเกิด “Stroboscopic effect” คือมองเห็นวัตถุที่กำลังเคลื่อนไหวนั้นเร็วว่าเป็นของที่เคลื่อนไหวนิ่งหรือไม่ก็นิ่งอยู่กับที่หรือเคลื่อนไหวนิ่งไปคนละทางกับที่เป็นจริง ซึ่งเรื่องนี้ก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ส่วนแสงที่กะพริบซ้ำๆ จะทำให้เกิดความรำคาญ และทำให้ตาเมื่อยล้าได้

นอกจากนี้การทำงานในที่ที่มีแสงที่สว่างน้อยเกินไปยังทำให้เกิดโรคตาแกว่ง (Miner's Nystagmus) ได้อีกด้วย (15) โรคนี้มีลักษณะคือ ลูกตาจะกลอกช้าหรือกลอกเร็ว หรือกลอกหมุนเวียนอยู่ในเขี้ยวตาโดยไม่สามารถควบคุมไว้ได้ บางเวลาลูกตาอาจกลอกขึ้นข้างบนและลงข้างล่าง บางเวลาอาจจะกลอกไปทางขวาและซ้าย และบางเวลากลอกเป็นวงโค้งแทนที่จะเป็นเส้นตรง จนดูเหมือนตาแกว่ง (17)

อันตรายจากแสงได้แดง

ช่วงคลื่นของแสงได้แดงที่ยาวจะถูกกลืนไว้หมดโดยตาดำ ทำให้ตาดำอุ่น ส่วนช่วงคลื่นที่สั้นกว่าจะต้องผ่านตาดำและถูกดูดกลืนโดยเลนส์ จนเกิดเป็นดื้อกระจากความร้อน (heat cataract) แสงได้แดงสามารถทำให้เกิดพลังความร้อนได้มาก จนอาจทะลุทะลวงถึง retina ของนัยน์ตา ทำให้สาร โปรตีนในเซลล์ของ retina เกิดการจับตัวกันเป็นก้อน และทำให้เซลล์ของ retina ตายได้ ส่งผลให้ไม่สามารถมองเห็นได้ชัด ถ้าเป็นมากๆ อาจถึงตาบอดได้

นอกจากนี้ยังทำอันตรายต่อผิวหนังอีกด้วย ทำให้ผิวหนังไหม้อย่างเฉียบพลัน เกิดการขยายตัวของเส้นเลือดฝอยที่อยู่บนผิวหนัง และทำให้เส้นเลือดฝอยแตกได้ สีของผิวหนังอาจมีการเปลี่ยนแปลงไป ในกรณีที่มีการสัมผัสอย่างต่อเนื่อง จะเกิดอาการผื่นคันและอักเสบได้

อันตรายจากแสงในช่วงคลื่นของวิทยุโทรทัศน์

พลังงานจากช่วงคลื่นของวิทยุโทรทัศน์ที่ถูกดูดกลืนในเนื้อเยื่อจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นในเนื้อเยื่อ ส่งผลให้อวัยวะของร่างกายที่ไม่มีการบังคับการไหลเวียนของความร้อนที่ดีก็จะเกิดอันตรายได้มาก เช่น ตา ปอด อวัยวะ อุน้ำดี ทางเดินปัสสาวะ และบางส่วนของระบบทางเดินอาหาร ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. เลนส์ของนัยน์ตา เมื่ออุณหภูมิมีระดับสูงขึ้นภายในเบ้าตา จะทำให้เซลล์ของนัยน์ตาเกิดการยุบตัวได้เร็ว และทำให้เกิดเป็นต้อได้ อุณหภูมิที่สูงมากขึ้นกว่าปกติ 4 องศาเซลเซียสภายในเบ้าตา สามารถทำให้เกิดการทำลายของเซลล์และเนื้อเยื่อของนัยน์ตาได้
2. การทำลายรูปร่างของต่อมอัณฑะ เกิดขึ้นเมื่อสัมผัสรังสีหรือแสงขนาด 5 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ถ้าเพิ่มขนาดของรังสีขึ้นไปอีก 50 เท่าตัว จะทำให้เกิดการบวมของต่อมอัณฑะ และจะเกิดอาการเจ็บตามมา นอกจากนี้ยังพบว่ารังสีขนาดนี้สามารถทำให้ระบบท่อภายในไตเกิดการตีบตันและถูกทำลายด้วย
3. ผลกระทบต่อระบบความดันโลหิต ระบบคลื่นของสมอง ระบบประจำเดือนของเพศหญิง และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในร่างกาย

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการทำงานในสถานะที่แสงสว่างไม่เหมาะสมจะก่อให้เกิดปัญหาตามมาอย่างมากมาย ดังนั้นการออกแบบระบบแสงสว่างที่มีระดับความสว่างที่เหมาะสม จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

2.3 ระดับความสว่างที่เหมาะสมภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

การออกแบบระบบแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อให้มีระดับความสว่างที่เหมาะสมจะเป็นการช่วยประหยัดทั้งค่าใช้จ่าย และพลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้ยังเป็นการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงควรพิจารณาถึงระดับความสว่างเป็นสำคัญ มาตรฐาน CIE (Commission International del' Eclairage : คณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่างสากล) ได้แนะนำความสว่างต่ำสุดของสถานที่ต่างๆ (9) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงระดับความส่องสว่างสำหรับงานหรืออาคารต่าง ๆ

ชนิดของงานหรืออาคาร	Illuminance (lux)
<u>ห้างสรรพสินค้าและบริเวณจัดนิทรรศการ</u>	
ร้านค้าธรรมดา	300
ร้านค้าบริการตัวเอง	500
ซูเปอร์มาร์เก็ต	750
Show rooms	500

ที่มา : Commission International del' Eclairage, 1986

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติร่วมกับกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ได้ร่างกฎกระทรวงเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม โดยมีสาระเกี่ยวกับมาตรฐานของ กำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคารดังนี้ (18)

หมวด 3 ข้อ 4 การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ

(1) ในกรณีที่มีการส่องสว่างด้วยไฟฟ้าในอาคาร จะต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอตามหลักและวิธีการที่ยอมรับได้ทางวิศวกรรม

(2) อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ จะต้องใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกินค่าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ขั้นสูงของค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับการส่องสว่างในอาคาร

ประเภทอาคาร ⁽¹⁾	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัดต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
(ก) สำนักงาน โรงแรม สถานศึกษาและโรงพยาบาล / สถานพักฟื้น	16
(ข) ร้านขายของ ซูเปอร์มาร์เก็ต หรือศูนย์การค้า ⁽²⁾	23

⁽¹⁾ อาคารที่มีการใช้งานหลายลักษณะ ให้ใช้ค่าในตารางตามลักษณะพื้นที่ใช้งาน

⁽²⁾ รวมถึงไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไปที่ใช้ในการโฆษณาเผยแพร่สินค้า ยกเว้นที่ใช้ในตู้กระจกแสดงสินค้า

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2540

จากที่กล่าวมาถ้ามีการประหยัดและใช้พลังงานในส่วนนี้อย่างมีประสิทธิภาพ จะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ และยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย นอกจากนี้แล้วการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างยังสามารถช่วยลดภาระความร้อนและค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้อีกด้วย จากการวิจัยพบว่า ถ้าใช้ไฟฟ้าแสงสว่างลดลง 3 วัตต์ จะลดความร้อนจากระบบปรับอากาศได้ 1 วัตต์ หมายความว่า ถ้าสามารถลดกระแสไฟฟ้าที่ต้องใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้มากเท่าใด ก็จะลดกระแสไฟฟ้าที่ต้องใช้กับเครื่องปรับอากาศและขนาดของเครื่องปรับอากาศลงได้ในอัตราส่วนเดียวกัน (19) สามารถสรุปได้ดังนี้

- การประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง = จำนวนวัตต์ที่สามารถประหยัดได้ในระบบแสงสว่าง

- การประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ = จำนวนวัตต์ที่สามารถประหยัดได้ในระบบปรับอากาศ * BTU/วัตต์ * จำนวนวัตต์ทั้งหมด/BTU

- การประหยัดค่ากระแสไฟฟ้ารวม = การประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง + การประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

หมายเหตุ

$$1 \text{ kW} = 3,412 \text{ BTU}$$

ลดความร้อนลง 12,000 BTU ต้องใช้กระแสไฟฟ้าจากระบบปรับอากาศ 1.25 kW

2.4 การวัดความสว่าง

ความสว่าง (Illumination : E) หมายถึง ปริมาณแสงที่ตกกระทบบัววัตถุที่มีพื้นที่หนึ่งหน่วย ในการคำนวณใช้สัญลักษณ์ E มีหน่วยเป็นลูเมน/ตารางเมตร, ลูเมน/ตารางฟุต (ลูเมน/ตารางเมตร นิยมเรียกว่า ลักซ์ = Lux, ลูเมน/ตารางฟุต เรียกว่า ฟุตแคนเดิล)

$$\text{เขียนเป็นสมการจะได้ } E = \frac{F}{A}$$

เมื่อ E = ความสว่าง (ลูเมน/ตารางเมตร หรือลูเมน/ตารางฟุต)

F = ปริมาณแสง (ลูเมน)

A = พื้นที่ที่แสงตกกระทบบ (ตารางเมตร หรือตารางฟุต)

2.4.1 เครื่องมือในการวัดความสว่าง

การวัดความสว่างสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า ลักซ์มิเตอร์ (lux meter) มีทั้งแบบเข็มและแบบแสดงผลเป็นตัวเลข ดังแสดงในภาพที่ 2.2

ลักซ์มิเตอร์ที่ใช้ควรเป็นชนิดปรับแก้ค่าเชิงความยาวคลื่น คือ ความไวต่อความยาวคลื่นแสงเหมือนกับตามนุษย์ และปรับแก้ค่าเชิงมุม คือ ปรับแก้ค่าความสว่างที่วัดได้ เมื่อแสงตกกระทบไม่ได้ตั้งฉากกับผิวหน้าของหัววัด (20)



ภาพที่ 2.2 ลักซ์มิเตอร์แสดงผลด้วยเข็มและแบบแสดงผลด้วยตัวเลข (27)

2.4.2 ตำแหน่งและเวลาในการวัดความสว่าง

หลักการของ IES : Illuminating Engineering Society (21) กำหนดตำแหน่งในการวัดความสว่างตามลักษณะการวางดวงโคมได้ 6 กรณีดังแสดงในภาพที่ 2.3 คือ

1. พื้นที่ทั่วไปที่มีการจัดวางระยะห่างระหว่างดวงโคมอย่างสมมาตร โดยมีดวงโคม 2 แถวหรือมากกว่า
2. พื้นที่ทั่วไปที่มีการจัดวาง โคมเดี่ยวอย่างสมมาตร
3. พื้นที่ทั่วไปที่มีการจัดวางดวงโคมเพียงแถวเดียว
4. พื้นที่ทั่วไปที่มีการจัดวางดวงโคมอย่างต่อเนื่อง โดยมีดวงโคม 2 แถวหรือมากกว่า
5. พื้นที่ทั่วไปที่มีการจัดวางดวงโคมแถวเดียวแบบต่อเนื่อง
6. พื้นที่ทั่วไปที่มีดวงโคมหรือมีเพดานเป็นแบบตะแกรง

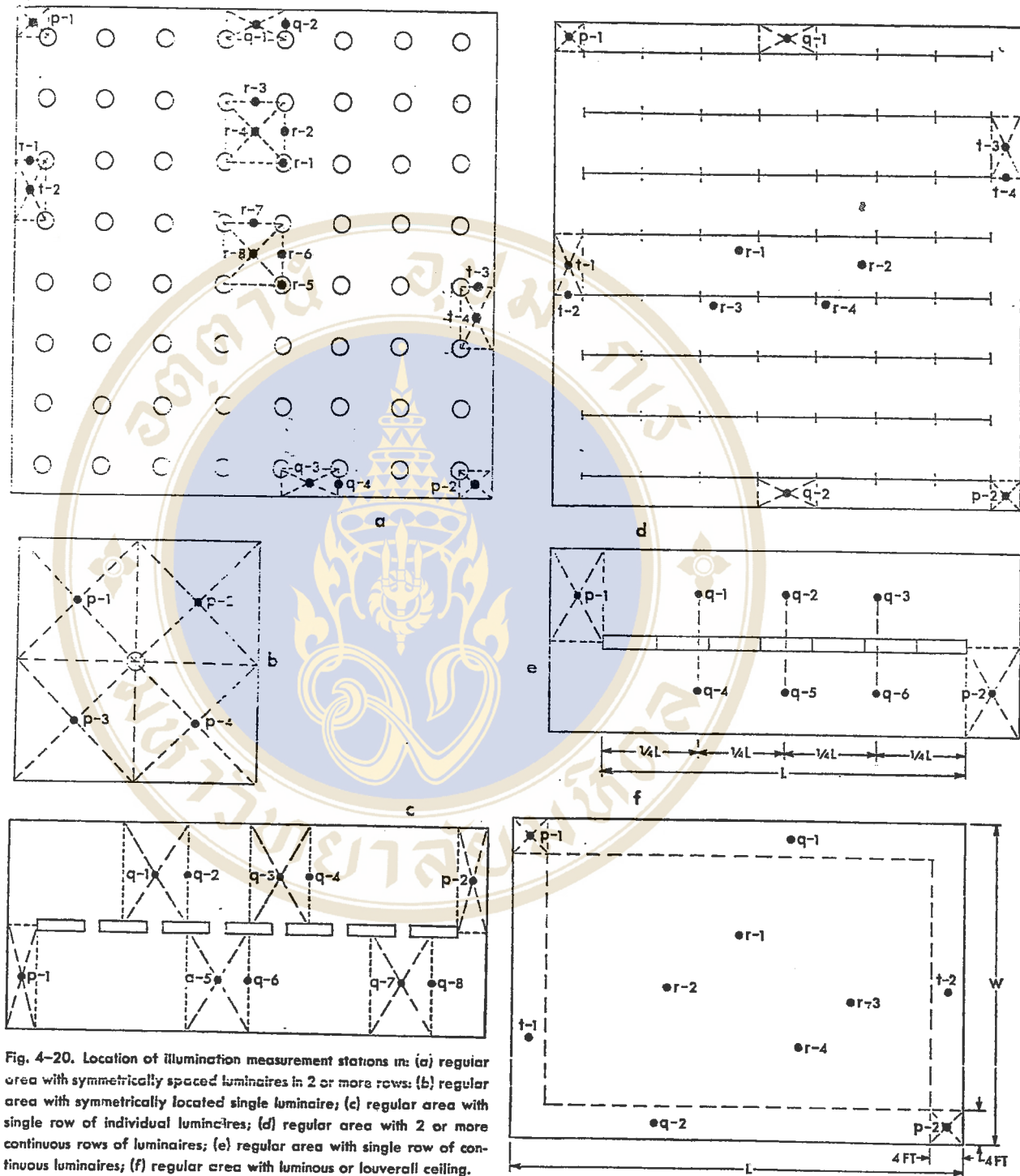


Fig. 4-20. Location of illumination measurement stations in: (a) regular area with symmetrically spaced luminaires in 2 or more rows; (b) regular area with symmetrically located single luminaire; (c) regular area with single row of individual luminaires; (d) regular area with 2 or more continuous rows of luminaires; (e) regular area with single row of continuous luminaires; (f) regular area with luminous or louvered ceiling.

ภาพที่ 2.3 ตำแหน่งที่ใช้ในการวัดค่าความสว่างตามหลักการ IES (21)

โดยทำการวัดในแนวระนาบ สูงจากพื้น 30 นิ้ว ซึ่งวัดในเวลากลางคืนหรือในที่ร่มหรือในที่อับแสง

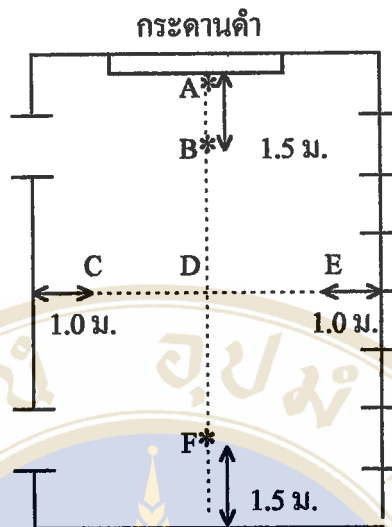
การวิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพของอาคารเกี่ยวกับระบบแสงสว่างในเขตการศึกษาของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (22) โดยสุ่มตัวอย่างจากห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และห้องประชุมของ อาคารในเขตการศึกษา วัดในช่วงเวลา 10.30 น. - 14.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ความสว่างที่ได้รับจาก ดวงอาทิตย์มีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมาก มีขั้นตอนการวัดความสว่างดังนี้

1. ทำการวัดค่าความสว่างโดยเปิดโคมไฟฟ้าทุกชุดที่มีอยู่ นั่นคือการวัดค่าความสว่าง รวมระหว่างความสว่างที่เกิดจากโคมไฟฟ้า และความสว่างจากแสงอาทิตย์
2. ปิดโคมไฟฟ้าทั้งหมดแล้ววัดค่าความสว่าง การวัดครั้งนี้เป็นการวัดเฉพาะค่าความสว่าง ที่เกิดจากแสงอาทิตย์อย่างเดียว
3. นำค่าความสว่างที่วัดได้ในข้อ 2 ไปหักออกจากค่าความสว่างที่วัดได้ในข้อ 1 จะได้ค่า ความสว่างที่เกิดจากแสงสว่างที่มาจากโคมไฟฟ้าอย่างเดียว

จากการศึกษาเรื่อง ปริมาณการส่องสว่างในชั้นเรียนของโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่ ตั้งกวดอกรุงเทพมหานคร (23) โดยทำการวัดปริมาณการส่องสว่างภายในห้องเรียนทั้งหมด 6 จุด ได้แก่ จุดกึ่งกลางของกระดานดำ ด้านหน้าห้องห่างจากกระดานดำ 1.5 เมตร จุดกึ่งกลางห้องที่จุด ด้านประตูห่างจากผนังห้อง 1.0 เมตร ที่จุดด้านหน้าต่างห่างจากผนังห้อง 1.0 เมตร และที่จุดหลัง ห้องห่างจากผนังด้านหลัง 1.5 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 2.4 ซึ่งทุกจุดที่วัดยกเว้นที่กระดานดำ ทำการ วัดที่ระดับสูงจากพื้นห้องประมาณ 0.80 เมตร และในการวัดได้กระทำทั้งกรณีไม่เปิดดวงโคมและ เปิดดวงโคม

สงวนศักดิ์ เกษราพันธุ์ (24) ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์คุณภาพของระบบแสงสว่างและแนว ทางการแก้ไข กรณีศึกษา อาคารเรียน อาคารราชการ และอาคารสำนักงานเอกชน โดยวัดความ สว่างที่ระดับทำงานทั้งหมด 5 จุดด้วยกันในแต่ละห้อง คือ จุดกึ่งกลางห้อง (1 จุด) ด้านยาวของห้อง (2 จุด) และด้านกว้างของห้อง (2 จุด) ทำการวัด 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกวัดในขณะที่เปิดไฟ (แสงสว่าง จากหลอดไฟกับแสงธรรมชาติ) และครั้งที่สองวัดเมื่อปิดไฟ (แสงธรรมชาติ) แล้วคำนวณความ สว่างจากหลอดไฟได้ดังนี้

$$\text{ค่าความสว่างจากหลอดไฟ} = \text{ค่าความสว่างจากหลอดไฟกับแสงธรรมชาติ} - \text{ค่าความสว่างจากแสงธรรมชาติ}$$



ภาพที่ 2.4 ตำแหน่งที่วัดการส่องสว่างภายในห้องเรียน (23)

2.5 การออกแบบระบบแสงสว่างภายในร้านค้า

การออกแบบระบบแสงสว่างที่ดีจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (25)

1. ปริมาณแสงจะต้องเพียงพอกับงานที่ต้องการ
2. จะต้องคำนึงถึงเงาและแสงที่ทำให้เกิดการระคายเคืองสายตา
3. จะต้องจัดแสงให้ทั่วบริเวณ โดยเท่าเทียมกัน

แสงสว่างภายในร้านค้ามีความสำคัญมาก ซึ่งเป็นสิ่งที่สร้างความพอใจมาสู่ลูกค้า การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และง่ายในการเลือกซื้อสินค้า คำถามที่เจ้าของร้านค้าควรจะต้องตอบในการพยายามจัดการระบบแสงสว่าง มีดังต่อไปนี้ (26)

1. จัดการให้แสงสว่างเพื่อที่ลูกค้าจะได้มองหาสินค้าในช่วงเวลาเย็นได้สะดวก ตลอดจนการใช้แสงอย่างมีประสิทธิภาพภายนอกร้านหรือไม่
2. มีแสงสะท้อนในเวลากลางวันหรือไม่
3. การออกแบบแสงสว่างเป็นสาเหตุทำให้ลูกค้ามองหาสิ่งที่ต้องการได้หรือไม่
4. สภาพของแสงมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของลูกค้า ตลอดจนการให้สี และหลีกเลี่ยงแสงจ้าหรือไม่
5. การเพิ่มการเน้นแสงสว่างให้กับสินค้าและผลิตภัณฑ์เป็นผลมาจากการใช้ที่ว่างหรือไม่
6. แสงสว่างถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่
7. มีการหลีกเลี่ยงแสงจ้าจากแสงดวงอาทิตย์ที่ตัวสินค้าหรือจุดจ่ายเงินหรือไม่

8. มีการออกแบบแสงสว่างในห้องเก็บของเพื่อให้สามารถตรวจสอบของได้อย่างรวดเร็วหรือไม่

9. มีการทำความสะอาด ดูแลรักษาดวงโคมหรือไม่

10. การจัดการแสงสว่างเพื่อให้ลูกค้าสามารถซื้อสินค้าด้วยความพอใจ และเป็นสาเหตุที่ทำให้พวกเขาเหล่านั้นกลับมาใช้บริการอีกครั้งหรือไม่

การออกแบบระบบแสงสว่างโดยทั่วไปแล้วจะใช้วิธีลูเมน ซึ่งมีวิธีการดังนี้

วิธีลูเมน (Lumen Method) เป็นการคำนวณความสว่างเฉลี่ยที่ตกลงบนพื้นที่ทำงาน ซึ่งมีรายละเอียดที่ต้องศึกษาดังนี้

ชนิดการกระจายแสงของดวงโคม

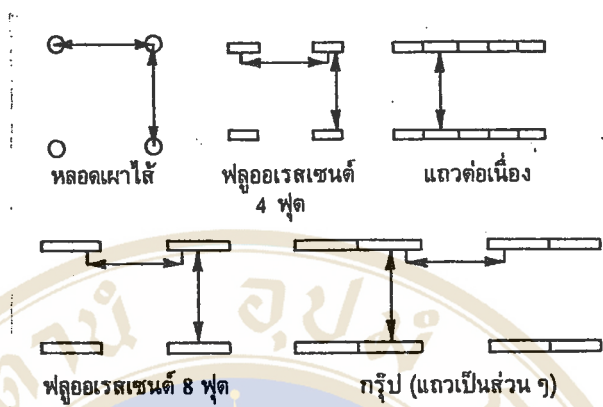
เป็นการแยกเปอร์เซ็นต์การกระจายแสงของดวงโคมว่าส่องขึ้นบนและลงล่างกี่เปอร์เซ็นต์สามารถจำแนกได้ 6 แบบ ได้แก่

1. แบบ โดยตรง (direct)
2. แบบ กึ่งตรง (semi-direct)
3. แบบ โดยตรง - โดยอ้อม (direct-indirect)
4. แบบ กระจายทุกทิศทาง (general diffuse)
5. แบบ กึ่งอ้อม (semi-indirect)
6. แบบ โดยอ้อม (indirect)

การจัดวางตำแหน่งดวงโคม (Arrangement of Luminaires)

Illuminating Engineering Society (21) กำหนดการจัดวางตำแหน่งดวงโคมได้ดังภาพที่ 2.5 ดังนี้

- ดวงโคมแต่ละดวงแยกออกจากกัน (individual)
- แถวที่ต่อเนื่อง (continuous rows)
- แถวที่แยกจากกัน (partial rows)



ภาพที่ 2.5 การจัดวางตำแหน่งดวงโคม (21)

สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุชนิดต่าง ๆ

สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุชนิดต่าง ๆ มีผลต่อการส่องสว่างมากโดยเฉพาะภายในอาคาร และยังใช้ในการเปิดหาค่า CU หรือสัมประสิทธิ์การใช้งานของโคมในการคำนวณโดยวิธีลูเมนอีกด้วย โดยการหาสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้น เพดาน และผนัง สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุแต่ละชนิดได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของสีและวัสดุชนิดต่าง ๆ

สีและวัสดุ	%การสะท้อนแสง	สีและวัสดุ	%การสะท้อนแสง
ขาว	75 - 85	แดงอ่อน	45 - 55
เทาอ่อน	40 - 60	แดงแก่	15 - 20
เทาแก่	10 - 15	ดำ	2 - 5
น้ำเงินอ่อน	40 - 50	ไม้สีอ่อน	25 - 35
น้ำเงินแก่	15 - 20	ไม้สีแก่	10 - 15
เขียวอ่อน	45 - 55	หินอ่อน	30 - 70
เขียวแก่	15 - 20	ปูนฉาบ	40 - 45
เหลืองอ่อน	60 - 70	คอนกรีต	20 - 30
น้ำตาล	20 - 30	อิฐเผา	10 - 15

ความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง

ในพื้นที่ทำงานที่มีความต้องการความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง ควรมีอัตราการส่องสว่างต่ำสุดต่อความส่องสว่างเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 0.8 นอกจากนี้ในพื้นที่ข้างเคียงไม่ควรมีความส่องสว่างต่างกันมากกว่า 5 : 1 (13) เนื่องจากความสามารถในการปรับตัวของตาต่อการมองเห็นขึ้นอยู่กับความส่องสว่าง และเวลาที่ใช้ในการมอง ซึ่งการปรับตัวในการมองเห็นในที่มืดใช้เวลานานกว่าในที่สว่าง กล่าวคือ ตาใช้เวลาประมาณ 30 นาทีในการปรับจากความสว่างมากไปมองในที่มืด จากที่กล่าวมา หากจำเป็นต้องซื้อสินค้าในร้านค้าที่มีความส่องสว่างสูง จะทำให้ต้องใช้เวลาในการปรับการมองเห็นโดยใช้เวลานาน อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายในการจับจ่ายพาหนะได้

2.6 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

การประหยัดพลังงานหรือการลดการสูญเสียในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สามารถทำได้โดยการออกแบบและเลือกระบบไฟฟ้าที่ให้ประสิทธิภาพในการส่องสว่าง ก่อให้เกิดความสบายแก่สายตา มีความยืดหยุ่น และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการใช้พื้นที่ ในขณะเดียวกันมีประสิทธิภาพดีในเชิงพลังงาน ซึ่งหลักการสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง (28) มีดังต่อไปนี้

1. การทำความเข้าใจกับพื้นที่ที่จะใช้แสงสว่าง
2. การเลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมให้เหมาะสม
3. การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
4. การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
5. การซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

วิธีการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างมี 2 แนวทาง (29) คือ

1. แนวทางที่ไม่มีการลงทุน
2. แนวทางที่มีการลงทุน

2.6.1 แนวทางที่ไม่มีการลงทุน

แนวทางที่ไม่มีการลงทุน เป็นแนวทางที่ใช้ในการควบคุมพฤติกรรมในการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง โดยปราศจากค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น สามารถทำได้ดังนี้

1. สำรวจลักษณะการทำงานตลอดจนระดับความส่องสว่าง รวมทั้งการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแสงจากธรรมชาติได้มาจากดวงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ โดยอาจมีการออกแบบช่องเปิดหน้าต่างภายในอาคารเพื่อให้ได้รับแสงจากธรรมชาติให้มากที่สุด ซึ่งการเปิดช่องหน้าต่างที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจะอยู่ในช่วงร้อยละ 40 -70 ของผนังห้อง (30) หรือการออกแบบรูปทรงของหลังคาเป็นแบบพื้นเลื้อยแบบเหลี่ยมหักมุม จะเป็นแบบที่มีค่าเฉลี่ยของ Daylight Distribution Contour และ Daylight Factor สูงที่สุด (31)

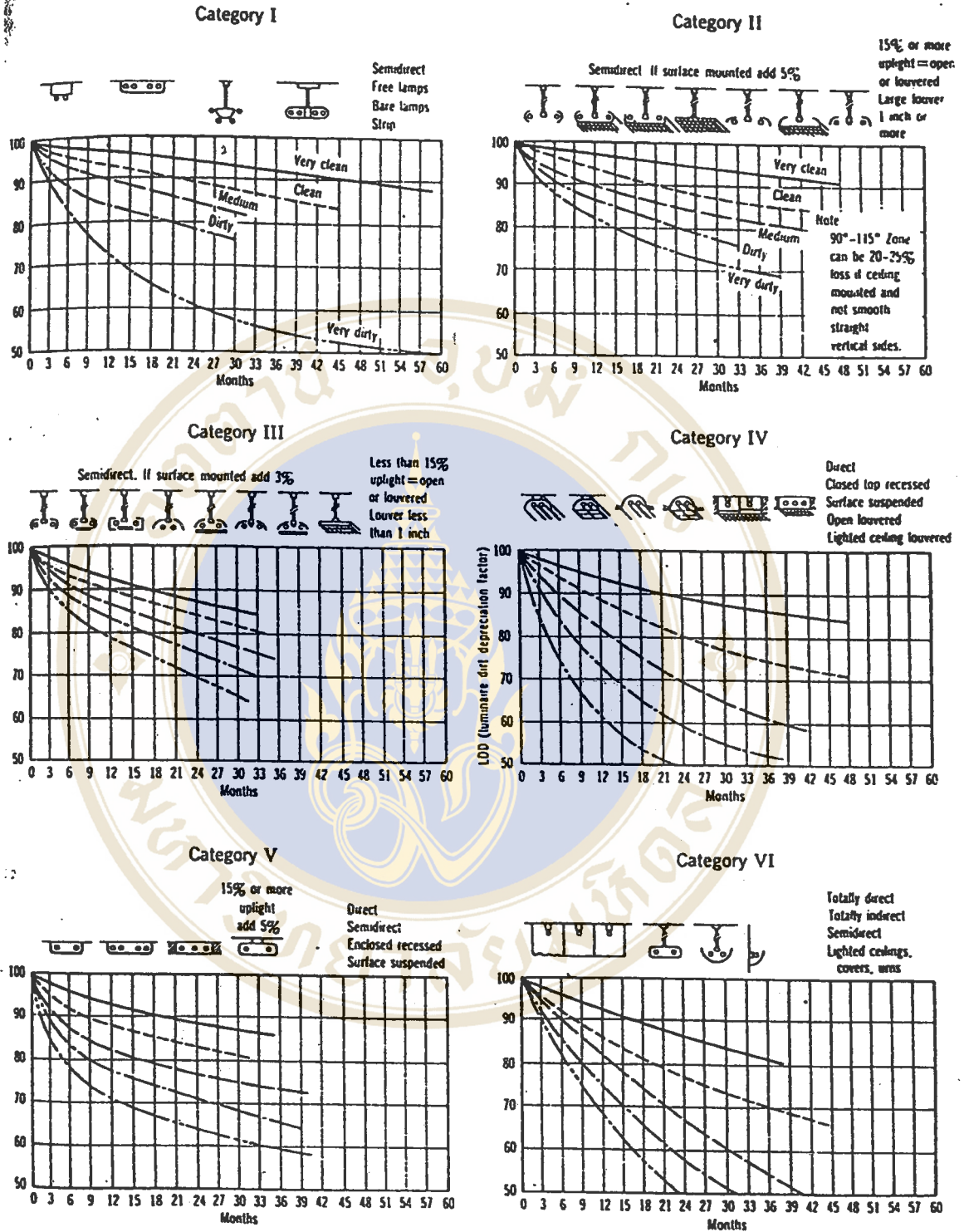
2. ทำความสะอาดโคมไฟและตัวหลอดอย่างสม่ำเสมอเพื่อที่จะสามารถให้แสงสว่างได้เต็มที่ เมื่อฝุ่นละอองมาจับที่ดวงโคมมากขึ้น ไม่เพียงแต่ประสิทธิภาพของดวงโคมจะลดลงเท่านั้น ลักษณะการกระจายแสงก็จะเปลี่ยนไปด้วย ทำให้เกิดความเสื่อมจากความสกปรกของดวงโคม (luminaire dirt depreciation) (32)

ภาพที่ 2.6 แสดงปริมาณแสงลดลงตามเวลาใช้งานของโคมทั้ง 6 ประเภท ภายใต้สภาพความสกปรกต่าง ๆ กัน ซึ่งมีการศึกษาพบว่า ดวงโคมประเภท 2 และ 3 จะให้แสงลดลงตามเวลาใช้งานน้อยกว่าประเภทอื่น ๆ (20) ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนมาใช้ดวงโคมประเภทดังกล่าว เพื่อยืดอายุการใช้งานของดวงโคม แต่ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับความถี่ในการทำความสะอาดด้วย

3. ผนังและเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ควรใช้สีอ่อนหรือสีนวล เพื่อช่วยสะท้อนแสงให้ดูสว่างขึ้น ซึ่งการเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าระหว่างห้องที่มีผนังสีอ่อนกับห้องที่มีผนังสีเข้ม จะพบว่า ห้องที่มีผนังสีอ่อนจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 20 (28)

4. ปิดไฟช่วงเวลาระหว่าง 12.00 - 13.00 น. ซึ่งเป็นเวลาหยุดพักเพื่อรับประทานอาหารกลางวัน จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายลงได้

5. ปิดไฟทุกครั้งเมื่อไม่ต้องการใช้แม้ว่าจะเป็นช่วงระยะเวลาสั้น ๆ มีการศึกษาพบว่า ถ้าทุกบ้านลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างลงได้วันละครึ่งชั่วโมง จะสามารถประหยัดไฟฟ้าได้ร้อยละ 23 ของไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด (33)



ภาพที่ 2.6 แสดงปริมาณแสงลดลงตามเวลาใช้งานของโคมทั้ง 6 ประเภท ภายใต้สภาพความสกปรกต่าง ๆ กัน (21)

2.6.2 แนวทางที่มีการลงทุน

แนวทางที่มีการลงทุน เป็นแนวทางที่ต้องมีการเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นการลงทุนที่มีผลตอบแทนสูงในระยะยาว ทั้งในแง่ของค่าใช้จ่ายไฟฟ้าและยังเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าอีกด้วย แนวทางที่มีการลงทุนมีดังนี้

1. ใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งในปัจจุบันนี้มีหลอดไฟหลายประเภท และแต่ละประเภทต่างก็ใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่ต่างกันด้วย โดยสามารถแบ่งประเภทของหลอดไฟออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังภาพที่ 2.7 ดังนี้

ประเภทที่ 1 หลอดไส้ (Incandescent lamp) อาศัยการกำเนิดแสงจากความร้อน เมื่อผ่านกระแสหลอดไส้ ไส้หลอดซึ่งทำด้วยลวดทั้งสแตนเลสจะถูกทำให้ร้อนและให้แสงสว่างออกมา แต่จะเกิดความร้อนมากกว่าแสงสว่าง คือ ความร้อนประมาณร้อยละ 95 และแสงสว่างร้อยละ 5 (34) ดังนั้นหลอดชนิดนี้จึงเป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพแสงต่ำมาก

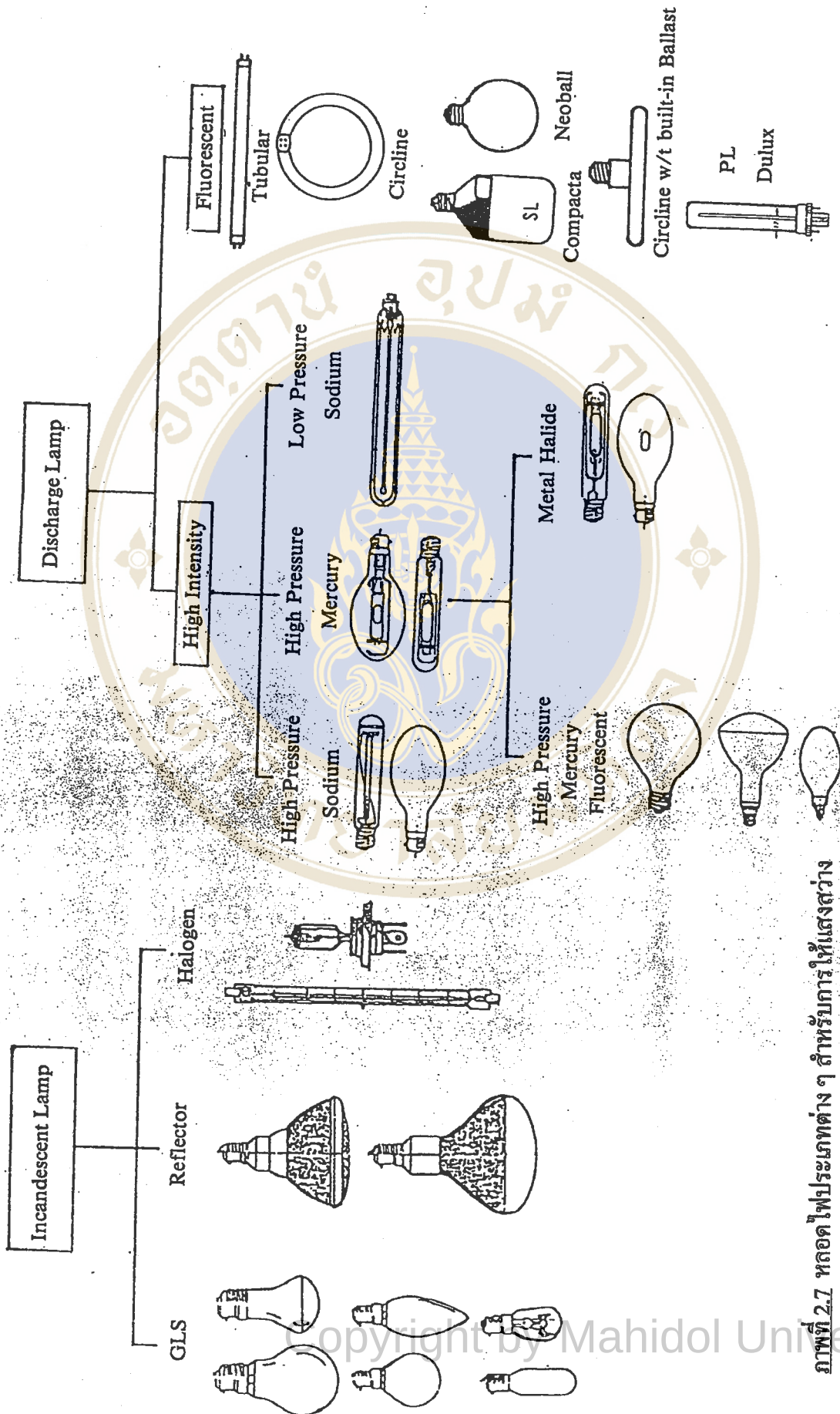
ประเภทที่ 2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent lamp) หลอดชนิดนี้เป็นหลอดที่อาศัยหลักการคายประจุ (Discharge) แบบหนึ่งกล่าวคือ เมื่อป้อนกระแสเข้าไปจะเกิดการคายประจุในก๊าซที่มีไอปรอทความดันต่ำ ทำให้เกิดรังสีอุลตราไวโอเลต และรังสีอุลตราไวโอเลตนี้จะไปกระทบสารฟอสฟอรัส (Phosphor) ที่ฉาบไว้ที่ด้านในของหลอดจะให้แสงในช่วงที่ตาคนเรามองเห็นได้ออกมา

หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีใช้ในปัจจุบัน จะมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด คือ

ชนิดที่ 1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา จะมีความกว้างของหลอดวัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ 3.8 เซนติเมตร กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขนาด 20 วัตต์ วัดความยาวได้ 60 เซนติเมตร และขนาด 40 วัตต์ วัดความยาวได้ 120 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดวงกลมจะมีความกว้างของหลอดวัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ 3.2 เซนติเมตร กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขนาด 32 วัตต์ ขนาดวงกลมของหลอดวัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ 32 เซนติเมตร

ชนิดที่ 2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง ก็คือหลอดฟลูออเรสเซนต์รุ่นใหม่ที่ให้กำลังส่องสว่างสูงเท่ากับหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา แต่กินไฟน้อยกว่า มีประสิทธิภาพแสงสูงกว่า ลักษณะโดยทั่วไปก็เหมือนกัน แต่หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงจะมีความเรียวกะทัดรัดกว่า โดยมีความกว้างของหลอดวัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ 2.6 เซนติเมตร มีกำลังไฟฟาลดลงเหลือเป็นขนาด 18 วัตต์ วัดความยาวได้ 60 เซนติเมตร และขนาด 36 วัตต์ วัดความยาวได้ 120 เซนติเมตร

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงจะใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา (33) ดังนี้



ภาพที่ 2.7 หลอดไฟประเภทต่างๆ สำหรับการให้แสงสว่าง

ก. ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง 18 วัตต์ แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา 20 วัตต์ จะประหยัดการใช้ไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 5 - 10 ซึ่งราคาเท่ากัน

ข. ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง 36 วัตต์ แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา 40 วัตต์ จะประหยัดการใช้ไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 5 - 10 ซึ่งราคาเท่ากัน

ชนิดที่ 3 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp) เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ได้มีการพัฒนาเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานและเพื่อแข่งขันกับหลอดไส้ซึ่งใช้กันมาตั้งแต่เดิม มีขนาดกะทัดรัด (Compact) มีกำลังส่องสว่างสูง มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ประมาณ 8 เท่า และการใช้พลังงานของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์จะน้อยกว่าหลอดไส้ประมาณ 4 เท่า ปัจจุบันหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มี 2 ชนิด คือ

- หลอดแคมแพคบัลลาสต์ภายใน หลอดชนิดนี้ก็คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ได้รวมเอาบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์อยู่ในหลอด สามารถนำไปติดตั้งแทนที่หลอดไส้ได้ทันที โดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์ใดๆ

- หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอก หลักการใช้งานเช่นเดียวกับหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน แต่หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอกสามารถเปลี่ยนหลอดได้ง่ายเมื่อหลอดชำรุด หลอดมีลักษณะงอโค้งเป็นรูปตัวยู มีขั้วหลอดซึ่งภายในจะมีสตาร์ทเตอร์ ในการติดตั้งใช้งานจะต้องมีขาเสียบเพื่อให้ใช้กับบัลลาสต์ที่แยกออก

การใช้หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในขนาด 18 วัตต์ กำลังไฟฟ้าจะลดน้อยกว่าหลอดไส้ขนาด 75 วัตต์ประมาณ 4 เท่า และใช้หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอกขนาด 11 วัตต์ (รวมบัลลาสต์ 16 วัตต์) กำลังไฟฟ้าจะลดน้อยกว่าหลอดไส้ขนาด 75 วัตต์ประมาณ 4.6 เท่า แต่ให้ความสว่างเท่ากัน (33)

ในตารางที่ 2.4 เป็นการแสดงการเปรียบเทียบกำลังส่องสว่างของหลอดไส้และหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบการส่องสว่างและประสิทธิภาพแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่าง ๆ กับหลอดไส้

ลำดับ	ชนิด	วัตต์	วัตต์รวม บัลลาสต์	กำลังส่องสว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิภาพแสง (ลูเมน/วัตต์)
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา	40	50	2,600	52.00
		32	42	1,750	41.67
		20	30	1,030	34.33
2	หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน	9	-	450	50
		13	-	650	50
		18	-	900	50
		25	-	1,200	48
3	หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอก	5	11.9	230	19.33
		7	12.7	400	31.50
		9	13.5	600	44.44
		11	16.0	900	56.25
		18	26.0	1,250	48.08
		24	32.0	2,000	62.50
		36	44.0	2,900	65.91
					(รวมบัลลาสต์)
4	หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง	36	46	2,600	56.52
		18	28	1,030	36.78
5	หลอดไส้	15	-	120	8.00
		25	-	230	9.20
		40	-	430	10.75
		60	-	730	12.16
		75	-	960	12.80
		100	-	1,380	13.80

ประเภทที่ 3 หลอดคายความร้อนความดันไอสูง (High Intensity Discharge Lamp - HID) ซึ่งสามารถแยกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

- หลอดไฮปรอทความดันไอสูง (High pressure mercury lamp) หลอดชนิดนี้เป็นหลอดที่อาศัยหลักการคายความร้อนในก๊าซที่มีไฮปรอทความดันสูงทำให้เปล่งแสงออกมา แสงที่ได้ออกมาจะมีแสงช่วงสีเขียวน้ำเงินมาก จึงมีหลอดชนิดที่ฉาบสารฟอสเฟอร์ไว้ด้านในของตัวหลอด แล้วให้รังสีอุลตราไวโอเลตกระทบ เพื่อให้ได้แสงในช่วงที่คนเราเห็นในขณะเดียวกันก็เพิ่มแสงช่วงสีแดงให้มากขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบหนึ่ง เรียกว่า หลอดแสงจันทร์ (Mercury Fluorescent Lamp)

- หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp) หลอดชนิดนี้เป็นหลอดที่อาศัยหลักการคายความร้อนเช่นเดียวกัน โดยอาศัยการคายความร้อนในก๊าซที่มีไฮโอเดียมความดันสูง ซึ่งจะให้แสงออกมา แสงที่ได้จะมีสีใกล้เคียงกับแสงที่ได้จากหลอดไส้และประสิทธิภาพแสงของหลอดจะสูง

2. ติดตั้งวงจรควบคุมแสงสว่างเพิ่มขึ้น จะทำให้สามารถปิด-เปิดวงจรแสงสว่างในพื้นที่ที่ไม่ต้องการใช้งานได้สะดวก ในการออกแบบวงจรปิด - เปิดจะต้องให้เป็นอิสระต่อกัน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถปิดโคมไฟในบริเวณที่ไม่ใช้งานหรืออาจจะปิดโคมไฟบางโคมที่ไม่ต้องการใช้ เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน ส่วนตำแหน่งของสวิตช์ควรออกแบบให้อยู่ใกล้ประตูหรืออยู่ในตำแหน่งที่สามารถปิด - เปิดได้สะดวก ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจให้คนปิดสวิตช์ไฟหลังจากเลิกใช้งานแล้ว

ข้อเสียของการออกแบบให้มีสวิตช์มาก คือ ค่าอุปกรณ์และค่าแรงติดตั้ง เนื่องจากต้องใช้สายไฟฟ้าและสวิตช์มากขึ้น รวมทั้งการใช้สายไฟที่มีขนาดใหญ่ขึ้น แต่จะมีความคุ้มค่าในการประหยัดพลังงานได้ในระยะเวลานาน (35)

3. ติดตั้งสวิตช์ตั้งเวลา (Timer) หรือ Time Delay Switch ทำงานเปิด - ปิดไฟฟ้า ณ บริเวณที่ใช้ไฟบางเวลา ซึ่งเหมาะสำหรับห้องที่ใช้งานในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น ห้องเก็บเอกสารอ้างอิง ห้องเก็บของ ห้องเก็บหนังสือ ห้องน้ำส่วนตัว การทำงานของสวิตช์จะมีอยู่สองแบบ แบบแรกจะทำงานตามเวลาที่ได้ออกมาได้ และแบบที่สองจะเปิดสวิตช์โดยใช้มือและใช้เวลาที่ตั้งไว้เป็นตัวปิด

4. ติดตั้งสวิตช์แสงแดด (Photo cell switch) หรือ Timer สำหรับควบคุมการเปิด - ปิดโคมไฟที่ติดตั้งอยู่นอกอาคาร เพื่อป้องกันการลืมปิดไฟที่ถูกเปิดทิ้งไว้จนถึงเวลากลางวัน ซึ่งทำให้มีการสูญเสียพลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์ สวิตช์แสงแดดจะทำงานอย่างอัตโนมัติโดยอาศัยแสงแดดสามารถใช้เปิดไฟบริเวณรอบอาคาร ไฟสนาม ไฟส่องดึก ไฟรั้ว ไฟลานจอดรถนอกอาคาร รวมทั้งไฟเพื่อการรักษาความปลอดภัยเมื่อดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้า และจะปิดไฟเมื่อเริ่มวันใหม่ที่มีแสงอาทิตย์เพียงพอ

5. ติดตั้งเครื่องปรับระดับแสงสว่าง (Dimmer) บริเวณห้องที่ใช้งานอเนกประสงค์ ซึ่งบางครั้งก็ต้องการแสงสว่างมาก แต่บางครั้งก็ต้องการแสงสว่างน้อย หรือห้องที่มีการใช้แสงธรรมชาติจากภายนอกเข้ามาช่วยให้แสงสว่างภายใน ระดับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ตามธรรมชาติจะแปรเปลี่ยนไปไม่แน่นอน ห้องดังกล่าวนี้ควรจะนำ Dimmer มาช่วยในการปรับระดับแสงสว่างให้เหมาะสมสำหรับกิจกรรมแต่ละแบบที่ต้องการแสงสว่างไม่เท่ากัน จะเป็นการช่วยประหยัดพลังงานลงได้ ห้องดังกล่าว ได้แก่ ห้องประชุม เป็นต้น

6. ใช้โคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูง คือ การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง (Reflector) คุณภาพสูงเข้าไปในโคมเก่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสะท้อนแสง ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ถึงร้อยละ 50 และยังสามารถลดจำนวนหลอดและอุปกรณ์ประกอบการทำงานของหลอดลงได้อีก 1 เท่าต่อโคม โดยที่ความสว่างโดยรวมของโคมยังอยู่ในเกณฑ์เดิม (36)

แผ่นสะท้อนแสงที่ดีควรมีผิวสะอาด มันเป็นเงา และต้องมีมุมสะท้อนที่ถูกต้อง ทำให้แสงสว่างมารวมกันในบริเวณที่ต้องการ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีชั้นสูงสามารถทำแผ่นสะท้อนแสงเงินด้วยวิธีเคลือบประจุไอออนเงินลงบนแผ่นอลูมิเนียมบริสุทธิ์ (ร้อยละ 99.85) ภายใต้ระบบสุญญากาศ (Dielectric Vacuum Silver Coating) ให้แผ่นสะท้อนแสงเงิน (Silver Reflector) มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (Total Reflectance) สูงมากถึงร้อยละ 95 เหมาะแก่การนำมาใช้ทำแผ่นสะท้อนแสงในโคมไฟ (37) เพื่อให้โคมไฟมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและไม่มีปัญหาด้านอายุการใช้งาน

7. ใช้บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง คือ การติดตั้งบัลลาสต์ชนิด Low Loss Ballast และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์แทนบัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กชนิดเดิม ซึ่งสามารถเปรียบเทียบบัลลาสต์ธรรมดา กับ Low Loss Ballast และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ (38) ได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบบัลลาสต์ธรรมดา กับ Low Loss Ballast และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

	บัลลาสต์ธรรมดา	Low Loss Ballast	Electronic Ballast
หลอดไฟที่ใช้	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W
Lamp Consumption	36 W	36 W	32 W
Ballast Loss	10.0 W	6.0 W	4.0 W
System Consumption	46 W	42 W	36 W
Comparison Index	100 %	91 %	78 %

ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน



8. ใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมระบบแสงสว่างในอาคารจะสามารถประหยัดพลังงานได้ มีผลการศึกษาพบว่า การใช้ระบบนี้จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานได้ประมาณร้อยละ 20 - 50

9. คำนวณและเลือกขนาดสายไฟให้มีความสูญเสีย (Loss) ต่ำ ทำได้โดยการเพิ่มขนาดของสายไฟให้โตขึ้นเนื่องจากเป็นสายที่มีความต้านทานต่ำกว่า จึงทำให้สามารถลดความสูญเสีย เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าตกและลดค่าไฟฟ้าลงได้

2.7 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการด้านเศรษฐศาสตร์

การพิจารณาโครงการหนึ่งโครงการใดถึงความเป็นไปได้ในการดำเนินการ วิธีการหนึ่งที่น่านิยมใช้ก็คือ การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐกิจ (39) ซึ่งหมายถึง การพิจารณาถึงความคุ้มค่าของการลงทุนหรือการดำเนินการในโครงการใดโครงการหนึ่ง ทั้งนี้โดยการเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่ต้องใช้ไป ที่เรียกว่า ต้นทุน (costs) ของโครงการ กับผลที่คาดว่าจะได้รับกลับคืนมาจากการดำเนินโครงการนั้น ซึ่งก็คือ ผลได้ (benefit) นั่นเอง เป็นวิธีการที่ช่วยในการตัดสินใจในการลงทุน (investment decision criteria) และยังสามารถบอกให้ทราบถึงลำดับความสำคัญของโครงการต่าง ๆ ได้อีกด้วย (40) (39)

2.7.1 วิธีพิจารณาจากระยะคืนทุน (pay - back period)

การพิจารณาจากระยะคืนทุน เป็นวิธีการที่ง่าย และอาศัยพื้นฐานความคิดที่ไม่สลับซับซ้อนมากนัก และไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงค่าของเงินในอนาคตอีกด้วย กล่าวคือ เป็นการพิจารณาถึงจำนวนปี หรือช่วงเวลาที่จะได้รับผลตอบแทนคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายลงทุน หรือพิจารณาระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายลงทุนของโครงการ ดังนั้นโครงการใดที่มีระยะคืนทุนสั้นจะมีความสำคัญสูงกว่าโครงการที่มีระยะคืนทุนมากกว่าโดยเปรียบเทียบ

2.7.2 วิธีอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (internal rate of return : IRR)

การพิจารณาอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเป็นการวิเคราะห์โดยมีการปรับค่าของเวลา เนื่องจากค่าของเงินในปัจจุบันและอนาคตมีค่าไม่เท่ากัน กล่าวคือ ต้นทุน และผลได้ของโครงการที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทุก ๆ ปีในอนาคตนั้น (กระแสต้นทุนและกระแสผลได้) ย่อมมีค่าต่ำลง

หรือน้อยลง เมื่อเทียบกับปีปัจจุบันของโครงการ หรือปีที่ศูนย์เมื่อเริ่มต้นโครงการ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาอัตราลด (discount rate) เพื่อใช้ในการคำนวณลดค่าของกระแสต้นทุนและกระแสผลได้ของโครงการ โดยใช้อัตราดอกเบี้ยของตลาดเป็นอัตราลดสำหรับพิจารณาลดค่าของกระแสต้นทุนและกระแสผลได้ลงมาเป็นกระแสต้นทุนและกระแสผลได้ในมูลค่าในปีฐาน

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ คือ ผลตอบแทนเป็นร้อยละต่อโครงการ หรือหมายถึงอัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลด ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้นการหาอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการก็คือการหาอัตราดอกเบี้ยนั่นเอง

หลักการตัดสินใจว่าโครงการมีความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐกิจ ก็คือเมื่อ IRR มีค่าสูงและต้องสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเฉพาะ หรือค่าเสียโอกาสของทุน

การเลือกอัตราลด

ในการคำนวณหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการนั้น มีความจำเป็นต้องกำหนดอัตราลด ซึ่งอัตราลดที่เหมาะสมที่สุดก็คือค่าเสียโอกาสของต้นทุน ในการเลือกใช้อัตราลดที่ Gittinger (41) แนะนำให้ใช้หลักของ Rule of thumb นั่นคือให้เลือกใช้อัตราร้อยละ 12 อันเป็นอัตราที่นิยมใช้และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ทั้งนี้เพราะประเทศต่างๆ ส่วนมากมีความเห็นว่า ค่าเสียโอกาสของทุนในประเทศที่กำลังพัฒนาจะอยู่ในระหว่างร้อยละ 8 - 15 สำหรับประเทศไทยก็มีการใช้กันทั้งในอัตราร้อยละ 10 และ 12

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 รูปแบบการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey Studies) เพื่อรวบรวมข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับปริมาณและลักษณะการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ เพื่อนำมาประเมินหาศักยภาพการประหยัดพลังงานจากการใช้ระดับความสว่างภายในร้านค้าที่เหมาะสม ตลอดจนการศึกษาถึงการประหยัดพลังงานจากการติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพ โดยมีการพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์อีกด้วย

3.2 พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ได้กำหนดการเก็บข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับปริมาณและลักษณะการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ ในเขตกรุงเทพมหานคร

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ได้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากผู้ประกอบการร้านค้าสะดวกซื้อในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล แสดงในภาคผนวก ก

ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ รายงานทางวิชาการที่เผยแพร่ โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน สถาบันวิจัยพลังงาน สถาบันวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เหล่านี้เป็นต้น ในเรื่องเกี่ยวกับปริมาณความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในร้านค้าสะดวกซื้อ สภาพการใช้พลังงาน รวมถึงการออกแบบ

ระบบแสงสว่างภายในร้านค้า ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยประหยัดและส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

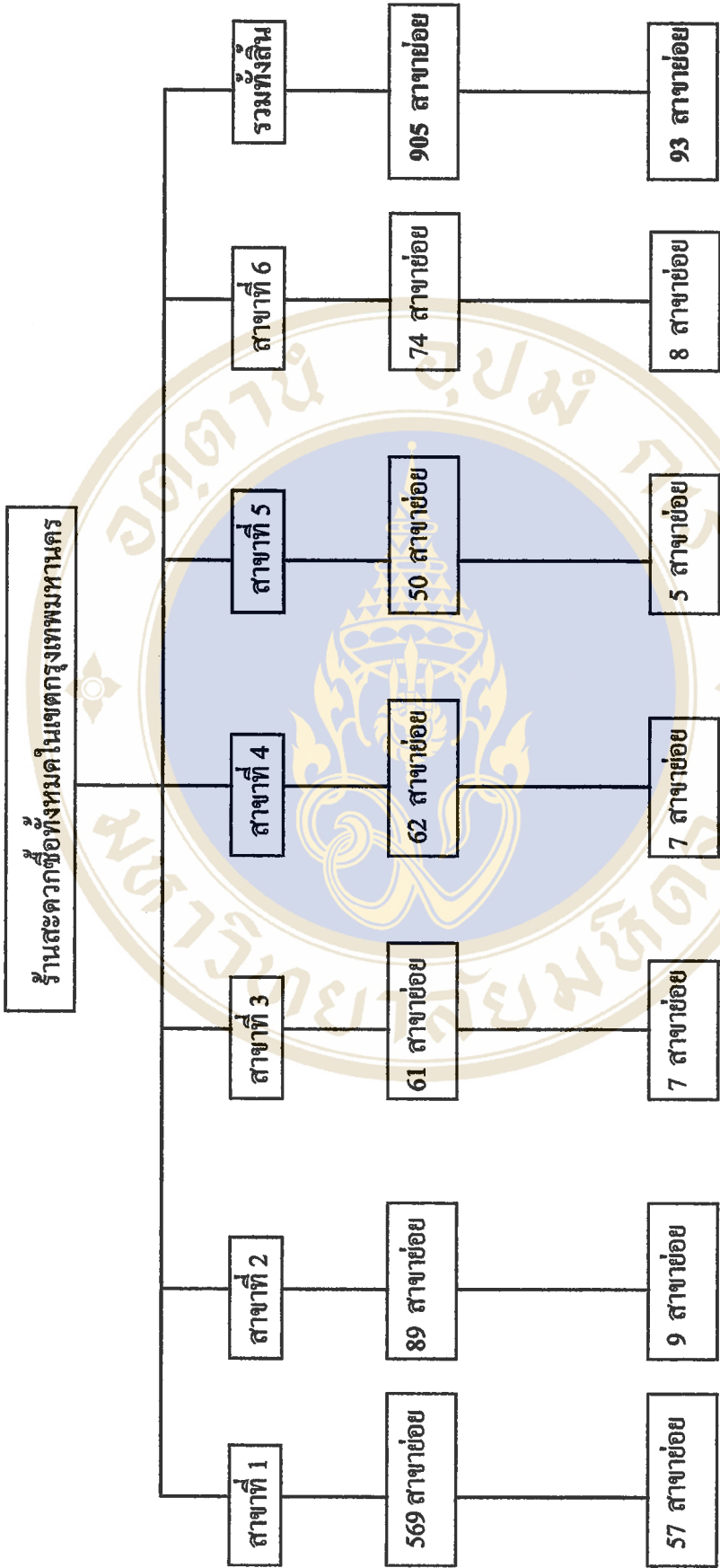
ประชากร คือ ร้านค้าสะดวกซื้อที่มีจำนวนร้านสาขาย่อยตั้งแต่ 50 สาขาขึ้นไป ในเขตกรุงเทพมหานคร ได้แก่ สาขาที่ 1, สาขาที่ 2, สาขาที่ 3, สาขาที่ 4, สาขาที่ 5 และสาขาที่ 6 (ไม่สามารถระบุชื่อร้านได้ เนื่องจากเหตุผลทางธุรกิจ)

ตัวอย่าง คือ ร้านค้าสะดวกซื้อสาขาย่อยในแต่ละสาขา ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Sample Random Sampling) โดยใช้วิธีจับสลาก ซึ่งขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจะสุ่มตัวอย่างในอัตราร้อยละ 10 ของประชากรทั้งหมด (42) (43)

จากการสำรวจ พบว่า จำนวนสาขาย่อยทั้งหมดของร้านค้าสะดวกซื้อทั้ง 6 สาขา และขนาดของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

- สาขาที่ 1	จำนวน 569 สาขาย่อย	ขนาดตัวอย่าง 57 สาขาย่อย
- สาขาที่ 2	จำนวน 89 สาขาย่อย	ขนาดตัวอย่าง 9 สาขาย่อย
- สาขาที่ 3	จำนวน 61 สาขาย่อย	ขนาดตัวอย่าง 7 สาขาย่อย
- สาขาที่ 4	จำนวน 62 สาขาย่อย	ขนาดตัวอย่าง 7 สาขาย่อย
- สาขาที่ 5	จำนวน 50 สาขาย่อย	ขนาดตัวอย่าง 5 สาขาย่อย
- สาขาที่ 6	จำนวน 74 สาขาย่อย	ขนาดตัวอย่าง 8 สาขาย่อย

รวมทั้ง 6 สาขา มีสาขาย่อยทั้งหมด 905 สาขา และมีขนาดตัวอย่าง 93 สาขาย่อย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 กลุ่มตัวอย่าง และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

3.5 วิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยนี้จำแนกวิธีการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของระดับแสงสว่างและค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบระบบส่องสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์

3.5.1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของระดับแสงสว่างและค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

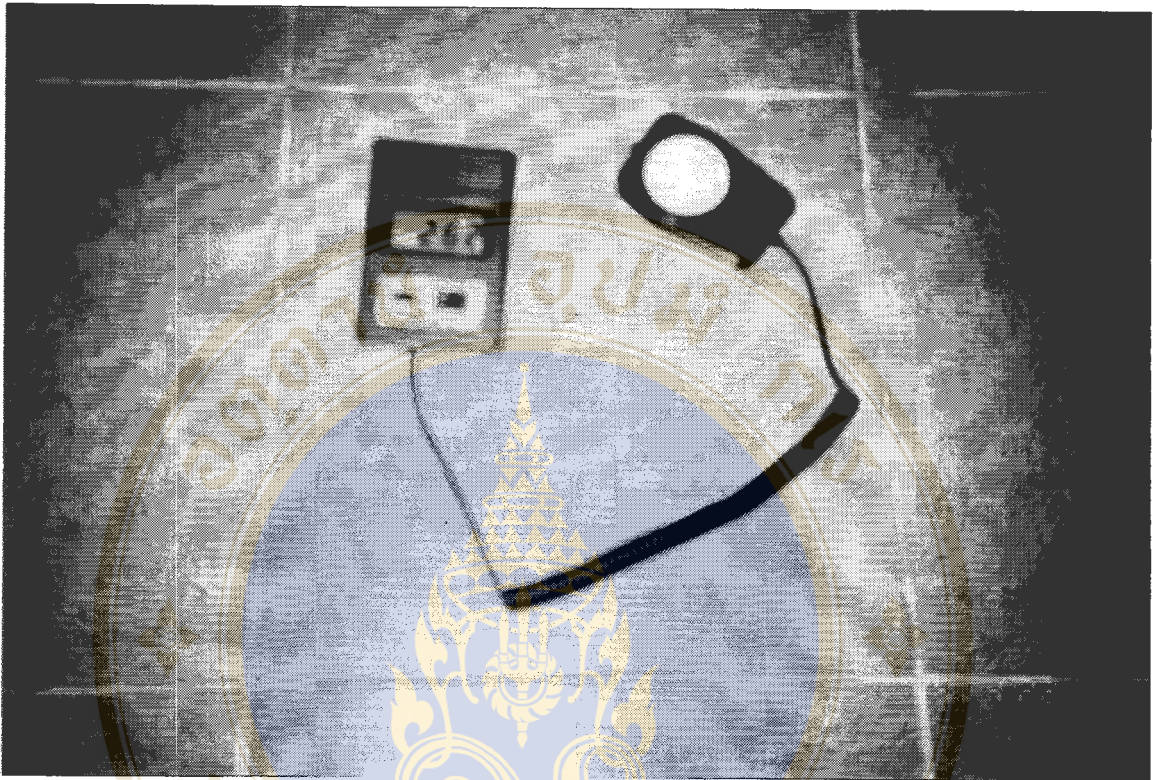
3.5.1.1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของระดับแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของระดับแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ จะทำการวัดความสว่างและเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับระบบแสงสว่างภายในร้านค้า แล้วนำมาเปรียบเทียบกับระดับความสว่างที่ CIE (Commission International del' Eclairage) ได้แนะนำไว้

นอกจากนี้แล้วยังทำการศึกษาระดับแสงสว่างในพื้นที่ข้างเคียงอีกด้วย นั่นคือบริเวณด้านนอกของร้านค้า ซึ่งไม่ควรมีความส่องสว่างแตกต่างจากภายในร้านค้ามากกว่า 5 : 1 (13)

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1. แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล
2. เครื่องวัดแสง (Digicon Lux Meter) รุ่น LX-50 ที่มีการปรับศูนย์โดยอัตโนมัติ และมีย่านการวัด 0 - 50,000 lux ดังแสดงในภาพที่ 3.2
3. ที่ตั้งเครื่องวัดแสง โดยปรับให้มีความสูงจากพื้น 80 เซนติเมตร
4. ตลับเมตร
5. เข็มทิศ



ภาพที่ 3.2 เครื่องมือวัดแสงที่ใช้ในการศึกษา

ตำแหน่งและเวลาในการวัดความสว่าง

การวัดความสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ สามารถแบ่งตำแหน่งการวัดได้ 2 กรณีตามขนาดของพื้นที่ ดังนี้

1. พื้นที่ที่มีขนาด 1 คูหา ทำการวัดความสว่างทั้งหมด 9 จุด ได้แก่ ด้านหน้าร้านห่างจากผนัง 1.00 เมตร (3 จุด) ด้านข้างทั้งสองข้างของร้านห่างจากผนัง 1.00 เมตร (2 จุด) ด้านหลังร้านห่างจากผนัง 1.00 เมตร (3 จุด) และจุดกึ่งกลางร้าน (1 จุด)

2. พื้นที่ที่มีขนาด 2 คูหา ทำการวัดความสว่างทั้งหมด 15 จุด ได้แก่ ด้านหน้าร้านห่างจากผนัง 1.00 เมตร (5 จุด) ด้านข้างทั้งสองข้างของร้านห่างจากผนัง 1.00 เมตร (2 จุด) ด้านหลังร้านห่างจากผนัง 1.00 เมตร (5 จุด) และจุดกึ่งกลางร้าน (3 จุด) ดังแสดงในภาพที่ 3.3

โดยทำการวัดในแนวระนาบ อยู่สูงจากพื้นห้อง 80 เซนติเมตร (23)

สำหรับการวัดความสว่างบริเวณภายนอกร้านค้า จะทำการวัดทั้งหมด 3 จุด และ 5 จุด สำหรับพื้นที่ที่มีขนาด 1 คูหาและ 2 คูหา ตามลำดับ ซึ่งห่างจากผนัง 1.00 เมตร

เวลาในการวัดความสว่างตามตำแหน่งต่าง ๆ ภายในร้านค้าสะดวกซื้อ จะทำการวัดใน 2 ช่วงเวลา คือ

1. วัดในเวลากลางวัน คือช่วงเวลาระหว่าง 10.30 - 14.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องเข้ามามีค่าความสว่างที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อย โดยค่าที่วัดได้คือแสงสว่างจากหลอดแสงสว่างกับแสงธรรมชาติ

2. วัดในเวลากลางคืน คือช่วงเวลาระหว่าง 20.00 - 04.00 น. ซึ่งค่าที่วัดได้คือ ค่าความสว่างจากหลอดแสงสว่างเท่านั้น

ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากร้านค้าตัวอย่างกระทำในช่วงตั้งแต่วันที่ 14 มกราคม 2542 ถึงวันที่ 4 มีนาคม 2542 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- สาขาที่ 1 ในช่วงตั้งแต่วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2542 ถึงวันที่ 4 มีนาคม 2542
- สาขาที่ 2 ในช่วงตั้งแต่วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2542 ถึงวันที่ 3 มีนาคม 2542
- สาขาที่ 3 ในช่วงตั้งแต่วันที่ 19 มกราคม 2542 ถึงวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2542
- สาขาที่ 4 ในช่วงตั้งแต่วันที่ 20 มกราคม 2542 ถึงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2542
- สาขาที่ 5 ในช่วงตั้งแต่วันที่ 14 มกราคม 2542 ถึงวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2542
- สาขาที่ 6 ในช่วงตั้งแต่วันที่ 22 มกราคม 2542 ถึงวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2542

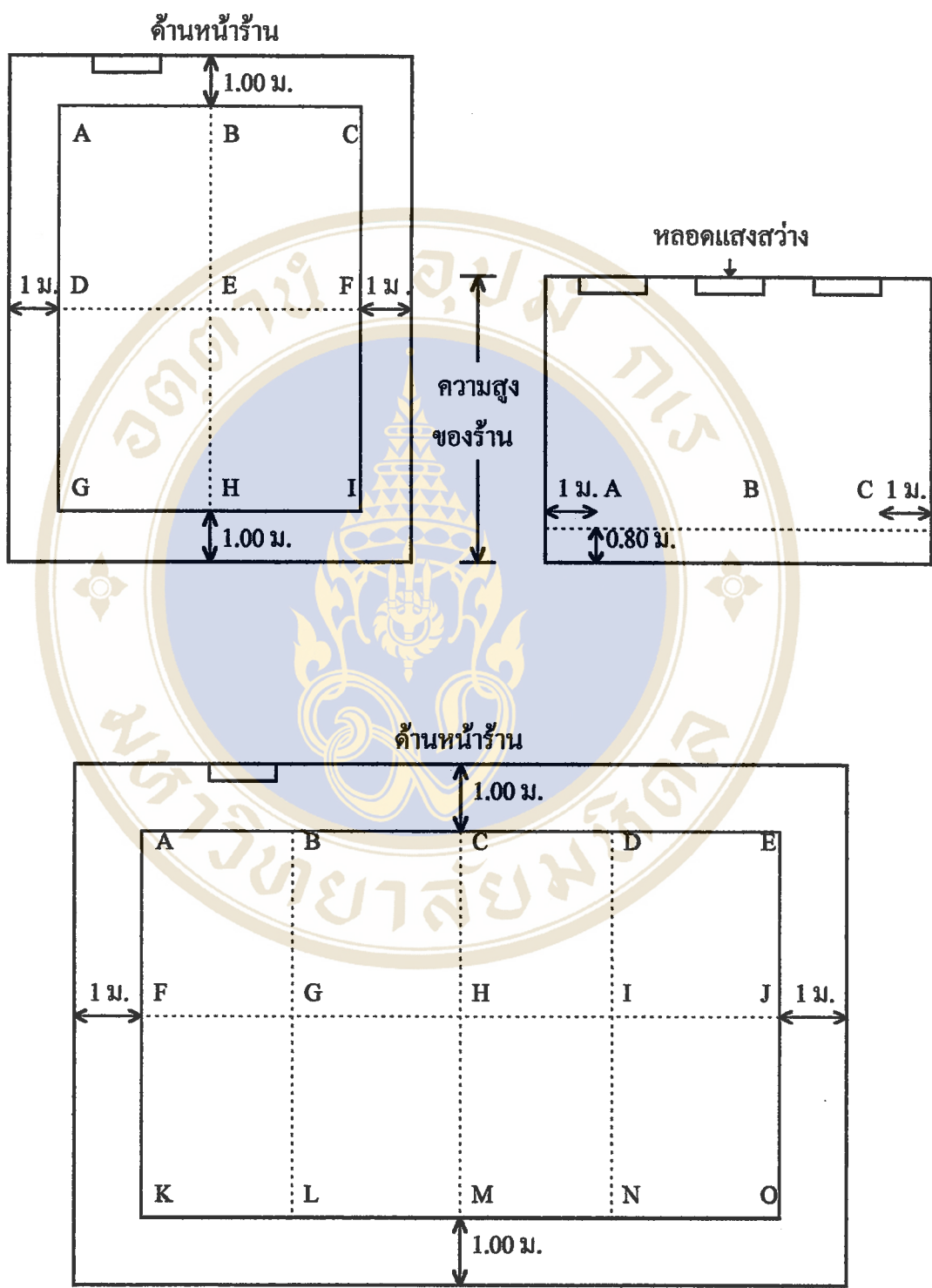
3.5.1.2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

ศึกษาโดยใช้วิธีลูเมน จากสูตรดังนี้

$$W/m^2 = \text{ระดับความสว่าง} / \text{จำนวนลูเมนต่อโคม} * \text{สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์} * \text{ค่าบำรุงรักษา}$$

ในการตรวจสอบระดับความสว่างและค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อที่ถูกเลือกจากกลุ่มประชากร จะนำผลที่ตรวจวัดได้มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้

นอกจากนี้แล้วยังเก็บข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนสวิทช์ทั้งหมดภายในร้านค้าตัวอย่างที่ควบคุมการทำงานของหลอดแสงสว่างอีกด้วย นำมาหาจำนวนหลอดแสงสว่างต่อ 1 สวิทช์ เพื่อทราบถึงศักยภาพการประหยัดพลังงาน



ภาพที่ 3.3 ตำแหน่งการวัดความสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

3.5.2 การออกแบบระบบส่องสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

จากการศึกษาของสงวนศักดิ์ เกษราพันธุ์ (2537) (24) พบว่า การเปลี่ยนค่าความส่องสว่างภายในอาคารตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด คือ อาคารเรียน อาคารราชการ และอาคารสำนักงานเอกชน เพื่อให้ได้มาตรฐานและเปลี่ยนโคมเป็นโคมที่มีประสิทธิภาพ จะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดเพราะมีการปรับปรุงทั้งปริมาณของแสงให้ได้มาตรฐาน และใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในการออกแบบระบบส่องสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อจะยึดถือตามที่กล่าวมา นั่นคือ การปรับปรุงระดับความสว่างเพื่อให้ได้ตามที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งกำหนดที่ระดับ 500 lux และ/หรือการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง นอกจากนี้จะมีการพิจารณาถึงค่ากำลังการส่องสว่างสูงสุดอีกด้วย

การออกแบบระบบแสงสว่างมี 2 วิธีด้วยกัน คือ

3.5.2.1 วิธีที่ไม่มีการลงทุน เป็นวิธีที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น โดยการลดจำนวนการใช้หลอดแสงสว่างลง การหาจำนวนหลอดแสงสว่างที่เหมาะสมทำได้โดยใช้วิธีลูเมน และยังทำให้ภายในร้านมีระดับความสว่างและค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่เหมาะสมอีกด้วย

3.5.2.2 วิธีที่มีการลงทุน เป็นแนวทางที่มีการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานต่าง ๆ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่าย แต่มีผลตอบแทนสูงในระยะยาว

การคำนวณหาจำนวนดวงโคม

มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

1. พิจารณาค่า RCR (Room Cavity Ratio) หรือ K Index
2. หาสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของเพดาน (pc) กำแพง (pw) และพื้น (pf) ในกรณีทั่วไปที่ไม่ทราบค่าให้ใช้ค่าเฉลี่ย 70/ 50/ 20 ตามลำดับ (13)
3. หาค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของดวงโคม (CU) จากตารางผู้ผลิต
4. กำหนดค่าการบำรุงรักษา (MF) ให้มีค่าเท่ากับ 0.8 คือมีการทำความสะอาด และเปลี่ยนหลอดในเวลาอันควร จัดอยู่ในการบำรุงรักษาดี
5. การคำนวณหาจำนวนดวงโคม จากสูตร

$$n = \frac{\text{ระดับความสว่างออกแบบ} * W * L}{\text{จำนวนลูเมนต่อโคม} * CU * MF}, \text{ระดับความสว่างออกแบบ} = 500 \text{ lux}$$

อุปกรณ์ประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ดวงโคมประกอบด้วยตัวหลอดไฟ (lamp) โคมไฟ (fixtures) และตัวบัลลาสต์ (ballast) ดังนั้นการออกแบบระบบแสงสว่างโดยวิธีที่มีการลงทุน จึงพิจารณาถึง

1. การใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง ในที่นี้คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ Super TLD ซึ่งมีกำลังไฟฟ้า 18 และ 36 วัตต์ มีจำนวนลูเมนต่อหลอดเท่ากับ 1,300 และ 3,250 ลูเมน ตามลำดับ

2. การใช้บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง โดยเลือกใช้บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์ และ Low Loss Ballast

3. การใช้ดวงโคมประสิทธิภาพสูง โดยมีรายละเอียดของดวงโคมแสดงดังภาคผนวก ค นอกจากนี้แล้วยังออกแบบระบบแสงสว่างโดยคำนึงถึงความสวยงามอีกด้วย โดยติดตั้งหลอดแสงสว่างหลาย ๆ ชนิดร่วมกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด daylight ควบคู่กับหลอดชนิด warm white โดยคิดสลับกันไป หรือในดวงโคมที่มีหลอดแสงสว่าง 2 หลอด จะติดตั้งแบบ 1 : 1 (daylight : warm white) และในดวงโคมที่มีหลอดแสงสว่าง 3 หลอด ติดตั้งในอัตรา 2 : 1

การลงทุน

ต้นทุนในการปรับปรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างต่าง ๆ ประกอบด้วย

1. ค่าการลงทุนหรือค่าการจัดหา (Investment Cost)

- หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง
- บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ และ Low Loss Ballast
- ดวงโคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูง

2. ค่าการดำเนินงาน (Operating Cost) ได้แก่ ค่าติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ

สามารถสรุปราคากลางอุปกรณ์พลังงาน และค่าแรงในการติดตั้งได้ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2 (44)

ตารางที่ 3.1 สรุปราคากลางอุปกรณ์ประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง

รายการ	ราคาไม่รวม VAT	ราคารวม VAT 7%
หลอดฟลูออเรสเซนต์		
หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด Super TLD 18 วัตต์ หลอดละ	56.0748	60.00
หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด Super TLD 36 วัตต์ หลอดละ	65.4206	70.00
บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	401.87	430.00
บัลลาสต์ไถวัลลอส	105.60	113.00
โคมฝังฝ้า, โคมทึบบาร์ หน้าตะแกรง		
1 * 36 W	1,134.00	1,213.38
2 * 36 W กว้าง 30 ซม.	1,647.00	1,762.29
2 * 36 W กว้าง 60 ซม.	2,020.50	2,161.94
3 * 36 W	2,092.50	2,238.98

ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2540

ตารางที่ 3.2 สรุปค่าแรงในการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง

รายการ	ราคา
ติดตั้งโคมใหม่ ใช้โคมแบบติดตั้ง	จุดละ 230 บาท โดยประมาณ
ค่าแรงในการเปลี่ยนบัลลาสต์	30 บาท

ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2540

3.5.3 การวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

การวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างทำได้โดยการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงทั้งวิธีที่ไม่มีการลงทุน และวิธีที่มีการลงทุน ซึ่งจะเปรียบเทียบในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- จำนวนหลอดแสงสว่าง
- กำลังไฟฟ้ารวม
- ปริมาณการใช้ไฟฟ้า
- ค่าไฟฟ้า

โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$\text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปี (kWh/ปี)} = \frac{\text{จำนวนวัตต์รวมบัลลาสต์} * \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อปี}}{1,000}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้าต่อปี} = \text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปี} * 2.00 \text{ บาท}$$

สามารถคำนวณหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปีและค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี ดังนี้

$$\text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี} = \text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปีก่อนการปรับปรุง} - \text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปีหลังการปรับปรุง}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี} = \text{ค่าไฟฟ้าต่อปีก่อนการปรับปรุง} - \text{ค่าไฟฟ้าต่อปีหลังการปรับปรุง}$$

3.5.4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์

3.5.4.1 วิธีพิจารณาจากระยะคืนทุน (pay - back period)

โดยหาจากสูตร

เงินลงทุนทั้งหมด = ค่าการลงทุนหรือค่าการจัดหา + ค่าการดำเนินงาน

$$\text{ระยะคืนทุน(ปี)} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{เงินที่ประหยัดได้}}$$

3.5.4.2 วิธีอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR)

วิธีหา IRR

$$IRR = DR_L + (DR_U - DR_L) * \left[\frac{NPV_L}{NPV_L - NPV_U} \right]$$

DR_L = Lower bound discounted factor

DR_U = Upper bound discounted factor

NPV_L = Net Present Value of DR_L

NPV_U = Net Present Value of DR_U

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ

จากการสำรวจสภาพการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อทั้ง 6 สาขา จำนวน 93 ตัวอย่าง พบว่า สาขาที่ 1 ซึ่งมีทั้งหมด 57 ตัวอย่าง ใช้หลอดแสงสว่างประเภทฟลูออเรสเซนต์ทั้ง 36 วัตต์ และ 18 วัตต์ รวมเป็นจำนวน 2,580 หลอด มีการใช้กำลังไฟฟ้ารวม 112,740 W คิดเป็นปริมาณการใช้ไฟฟ้า 987,602.4 kWh/ปี เป็นเงิน 1,975,204.8 บาท/ปี ดังแสดงในตารางที่ 4.1

สาขาที่ 2 ซึ่งมีทั้งหมด 9 ตัวอย่าง ใช้หลอดแสงสว่างประเภทฟลูออเรสเซนต์ทั้ง 36 วัตต์ และ 18 วัตต์ รวมเป็นจำนวน 537 หลอด ใช้กำลังไฟฟ้ารวม 23,010 W คิดเป็นปริมาณการใช้ไฟฟ้า 201,567.6 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 403,135.2 บาท/ปี ดังแสดงในตารางที่ 4.2

สาขาที่ 3 ซึ่งมีทั้งหมด 7 ตัวอย่าง ใช้หลอดแสงสว่างประเภทฟลูออเรสเซนต์ทั้ง 36 วัตต์ และ 18 วัตต์ และหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 13 วัตต์ รวมเป็นจำนวน 450 หลอด มีการใช้กำลังไฟฟ้ารวม 19,656 W คิดเป็นปริมาณการใช้ไฟฟ้า 172,186.6 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 344,373.2 บาท/ปี ดังแสดงในตารางที่ 4.3

สาขาที่ 4 ซึ่งมีทั้งหมด 7 ตัวอย่าง ใช้หลอดแสงสว่างประเภทฟลูออเรสเซนต์ทั้ง 36 วัตต์ และ 18 วัตต์ รวมเป็นจำนวน 373 หลอด มีการใช้กำลังไฟฟ้ารวม 16,420 W คิดเป็นปริมาณการใช้ไฟฟ้า 143,839.2 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 287,678.4 บาท/ปี ดังแสดงในตารางที่ 4.4

สาขาที่ 5 ซึ่งมีทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ใช้หลอดแสงสว่างประเภทฟลูออเรสเซนต์ 18 วัตต์ และหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 9 วัตต์, 13 วัตต์ และ 36 วัตต์ รวมเป็นจำนวน 443 หลอด มีการใช้กำลังไฟฟ้ารวม 12,873 W คิดเป็นปริมาณการใช้ไฟฟ้า 112,767.5 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 225,535.0 บาท/ปี ดังแสดงในตารางที่ 4.5

สาขาที่ 6 ซึ่งมีทั้งหมด 8 ตัวอย่าง ใช้หลอดแสงสว่างประเภทฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ และหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 9 วัตต์ และ 13 วัตต์ รวมเป็นจำนวน 268 หลอด มีการใช้กำลังไฟฟ้ารวม 11,610 W คิดเป็นปริมาณการใช้ไฟฟ้า 101,703.6 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 203,407.2 บาท/ปี ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 1

ตัวอย่าง ที่	ความสว่างภายใน (lux)		ความสว่างภายนอก (lux)		ค่า มาตรฐาน	ความสว่าง		ค่า มาตรฐาน	จำนวน หลอด แสงสว่าง	จำนวน สวิตช์	หลอด/ สวิตช์	พื้นที่ (m ²)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน		ภายใน : นอก	กลางคืน						W	kWh/year*	ค่าไฟฟ้า☆	
1	655.5	518.3	3,364.3	124.0	500	1 : 5.1	4.2 : 1	5 : 1	69	9	8	129.6	3,138	27,488.9	54,977.8	27.55
2	573.4	550.6	145.6	296.2	500	3.9 : 1	1.9 : 1	5 : 1	47	6	8	76.8	2,126	18,623.8	37,247.6	30.72
3	1,087.1	1,075.0	3,008.0	427.2	500	1 : 2.8	2.5 : 1	5 : 1	43	17	3	78.0	1,978	17,327.3	34,654.6	36.35
4	956.0	938.7	2,618.0	247.2	500	1 : 2.7	3.8 : 1	5 : 1	52	9	6	75.2	2,212	19,377.1	38,754.2	52.67
5	481.5	331.5	6,555.0	178.0	500	1 : 13.6	1.9 : 1	5 : 1	43	9	5	71.4	1,942	17,011.9	34,023.8	11.57
6	590.9	511.1	8,335.1	192.0	500	1 : 14.1	2.7 : 1	5 : 1	47	8	6	86.8	2,126	18,623.8	37,247.6	19.75
7	516.9	324.5	41,115.4	268.8	500	1 : 79.5	1.2 : 1	5 : 1	47	7	7	71.4	2,072	18,150.7	36,301.4	11.17
8	540.5	501.0	2,837.2	146.4	500	1 : 5.3	3.4 : 1	5 : 1	41	9	5	63.2	1,868	16,363.7	32,727.4	17.68
9	399.6	331.8	4,816.0	184.6	500	1 : 12.1	1.8 : 1	5 : 1	52	10	6	90.7	2,266	19,850.2	39,700.4	18.35
10	981.7	921.7	2,660.9	270.3	500	1 : 2.7	3.4 : 1	5 : 1	42	8	6	70.0	1,896	16,609.0	33,218.0	51.52
11	592.1	577.0	523.2	294.6	500	1.1 : 1	2.0 : 1	5 : 1	50	6	9	82.1	2,192	19,201.9	38,403.8	23.06
12	696.3	617.0	5,870.0	166.4	500	1 : 8.4	3.7 : 1	5 : 1	49	6	9	77.8	2,200	19,272.0	38,544.0	33.95
13	612.4	566.8	1,440.3	339.1	500	1 : 2.4	1.7 : 1	5 : 1	48	10	5	92.2	2,118	18,553.7	37,107.4	22.00
14	1,137.6	1,032.9	845.7	150.7	500	1.4 : 1	6.9 : 1	5 : 1	45	6	8	66.3	2,016	17,660.2	35,320.4	36.40
15	823.0	721.8	3,821.5	141.0	500	1 : 4.6	5.1 : 1	5 : 1	63	9	7	67.7	2,700	23,652.0	47,304.0	41.57
16	932.0	617.1	16,634.0	311.4	500	1 : 17.9	2.0 : 1	5 : 1	31	7	5	85.6	1,372	12,018.7	24,037.4	20.57
17	605.9	502.1	8,946.0	84.4	500	1 : 14.8	6.0 : 1	5 : 1	45	8	6	77.0	1,998	17,502.5	35,005.0	19.88
18	1,319.6	1,042.7	25,912.0	164.2	500	1 : 19.6	6.4 : 1	5 : 1	58	10	6	97.6	2,560	22,425.6	44,851.2	35.23

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ความสว่างภายใน (lux)		ความสว่างภายนอก (lux)		ค่า มาตรฐาน แสงสว่าง	ความสว่าง		ค่า มาตรฐาน	จำนวน หลอด แสงสว่าง	จำนวน สวิตช์	หลอด/ สวิตช์	พื้นที่ (m ²)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน		ภายใน : นอก	กลางคืน						W	kWh/year*	ค่าไฟฟ้า☆	
19	930.9	630.1	7,590.0	340.3	500	1:8.2	1.9:1	5:1	42	9	5	50.4	1,716	15,032.2	30,064.4	39.25
20	877.7	855.2	739.8	832.4	500	1.2:1	1.0:1	5:1	38	8	5	62.9	1,712	14,997.1	29,994.2	48.61
21	887.7	797.3	4,100.0	81.7	500	1:4.6	9.8:1	5:1	53	11	5	90.0	2,312	20,253.1	40,506.2	27.54
22	1,036.4	826.6	54,891.0	103.2	500	1:53.0	8.0:1	5:1	43	7	7	86.4	1,834	16,065.8	32,131.6	46.51
23	810.2	767.7	5,645.0	320.5	500	1:7.0	2.4:1	5:1	76	9	9	64.1	3,352	29,363.5	58,727.0	27.16
24	1,017.7	940.9	11,022.0	196.8	500	1:10.8	4.8:1	5:1	48	10	5	77.8	2,208	19,342.1	38,684.2	51.24
25	581.3	508.6	26,265.0	103.5	500	1:45.2	4.9:1	5:1	36	8	5	54.0	1,476	12,929.8	25,859.6	19.50
26	587.4	543.7	7,100.3	214.1	500	1:12.1	2.5:1	5:1	35	8	5	47.5	1,466	12,842.2	25,684.4	20.79
27	907.6	621.1	23,626.0	194.6	500	1:26.0	3.2:1	5:1	38	10	4	59.8	1,640	14,366.4	28,732.8	36.77
28	662.6	510.6	9,040.0	185.4	500	1:13.6	2.8:1	5:1	42	10	5	70.3	1,806	15,820.6	31,641.2	29.36
29	434.3	384.4	3,902.2	270.2	500	1:9.0	1.4:1	5:1	41	5	9	77.4	1,832	16,048.3	32,096.6	21.14
30	823.0	686.7	8,613.3	446.8	500	1:10.5	1.5:1	5:1	52	6	9	85.4	2,320	20,323.2	40,646.4	40.53
31	345.8	271.9	12,704.0	147.6	500	1:36.7	1.8:1	5:1	50	10	5	77.0	2,192	19,201.9	38,403.8	9.50
32	1,078.5	789.5	25,964.4	170.0	500	1:24.1	4.6:1	5:1	40	8	5	55.0	1,714	15,014.6	30,029.2	29.33
33	470.3	378.8	3,648.8	228.5	500	1:7.8	1.7:1	5:1	32	8	4	52.1	1,310	11,475.6	22,951.2	14.03
34	542.4	281.4	64,723.8	167.5	500	1:119.3	1.7:1	5:1	49	4	13	91.5	1,966	17,222.2	34,444.4	10.24
35	365.4	350.6	1,581.9	145.0	500	1:4.3	2.4:1	5:1	38	4	10	60.5	1,586	13,893.4	27,786.8	12.63
36	397.4	372.1	1,783.9	279.1	500	1:4.5	1.3:1	5:1	36	9	4	55.1	1,512	13,245.1	26,490.2	14.22

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ความสว่างภายใน (lux)		ความสว่างภายนอก (lux)		ค่า มาตรฐาน	ความสว่าง		ค่า มาตรฐาน	จำนวน หลอด แสงสว่าง	จำนวน สวิทช์	หลอด/ สวิทช์	พื้นที่ (ม ²)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน		กลางวัน	กลางคืน						W	kWh/year*	ค่าไฟฟ้า☆	
37	384.8	342.6	3,394.0	215.0	500	1 : 8.8	1.6 : 1	5 : 1	30	8	4	66.3	1,308	11,458.1	22,916.2	12.39
38	364.0	354.3	5,324.0	312.2	500	1 : 14.6	1.1 : 1	5 : 1	38	7	6	66.4	1,676	14,681.8	29,363.6	12.73
39	527.7	407.1	9,514.0	208.0	500	1 : 18.0	2.0 : 1	5 : 1	42	9	5	79.9	1,824	15,978.2	31,956.4	22.90
40	652.4	313.2	13,415.0	252.6	500	1 : 20.6	1.2 : 1	5 : 1	39	7	6	58.1	1,668	14,611.7	29,223.4	11.46
41	472.3	408.8	3,806.1	189.0	500	1 : 8.1	2.2 : 1	5 : 1	41	8	6	68.9	1,868	16,363.7	32,727.4	14.20
42	621.4	533.8	4,277.8	117.0	500	1 : 6.9	4.6 : 1	5 : 1	60	10	6	70.0	2,526	22,127.8	44,255.6	24.38
43	567.1	528.7	20,485.4	421.4	500	1 : 36.1	1.3 : 1	5 : 1	53	10	6	81.0	2,348	20,568.5	41,137.0	30.33
44	1,415.8	966.1	89,237.5	426.5	500	1 : 63.0	2.3 : 1	5 : 1	60	8	8	81.4	2,544	22,285.4	44,570.8	56.89
45	954.1	882.2	1,199.3	526.8	500	1 : 1.3	1.7 : 1	5 : 1	42	5	9	77.2	1,824	15,978.2	31,956.4	52.04
46	1,081.0	677.9	38,137.5	203.4	500	1 : 35.3	3.3 : 1	5 : 1	44	4	11	74.9	1,880	16,468.8	32,937.6	41.03
47	1,234.6	1,166.8	7,260.0	546.8	500	1 : 5.9	2.1 : 1	5 : 1	48	9	6	69.1	2,154	18,869.0	37,738.0	48.23
48	916.6	737.0	1,769.6	539.4	500	1 : 1.9	1.4 : 1	5 : 1	38	8	5	67.5	1,676	14,681.8	29,363.6	26.07
49	1,073.1	1,034.0	3,138.1	528.1	500	1 : 2.9	2.0 : 1	5 : 1	42	8	6	62.8	1,896	16,609.0	33,218.0	38.52
50	1,150.5	1,114.2	1,656.6	684.8	500	1 : 1.4	1.6 : 1	5 : 1	49	9	6	66.5	2,092	18,325.9	36,651.8	42.17
51	1,530.6	784.9	35,816.3	361.9	500	1 : 23.4	2.2 : 1	5 : 1	47	8	6	72.0	2,000	17,520.0	35,040.0	45.42
52	981.4	917.9	3,146.2	712.4	500	1 : 3.2	1.3 : 1	5 : 1	50	11	5	85.6	2,048	17,940.5	35,881.0	33.47
53	959.9	845.6	8,258.0	640.8	500	1 : 8.6	1.3 : 1	5 : 1	37	2	19	58.5	1,666	14,594.2	29,188.4	32.63
54	1,141.3	1,102.0	4,025.0	747.5	500	1 : 3.5	1.5 : 1	5 : 1	41	9	5	64.1	1,850	16,206.0	32,412.0	52.15

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ความสว่างภายใน (lux)		ความสว่างภายนอก (lux)		ค่า มาตรฐาน แสงสว่าง	ความสว่าง		ค่า มาตรฐาน มาตราฐาน	จำนวน หลอด แสงสว่าง	จำนวน สวิตช์	หลอด/ สวิตช์	พื้นที่ (m ²)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน		ภายใน	นอก						W	kW/year*	ค่าไฟฟ้า☆	
55	761.7	708.2	1,182.4	437.4	500	1:1.6	1.6:1	5:1	35	7	5	56.2	1,556	13,630.6	27,261.2	26.61
56	1,012.8	963.5	2,397.6	654.0	500	1:2.4	1.5:1	5:1	36	8	5	64.3	1,566	13,718.2	27,436.4	36.66
57	1,955.8	1,142.4	25,250.0	540.9	500	1:12.9	2.1:1	5:1	47	9	6	72.5	2,036	17,835.4	35,670.8	42.86
													112,740	987,602.4	1,975,204.8	

* ใน 1 ปี ทำงานทั้งหมด 8,760 ชั่วโมง
☆ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยราคา kW/year ละ 2.00 บาท

จากตารางที่ 4.1 สรุปได้ว่า ภายในร้านค้าต่าง ๆ ในสาขาที่ 1 มีค่าระดับความสว่างภายใน (กลางวัน) อยู่ในช่วง 345.8 - 1,955.8 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 807.3 lux และความสว่างภายใน (กลางคืน) มีค่าอยู่ในช่วง 271.9 - 1,166.8 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 668.9 lux ถ้าหากวัดความสว่างภายใน : ภายนอก (กลางคืน) จะมีค่าอยู่ในช่วง 1.0:1 - 9.8:1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.8:1 และมีจำนวนหลอดแสงสว่าง 30 - 76 หลอด ซึ่งควบคุมด้วยสวิตช์จำนวน 2 - 11 สวิตช์ ในอัตรา 6 หลอด / 1 สวิตช์

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 2

ตัวอย่าง ที่	ความสว่างภายใน (lux)			ความสว่างภายนอก (lux)			ค่า มาตรฐาน แสงสว่าง	ความสว่าง			ค่า มาตรฐาน	จำนวน หลอด	จำนวน สวิตช์	หลอด/ สวิตช์	พื้นที่ (m ²)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²			
	กลางวัน	กลางคืน	(lux)	กลางวัน	กลางคืน	ภายใน : นอก		กลางคืน	W	kWh/year*						ค่าไฟฟ้า☆						
1	1,224.4	893.9	26,121.7	150.0	500	1:21.3	6.0:1	5:1	90	13	7	108.2	4,032	35,320.3	70,640.6	28.66						
2	880.7	841.7	998.4	270.6	500	1:1.1	3.1:1	5:1	56	10	6	91.6	2,504	21,935.0	43,870.0	48.04						
3	939.0	715.9	8,417.1	93.1	500	1:9.0	7.7:1	5:1	54	6	9	68.1	2,412	21,129.1	42,258.2	24.39						
4	1,538.3	643.8	48,328.6	68.9	500	1:31.4	9.4:1	5:1	60	9	7	65.4	2,652	23,231.5	46,463.0	27.27						
5	495.7	502.1	4,404.0	211.6	500	1:8.9	2.4:1	5:1	32	7	5	52.1	1,328	11,633.3	23,266.6	23.42						
6	844.9	627.2	11,933.8	123.9	500	1:14.1	5.1:1	5:1	36	5	8	40.2	1,620	14,191.2	28,382.4	23.41						
7	1,730.1	1,618.8	1,050.8	630.8	500	1:7.1	2.6:1	5:1	69	6	12	55.6	3,174	27,804.2	55,608.4	57.75						
8	716.0	524.1	33,801.4	79.4	500	1:47.2	6.6:1	5:1	37	6	7	45.0	1,594	13,963.4	27,926.8	24.68						
9	537.9	514.0	1,910.6	114.2	500	1:3.6	4.5:1	5:1	103	12	9	76.1	3,694	32,359.4	64,718.8	35.81						
															537	74	8	602.2	23,010	201,567.6	403,135.2	

* ใน 1 ปี ทั้งหมดทั้งหมด 8,760 ชั่วโมง

☆ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยราคา kWh/year ละ 2.00 บาท

จากตารางที่ 4.2 สามารถสรุปได้ว่า ภายในร้านค้าต่าง ๆ ในสาขาที่ 2 มีค่าระดับความสว่างภายใน (กลางวัน) อยู่ในช่วง 535.2 - 1,730.1 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 994.0 lux และความสว่างภายใน (กลางคืน) มีค่าอยู่ในช่วง 502.1 - 1,618.8 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 764.6 lux ถ้าหับความสว่างภายใน : ภายนอก (กลางคืน) จะมีค่าอยู่ในช่วง 2.4:1 - 9.4:1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.3:1 และมีจำนวนหลอดแสงสว่าง 32 - 103 หลอด ซึ่งควบคุมด้วยสวิตช์จำนวน 5-13 สวิตช์ ในอัตรา 8 หลอด / 1 สวิตช์

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 3

ตัวอย่าง ที่	ความสว่างภายใน (lux)		ความสว่างภายนอก (lux)		ค่า มาตรฐาน	ความสว่าง		ค่า มาตรฐาน	จำนวน หลอด แสงสว่าง	จำนวน สวิตช์	หลอด/ สวิตช์	พื้นที่ (m ²)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน		กลางวัน	นอก กลางคืน						W	kWh/year*	ค่าไฟฟ้า☆	
1	1,966.8	622.9	11,511.3	100.8	500	1 : 5.9	6.2 : 1	5 : 1	62	4	16	82.4	2,852	24,983.5	49,967.0	38.00
2	3,390.6	772.4	63,550.0	120.6	500	1 : 18.7	6.4 : 1	5 : 1	105	5	21	78.7	4,830	42,310.8	84,621.6	40.80
3	1,951.7	648.3	34,942.9	74.7	500	1 : 17.9	8.7 : 1	5 : 1	61	5	13	72.0	2,788	24,422.9	48,845.8	37.15
4	2,410.8	292.2	33,775.7	78.1	500	1 : 14.0	3.7 : 1	5 : 1	30	5	6	67.3	1,380	12,088.8	24,177.6	18.80
5	1,944.8	520.3	30,352.5	80.4	500	1 : 15.6	6.5 : 1	5 : 1	84	13	7	106.6	3,486	30,537.4	61,074.8	17.58
6	1,675.7	860.6	9,636.3	104.5	500	1 : 5.8	8.2 : 1	5 : 1	72	2	36	74.7	3,312	29,013.1	58,026.2	49.12
7	1,046.2	236.4	7,520.0	64.8	500	1 : 7.2	3.7 : 1	5 : 1	36	3	12	47.5	1,008	8,830.1	17,660.2	14.88
									450	37	13	529.3	19,656	172,186.6	344,373.2	

* ใน 1 ปี ทำงานทั้งหมด 8,760 ชั่วโมง
☆ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยราคา kWh/year ละ 2.00 บาท

จากตารางที่ 4.3 สรุปได้ว่า ภายในร้านค้าต่าง ๆ ในสาขาที่ 3 มีค่าระดับความสว่างภายใน (กลางวัน) อยู่ในช่วง 1,046.2 - 3,390.6 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,055.2 lux และความสว่างภายใน (กลางคืน) มีค่าอยู่ในช่วง 236.4 - 860.6 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 564.7 lux สำหรับความสว่างภายใน : ภายนอก (กลางคืน) จะมีค่าอยู่ในช่วง 3.7 : 1 - 8.7 : 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.2 : 1 และมีจำนวนหลอดแสงสว่าง 30 - 105 หลอด ซึ่งควบคุมด้วยสวิตช์ 2 - 13 สวิตช์ ในอัตรา 13 หลอด / 1 สวิตช์

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 4

ตัวอย่าง ที่	ความสว่างภายใน (lux)		ความสว่างภายนอก (lux)		ค่า มาตรฐาน	ความสว่าง		ค่า มาตรฐาน	จำนวน หลอด	จำนวน สวิตช์	หลอด/ สวิตช์	พื้นที่ (m ²)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน		ภายใน : นอก	กลางคืน						W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า☆	
1	2,544.5	1,625.0	23,232.0	429.2	500	1 : 9.1	3.8 : 1	5 : 1	99	10	10	75.8	4,464	39,104.6	78,209.2	58.62
2	2,822.7	1,106.0	36,094.4	591.0	500	1 : 12.8	1.9 : 1	5 : 1	68	4	17	100.8	3,128	27,401.3	54,802.6	43.01
3	1,522.8	513.8	57,475.0	185.8	500	1 : 37.7	2.8 : 1	5 : 1	41	3	14	58.1	1,724	15,102.2	30,204.4	23.77
4	1,433.8	1,191.5	3,859.1	600.9	500	1 : 2.7	2.0 : 1	5 : 1	43	4	11	64.7	1,960	17,169.6	34,339.2	67.27
5	792.0	693.6	6,645.0	385.8	500	1 : 8.4	1.8 : 1	5 : 1	36	4	9	60.0	1,386	12,141.4	24,282.8	27.67
6	767.4	703.2	2,012.2	220.0	500	1 : 2.6	3.2 : 1	5 : 1	40	6	7	62.5	1,750	15,330.0	30,660.0	29.98
7	596.1	511.9	15,292.0	238.8	500	1 : 25.7	2.1 : 1	5 : 1	46	3	16	75.8	2,008	17,590.1	35,180.2	24.68
									373	34	11	499.4	16,420	143,839.2	287,678.4	

* ใน 1 ปี ทำงานทั้งหมด 8,760 ชั่วโมง
☆ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยราคา kWh/year ละ 2.00 บาท

จากตารางที่ 4.4 สรุปได้ว่า ภายในร้านค้าต่าง ๆ ในสาขาที่ 4 มีค่าระดับความสว่างภายใน (กลางวัน) อยู่ในช่วง 596.1 - 2,822.7 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,497.0 lux และความสว่างภายใน (กลางคืน) มีค่าอยู่ในช่วง 511.9 - 1,625.0 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 906.4 lux สำหรับความสว่างภายใน : ภายนอก (กลางคืน) จะมีค่าอยู่ในช่วง 1.8 : 1 - 3.8 : 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.5 : 1 และมีจำนวนหลอดแสงสว่าง 36 - 99 หลอด ซึ่งควบคุมด้วยสวิตช์จำนวน 3 - 10 สวิตช์ ในอัตรา 11 หลอด / 1 สวิตช์

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 5

ตัวอย่าง ที่	ความสว่างภายใน (lux)		ความสว่างภายนอก (lux)		ค่า มาตรฐาน แสงสว่าง	ความสว่าง		ค่า มาตรฐาน อัตราส่วน	จำนวน หลอด แสงสว่าง	จำนวน สวิตช์	หลอด/ สวิตช์	พื้นที่ (m ²)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน		ภายใน : นอก							W	kWh/year*	ค่าไฟฟ้า☆	
1	2,164.1	868.5	12,468.8	159.0	500	1 : 5.8	5.5 : 1	5 : 1	90	4	23	88.6	2,494	21,847.4	43,694.8	44.63
2	2,501.2	628.6	32,180.0	90.6	500	1 : 12.9	6.9 : 1	5 : 1	50	4	13	45.4	1,094	9,583.4	19,166.8	27.46
3	1,609.5	827.4	11,070.0	162.8	500	1 : 6.9	5.1 : 1	5 : 1	84	4	21	83.0	1,792	15,697.9	31,395.8	38.37
4	2,489.9	895.4	33,268.3	177.8	500	1 : 13.4	5.0 : 1	5 : 1	117	4	30	97.6	3,211	28,128.4	56,256.8	36.94
5	2,668.9	715.6	96,311.3	95.9	500	1 : 36.1	7.5 : 1	5 : 1	102	7	15	101.5	4,282	37,510.3	75,020.6	35.56
									443	23	20	416.0	12,873	112,767.5	225,535.0	

* ใน 1 ปี ทำงานทั้งหมด 8,760 ชั่วโมง
☆ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยราคา kWh/year และ 2.00 บาท

จากการที่ 4.5 สามารถสรุปได้ว่า ภายในร้านค้าต่าง ๆ ในสาขาที่ 5 มีระดับความสว่างภายใน (กลางวัน) อยู่ในช่วง 1,609.5 - 2,668.9 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,286.7 lux และความสว่างภายใน (กลางคืน) อยู่ในช่วง 628.6 - 895.4 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 787.1 lux สำหรับความสว่างภายใน : ภายนอก (กลางคืน) จะมีค่าอยู่ในช่วง 5.0 : 1 - 7.5 : 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.0 : 1 และมีจำนวนหลอดแสงสว่าง 50 - 117 หลอด ซึ่งควรมีด้วยสวิตช์ 4 - 7 สวิตช์ ในอัตรา 20 หลอด / สวิตช์

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 6

ตัวอย่าง ที่	ความสว่างภายใน (lux)		ความสว่างภายนอก (lux)		ค่า มาตรฐาน แสงสว่าง	ความสว่าง		ค่า มาตรฐาน	จำนวน หลอด แสงสว่าง	จำนวน สวิดซ์	หลอด/ สวิดซ์	พื้นที่ (m ²)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน		ภายใน : นอก	กลางคืน						W	kWh/year*	ค่าไฟฟ้า☆	
1	1,134.5	231.6	8,337.5	77.0	500	1 : 7.4	3.0 : 1	5 : 1	19	4	5	41.6	1,036	9,075.4	18,150.8	14.24
2	578.8	347.2	5,364.3	75.5	500	1 : 9.3	4.6 : 1	5 : 1	30	4	8	74.6	1,380	12,088.8	24,177.6	12.80
3	708.5	427.8	3,473.2	70.0	500	1 : 4.9	6.1 : 1	5 : 1	51	3	17	104.6	2,067	18,106.9	36,213.8	24.74
4	815.2	708.4	3,400.0	403.8	500	1 : 4.2	1.8 : 1	5 : 1	49	5	10	94.8	2,037	17,844.1	35,688.2	41.52
5	1,850.5	287.1	26,400.0	34.0	500	1 : 14.3	8.5 : 1	5 : 1	22	4	6	37.0	838	7,340.9	14,681.8	18.82
6	3,182.2	256.2	89,600.0	31.8	500	1 : 28.2	8.1 : 1	5 : 1	22	4	6	39.8	838	7,340.9	14,681.8	16.49
7	385.9	276.3	3,545.0	203.0	500	1 : 9.2	1.4 : 1	5 : 1	27	4	7	36.5	1,404	12,299.0	24,598.0	15.54
8	4,937.4	433.1	32,520.0	36.0	500	1 : 6.6	12.0 : 1	5 : 1	48	5	10	51.3	2,010	17,607.6	35,215.2	23.48
									268	33	9	480.1	11,610	101,703.6	203,407.2	

* ใน 1 ปี ทำงานทั้งหมด 8,760 ชั่วโมง
☆ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยราคา kWh/year ละ 2.00 บาท

จากตารางที่ 4.6 สรุปได้ว่า ภายในร้านค้าต่าง ๆ ในสาขาที่ 6 มีค่าระดับความสว่างภายใน (กลางวัน) อยู่ในช่วง 385.9 - 4,937.4 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,699.1 lux และความสว่างภายใน (กลางคืน) มีค่าอยู่ในช่วง 231.6 - 708.4 lux ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 371.0 lux สำหรับความสว่างภายใน : ภายนอก (กลางคืน) จะมีค่าอยู่ในช่วง 1.4 : 1 - 12.0 : 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.7 : 1 และมีจำนวนหลอดแสงสว่าง 19 - 51 หลอด ซึ่งควบคุมด้วยสวิดซ์ 3 - 5 สวิตซ์ ในอัตรา 9 หลอด / 1 สวิตซ์

4.1.1 ค่าระดับความสว่างเฉลี่ยภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

จากการวัดระดับความสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ พบว่า สาขาที่ 1 ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 57 ตัวอย่าง ในช่วงเวลากลางวันมีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 807.3 lux และอยู่ในช่วง 345.8 - 1,955.8 lux สำหรับในช่วงเวลากลางคืน มีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 668.9 lux และอยู่ในช่วง 271.9 - 1,166.8 lux ดังแสดงในภาพที่ 4.1 จากระดับความสว่างที่แนะนำให้ใช้ตามมาตรฐาน CIE (Commission International del' Eclairage) กำหนดความสว่างของร้านค้าประเภทนี้ที่ระดับ 500 lux พบว่าในเวลากลางวันมี 47 ตัวอย่าง (ร้อยละ 82.5) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 391.5 lux คิดเป็นร้อยละ 78.3 และ 10 ตัวอย่าง (ร้อยละ 17.5) มีระดับความสว่างต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด 88.4 lux คิดเป็นร้อยละ 17.7 ในเวลากลางคืนมี 43 ตัวอย่าง (ร้อยละ 75.4) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 273.9 lux คิดเป็นร้อยละ 54.8 และ 14 ตัวอย่าง (ร้อยละ 24.6) มีระดับความสว่างต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด 223.9 lux คิดเป็นร้อยละ 44.8

สาขาที่ 2 ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 9 ตัวอย่าง ในช่วงเวลากลางวันมีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 994.0 lux และอยู่ในช่วง 535.2 - 1,730.1 lux สำหรับในช่วงเวลากลางคืน มีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 764.6 lux และอยู่ในช่วง 502.1 - 1,618.8 lux ดังแสดงในภาพที่ 4.2 และพบว่า ในเวลากลางวันมี 8 ตัวอย่าง (ร้อยละ 88.9) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 551.4 lux คิดเป็นร้อยละ 110.3 และ 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 11.1) มีระดับความสว่างต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด 4.3 lux คิดเป็นร้อยละ 0.9 ในเวลากลางคืนทั้ง 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100.0) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 264.6 lux คิดเป็นร้อยละ 52.9

สาขาที่ 3 ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 7 ตัวอย่าง ในช่วงเวลากลางวันมีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 2,055.2 lux และอยู่ในช่วง 1,046.2 - 3,390.6 lux สำหรับในช่วงเวลากลางคืน มีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 564.7 lux และอยู่ในช่วง 236.4 - 860.6 lux ดังแสดงในภาพที่ 4.3 และพบว่าในเวลากลางวันทั้ง 7 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100.0) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 1,555.2 lux คิดเป็นร้อยละ 311.0 ในเวลากลางคืนมี 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 71.4) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 184.9 lux คิดเป็นร้อยละ 37.0 และ 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 28.6) มีระดับความสว่างต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด 235.7 lux คิดเป็นร้อยละ 47.1

สาขาที่ 4 ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 7 ตัวอย่าง ในช่วงเวลากลางวันมีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 1,497.0 lux และอยู่ในช่วง 596.1 - 2,822.7 lux สำหรับในช่วงเวลากลางคืน มีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 906.4 lux และอยู่ในช่วง 511.9 - 1,625.0 lux ดังแสดงในภาพที่ 4.4

และพบว่าในเวลากลางวันทั้ง 7 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100.0) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 997.0 lux คิดเป็นร้อยละ 199.4 ในเวลากลางคืนทั้ง 7 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100.0) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 406.4 lux คิดเป็นร้อยละ 81.3

สาขาที่ 5 ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ในช่วงเวลากลางวันมีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 2,286.7 lux และอยู่ในช่วง 1,609.5 - 2,668.9 lux สำหรับในช่วงเวลากลางคืน มีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 787.1 lux และอยู่ในช่วง 628.6 - 895.4 lux ดังแสดงในภาพที่ 4.5 และพบว่าในเวลากลางวันทั้ง 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100.0) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 1,786.7 lux คิดเป็นร้อยละ 357.3 ในเวลากลางคืนทั้ง 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100.0) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 287.1 lux คิดเป็นร้อยละ 57.4

สาขาที่ 6 ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 8 ตัวอย่าง ในช่วงเวลากลางวันมีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 1,699.1 lux และอยู่ในช่วง 385.9 - 4,937.4 lux สำหรับในช่วงเวลากลางคืน มีค่าความสว่างเฉลี่ยที่ระดับ 371.0 lux และอยู่ในช่วง 231.6 - 708.4 lux ดังแสดงในภาพที่ 4.6 และพบว่าในเวลากลางวันมี 7 ตัวอย่าง (ร้อยละ 87.5) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 1,386.7 lux คิดเป็นร้อยละ 277.3 และ 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 12.5) มีระดับความสว่างต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด 114.1 lux คิดเป็นร้อยละ 22.8 ในเวลากลางคืนมี 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 12.5) มีระดับความสว่างเกินจากที่มาตรฐานกำหนด 208.4 lux คิดเป็นร้อยละ 41.7 และ 7 ตัวอย่าง (ร้อยละ 87.5) มีระดับความสว่างต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด 177.2 lux คิดเป็นร้อยละ 35.4

สำหรับความแตกต่างของความสว่างภายใน : ภายนอกในเวลากลางคืน พบว่า สาขาที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.8 : 1 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ พื้นที่ข้างเคียงไม่ควรมีความสว่างต่างกันมากกว่า 5.0 : 1 (13)

สาขาที่ 2 มีค่าความสว่างเฉลี่ยภายใน : ภายนอกเท่ากับ 5.3 : 1 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสม

สาขาที่ 3 มีค่าความสว่างเฉลี่ยภายใน : ภายนอกเท่ากับ 6.2 : 1 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสม

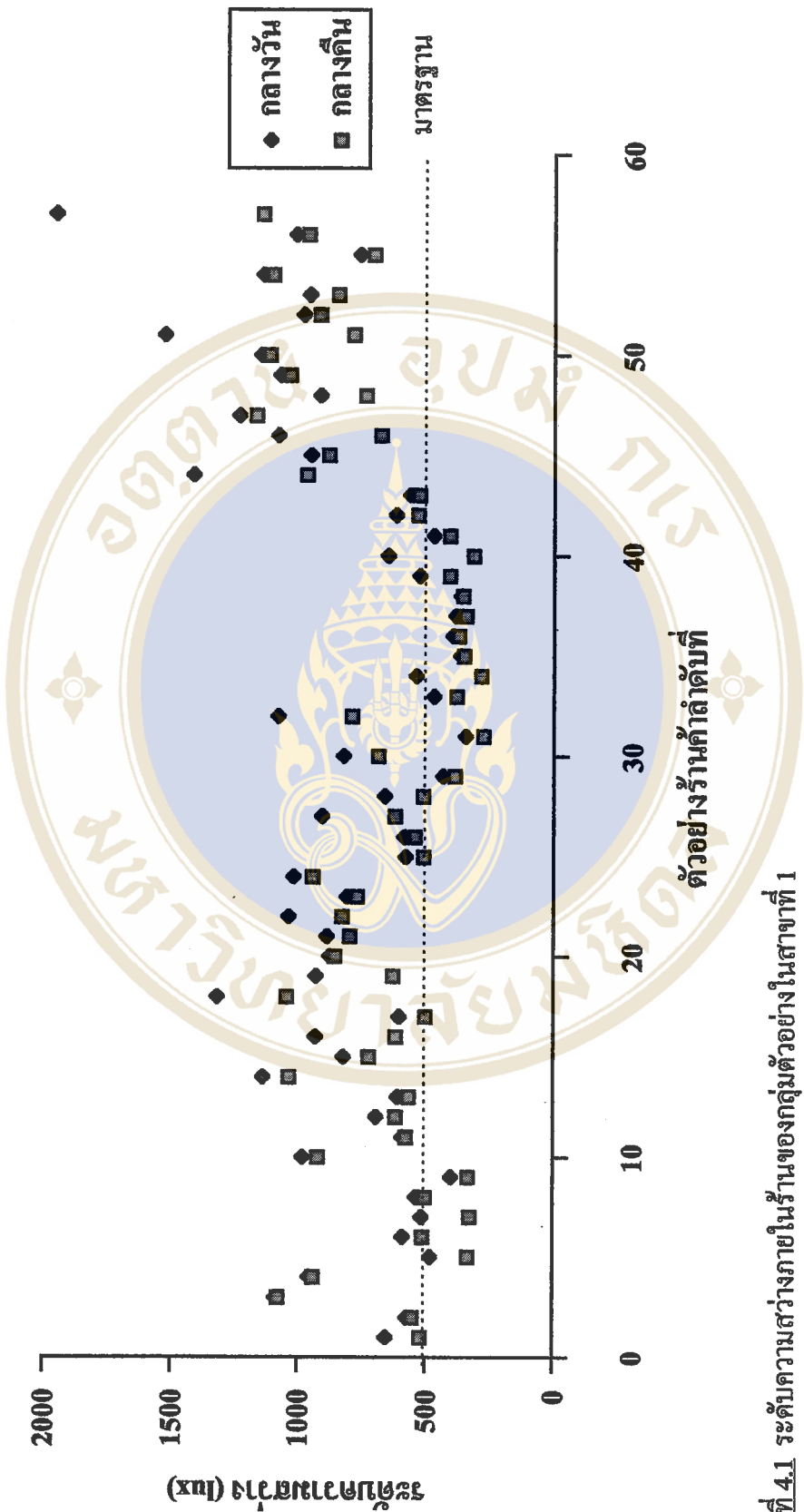
สาขาที่ 4 มีค่าความสว่างเฉลี่ยภายใน : ภายนอกเท่ากับ 2.5 : 1 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

สาขาที่ 5 มีค่าความสว่างเฉลี่ยภายใน : ภายนอกเท่ากับ 6.0 : 1 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสม

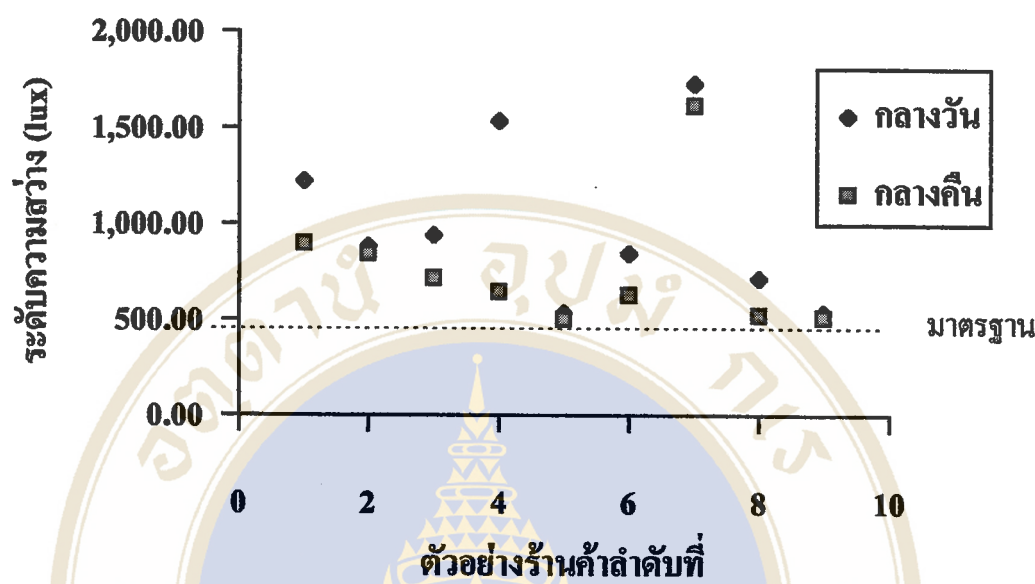
สาขาที่ 6 มีค่าความสว่างเฉลี่ยภายใน : ภายนอกเท่ากับ 5.7 : 1 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 4.7 ลักษณะการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ

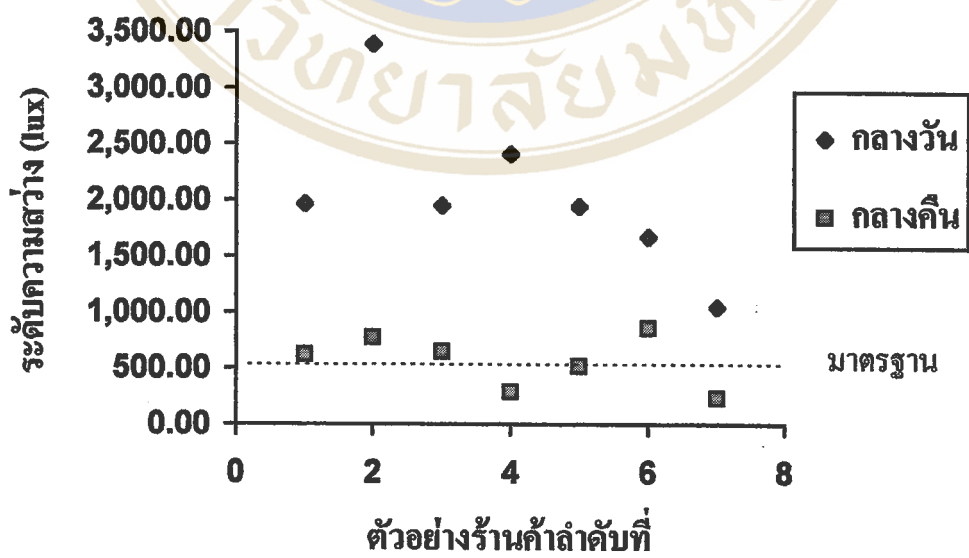
สาขาที่	ร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่มีค่าความสว่างสูงกว่ามาตรฐาน		ความสว่างเฉลี่ยสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ		ร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่มีค่าความสว่างต่ำกว่ามาตรฐาน		ความสว่างเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐานร้อยละ	
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน
1	82.5	75.4	78.3	54.8	17.5	24.6	17.7	44.8
2	88.9	100.0	110.3	52.9	11.1	0.0	0.9	0.0
3	100.0	71.4	311.0	37.0	0.0	28.6	0.0	47.1
4	100.0	100.0	199.4	81.3	0.0	0.0	0.0	0.0
5	100.0	100.0	357.3	57.4	0.0	0.0	0.0	0.0
6	87.5	12.5	277.3	41.7	12.5	87.5	22.8	35.4



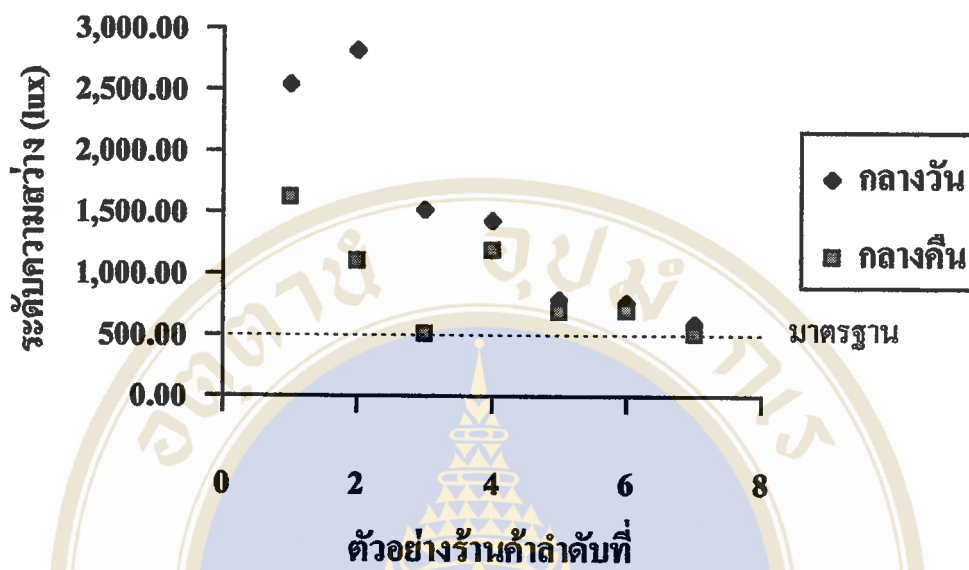
ภาพที่ 4.1 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 1



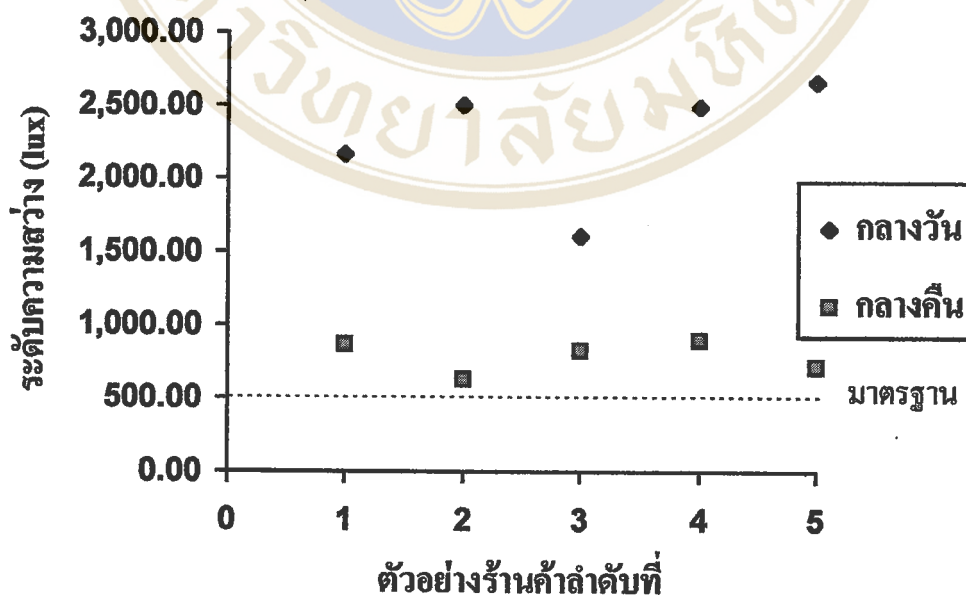
ภาพที่ 4.2 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 2



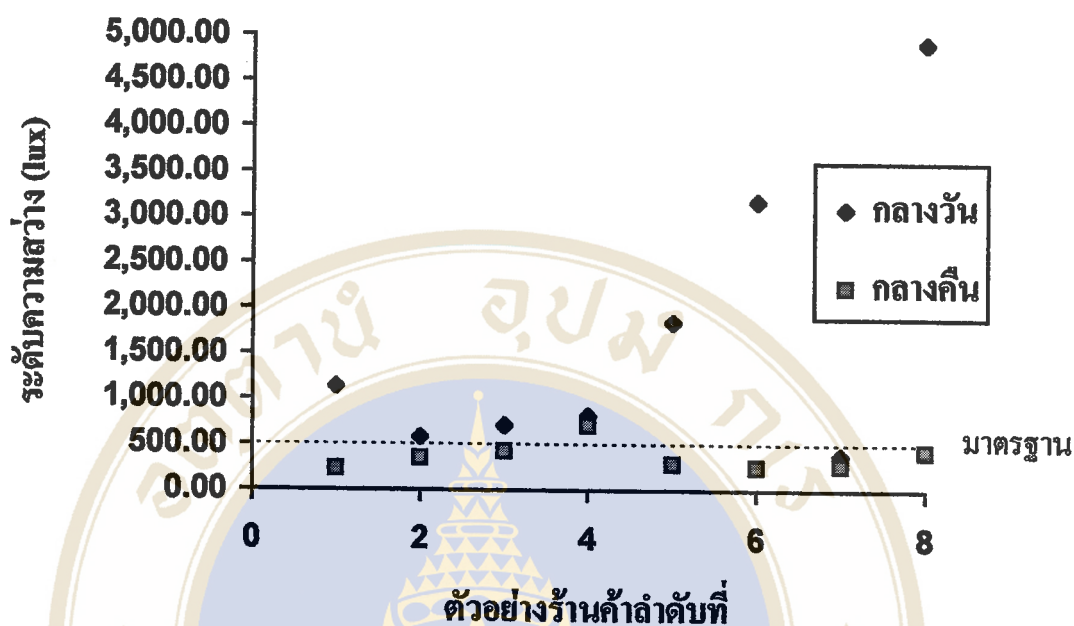
ภาพที่ 4.3 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 3



ภาพที่ 4.4 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 4



ภาพที่ 4.5 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 5



ภาพที่ 4.6 ระดับความสว่างภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 6

4.1.2 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

จากการศึกษาค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ พบว่า สาขาที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.02 วัตต์ต่อตารางเมตร และอยู่ในช่วง 9.50 - 56.89 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.7 จากมาตรฐานของกำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในร้านค้าซึ่งกำหนดที่ 23 วัตต์ต่อตารางเมตร พบว่ามี 36 ตัวอย่าง (ร้อยละ 63.2) มีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด 15.19 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 66.0 และ 21 ตัวอย่าง (ร้อยละ 36.8) มีค่าต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด 16.03 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 69.7 ดังตารางที่ 4.8

สาขาที่ 2 มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 32.60 วัตต์ต่อตารางเมตร และอยู่ในช่วง 23.41 - 57.75 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.8 และพบว่าทั้ง 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100.0) มีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด 9.6 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 41.7 ดังตารางที่ 4.8

สาขาที่ 3 มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 30.90 วัตต์ต่อตารางเมตร และอยู่ในช่วง 14.88 - 49.12 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.9 และพบว่าทั้ง 4 ตัวอย่าง (ร้อยละ 57.1) มีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด 18.27 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 79.4 และ

3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 42.9) มีค่าต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด 5.91 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 25.7 ดังตารางที่ 4.8

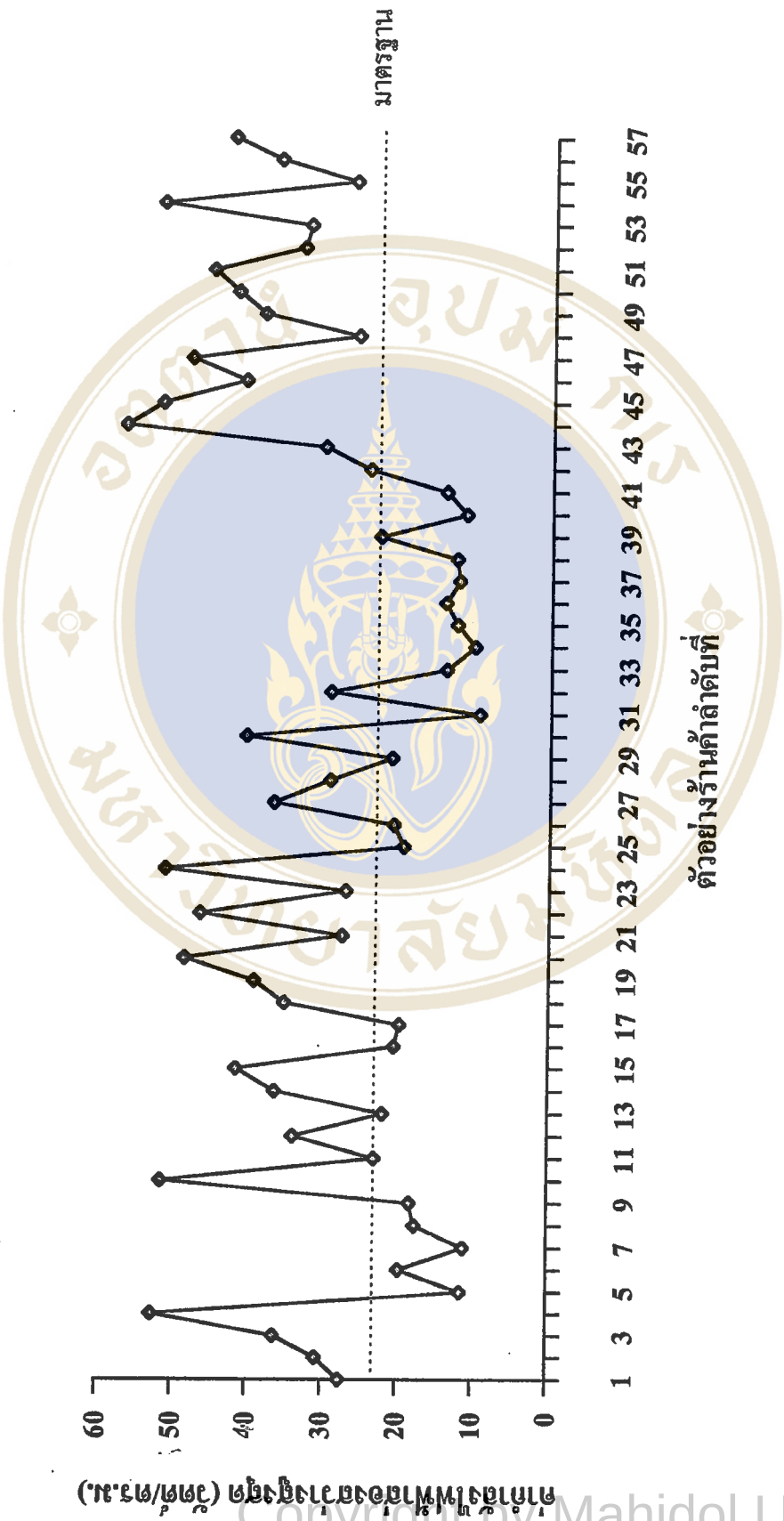
สาขาที่ 4 มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 39.28 วัตต์ต่อตารางเมตร และอยู่ในช่วง 23.77 - 67.27 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.10 และพบว่าทั้ง 7 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100.0) มีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด 16.28 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 70.8

สาขาที่ 5 มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 36.59 วัตต์ต่อตารางเมตร และอยู่ในช่วง 27.46 - 44.63 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.11 และพบว่าทั้ง 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 100.0) มีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด 13.59 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 59.1

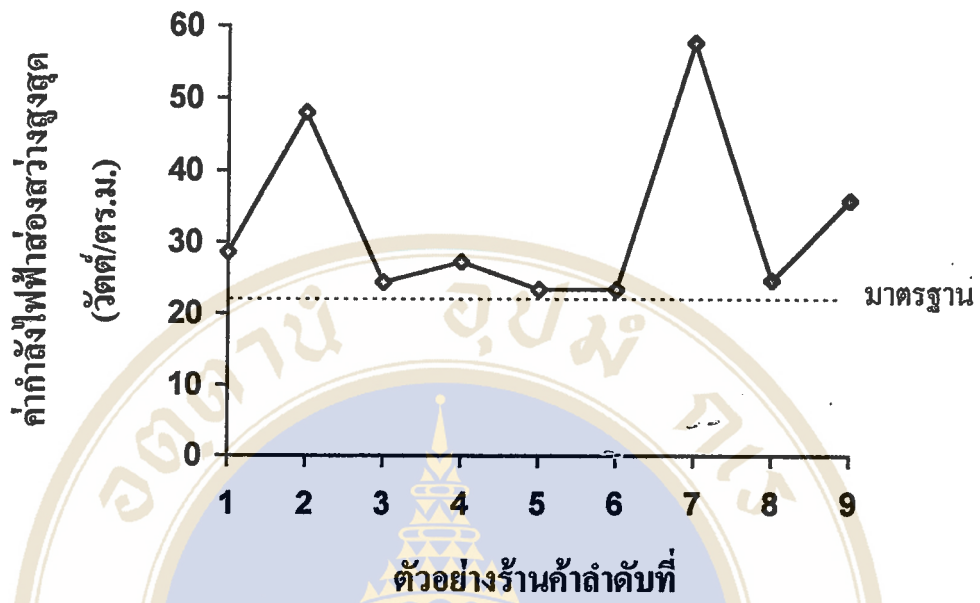
สาขาที่ 6 มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 20.95 วัตต์ต่อตารางเมตร และอยู่ในช่วง 12.80 - 41.52 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.12 และพบว่ามี 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 37.5) มีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด 6.91 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 30.1 และ 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 62.5) มีค่าต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด 7.42 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 32.3

ตารางที่ 4.8 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

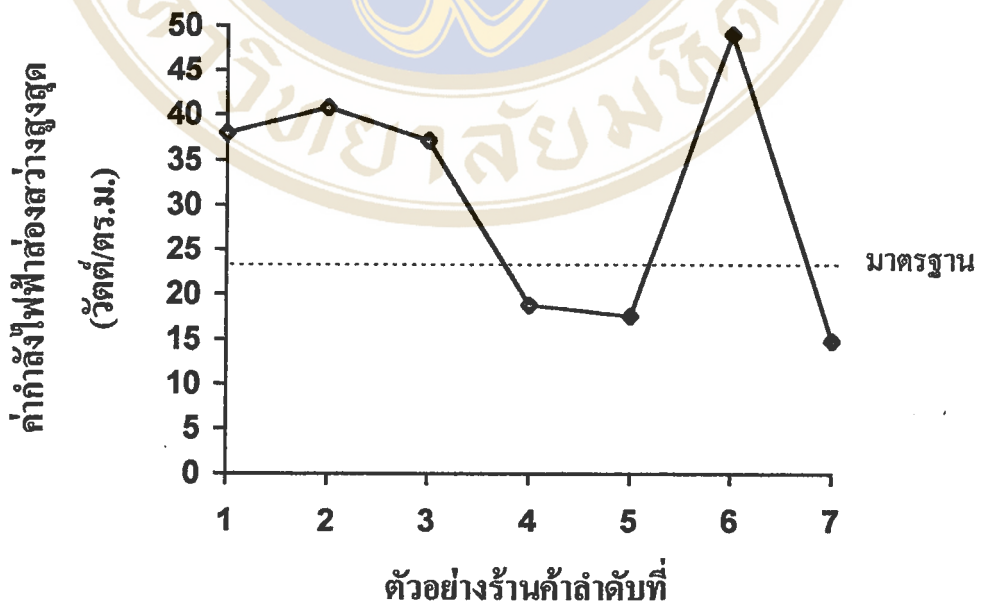
สาขาที่	ร้อยละของจำนวน ตัวอย่างที่มีค่า W/m^2 สูงกว่า มาตรฐาน	W/m^2 สูงกว่ามาตรฐาน ร้อยละ	ร้อยละของจำนวน ตัวอย่างที่มีค่า W/m^2 ต่ำกว่า มาตรฐาน	W/m^2 ต่ำกว่ามาตรฐาน ร้อยละ
1	63.2	66.0	36.8	69.7
2	100.0	41.7	0.0	0.0
3	57.1	79.4	42.9	25.7
4	100.0	70.8	0.0	0.0
5	100.0	59.1	0.0	0.0
6	37.5	30.1	62.5	32.3



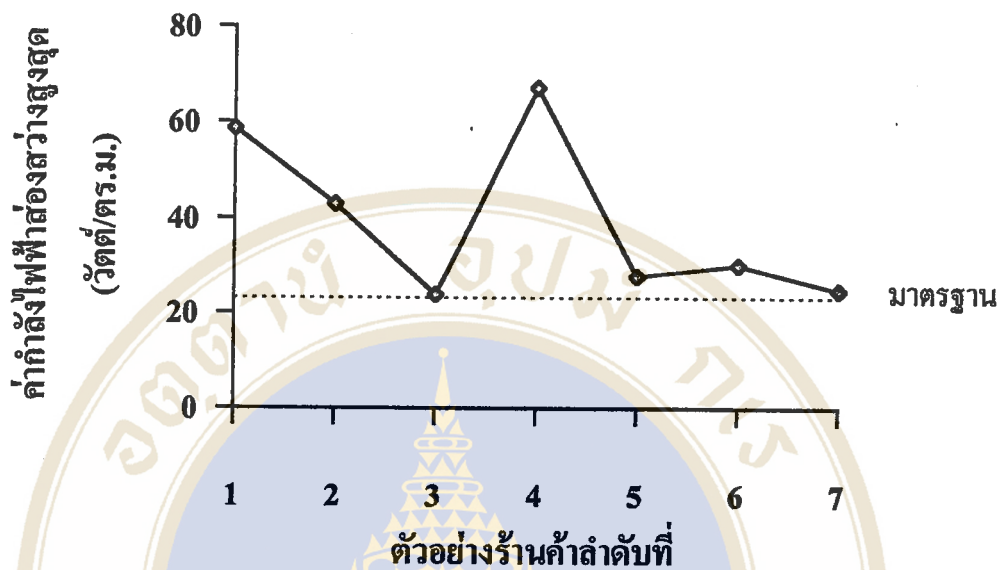
ภาพที่ 4.7 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 1



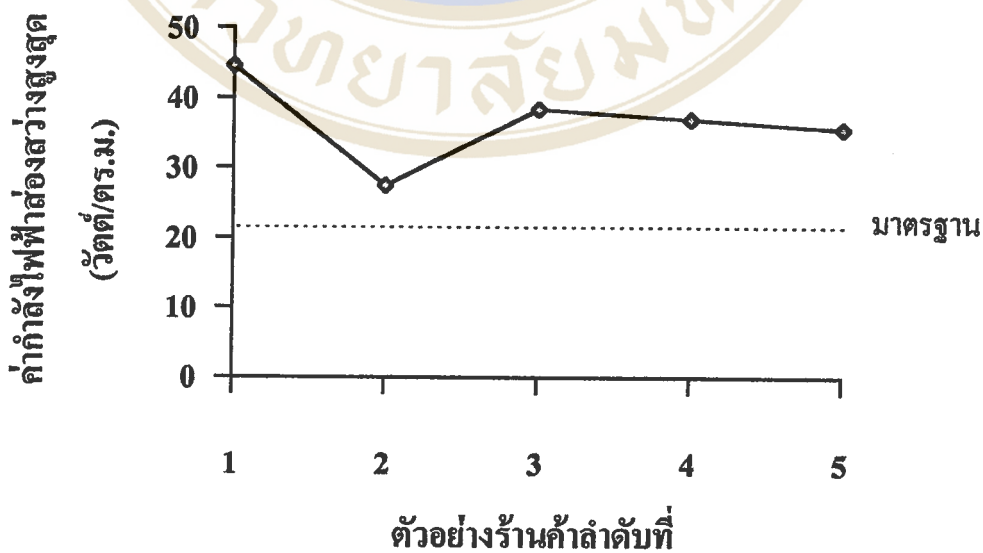
ภาพที่ 4.8 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 2



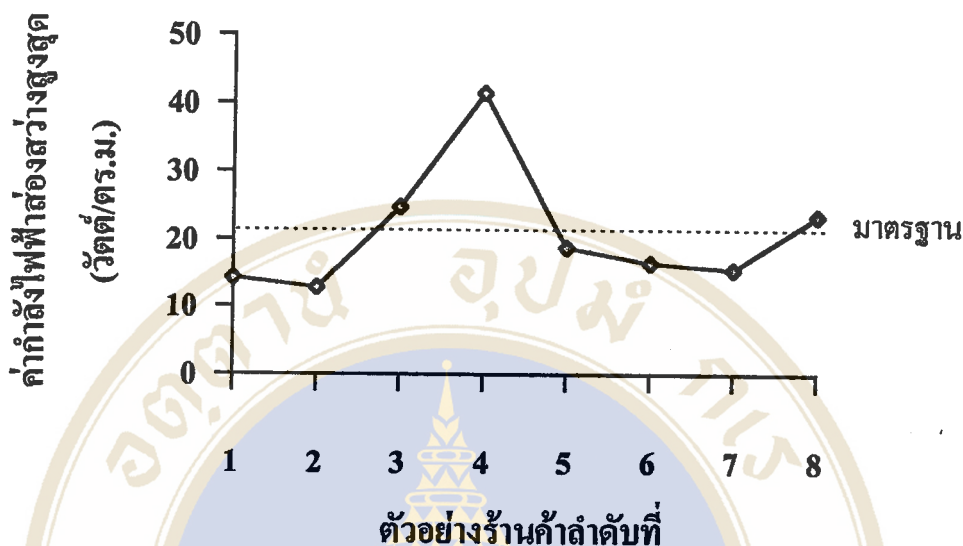
ภาพที่ 4.9 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 3



ภาพที่ 4.10 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 4



ภาพที่ 4.11 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 5



ภาพที่ 4.12 ค่ากำลังไฟส่องสว่างสูงสุดภายในร้านของกลุ่มตัวอย่างในสาขาที่ 6

4.2 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาค่าความสว่างเฉลี่ยภายในร้านค้าสะดวกซื้อทั้ง 6 สาขา จำนวน 93 ตัวอย่าง พบว่า ในช่วงเวลากลางวันทั้ง 6 สาขา มีค่าสูงเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด (500 lux) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,556.6 lux สำหรับในเวลากลางคืนมี 1 สาขาเท่านั้นที่มีค่าต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด คือ สาขาที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 371.0 lux ส่วนอีก 5 สาขา มีค่าสูงกว่ามาตรฐาน โดยมีค่าความสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 668.9 , 764.6 , 564.7 , 906.4 และ 787.1 lux ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยทั้ง 6 สาขา เท่ากับ 677.1 lux ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนดอีกเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ในการศึกษาเรื่องความแตกต่างของความสว่างภายในกับภายนอกร้านค้า (กลางคืน) พบว่า มี 4 สาขา ที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสม (5.0 : 1) คือ สาขาที่ 2 , สาขาที่ 3 , สาขาที่ 5 และ สาขาที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.3 : 1 , 6.2 : 1 , 6.0 : 1 และ 5.7 : 1 ตามลำดับ ส่วนอีก 2 สาขา จะมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ สาขาที่ 1 และ สาขาที่ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.8 : 1 และ 2.5 : 1 ตามลำดับ และเมื่อหาค่าเฉลี่ยทั้ง 6 สาขา พบว่ามีค่าเท่ากับ 4.7 : 1 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 4.9

สำหรับค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ยภายในร้านค้าสะดวกซื้อ พบว่ามี 1 สาขา เท่านั้นที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน (23 วัตต์ต่อตารางเมตร) คือ สาขาที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 20.95 วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนอีก 5 สาขา มีค่าสูงกว่ามาตรฐาน จะมีค่าเท่ากับ 30.02 , 32.60 , 30.90 , 39.28 และ 36.59 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ และเมื่อหาค่าเฉลี่ยทั้ง 6 สาขา พบว่ามีค่าเท่ากับ 31.72 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด ดังแสดงในตารางที่ 4.9



ตารางที่ 4.2 สรุปผลการศึกษาร่วมกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ

	สาขาที่ 1	สาขาที่ 2	สาขาที่ 3	สาขาที่ 4	สาขาที่ 5	สาขาที่ 6	รวม
จำนวนตัวอย่าง	57	9	7	7	5	8	93
จำนวนหลอดแสงสว่าง	2,580	537	450	373	443	268	4,651
จำนวนสวิตช์ควบคุมหลอดแสงสว่าง	462	74	37	34	23	33	663
จำนวนหลอดแสงสว่าง / 1 สวิตช์	6	8	13	11	20	9	12
ความสว่างเฉลี่ยในช่วงกลางวัน (lux)	807.3	994.0	2,055.2	1,497.0	2,286.7	1,699.1	1,556.6
ความสว่างเฉลี่ยในช่วงกลางคืน (lux)	668.9	764.6	564.7	906.4	787.1	371.0	677.1
ความสว่างเฉลี่ยภายใน : ภายนอก (กลางวัน)	2.8 : 1	5.3 : 1	6.2 : 1	2.5 : 1	6.0 : 1	5.7 : 1	4.7 : 1
จำนวนวัตต์ทั้งหมด	112,740	23,010	19,656	16,420	12,873	11,610	196,309
ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ย (W/m ²)	30.02	32.60	30.90	39.28	36.59	20.95	31.72
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	987,602.4	201,567.6	172,186.6	143,839.2	112,767.5	101,703.6	1,719,666.7
ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	1,975,204.8	403,135.2	344,373.2	287,678.4	225,535.0	203,407.2	3,439,333.4

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

5.1 ความเหมาะสมของระดับความสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

จากผลการศึกษาในบทที่ 4 จะเห็นได้ว่า ร้านค้าสะดวกซื้อต่าง ๆ ที่ทำการสำรวจร้อยละ 75.3 มีการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างมากเกินความจำเป็น โดยมีระดับความสว่างเฉลี่ยในเวลากลางวันเท่ากับ 1,556.6 lux และในเวลากลางคืนเท่ากับ 677.1 lux ซึ่งมาตรฐาน CIE (Commission International del' Eclairage) กำหนดให้ใช้ที่ระดับ 500 lux ซึ่งวิเคราะห์ได้ดังนี้

5.1.1 จำนวนหลอดแสงสว่าง

ในร้านค้าสะดวกซื้อต่าง ๆ ทั้ง 6 สาขา ใช้หลอดแสงสว่างจำนวนมากเกินความจำเป็น อันเนื่องมาจากการประกอบการต้องการดึงดูดความสนใจของลูกค้า ทำให้มีระดับความสว่างสูงกว่ามาตรฐาน (ยกเว้นสาขาที่ 6 ในช่วงเวลากลางคืนเท่านั้นที่มีค่าต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งจะกล่าวต่อไป) จึงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานมาก ซึ่งเมื่อคำนวณจำนวนหลอดแสงสว่างที่เหมาะสมด้วยวิธีลูเมน พบว่าสามารถลดจำนวนการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ร้อยละ 41.0 แสดงดังตารางที่ 5.1 โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น ดังในภาคผนวก ง

5.1.2 ระยะเวลาการใช้งานของหลอดแสงสว่าง

ร้านค้าสะดวกซื้อทั้ง 6 สาขา จะเปิดหลอดแสงสว่างทั้งหมดตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งที่ในเวลากลางวันมีแสงธรรมชาติสามารถส่องผ่านเข้ามาได้ในบางบริเวณ เช่น บริเวณด้านหน้าหรือด้านข้างร้านที่เป็นกระจก ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

จากผลการศึกษาระดับความสว่างภายในร้านในช่วงเวลากลางวัน พบว่า ทั้ง 6 สาขา มีระดับความสว่างสูงกว่าที่กำหนด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,556.6 lux ดังนั้นถ้าลดระยะเวลาการใช้

งานของหลอดแสงสว่างโดยปิดหลอดที่อยู่ด้านหน้าร้านหรือบริเวณที่แสงธรรมชาติส่องเข้ามาได้ จะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานลงได้เช่นกัน

ตารางที่ 5.1 จำนวนการใช้หลอดแสงสว่างที่เหมาะสมและค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้

สาขาที่	จำนวนการใช้หลอด แสงสว่าง (เดิม)	จำนวนหลอด ที่เหมาะสม	จำนวนหลอด ที่ลดได้	ค่าไฟฟ้าที่ ประหยัดได้ (บาท/ปี)
1	2,580	1,563	1,017	716,498.0
2	537	235	302	213,744.0
3	450	229	221	171,170.4
4	373	185	188	141,106.0
5	443	330	113	63,019.4
6	268	201	67	41,417.2
	4,651	2,743	1,908	1,346,955.0

5.1.3 การใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบแสงสว่าง

5.1.3.1 ประเภทหลอดแสงสว่าง

ร้านค้าสะดวกซื้อต่าง ๆ ทั้ง 93 ตัวอย่างใช้หลอดแสงสว่างประเภทฟลูออเรสเซนต์ทั้ง 36 วัตต์ และ 18 วัตต์ ซึ่งประหยัดพลังงานกว่าการใช้หลอดที่มีกำลังไฟฟ้า 40 วัตต์ และ 20 วัตต์ แต่ในปัจจุบันมีการใช้หลอดชนิดใหม่ คือ หลอดแสงสว่าง Super TLD ซึ่งมีกำลังไฟฟ้าและอายุการใช้งานของหลอดเท่าเดิม แต่ให้จำนวนลูเมนมากกว่า ซึ่งถ้าใช้หลอดประเภทนี้แทนจะลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 21.4 - 62.6 ดังแสดงในภาคผนวก

5.1.3.2 ประเภทบัลลาสต์

ในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 93 ตัวอย่าง ร้อยละ 97.8 (91 ตัวอย่าง) ใช้บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็ก และร้อยละ 2.2 (2 ตัวอย่าง) ใช้บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์

การใช้บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็กธรรมดาทำให้มีการใช้ปริมาณไฟฟ้ามากกว่า บัลลาสต์ชนิดอื่น ๆ เนื่องจากบัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กมีค่าสูญเสียที่บัลลาสต์ (Ballast Loss)

มากกว่าบัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง คือ มีค่าเท่ากับ 10.0 วัตต์ เมื่อเทียบกับบัลลาสต์ชนิด Low Loss และชนิด Electronic ที่มีค่าสูญเสียที่บัลลาสต์เท่ากับ 6.0 และ 4.0 วัตต์ ตามลำดับ ทำให้ต้องใช้พลังงานมากกว่า

5.1.3.3 ประเภทดวงโคม

ในร้านค้าสะดวกซื้อทั้ง 6 สาขา มีการใช้ดวงโคมประเภทต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 5.2 และมีลักษณะการติดตั้งดวงโคมดังภาพที่ 5.1 - 5.3

ตารางที่ 5.2 ประเภทดวงโคมต่าง ๆ ภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

สาขาที่	ประเภทดวงโคม			
	โคมเปลือย	โคมเปลือย 2 หลอดคู่	Downlight	โคมฝังฝ้า
1	*	*		
2	*	*		*
3			*	*
4	*			
5			*	*
6			*	*

การใช้โคมเปลือย และ โคมเปลือย 2 หลอดคู่ ซึ่งเป็นดวงโคมที่มีการกระจายของแสงมาก ทำให้เกิดแสงบาดตา นอกจากนี้แล้วร้านค้าสะดวกซื้อต่าง ๆ ยังติดตั้งดวงโคมประเภทนี้มากเกินไปจนเกินไป จึงส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า แต่ดวงโคมประเภทนี้มีข้อดีคือ ดูแลรักษาและทำความสะอาดง่าย

การใช้ดวงโคม Downlight ภายในร้านค้าสะดวกซื้อส่วนมากมีวัตถุประสงค์เพื่อความสวยงาม แต่ดวงโคมที่ติดตั้งบริเวณด้านหน้าหรือบริเวณที่แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาได้ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ในเวลากลางวัน

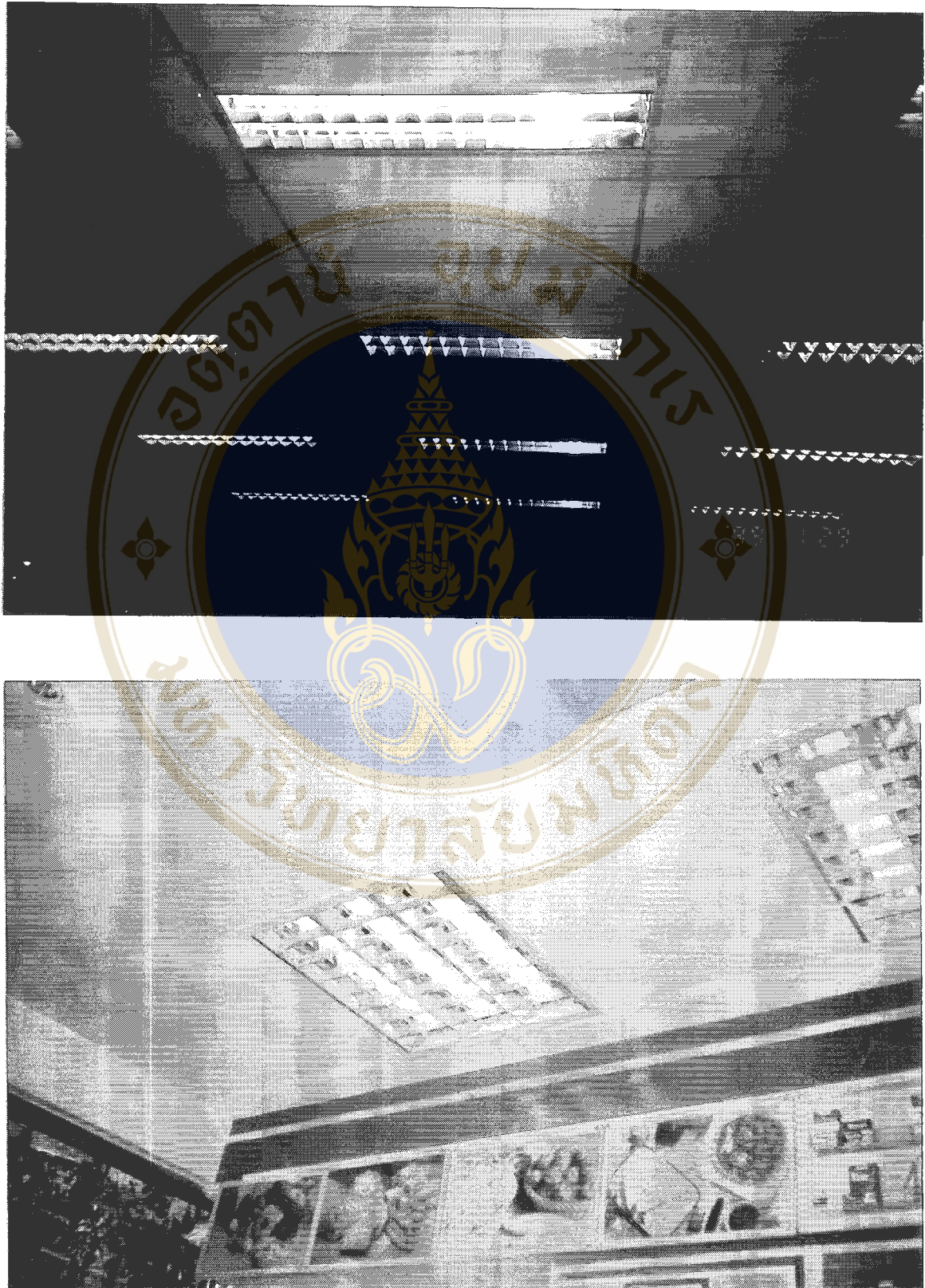
สำหรับดวงโคมฝังฝ้าที่ใช้ในร้านค้าสะดวกซื้อต่าง ๆ จะไม่มีแผ่นสะท้อนแสง ซึ่งถ้าติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงแล้วจะช่วยลดการใช้หลอดแสงสว่างได้มาก



ภาพที่ 5.1 การติดตั้งดวงโคมประเภทโคมเปลือย



ภาพที่ 5.2 การติดตั้งดวงโคมประเภทโคมเปลือย 2 หลอดคู่



ภาพที่ 5.3 การติดตั้งดวงโคมประเภทฝังฝ้าแบบต่างๆ

5.1.4 ความถี่ในการทำความสะอาดดวงโคมและหลอดแสงสว่าง

มีร้านค้าสะดวกซื้อตัวอย่างจำนวนไม่น้อย (ร้อยละ 40.9) ที่ไม่ทำความสะอาดดวงโคมและหลอดแสงสว่างเลย มีเพียงบางร้านเท่านั้นที่ทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ (ร้อยละ 48.4) ดังแสดงในตารางที่ 5.3 ซึ่งการไม่ทำความสะอาดเลย ทำให้เกิดความเลื่อมจากความสกปรกของดวงโคม ส่งผลถึงการให้แสงสว่างได้ไม่เต็มที่

การทำความสะอาดดวงโคมและหลอดแสงสว่างอย่างสม่ำเสมอ สามารถลดจำนวนการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ แต่ในทางกลับกัน ถ้าไม่มีการทำความสะอาดเลยจะทำให้ต้องเพิ่มจำนวนหลอดแสงสว่างมากขึ้นเพื่อให้ได้ความสว่างเท่าเดิม ดังในสาขาที่ 6 ซึ่งมีจำนวนหลอดแสงสว่างเดิมและจำนวนหลอดแสงสว่างที่ได้จากการคำนวณมีค่าต่างกันเล็กน้อย แต่มีระดับความสว่างต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด คือ 371.0 lux ก็เนื่องมาจากสาเหตุดังกล่าว

ตารางที่ 5.3 ความถี่ในการทำความสะอาดดวงโคมและหลอดแสงสว่าง

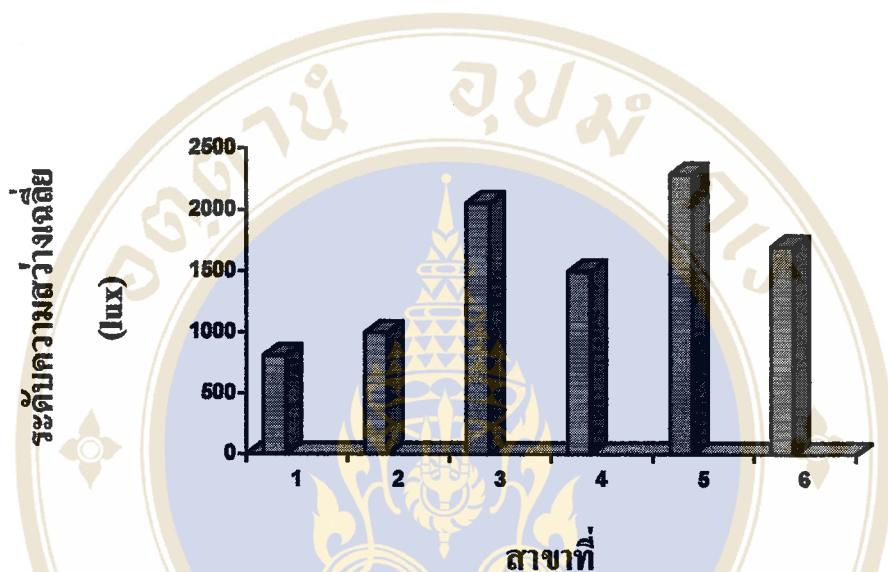
สาขาที่	จำนวนตัวอย่าง			รวม
	สม่ำเสมอ	บางครั้ง	ไม่ทำเลย	
1	32	3	22	57
2	6	1	2	9
3	2	-	5	7
4	3	3	1	7
5	2	1	2	5
6	-	2	6	8
	45	10	38	93

5.1.5 จำนวนหลอดต่อสวิทช์

จำนวนหลอดต่อสวิทช์ในร้านค้าสะดวกซื้อต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12 หลอดต่อสวิทช์ ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนที่มาก และยังเป็นการควบคุมหลอดแสงสว่างในหลาย ๆ แลวอีกด้วย ทำให้ต้องใช้ปริมาณไฟฟ้ามากเกินไปจนความจำเป็น ดังนั้นจึงควรทำการแยกสวิทช์หลาย ๆ สวิทช์ และควร

เป็นแถวละ 1 สวิตช์ เพื่อความสะดวกในการเปิด - ปิด ซึ่งในช่วงเวลากลางวันสามารถเปิดแถวเว้นแถวได้ หรือในบริเวณที่มีแสงจากภายนอกเข้ามามากเราสามารถปิดไฟได้

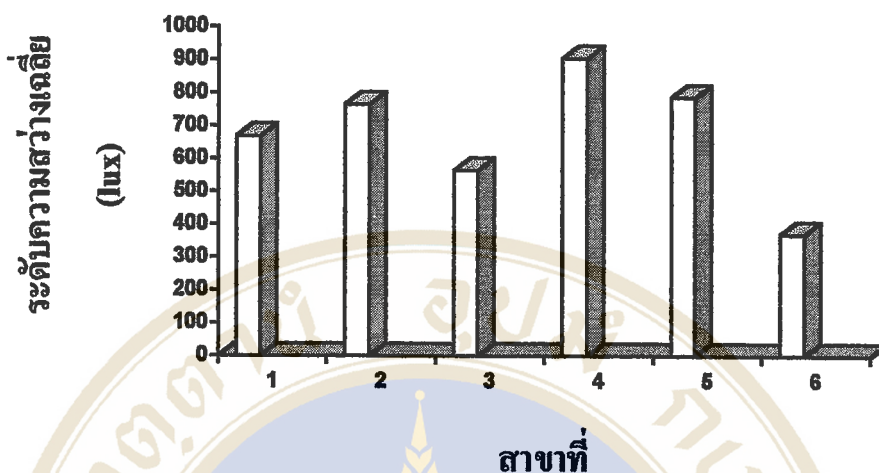
5.1.6 การเปรียบเทียบระดับความสว่างเฉลี่ยของร้านค้าสะดวกซื้อ



ภาพที่ 5.4 กราฟระดับความสว่างเฉลี่ยภายในร้านค้าสะดวกซื้อในช่วงเวลากลางวัน

จากภาพที่ 5.4 จะเห็นได้ว่า สาขาที่ 5 มีระดับความสว่างเฉลี่ยในเวลากลางวันสูงที่สุด เนื่องจากภายในร้านมีพื้นที่ที่สามารถรับแสงจากภายนอกได้มากที่สุด ทั้งจากทางด้านหน้าและด้านข้างของร้าน และยังติดกระจกอีกด้วย นอกจากนี้แล้วยังมีเพดานที่สูงมากประมาณ 3 เมตร ในขณะที่สาขาอื่น ๆ มีพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นห้อง ทำให้แสงธรรมชาติสามารถส่องผ่านเข้ามาได้เพียงด้านเดียว คือ ทางด้านหน้าของร้าน (ประตู) และยังมีความสูงของเพดานประมาณ 2.5 - 2.8 เมตร นอกจากนี้แล้วบริเวณด้านนอกร้านยังเป็นลานคอนกรีตสีขาว ซึ่งในเวลากลางวันจะมีแสงจากดวงอาทิตย์ส่องลงมา ทำให้มีแสงสะท้อนเข้ามาภายในร้านมาก จึงทำให้มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยภายในร้านสูงเกินกว่ามาตรฐานกำหนด

สำหรับในสาขาที่ 1 ที่มีระดับความสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุด เนื่องจากมีพื้นที่รับแสงน้อย และส่วนใหญ่มาจากด้านหน้าร้านเพียงด้านเดียว นอกจากนี้แล้วยังวางของและติดแผ่นโฆษณาจำนวนมาก ทำให้แสงจากภายนอกส่องผ่านเข้ามาได้น้อย



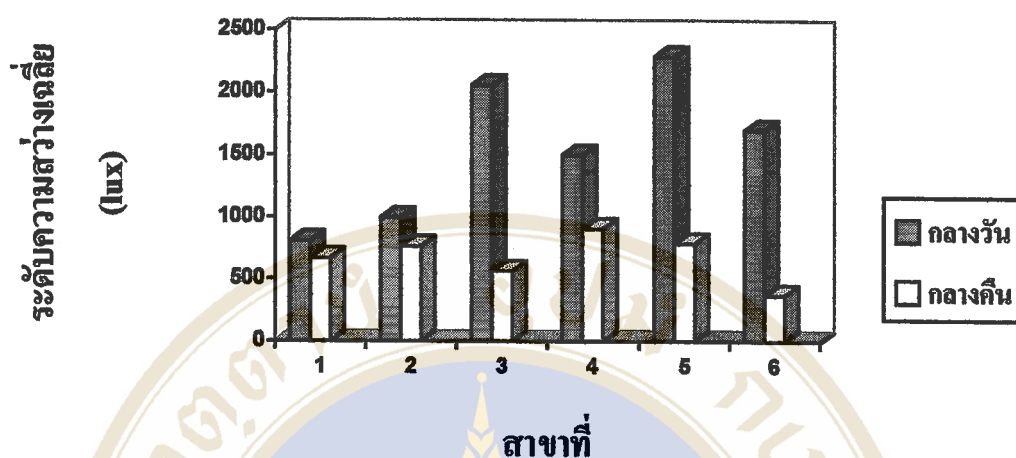
ภาพที่ 5.5 กราฟระดับความสว่างเฉลี่ยภายในร้านค้าสะดวกซื้อในช่วงเวลากลางคืน

จากภาพที่ 5.5 จะเห็นได้ว่าสาขาที่ 4 มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยในช่วงเวลากลางคืนสูงที่สุด เนื่องจากภายในร้านจะมีการทาสีด้วยสีขาวทั้งเพดาน ผนัง และพื้น จึงทำให้การกระจายแสงดีที่สุด เพราะสีขาวมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงมากที่สุด คือ ร้อยละ 75 - 85 ในขณะที่สาขาอื่น ๆ จะทาสีต่าง ๆ เช่น สีเหลือง สีเทาอ่อน สีน้ำตาล เป็นต้น จึงทำให้การสะท้อนแสงของเพดาน ผนัง และกำแพงไม่ดีเท่าที่ควร

นอกจากนี้แล้วในสาขาที่ 4 ยังมีจำนวนร้านตัวอย่างที่มีการทำความสะอาดดวงโคมและหลอดแสงสว่างมากที่สุด คือ ร้อยละ 85.7 ในขณะที่สาขาอื่น ๆ มีจำนวนร้านที่ทำความสะอาดลดน้อยลงมาดังนี้ ร้อยละ 61.4, 77.8, 28.6, 60.0 และ 25.0 ตามลำดับ

สำหรับสาขาที่ 6 ที่มีระดับความสว่างเฉลี่ยต่ำที่สุด เนื่องจากสีที่ทาบริเวณเพดาน ผนัง และพื้นมีสีต่าง ๆ เช่น สีเทา สีเหลือง สีน้ำเงิน เป็นต้น ทำให้การสะท้อนแสงไม่ดี นอกจากนี้แล้วภายในร้านยังไม่เคยทำความสะอาดหลอดแสงสว่างและดวงโคมเลย โดยมีร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่ไม่เคยทำความสะอาดเลยมากที่สุด คือ ร้อยละ 75.0 ในขณะที่สาขาอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 38.6, 22.2, 71.4, 14.3 และ 40.0 ตามลำดับ และจากการสำรวจพบว่า ภายในสาขาที่ 6 มีหลอดแสงสว่างที่หมดอายุการใช้งานแล้ว แต่ยังไม่เปลี่ยนหลอด ทำให้ระดับความสว่างภายในร้านอยู่ในระดับที่ต่ำที่สุด

และจากการเปรียบเทียบระดับความสว่างเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน พบว่า ในสาขาที่ 5 มีความแตกต่างมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 5.6



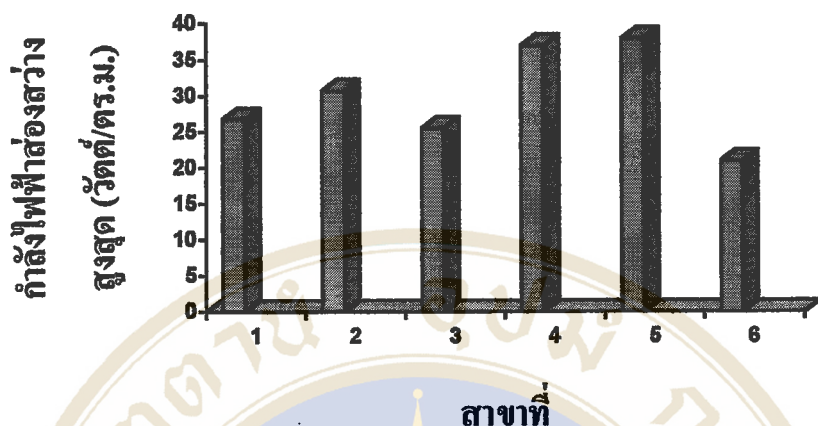
ภาพที่ 5.6 กราฟการเปรียบเทียบระดับความสว่างเฉลี่ยภายในร้านในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

จากภาพที่ 5.6 จะเห็นว่า สาขาที่ 5 มีระดับความสว่างเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนแตกต่างกันมากที่สุด เนื่องจากในช่วงเวลากลางวันภายในร้านได้รับแสงธรรมชาติมากที่สุด แต่ในเวลากลางคืนนั้นจะมีเฉพาะแสงจากหลอดแสงสว่างเท่านั้น จึงทำให้มีความแตกต่างกันมากที่สุด

ส่วนสาขาที่ 1 มีความแตกต่างของระดับความสว่างเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนน้อยที่สุด เนื่องจากในเวลากลางวันจะมีแสงธรรมชาติส่องผ่านเข้ามาน้อยที่สุด และในเวลากลางคืนจะมีความสว่างจากหลอดแสงสว่างเท่านั้น จึงทำให้ภายในร้านมีความแตกต่างน้อยที่สุด

5.2 ความเหมาะสมของค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

จากผลการศึกษาเรื่องค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อพบว่า ทุกสาขามีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด ยกเว้นในสาขาที่ 6 เท่านั้นที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน แสดงดังภาพที่ 5.7



ภาพที่ 5.7 กราฟค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

จากภาพที่ 5.7 จะเห็นได้ว่า สาขาที่ 4 มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดในร้านสูงที่สุด เนื่องจากมีระดับความสว่างเฉลี่ย (กลางคืน) สูงที่สุด และสาขาที่ 6 มีค่าต่ำที่สุด ก็เนื่องมาจากระดับความสว่างต่ำที่สุดนั่นเอง (ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง = ระดับความสว่าง / จำนวนลูเมนต่อวัตต์ * สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ดวงโคม * ค่าการบำรุงรักษาดวงโคม)

5.3 การวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

5.3.1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยไม่มีการลงทุน

ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยไม่มีการลงทุน เป็นการวิเคราะห์ถึงความสามารถในการลดการใช้พลังงานลงโดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงาน โดยปราศจากค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น เช่น การปิดหรือถอดหลอดแสงสว่างบางหลอดที่อยู่ในบริเวณที่มีแสงธรรมชาติสามารถส่องผ่านเข้ามาได้ หรือการลดจำนวนการใช้หลอดแสงสว่างลงโดยการคำนวณด้วยวิธีลูเมน หรือการทำความสะอาดหลอดแสงสว่างอย่างสม่ำเสมอเพื่อเพิ่มความสว่างของหลอด เป็นต้น

เมื่อคำนวณหาจำนวนหลอดแสงสว่างที่เหมาะสมแล้ว พบว่าระดับแสงสว่างเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 500 lux และค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดมีค่าต่ำกว่า 23 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 5.4

สาขาที่ 1 พบว่าในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 57 สาขาย่อยสามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ 1,017 หลอด คิดเป็นร้อยละ 39.4 ทำให้ลดจำนวนวัตต์ได้ 40,896 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 36.3 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 358,249.0 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 716,498.0 บาท/ปี ซึ่งในสาขาที่ 1 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 569 สาขา ทำให้สามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ประมาณ 10,153 หลอด ลดจำนวนวัตต์ได้ 408,242.5 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 3,576,204.4 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 7,152,408.8 บาท/ปี

สาขาที่ 2 พบว่าในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 9 สาขาย่อยสามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ 302 หลอด คิดเป็นร้อยละ 56.2 ทำให้ลดจำนวนวัตต์ได้ 12,200 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 53.0 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 106,872.0 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 213,744.0 บาท/ปี ซึ่งในสาขาที่ 2 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 89 สาขา ทำให้สามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ประมาณ 2,987 หลอด ลดจำนวนวัตต์ได้ 120,644.4 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 1,056,845.2 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 2,113,690.4 บาท/ปี

สาขาที่ 3 พบว่าในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 7 สาขาย่อยสามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ 221 หลอด คิดเป็นร้อยละ 49.1 ทำให้ลดจำนวนวัตต์ได้ 9,770 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 49.7 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 85,585.2 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 171,170.4 บาท/ปี ซึ่งในสาขาที่ 3 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 61 สาขา ทำให้สามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ประมาณ 1,926 หลอด ลดจำนวนวัตต์ได้ 85,138.6 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 745,813.9 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 1,491,627.8 บาท/ปี

สาขาที่ 4 พบว่าในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 7 สาขาย่อยสามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ 188 หลอด คิดเป็นร้อยละ 50.4 ทำให้ลดจำนวนวัตต์ได้ 8,054 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 49.1 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 70,553.0 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 141,106.0 บาท/ปี ซึ่งในสาขาที่ 4 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 62 สาขา ทำให้สามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ประมาณ 1,666 หลอด ลดจำนวนวัตต์ได้ 71,335.4 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 624,898.4 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 1,249,796.8 บาท/ปี

สาขาที่ 5 พบว่าในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 สาขาย่อยสามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ 113 หลอด คิดเป็นร้อยละ 25.5 ทำให้ลดจำนวนวัตต์ได้ 3,597 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 27.9 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 31,509.7 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 63,019.4 บาท/ปี ซึ่งในสาขา

ที่ 5 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 50 สาขา ทำให้สามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ประมาณ 1,130 หลอด ลดจำนวนวัตต์ได้ 35,970.0 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 315,097.2 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 630,194.4 บาท/ปี

สาขาที่ 6 พบว่าในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 8 สาขาย่อยสามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ 67 หลอด คิดเป็นร้อยละ 25.0 ทำให้ลดจำนวนวัตต์ได้ 2,364 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 20.4 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 20,708.6 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 41,417.2 บาท/ปี ซึ่งในสาขาที่ 6 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 74 สาขา ทำให้สามารถลดการใช้หลอดแสงสว่างลงได้ประมาณ 620 หลอด ลดจำนวนวัตต์ได้ 21,867.0 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 191,554.9 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าลงได้ 383,109.8 บาท/ปี



ตารางที่ 5.4 ศักยภาพการประหยัพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยไม่มีการลงทุน

	สาขาที่ 1	สาขาที่ 2	สาขาที่ 3	สาขาที่ 4	สาขาที่ 5	สาขาที่ 6	รวม
ความสว่างเฉลี่ย (lux)	500	500	500	500	500	500	500
จำนวนตัวอย่าง	57	9	7	7	5	8	93
จำนวนหลอดแสงสว่าง	1,563	235	229	185	330	201	2,743
จำนวนวัตต์ทั้งหมด	71,844	10,810	9,886	8,366	9,276	9,246	119,428
ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ย (W/m ²)	17.41	17.68	18.36	17.85	19.91	18.87	18.34
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	629,353.4	94,695.6	86,601.4	73,286.2	81,257.8	80,995.0	1,046,189.2
ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	1,258,706.8	189,391.2	173,202.8	146,572.4	162,515.6	161,990.0	2,092,378.4
จำนวนหลอดแสงสว่างที่สามารถลดได้	1,017	302	221	188	113	67	1,908
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้ *	40,896	12,200	9,770	8,054	3,597	2,364	76,881
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	358,249.0	106,872.0	85,585.2	70,553.0	31,509.7	20,708.6	673,477.5
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	716,498.0	213,744.0	171,170.4	141,106.0	63,019.4	41,417.2	1,346,955.0
จำนวนสาขาข้อย่อยทั้งหมดในเขต กทม.	569	89	61	62	50	74	905
จำนวนหลอดแสงสว่างที่สามารถลดได้	10,153	2,987	1,926	1,666	1,130	620	18,482
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้	408,242.5	120,644.4	85,138.6	71,335.4	35,970.0	21,867.0	743,198.0
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	3,576,204.4	1,056,845.2	745,813.9	624,898.4	315,097.2	191,554.9	6,510,414.1
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	7,152,408.8	2,113,690.4	1,491,627.8	1,249,796.8	630,194.4	383,109.8	13,020,828.2

*จำนวนวัตต์ที่ลดได้ = จำนวนวัตต์ก่อนการปรับปรุง - จำนวนวัตต์หลังการปรับปรุง

5.3.2 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยมีการลงทุน

ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยมีการลงทุน เป็นการวิเคราะห์ความสามารถในการลดการใช้พลังงานลง โดยต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.3.2.1 การใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง

หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูงในที่นี้คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ Super TLD ซึ่งมีกำลังไฟฟ้า 36 วัตต์ และ 18 วัตต์เท่าเดิม แต่มีจำนวนลูเมนมากกว่าหลอด TLD คือ 3,250 และ 1,300 ลูเมน ตามลำดับ ทั้งที่มีอายุการใช้งานเท่ากัน ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 5.5

พบว่า สาขาที่ 1 ทั้ง 57 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 55,056 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 48.8 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 482,290.6 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าลงได้ 964,581.2 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.09 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 1 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 569 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 549,594.1 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 4,814,444.3 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 9,628,888.6 บาท/ปี

สาขาที่ 2 ทั้ง 9 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 14,408 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 62.6 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 126,214.1 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าลงได้ 252,428.2 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.05 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 2 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 89 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 142,479.1 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 1,248,116.9 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 2,496,233.8 บาท/ปี

สาขาที่ 3 ทั้ง 7 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 11,656 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 59.3 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 102,106.6 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าลงได้ 204,213.2 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.05 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 3 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 61 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 101,573.7 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 889,785.6 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 1,779,571.2 บาท/ปี

สาขาที่ 4 ทั้ง 7 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 9,244 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 56.3 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 80,977.4 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าลงได้ 161,954.8 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.07 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 4 นี้มีสาขาย่อยใน

เขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 62 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 81,875.4 วัดต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 717,228.5 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 1,434,457.0 บาท/ปี

สาขาที่ 5 ทั้ง 5 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 2,755 วัดต์ คิดเป็นร้อยละ 21.4 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 24,133.8 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าลงได้ 48,267.6 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.28 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 5 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 50 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 27,550.0 วัดต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 241,338.0 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 482,676.0 บาท/ปี

สาขาที่ 6 ทั้ง 8 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 4,388 วัดต์ คิดเป็นร้อยละ 37.8 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 38,438.9 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าลงได้ 76,877.8 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.14 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 6 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 74 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 40,589.0 วัดต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 355,559.6 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 711,119.2 บาท/ปี

ตารางที่ 5.5 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง

	สาขาที่ 1	สาขาที่ 2	สาขาที่ 3	สาขาที่ 4	สาขาที่ 5	สาขาที่ 6	รวม
ความสว่างเฉลี่ย (lux)	500	500	500	500	500	500	500
จำนวนตัวอย่าง	57	9	7	7	5	8	93
จำนวนวัตต์ทั้งหมด	57,684	8,602	8,000	7,176	10,118	7,222	98,802
ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ย (W/m ²)	13.93	14.15	14.48	14.14	17.97	15.10	14.96
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	505,311.8	75,353.5	70,080.0	62,861.8	88,633.7	63,264.7	865,505.5
ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	1,010,623.6	150,707.0	140,160.0	125,723.6	177,267.4	126,529.4	1,731,011.0
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้ *	55,056	14,408	11,656	9,244	2,755	4,388	97,507
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	482,290.6	126,214.1	102,106.6	80,977.4	24,133.8	38,438.9	854,161.3
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	964,581.2	252,428.2	204,213.2	161,954.8	48,267.6	76,877.8	1,708,322.6
การลงทุน (บาท)	87,780.0	13,090.0	10,640.0	10,920.0	13,740.0	10,990.0	147,160.0
pay - back period (ปี)	0.09	0.05	0.05	0.07	0.28	0.14	0.09
IRR (%)	37.29	37.29	37.29	37.29	37.29	37.29	37.29
จำนวนสาขาที่ยังทั้งหมดในเขต กทม.	569	89	61	62	50	74	905
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้	549,594.1	142,479.1	101,573.7	81,875.4	27,550.0	40,589.0	948,858.4
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	4,814,444.3	1,248,116.9	889,785.6	717,228.5	241,338.0	355,559.6	8,311,999.5
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	9,628,888.6	2,496,233.8	1,779,571.2	1,434,457.0	482,676.0	711,119.2	16,623,999.0

*จำนวนวัตต์ที่ลดได้ = จำนวนวัตต์ก่อนการปรับปรุง - จำนวนวัตต์หลังการปรับปรุง

5.3.2.2 การใช้บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง

บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูงมี 2 ชนิด คือ บัลลาสต์ชนิด Low Loss และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

5.3.2.2.1 การใช้บัลลาสต์ชนิด Low Loss

บัลลาสต์ชนิด Low Loss มีค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่บัลลาสต์ (Ballast Loss) เท่ากับ 6.0 วัตต์ โดยนำมาแทนบัลลาสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กชนิดเดิม ซึ่งศึกษาภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างเมื่อใช้บัลลาสต์ชนิด Low Loss แสดงในตารางที่ 5.6

พบว่า สาขาที่ 1 ทั้ง 57 สาขาจะสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 10,320 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 9.2 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 90,403.2 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 180,806.4 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 2.04 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 30.23 ซึ่งในสาขาที่ 1 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 569 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 103,018.9 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 206,037.8 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 412,075.6 บาท/ปี

สาขาที่ 2 ทั้ง 9 สาขาจะสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 2,148 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 9.3 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 18,816.5 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 37,633.0 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 2.04 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 30.23 ซึ่งในสาขาที่ 2 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 89 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 21,241.3 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 186,073.8 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 372,147.6 บาท/ปี

สาขาที่ 3 ทั้ง 7 สาขาจะสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 1,800 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 9.2 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 15,768.0 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 31,536.0 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 2.04 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 30.23 ซึ่งในสาขาที่ 3 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 61 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 15,685.7 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 137,406.7 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 274,813.4 บาท/ปี

สาขาที่ 4 ทั้ง 7 สาขาจะสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 1,492 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 9.1 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 13,069.9 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 26,139.8 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 2.04 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 30.23 ซึ่งในสาขาที่ 4 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 62 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 13,214.9 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 115,762.5 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 231,525.0 บาท/ปี

สาขาที่ 5 ทั้ง 5 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 1,434 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 11.1 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 12,561.8 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 25,123.6 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 1.76 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 31.56 ซึ่งในสาขาที่ 5 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 50 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 14,340.0 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 125,618.4 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 251,236.8 บาท/ปี

สาขาที่ 6 ทั้ง 8 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 912 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 7.9 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 7,989.1 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 15,978.2 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 2.40 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 28.28 ซึ่งในสาขาที่ 6 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 74 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 8,436.0 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 73,899.4 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 147,798.8 บาท/ปี

5.3.2.2.2 การใช้อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์มีค่า Ballast Loss เท่ากับ 4.0 วัตต์ โดยนำมาแทนบัลลาสต์ชนิดหลอดแก๊สชนิดเดิม ซึ่งศึกษาภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างเมื่อใช้อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ แสดงในตารางที่ 5.7

พบว่า สาขาที่ 1 ทั้ง 57 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 15,780 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 14.0 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 138,232.8 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 276,465.6 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 4.29 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 7.66 ซึ่งในสาขาที่ 1 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 569 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 157,523.2 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 1,379,903.2 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 2,759,806.4 บาท/ปี

สาขาที่ 2 ทั้ง 9 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 3,222 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 14.0 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 28,224.7 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 56,449.4 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 4.37 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 5.94 ซึ่งในสาขาที่ 2 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 89 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 31,862.0 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 279,111.1 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 558,222.2 บาท/ปี

สาขาที่ 3 ทั้ง 7 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 2,700 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 13.7 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 23,652.0 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 47,304.0 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 4.37 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 5.94 ซึ่งในสาขาที่ 3 นี้มีสาขาย่อยใน

เขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 61 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 23,528.6 วัดต์ ลดประมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 206,110.5 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 412,221.0 บาท/ปี

สาขาที่ 4 ทั้ง 7 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 2,238 วัดต์ คิดเป็นร้อยละ 13.6 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 19,604.9 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 39,209.8 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 4.37 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 5.94 ซึ่งในสาขาที่ 4 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 62 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 19,822.3 วัดต์ ลดประมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 173,643.3 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 347,286.6 บาท/ปี

สาขาที่ 5 ทั้ง 5 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 1,986 วัดต์ คิดเป็นร้อยละ 15.4 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 17,397.4 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 34,794.8 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 4.08 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 11.46 ซึ่งในสาขาที่ 5 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 50 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 19,860.0 วัดต์ ลดประมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 173,973.6 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 347,947.2 บาท/ปี

สาขาที่ 6 ทั้ง 8 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 1,368 วัดต์ คิดเป็นร้อยละ 11.8 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 11,983.7 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 23,967.4 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 5.14 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ -19.58 ซึ่งในสาขาที่ 6 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 74 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัดต์ได้ 12,654.0 วัดต์ ลดประมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 110,849.0 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 221,698.0 บาท/ปี

ตารางที่ 5.6 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้หลอดชนิด Low Loss

	สาขาที่ 1	สาขาที่ 2	สาขาที่ 3	สาขาที่ 4	สาขาที่ 5	สาขาที่ 6	รวม
ความสว่างเฉลี่ย (lux)	500	500	500	500	500	500	500
จำนวนตัวอย่าง	57	9	7	7	5	8	93
จำนวนวัตต์ทั้งหมด	102,420	20,862	17,856	14,928	11,439	10,698	178,203
ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ย (W/m ²)	16.29	16.70	17.96	16.61	19.81	17.69	17.51
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	897,199.2	182,751.1	156,418.6	130,769.3	100,205.6	93,714.5	1,561,058.2
ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	1,794,398.4	365,502.2	312,837.2	261,538.6	200,411.2	187,429.0	3,122,116.4
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้ *	10,320	2,148	1,800	1,492	1,434	912	18,106
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	90,403.2	18,816.5	15,768.0	13,069.9	12,561.8	7,989.1	158,608.5
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	180,806.4	37,633.0	31,536.0	26,139.8	25,123.6	15,978.2	317,217.0
การลงทุน (บาท)	368,940.0	76,791.0	64,350.0	53,339.0	44,187.0	38,324.0	645,931.0
pay - back period (ปี)	2.04	2.04	2.04	2.04	1.76	2.40	2.03
IRR (%)	30.23	30.23	30.23	30.23	31.56	28.28	30.25
จำนวนสาขาที่ย่อยทั้งหมดในเขต กทม.	569	89	61	62	50	74	905
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้	103,018.9	21,241.3	15,685.7	13,214.9	14,340.0	8,436.0	176,192.8
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	206,037.8	186,073.8	137,406.7	115,762.5	125,618.4	73,899.4	1,543,448.9
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	412,075.6	372,147.6	274,813.4	231,525.0	251,236.8	147,798.8	3,086,897.8

*จำนวนวัตต์ที่ลดได้ = จำนวนวัตต์ก่อนการปรับปรุง - จำนวนวัตต์หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 5.7 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้หลอดชนิด Electronic

	สาขาที่ 1	สาขาที่ 2	สาขาที่ 3	สาขาที่ 4	สาขาที่ 5	สาขาที่ 6	รวม
ความสว่างเฉลี่ย (lux)	500	500	500	500	500	500	500
จำนวนตัวอย่าง	57	9	7	7	5	8	93
จำนวนวัตต์ทั้งหมด	96,960	19,788	16,956	14,182	10,887	10,242	169,015
ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ย (W/m ²)	15.42	15.84	16.95	15.76	19.02	16.95	16.65
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	849,369.6	173,342.9	148,534.6	124,234.3	95,370.1	89,719.9	1,480,571.4
ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	1,698,739.2	346,685.8	297,069.2	248,468.6	190,740.2	179,439.8	2,961,142.8
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้ *	15,780	3,222	2,700	2,238	1,986	1,368	27,294
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	138,232.8	28,224.7	23,652.0	19,604.9	17,397.4	11,983.7	239,095.4
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	276,465.6	56,449.4	47,304.0	39,209.8	34,794.8	23,967.4	478,190.8
การลงทุน (บาท)	1,186,800.0	247,020.0	207,000.0	171,580.0	142,140.0	123,280.0	2,077,820.0
pay - back period (ปี)	4.29	4.37	4.37	4.37	4.08	5.14	4.34
IRR (%)	7.66	5.94	5.94	5.94	11.46	-19.58	6.59
จำนวนสาขาที่ย่อยทั้งหมดในเขต กทม.	569	89	61	62	50	74	905
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้	157,523.2	31,862.0	23,528.6	19,822.3	19,860.0	12,654.0	265,602.9
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	1,379,903.2	279,111.1	206,110.5	173,643.3	173,973.6	110,849.0	2,326,681.4
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	2,759,806.4	558,222.2	412,221.0	347,286.6	347,947.2	221,698.0	4,653,362.8

*จำนวนวัตต์ที่ลดได้ = จำนวนวัตต์ก่อนการปรับปรุง - จำนวนวัตต์หลังการปรับปรุง

5.3.2.3 การใช้ดวงโคมประสิทธิภาพสูง

ศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างเมื่อมีการใช้ดวงโคมที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งรายละเอียดของดวงโคมแสดงในภาคผนวก ค ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 5.8

พบว่า สาขาที่ 1 ทั้ง 57 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 30,204 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 26.8 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 264,587.0 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 529,174.0 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 3.26 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 25.92 ซึ่งในสาขาที่ 1 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 569 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 301,510.1 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 2,641,228.4 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 5,282,456.8 บาท/ปี

สาขาที่ 2 ทั้ง 9 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 10,682 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 46.4 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 93,574.3 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 187,148.6 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 1.42 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 32.66 ซึ่งในสาขาที่ 2 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 89 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 105,633.1 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 925,346.0 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 1,850,692.0 บาท/ปี

สาขาที่ 3 ทั้ง 7 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 8,528 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 43.4 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 74,705.3 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 149,410.6 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 1.26 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 33.20 ซึ่งในสาขาที่ 3 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 61 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 74,315.4 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 651,002.9 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 1,302,005.8 บาท/ปี

สาขาที่ 4 ทั้ง 7 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 6,392 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 38.9 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 55,993.9 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 111,987.8 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 1.93 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 30.88 ซึ่งในสาขาที่ 4 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 62 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 56,614.9 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 495,946.5 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 991,893.0 บาท/ปี

สาขาที่ 5 ทั้ง 5 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 4,501 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 35.0 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 39,428.8 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 78,857.6 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 2.29 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 29.58 ซึ่งในสาขาที่ 5 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 50 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 45,010.0 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 394,287.6 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 788,575.2 บาท/ปี

สาขาที่ 6 ทั้ง 8 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 1,713 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 17.8 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 15,005.9 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 30,011.8 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 4.04 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 22.75 ซึ่งในสาขาที่ 6 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 74 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 15,845.3 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 138,804.8 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 277,609.6 บาท/ปี

5.3.2.4 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยคำนึงถึงความสวยงาม

การออกแบบระบบแสงสว่างโดยคำนึงถึงความสวยงามในที่นี้จะใช้วิธีการติดตั้งหลอดแสงสว่างหลาย ๆ ชนิดร่วมกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด daylight ความคู่กับหลอดชนิด warm white โดยติดสลับกันไป หรือในดวงโคมที่มี 2 หลอด จะติดตั้งแบบ 1 : 1 (daylight : warm white) หรือในดวงโคมที่มีหลอดแสงสว่าง 3 หลอด ติดตั้งในอัตรา 2 : 1 ดังแสดงในตารางที่ 5.9

พบว่า สาขาที่ 1 ทั้ง 57 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 44,384 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 39.4 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 388,803.8 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 777,607.6 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.06 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 1 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 569 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 443,061.3 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 3,881,216.9 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 7,762,433.8 บาท/ปี

สาขาที่ 2 ทั้ง 9 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 10,790 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 46.9 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 94,520.4 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 189,040.8 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.04 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 2 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 89 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 106,701.1 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 934,701.6 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 1,869,403.2 บาท/ปี

สาขาที่ 3 ทั้ง 7 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 10,230 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 52.0 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 89,614.8 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 179,229.6 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.02 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 3 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 61 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 89,147.1 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 780,928.6 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 1,561,857.2 บาท/ปี

สาขาที่ 4 ทั้ง 7 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 7,956 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 48.5 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 69,694.6 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 139,389.2 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.04 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 4 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 62 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 70,467.4 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 617,294.4 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 1,234,588.8 บาท/ปี

สาขาที่ 5 ทั้ง 5 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 1,793 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 13.9 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 15,706.7 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 31,413.4 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.21 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 5 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 50 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 17,930.0 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 157,066.8 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 314,133.6 บาท/ปี

สาขาที่ 6 ทั้ง 8 สาขาย่อยสามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 3,054 วัตต์ คิดเป็นร้อยละ 26.3 ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ 26,753.0 kWh/ปี ลดค่าไฟฟ้าได้ 53,506.0 บาท/ปี มีค่า pay - back period เท่ากับ 0.09 ปี และมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29 ซึ่งในสาขาที่ 6 นี้มีสาขาย่อยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวนทั้งสิ้น 74 สาขา ดังนั้นจึงทำให้สามารถลดจำนวนวัตต์ได้ 28,249.5 วัตต์ ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 247,465.6 kWh/ปี และลดค่าไฟฟ้าได้ 494,931.2 บาท/ปี

ตารางที่ 5.8 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้ดวงโคมประสิทธิภาพสูง

	สาขาที่ 1	สาขาที่ 2	สาขาที่ 3	สาขาที่ 4	สาขาที่ 5	สาขาที่ 6	รวม
ความสว่างเฉลี่ย (lux)	500	500	500	500	500	500	500
จำนวนตัวอย่าง	57	9	7	7	5	8	93
จำนวนวัตต์ทั้งหมด	82,536	12,328	11,128	10,028	8,372	9,897	134,289
ค่ากำลังไฟฟ้าส่งสว่างสูงสุดเฉลี่ย (W/m ²)	19.66	19.83	21.29	19.69	20.08	21.22	20.29
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	723,015.4	107,993.3	97,481.3	87,845.3	73,338.7	86,697.7	1,176,371.6
ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	1,446,030.8	215,986.6	194,962.6	175,690.6	146,677.4	173,395.4	2,352,743.2
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้ *	30,204	10,682	8,528	6,392	4,501	1,713	62,020
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	264,587.0	93,574.3	74,705.3	55,993.9	39,428.8	15,005.9	543,295.2
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	529,174.0	187,148.6	149,410.6	111,987.8	78,857.6	30,011.8	1,086,590.4
การลงทุน (บาท)	1,729,307.7	266,966.9	189,267.6	217,159.6	181,298.4	121,529.7	2,705,529.9
pay - back period (ปี)	3.26	1.42	1.26	1.93	2.29	4.04	2.48
IRR (%)	25.92	32.66	33.20	30.88	29.58	22.75	28.88
จำนวนสาขาข้อยทั้งหมดในเขต กทม.	569	89	61	62	50	74	905
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้	301,510.1	105,633.1	74,315.4	56,614.9	45,010.0	15,845.3	603,528.0
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	2,641,228.4	925,346.0	651,002.9	495,946.5	394,287.6	138,804.8	5,286,905.2
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	5,282,456.8	1,850,692.0	1,302,005.8	991,893.0	788,575.2	277,609.6	10,573,810.4

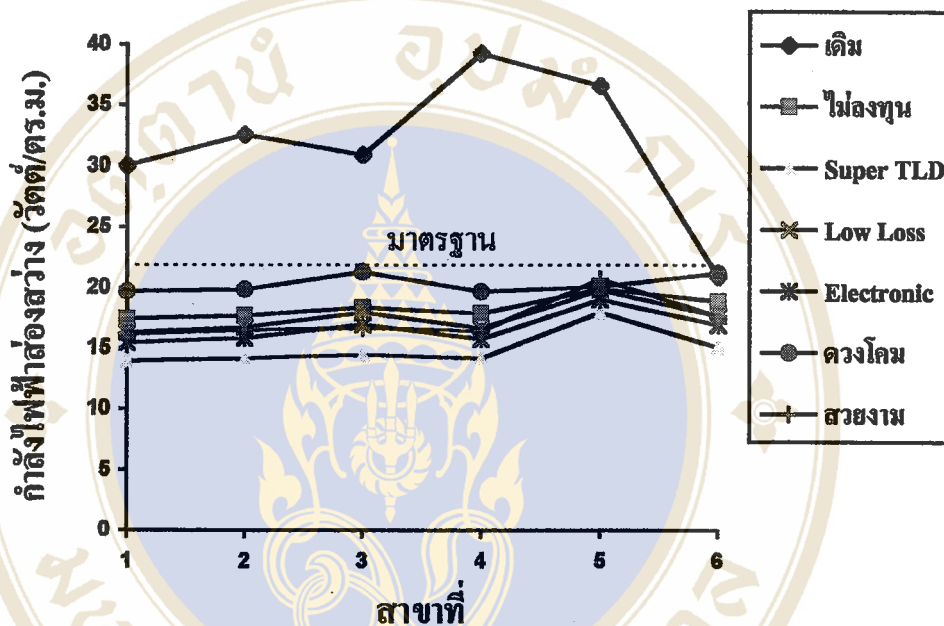
*จำนวนวัตต์ที่ลดได้ = จำนวนวัตต์ก่อนการปรับปรุง - จำนวนวัตต์หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 5.9 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยคำนึงถึงความสะดวก

	สาขาที่ 1	สาขาที่ 2	สาขาที่ 3	สาขาที่ 4	สาขาที่ 5	สาขาที่ 6	รวม
ความสว่างเฉลี่ย (lux)	500	500	500	500	500	500	500
จำนวนตัวอย่าง	57	9	7	7	5	8	93
จำนวนวัตต์ทั้งหมด	68,356	12,220	9,426	8,464	11,080	8,556	118,102
ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดเฉลี่ย (W/m^2)	16.16	16.51	16.68	16.41	20.67	17.63	17.34
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	598,798.6	107,047.2	82,571.8	74,144.6	97,060.8	74,950.6	1,034,573.5
ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	1,197,597.2	214,094.4	165,143.6	148,289.2	194,121.6	149,901.2	2,069,147.0
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้ *	44,384	10,790	10,230	7,956	1,793	3,054	78,207
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	388,803.8	94,520.4	89,614.8	69,694.6	15,706.7	26,753.0	685,093.3
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	777,607.6	189,040.8	179,229.6	139,389.2	31,413.4	53,506.0	1,370,186.6
การลงทุน (บาท)	42,848.8	7,699.3	4,094.6	5,305.6	6,648.8	5,017.3	71,614.4
pay-back period (ปี)	0.06	0.04	0.02	0.04	0.21	0.09	0.05
IRR (%)	37.29	37.29	37.29	37.29	37.29	37.29	37.29
จำนวนสาขาที่ยังหมดในเขต กทม.	569	89	61	62	50	74	905
จำนวนวัตต์ที่สามารถลดได้	443,061.3	106,701.1	89,147.1	70,467.4	17,930.0	28,249.5	761,046.6
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (kWh/ปี)	3,881,216.9	934,701.6	780,928.6	617,294.4	157,066.8	247,465.6	6,666,768.2
ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (บาท/ปี)	7,762,433.8	1,869,403.2	1,561,857.2	1,234,588.8	314,133.6	494,931.2	13,333,536.4

*จำนวนวัตต์ที่ลดได้ = จำนวนวัตต์ก่อนการปรับปรุง - จำนวนวัตต์หลังการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดพลังงานโดยวิธีต่าง ๆ จะเห็นว่า ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดในร้านค้าสะดวกซื้อต่าง ๆ มีค่าอยู่ในระดับมาตรฐาน (23 วัตต์ต่อตารางเมตร) ดังแสดงในภาพที่ 5.8

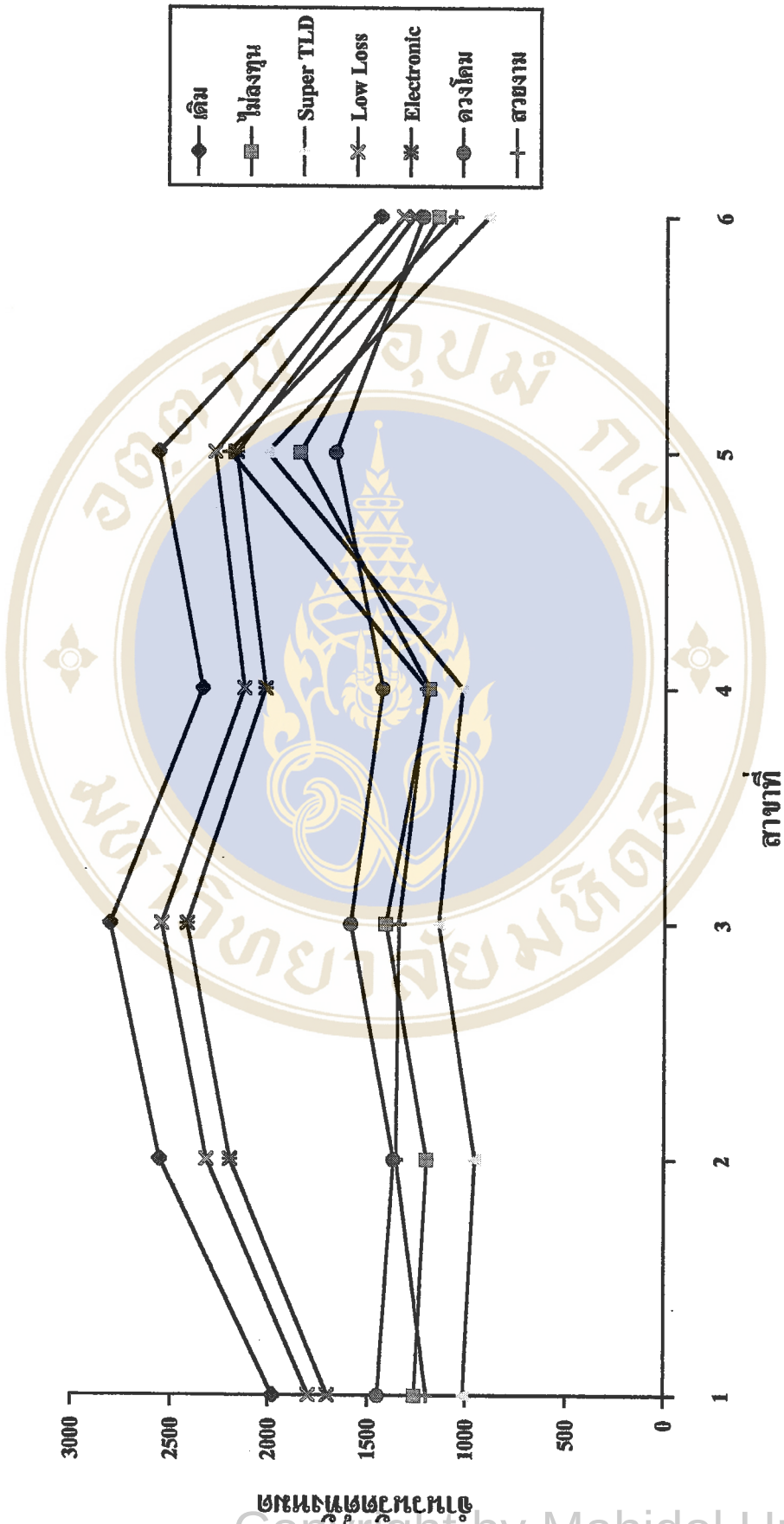


ภาพที่ 5.8 กราฟค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดตามวิธีต่าง ๆ

หมายเหตุ : การปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างวิธีใดวิธีหนึ่งเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ชุดเดิม

จากภาพที่ 5.8 จะเห็นว่า วิธีที่ใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูงเป็นวิธีที่มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างต่ำที่สุด และทุกวิธีมีค่าอยู่ในระดับมาตรฐาน

นอกจากนี้แล้วจำนวนวัตต์ต่อพื้นที่ที่ใช้ก็มีจำนวนลดน้อยลง ดังแสดงในภาพที่ 5.9 ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้ววิธีที่ใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูงเป็นวิธีที่ทุกสาขา (ยกเว้นสาขาที่ 5) มีการใช้จำนวนวัตต์ต่อพื้นที่น้อยที่สุด



ภาพที่ 5.9 กราฟจำนวนวัดตัดต่อพื้นที่ตามวิธีต่างๆ

จากการวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามวิธีต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปศักยภาพการประหยัดพลังงาน ได้ดังตารางที่ 5.10

การติดตั้งสวิทช์เพื่อควบคุมการทำงานของหลอดแสงสว่าง ทำได้โดยการแยกหลาย ๆ สวิทช์ โดยเฉพาะเพื่อควบคุมหลอดแสงสว่างที่อยู่ในบริเวณที่แสงธรรมชาติสามารถส่องเข้ามาได้ในเวลากลางวัน จะทำให้ประหยัดพลังงานได้มากขึ้น

นอกจากนี้แล้วยังมีแนวทางอื่น ๆ อีกที่ช่วยประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้แนวทางการประหยัดหลาย ๆ แนวทางร่วมกัน เช่น การใช้หลอดแสงสว่างในจำนวนที่เหมาะสมควบคู่กับการใช้บัลลาสต์ Low Loss หรือ Electronic , การใช้บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูงควบคู่กับดวงโคมประสิทธิภาพสูง, การใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูงควบคู่กับบัลลาสต์ประสิทธิภาพสูงและดวงโคมประสิทธิภาพสูง เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้มีศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 5.10 สรุปศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามวิธีต่าง ๆ

วิธีการ	จำนวน หลอด ที่ลดได้	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวนวัตต์ ที่ลดได้/ปี	ปริมาณการ ใช้ไฟฟ้า ที่ลดได้/ปี	ค่าไฟฟ้าที่ ประหยัดได้/ปี (93 สาขาย่อย)	คิดเป็น ร้อยละ	pay - back period (ปี)	IRR (%)	ค่าไฟฟ้าที่ ประหยัดได้/ปี (905 สาขาย่อย)
1. โดยไม่มีการลงทุน	1,908	41.0	76,881	673,477.5	1,346,955.0	39.2	-	-	13,020,828.2
2. โดยมีการลงทุน									
2.1 การใช้หลอดประสิทธิภาพ	2,378	51.1	97,507	854,161.3	1,708,322.6	49.7	0.09	37.29	16,623,999.0
2.2 การใช้หลอดประสิทธิภาพ									
- การใช้หลอดประสิทธิภาพ	-	-	18,106	158,608.5	317,217.0	9.2	2.03	30.25	3,086,897.8
- การใช้หลอดประสิทธิภาพ	-	-	27,294	239,095.4	478,190.8	13.9	4.34	6.59	4,653,362.8
2.3 การใช้ดวง โคมประสิทธิภาพ	1,717	36.9	62,020	543,295.2	1,086,590.4	31.6	2.48	28.88	10,573,810.4
2.4 การออกแบบ โดยคำนึงถึง									
ความสวยงาม	1,944	41.8	78,207	685,093.3	1,370,186.6	39.8	0.05	37.29	13,333,536.4

บทที่ 6

สรุป และข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่อง ศักยภาพการประหยัดพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในร้านค้าสะดวกซื้อ กรณีศึกษา : เขตกรุงเทพมหานคร เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey Studies) เพื่อทราบศักยภาพในการลดการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยวิธีการต่าง ๆ โดยทำการสำรวจระดับความสว่างและค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อ ซึ่งจะทำการวัดความสว่างทั้งเวลากลางวันและกลางคืน และข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะเป็นพื้นฐานในการออกแบบระบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6.1 สรุป

จากผลการศึกษาพบว่า

6.1.1 ระดับความสว่างเฉลี่ยภายในร้านค้าสะดวกซื้อต่าง ๆ ที่ทำการสำรวจ ในช่วงเวลากลางวันมีค่าเท่ากับ 1,556.6 lux และในช่วงเวลากลางคืนมีค่าเท่ากับ 677.1 lux ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด (500 lux) และพบว่ามี 70 ตัวอย่าง (ร้อยละ 75.3) มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด 279.6 lux คิดเป็นร้อยละ 55.9 และมี 23 ตัวอย่าง (ร้อยละ 24.7) มีค่าระดับความสว่างเฉลี่ยต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด 167.8 lux คิดเป็นร้อยละ 33.6

6.1.2 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในร้านค้าสะดวกซื้อทั้ง 93 ตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 31.55 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเกินจากที่มาตรฐานกำหนด (23 วัตต์ต่อตารางเมตร) และพบว่ามี 64 ตัวอย่าง (ร้อยละ 68.8) มีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด 14.20 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 61.7 และ 29 ตัวอย่าง (ร้อยละ 31.2) มีค่าต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด 6.93 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 30.1

6.1.3 ศักยภาพการประหยัดพลังงานเมื่อใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง (Super TLD) จะมีกำลังไฟฟ้ารวม ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าน้อยที่สุด จึงทำให้ประหยัดพลังงานได้

มากที่สุด คือ 854,161.3 kWh/ปี คิดเป็นร้อยละ 49.7 โดยมีระยะคืนทุน 0.09 ปี และค่า IRR เท่ากับร้อยละ 37.29

6.1.4 การวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดพลังงานทั้ง โดยที่ไม่มีการลงทุนและมีการลงทุน พบว่าร้านค้าสะดวกซื้อต่าง ๆ สามารถเลือกปฏิบัติได้หลายวิธี ดังแสดงในตารางที่ 6.1 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของผู้ประกอบการ

วิธีที่ร้านค้าสะดวกซื้อต่าง ๆ สามารถเลือกปฏิบัติได้ จะพิจารณาจากความคุ้มค่าของการ ลงทุน คือ ระยะคืนทุน และค่า IRR นั้นเอง

ตารางที่ 6.1 สรุปวิธีการต่าง ๆ ที่ร้านค้าสะดวกซื้อสามารถเลือกปฏิบัติได้

แนวทาง	สาขาที่ 1	สาขาที่ 2	สาขาที่ 3	สาขาที่ 4	สาขาที่ 5	สาขาที่ 6
1. แนวทางที่ไม่มีการลงทุน	*	*	*	*	*	*
2. แนวทางที่มีการลงทุน						
2.1 การใช้หลอดประสิทธิภาพ	*	*	*	*	*	*
2.2 การใช้บัลลาสต์ประสิทธิภาพ						
- การใช้บัลลาสต์ Low Loss	*	*	*	*	*	*
- การใช้บัลลาสต์ Electronic	-	-	-	-	-	-
2.3 การใช้ดวงโคมประสิทธิภาพ	*	*	*	*	*	*
2.4 การออกแบบโดยคำนึงถึง						
ความสวยงาม	*	*	*	*	*	*

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะที่อาจจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการร้านค้า สะดวกซื้อต่าง ๆ และการศึกษาครั้งต่อไปดังนี้

6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการร้านค้าสะดวกซื้อ

1. ในการเลือกวิธีการต่าง ๆ ที่ช่วยในการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายใน ร้านค้าสะดวกซื้อ ผู้ประกอบการควรทำความเข้าใจในวิธีการ และความสามารถในการลงทุน การ ปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2. ทางภาครัฐบาลควรให้การสนับสนุนในด้านนโยบายและแนวทางการปฏิบัติ มีการให้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ และความช่วยเหลือในด้านเงินลงทุน เพื่อให้มีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติจริงมากขึ้น

3. ผู้ประกอบการควรออกแบบโครงสร้างต่าง ๆ ภายในร้านค้าให้เอื้อต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง เช่น การใช้สีภายในร้าน ควรใช้สีอ่อน และทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ความสูงของเพดานควรสูงประมาณ 2.5 - 3.0 เมตร เพื่อให้ได้รับแสงจากหลอดแสงสว่างอย่างเต็มที่ นอกจากนี้แล้วบริเวณที่แสงธรรมชาติสามารถส่องผ่านเข้ามาได้ไม่ควรมียางหรือแผ่นโฆษณาบัง ซึ่งในเวลากลางวันจะทำให้ภายในร้านได้รับแสงธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานได้บางส่วน หรือการออกแบบให้ภายในร้านค้ามีด้านที่สัมผัสกับแสงธรรมชาติมากที่สุด

4. ผู้ประกอบการควรดูแลและทำความสะอาดดวงโคมและหลอดแสงสว่างอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง นอกจากนี้แล้วควรเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างต่าง ๆ คือ หลอดแสงสว่าง บัลลาสต์ และดวงโคม ตามอายุการใช้งาน เพื่อให้อุปกรณ์เหล่านี้มีประสิทธิภาพในการให้แสงสว่าง

6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

1. จากการศึกษาครั้งนี้ที่ทำการวัดความสว่างในช่วงเวลาระหว่าง 10.30 - 14.00 น. ซึ่งควรวัดระดับความสว่างตลอด 24 ชั่วโมง โดยอาจวัดทุก ๆ 1 ชั่วโมง นอกจากนี้แล้วควรศึกษาในทุกฤดูกาลอีกด้วย

2. การวัดความสว่างควรวัดในแนวตั้งด้วย ตามจันทราของต่าง ๆ ซึ่งจะทำการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีความสมบูรณ์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักนายกรัฐมนตรี. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่เจ็ด พ.ศ.2535-2539. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ยูไนเต็ด โปรดักชั่น, 2535.
2. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2538. กรุงเทพมหานคร: บริษัท พี.เอ.ลิฟวิ่ง จำกัด, 2538.
3. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. รายงานประจำปี 2538 “เราอยู่ในทุกภูมิภาคทั่วไทย”. กรุงเทพมหานคร: บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ป จำกัด, 2538.
4. ชาติ ฤทธิ์หิรัญ. แผนการจัดการพลังงานไฟฟ้า สำหรับอาคารสำนักงาน [วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า]. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539.
5. เฉลิมเดช เฉลิมสารอัสตร. กลยุทธ์การควบคุมและการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างอย่างมี ประสิทธิภาพ. วารสารพลังงาน 2539, 7(32): 24-7.
6. สมควร ราไพกุล และอิสรา ราไพกุล. ไฟฟ้ากับชีวิตประจำวัน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์, 2528.
7. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ถาม - ตอบ เซลล์แสงอาทิตย์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: หน่วยปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2540.
8. สุวรรณ์ จิตต์จาง. พลังงานแสงอาทิตย์. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาสารคาม: ศูนย์วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีชุมชน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2528.
9. CIE. Guide on Interior Lighting, CIE No.29. 2(1986).
10. ศูนย์วิจัยกฎหมายและการพัฒนา. รายงานการศึกษาวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง ผลกระทบต่อการค้า บริการจากการเปิดเสรีภายหลังการเจรจาการค้าหลายฝ่ายรอบอุรุกวัย. คณะนิติศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
11. Barry Berman and Joel R.Evans. Retail Management a Strategic Approach. Macmillan Publishing Co., Inc and Collier Macmillan Publishing. New York and London, 1979.
12. Yvonne Gallegos Bodle and Joseph A.Corey. Retail Selling. Second Edition. Gregg Division/McGraw-Hill Book Company. New York, 1977.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

13. ชำนาญ ห่อเกียรติ. เทคนิคการส่องสว่าง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.
14. วิจิตร ตันทสุทธิ์ วันชัย ริจิรวนิช จรูญ มหิทธาพงศ์กุล และชวเวช ชาญสง่าเวช. การศึกษาการทำงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
15. สมศักดิ์ รัศมีทัต. จักษุสาธารณสุข. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพิมพ์สวยจำกัด, 2535.
16. คณะกรรมการกลุ่มผลิต. เอกสารการสอนชุดวิชา อาชีวอนามัย หน่วย 1-7. กรุงเทพมหานคร: ธีระการพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.
17. มาลินี วงศ์พานิช และลดา อมรทัต. โรคจากงานอุตสาหกรรม เรื่องจริงที่เกิดขึ้นกับท่านได้ในยุคพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: O.S.Printing House Co.,Ltd., 2527.
18. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. คู่มือ แผนงานอนุรักษ์พลังงาน และแนวทางหลักเกณฑ์ เงื่อนไข และลำดับความสำคัญของการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2540.
19. ปกรณ์ บริมาสพร.การประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง. วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี 2540, 24(134): 83-88.
20. สถาบันวิจัยพลังงาน. การประหยัดพลังงานไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
21. John E.Kaufman. IES Lighting Handbook. Illuminating Engineering Society, New York. 4 th edition, Second Printing, 1968.
22. กองแผนงาน. ประสิทธิภาพของอาคารเกี่ยวกับระบบแสงสว่างในเขตการศึกษาของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร: สำนักอธิการบดี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
23. พูนศักดิ์ พิมพ์. ปริมาณการส่องสว่างในชั้นเรียนของโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่สังกัดต่อ กรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม]. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.
24. สวณศักดิ์ เกตุราพันธุ์. การวิเคราะห์คุณภาพของระบบแสงสว่างและแนวทางการแก้ไข กรณีศึกษา อาคารเรียน อาคารราชการ และอาคารสำนักงานเอกชน [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร]. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2537.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

25. ศาคร พลราชม. ทฤษฎีการส่องสว่าง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เพ็ญศรีการพิมพ์, 2525.
26. Delbert J.Duncan and Charles F.Phillips. Retailing Principles and Methods. Richard D.Irwin, Inc. Homewood, Illinois, 1963.
27. ชนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การออกแบบระบบแสงสว่าง. กรุงเทพมหานคร: หจก. เอช-เอน การพิมพ์, 2533.
28. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2536.
29. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. ข้อเสนอแนะการประหยัดพลังงานในอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2537.
30. วรัช วรรณประเสริฐ. ประสิทธิภาพในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในสำนักงานทั่วไป [วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม]. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
31. มานะ หุตินทะ. แนวทางการออกแบบโดยใช้แสงธรรมชาติในโรงงานอุตสาหกรรม [วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม]. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
32. พิบูลย์ ดิษฐอุดม. การออกแบบระบบแสงสว่าง. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ หจก.เอช-เอน การพิมพ์, 2535.
33. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. แนวทางการประหยัดพลังงานในบ้านอยู่อาศัย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2538.
34. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. ข้อเสนอแนะการประหยัดไฟฟ้าในครัวเรือน. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2539.
35. ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์. เทคนิคการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2538.
36. ชาน คล้ายปาน. การประหยัดพลังงานในระบบส่องสว่าง.วารสารเทคโนโลยี 2540, 18(4) : 28-29.
37. ประพันธ์ หารไชย. เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานแสงสว่าง. Bangkok Electricity Magazine 2539, 8(86): 68-70.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

38. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. บัณฑิตประสิทธิภาพสูง เอกสารเผยแพร่. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย.
39. เทียนฉาย กิระนันท์. การวิเคราะห์โครงการสาธารณะ. รวมบทความเศรษฐศาสตร์ภาครัฐ. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. 2533.
40. ชูชีพ พิพัฒน์ศิริ. เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.
41. Gittinger J.P. Economic Analysis of Agricultural Projects. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. 1972.
42. สุวรรณ สุวรรณเวช. หลักการวิจัยทางสังคมศาสตร์ แนวการเขียนวิทยานิพนธ์ รายงานทางวิชาการ และรายงานประจำภาค. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 2525.
43. อุทุมพร จามรมาน. การสุ่มตัวอย่างทางการศึกษา เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟินนี่พับบลิชซิง, กรุงเทพมหานคร. 2532.
44. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรุงเทพมหานคร. 2540.



เลขที่.....

แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล

1. ชื่อร้านค้าสะดวกซื้อ.....
2. ที่อยู่.....
3. วันที่ทำการสำรวจ.....เวลา.....ถึงเวลา.....
4. เวลาทำงานของร้านค้าสะดวกซื้อ วันละ.....ชั่วโมง
5. เวลาทำงานของพนักงาน วันละ.....ชั่วโมง
6. ความรู้สึกของพนักงานเมื่อทำงานในสถานะแสงสว่างที่เป็นอยู่.....
.....
7. ขนาดของร้านค้าสะดวกซื้อ
 - 7.1 ความกว้าง.....เมตร
 - 7.2 ความยาว.....เมตร
 - 7.3 ความสูง.....เมตร
8. สีของเพดาน กำแพง และพื้น.....ทาสีนี้เมื่อ.....
9. ลักษณะการใช้ไฟฟ้า ประเภทที่.....
10. รูปแบบการจัดวางตำแหน่งดวงโคม
 - ☐ ดวงโคมแต่ละดวงแยกออกจากกัน
 - ☐ แฉวที่ต่อเนื่อง
 - ☐ แฉวที่แยกจากกัน
11. ระยะห่างระหว่างดวงโคม
 - 11.1 แนวนอน.....เมตร
 - 11.2 แนวตั้ง.....เมตร

ผู้เก็บข้อมูล 1.

2.

12. แผนผังของร้านและการติดตั้งดวงโคม



14. ค่าความสว่างภายในร้านค้าสะดวกซื้อ

14.1 เวลาสำรวจกลางวัน.....

☐ 1 อุโมง ☐ 2 อุโมง

ตำแหน่ง	ค่าความสว่าง (Lux)
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
I	
J	
K	
L	
M	
N	
O	
รวม	
เฉลี่ย	

14.2 เวลาสำรวจกลางคืน.....

☐ 1 อุโมง ☐ 2 อุโมง

ตำแหน่ง	ค่าความสว่าง (Lux)
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
I	
J	
K	
L	
M	
N	
O	
รวม	
เฉลี่ย	

15. ค่าความสว่างภายนอกร้านค้าสะดวกซื้อ

15.1 เวลาสำรวจกลางวัน.....

☐ 1 อุโมง ☐ 2 อุโมง

ตำแหน่ง (หน้าร้าน, ด้านข้าง)	ค่าความสว่าง (Lux)
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
รวม	
เฉลี่ย	

15.2 เวลาสำรวจกลางคืน.....

☐ 1 อุโมง ☐ 2 อุโมง

ตำแหน่ง (หน้าร้าน, ด้านข้าง)	ค่าความสว่าง (Lux)
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
รวม	
เฉลี่ย	



ตารางที่ ข-1 ระดับความสว่างมาตรฐาน

ความเข้มของมาตรฐานการส่องสว่าง (lux)	ความเข้มของมาตรฐานการส่องสว่าง (lux)	ความเข้มของมาตรฐานการส่องสว่าง (lux)
อาคารทั่วไป	อาคารกรมเลี้ยว	อาคารกรมแกวและเครื่องปั้นดินเผา
พื้นที่ที่ระบอบอากาศ, ระบียง	ห้องยืมสื่อ	ห้องเตาเผา
บันได, ลิฟต์	ห้องตรวจสอบ	ห้องผสมวัสดุดิบ หล่อแบบ ขึ้นรูป เตาเผา
ห้องที่มีบันไดเวลา, ห้องน้ำ	ห้องจัดสื่อ	ห้องจัดงา, เคสือบ
ห้องเก็บของ, ห้องเก็บสินค้า	อาคารกรมผลิตไฟฟ้า	ห้องสี, ตกแต่ง
ร้านประกอบอุปกรณ์	งานผลิตสายเคเบิล	ห้องบดวัตถุ, ทำเลนส์, แก้วใยระไน
งานไม่ประณีต, งานประกอบอุปกรณ์	งานประกอบเครื่องโทรศัพท์	งานละเอียด
งานประณีตปานกลาง, งานประกอบเครื่องจักร, ล้อรถ, ตัวถัง	งานหีบสายไฟฟ้า	อาคารกรมเหล็กและสตีล
งานประณีต งานอิเล็กทรอนิกส์ และงานสำนักงาน	งานประกอบวิทยุและโทรทัศน์	ห้องผลิตโดยให้เครื่องอัดโน้มนิต
งานประกอบชิ้นรูปเครื่องจักร	งานประณีตประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	ห้องผลิตเครื่องอัดโน้มนิต
งานละเอียดมาก, งานประกอบเครื่องมือ	งานประกอบอิเล็กทรอนิกส์	ห้องที่มีเครื่องจักรทำงานตลอดเวลา
อาคารกรมเคมี	อาคารกรมอาหาร	ห้องควบคุมและตรวจสอบ
งานทั่วไปภายในโรงงาน	พื้นที่ทั่วไป	อาคารกรมเครื่องหนัง
งานกระบวนการอัดโน้มนิต	กระบวนการอัดโน้มนิต	งานทั่วไป
ห้องควบคุม ห้องปฏิบัติการ	หน่วยปรุงแต่งรส, ตรวจสอบคุณภาพ	ห้องพิมพ์, ตัดเย็บรองเท้า
อาคารกรมผลิตยา	อาคารกรมหล่อเหล็ก	ห้องแยกผลิตภัณฑ์, กัดขนาด และควบคุมคุณภาพ
ห้องตรวจสอบ	เตาหลอมเหล็ก	อาคารกรมเครื่องจักรกล
ห้องเขียนสี	งานขึ้นรูป การกำหนดเหล็ก	งานทั่วไป
อาคารกรมยากรองยนต์	งานขึ้นรูปละเอียด, งานตรวจสอบ	งานไม่ประณีตและงานเครื่องจักร, งานเชื่อม

ตารางที่ ข-1 ระดับความสว่างมาตรฐาน (ต่อ)

ความเข้มของมาตรฐานการส่องสว่าง (lux)	ความเข้มของมาตรฐานการส่องสว่าง (lux)	ความเข้มของมาตรฐานการส่องสว่าง (lux)
งานประดิษฐ์ปั้นกลาและงานจักกรกล	500	โรงเรียน
งานประดิษฐ์มากและงานจักรกลละเอียดและทดสอบ	750	ห้องเรียน, ห้องบรรยวรวม
งานละเอียดมาก, กรวัก, งานตรวจสอบชิ้นส่วนเล็กๆ	1500	ห้องปฏิบัติการ, ห้องสมุด, ห้องงนหนังสือ,
งานทาสีและห้องพัสดุ		ห้องศิลปะ
งานศศศิลป์และพัสดุ	300	ร้านค้า, ห้องเก็บของ, ห้องนิทรรศการ
งานทาสี, พ่นสี และตกแต่ง	500	ร้านขายของชำ
งานทาสี, พ่นสี และตกแต่งอย่างประณีต	500	ร้านบริการด้วยตนเอง
งานตกแต่งและทาสี	1000	ร้านซูเปอร์มาร์เก็ต
อุตสาหกรรมกระดาษ	200	ห้องครัว
งานทำกระดาษ	300	พิพิธภัณฑ์ และห้องแสดงภาพ
กระบวนการผลิตอัตโนมัติ	200	นิทรรศการภาพที่ต้องการละเอียดอ่อน
งานตรวจสอบและแยกประเภทกระดาษ	500	นิทรรศการภาพที่ไม่ต้องการความละเอียดอ่อน
อุตสาหกรรมงานพิมพ์และเย็บเล่ม		อาคารสาธารณะ
ห้องพิมพ์	500	โรงพยาบาลยนต์
ห้องเขียนเอกสาร, ตรวจสอบรูป	750	ห้องงมรสพ
ห้องตรวจสอบรูปละเอียด	1000	ห้องโถงใหญ่
ห้องพิมพ์สี	1500	โรงพยาบาลยนต์และห้องแสดงคอนเสิร์ต
ห้องแกะอักษร	2000	ห้องมรสพ
		ห้องโถงใหญ่

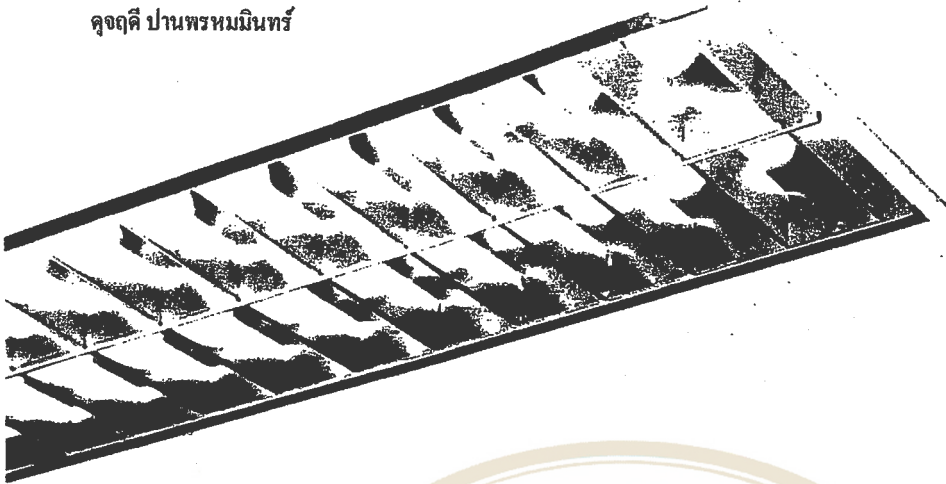
ตารางที่ ข-1 ระดับความสว่างมาตรฐาน (ต่อ)

ความเข้มของมาตรฐานการส่องสว่าง (lux)	ความเข้มของมาตรฐานการส่องสว่าง (lux)	ความเข้มของมาตรฐานการส่องสว่าง (lux)
อาคารสัมมนา	โรงแรม	ห้องพยาบาล
โสตค์	ห้องโถงหน้าโรงแรม	ห้องผ่าตัด
ห้องรับประทานอาหาร	ห้องอาหาร	แสงสว่างทั่วไป
บ้าน	ห้องครัว	แสงสว่างเฉพาะที่
บ้าน	ห้องนอน, ห้องน้ำ	ห้องชันสูตรพลิกศพ
ห้องนอน (ทั่วไป)	ทั่วไป	แสงสว่างทั่วไป
ห้องนอน (หัวเตียง)	เจาะจุดใช้งาน	แสงสว่างเฉพาะที่
ห้องน้ำ	โรงพยาบาล	ห้องปฏิบัติการและห้องฉายยา
ทั่วไป	ตึกผู้ป่วย	แสงสว่างทั่วไป
โกนหนวด, แต่งหน้า	แสงสว่างทั่วไป	แสงสว่างเฉพาะที่
ห้องนั่งเล่น	ห้องตรวจโรค	ห้องปรึกษาแพทย์
ทั่วไป	ห้องอ่านหนังสือ	แสงสว่างทั่วไป
ห้องอ่านหนังสือ, เข็มจักร	ห้องผู้ป่วยตอนกลางวัน	แสงสว่างเฉพาะที่
บันได	ห้องตรวจโรค	แสงสว่างทั่วไป
ห้องครัว	แสงสว่างทั่วไป	แสงสว่างเฉพาะที่
ทั่วไป	ตรวจเฉพาะโรค	
ห้องเตรียมอาหาร	ห้องกายภาพบำบัด	
ห้องทำงาน	หัวเตียงคนไข้	
ห้องเด็กอ่อน	ห้องสังเกตการณ์	

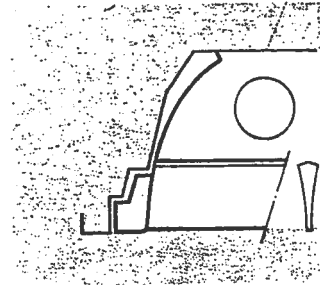


ภาคผนวก ค

ข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมประสิทธิภาพสูง



M5



Parabolic mirror with parabolic lamellae - M5

Offering exceptional light control characteristics, this attachment will find its application wherever a very low brightness luminaire is needed. Both in the axial as well as transverse planes, parabolic mirrors are located to direct the light precisely and with a minimum of glare. Its open construction enables a luminaire to handle exhaust air, whilst the attachment itself, which can be hinged for simple lamp replacement, is manufactured in 2-, 3- and 4-lamp version.

Ordering data

	For lamp(s)	Designation	Ordering number
Housings with conventional gear, 220 V/50 Hz	2x 'TL'D 36 W	TBS 300/236 D	9100 603 209..
GBS 300 attachments for TBS 300 housings	2x 'TL'D 36 W	GBS 300/2.36 M5	9109 060 176..
Luminaire housings to be ordered separately.			

Electrical data

	Version	Lamps	Circuitry	Mains current	Power factor
Conventional gear (220 V/50 Hz)	TBS 300/236 D	2x36 W	duo	0.45	0.95

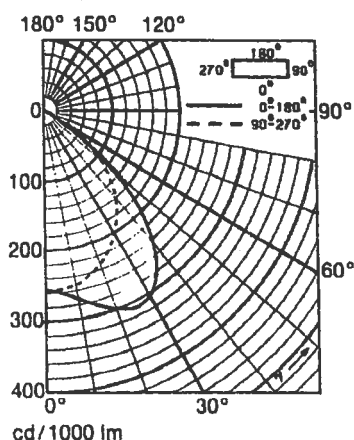
Other voltages and frequencies on request.

Luminous intensity diagrams

Light output ratios with 'TL'D lamps

Version	GBS 300/...
2x36 W	0.60

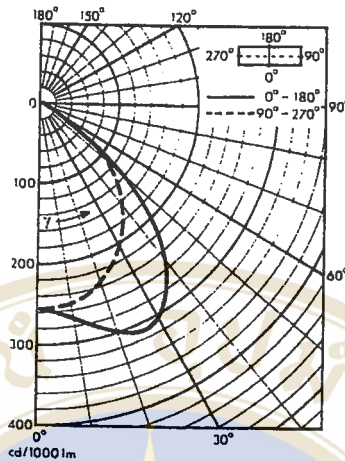
2-lamps



TBS 300/236

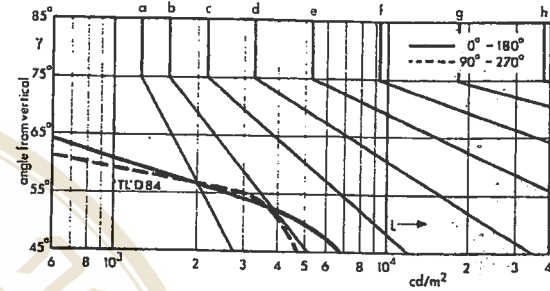
M mirror optic M5

Luminous intensity diagram



Luminance diagram and glare limitation curves

quality class	G	valid for service illuminance E (lx)							
A	1.15	2000	1000	500	300				
B	1.3	2000	1000	500	300				
C	1.85		2000	1000	500	300			
D	2.2			2000	1000	500	300		
E	2.55				2000	1000	500	300	
		a	b	c	d	e	f	g	h



TBS 300 236 M5
C.I.E. FLUX CODE : 66 97 100 100 60
DIMENSIONS LUMINOUS AREA : L = 1.171 M W = 0.240 M

γ	VALUES PER 1000 LUMEN		VALUES PER 1000 LUMEN		ZONAL FLUX IN LUMEN 0-γ
	INTENSITY IN CD 0-180°	90-270°	LUMINANCE IN CD/M² 0-180°	90-270°	
5	256	256	911	911	0
10	261	256	932	913	6
15	272	252	983	912	25
20	286	244	1053	897	56
25	299	232	1131	880	100
30	308	218	1210	857	157
35	303	201	1246	826	224
40	281	182	1220	789	299
45	244	160	1131	745	376
50	193	135	972	681	450
55	129	108	715	599	514
60	62	69	385	428	562
65	18	20	130	141	588
70	9	4	78	35	598
75	5	2	51	24	602
80	3	1	34	18	603
85	1	1	25	14	604
90	0	0	20	11	604

LIGHT OUTPUT RATIO	
SERVICE UPWARD	= 0.00
SERVICE DOWNWARD	= 0.60
TOTAL	= 0.60
OPTICAL TOTAL	= 0.62

ROOM INDEX	DRR	C.I.E. REF. CLASS SET
0.60	.428	3
0.80	.528	2
1.00	.608	2
1.25	.681	2
1.50	.732	2
2.00	.806	2
2.50	.849	2
3.00	.877	2
4.00	.905	2
5.00	.920	2

γ	TLD 84		TLD 33	
	LUMINANCE CD/M²		LUMINANCE CD/M²	
	0-180°	90-270°	0-180°	90-270°
45	6706	4698	5832	4086
55	2656	2953	2310	2568
65	538	241	468	210
75	234	124	204	108
85	137	75	120	66

TABLES OF REDUCED UTILIZATION FACTORS FOR THE CALCULATION OF AVERAGE ILLUMINANCES
LUMINAIRE ARRANGEMENTS : C.I.E. REFERENCE ARRANGEMENT

BNR014
SUSPENSION RATIO = 0.

(REDUCED) WORKING PLANE UTILIZATION FACTOR

room index	REFLECTANCE UTILIZATION FACTOR																						
	reflectances :																						
	751	751	711	551	551	511	331	311	753	733	713	553	533	513	333	313	871	851	831	873	853	833	800
0.60	.33	.30	.27	.33	.29	.27	.29	.27	.35	.30	.27	.34	.30	.27	.33	.27	.40	.34	.30	.43	.35	.31	.26
0.80	.40	.36	.33	.39	.36	.33	.35	.33	.42	.37	.34	.41	.37	.34	.36	.33	.46	.40	.36	.50	.43	.38	.32
1.00	.44	.41	.38	.43	.40	.38	.40	.38	.47	.43	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.50	.45	.41	.55	.48	.43	.37
1.25	.48	.45	.43	.47	.45	.43	.44	.42	.52	.48	.45	.50	.47	.44	.46	.43	.53	.49	.46	.60	.53	.49	.41
1.50	.51	.48	.46	.50	.48	.46	.47	.45	.56	.52	.49	.54	.50	.47	.47	.46	.55	.52	.49	.63	.57	.53	.44
2.00	.55	.53	.51	.54	.52	.50	.51	.50	.61	.57	.54	.58	.55	.53	.53	.51	.58	.56	.53	.67	.62	.58	.49
2.50	.57	.55	.54	.56	.55	.53	.54	.53	.64	.61	.58	.61	.58	.56	.56	.54	.60	.58	.56	.70	.65	.62	.51
3.00	.59	.57	.56	.58	.56	.55	.55	.54	.66	.63	.61	.63	.60	.59	.58	.56	.61	.59	.58	.71	.68	.65	.53
4.00	.60	.59	.58	.59	.58	.57	.57	.56	.68	.66	.64	.64	.63	.61	.61	.59	.62	.61	.59	.73	.70	.68	.55
5.00	.61	.60	.59	.60	.59	.58	.58	.57	.70	.68	.66	.66	.64	.63	.61	.60	.63	.62	.60	.74	.72	.70	.56

REDUCED CEILING UTILIZATION FACTOR

index	reflectances :																						
	751	731	711	551	531	511	331	311	753	733	713	553	533	513	333	313	871	851	831	873	853	833	000
0.60	.07	.04	.02	.07	.04	.02	.04	.02	.10	.06	.03	.10	.06	.03	.06	.03	.13	.07	.04	.17	.10	.06	.00
0.80	.07	.04	.02	.07	.04	.02	.04	.02	.12	.07	.05	.11	.07	.04	.07	.04	.12	.07	.04	.18	.12	.08	.00
1.00	.07	.04	.02	.07	.04	.02	.04	.02	.13	.09	.06	.12	.09	.06	.08	.06	.11	.07	.05	.19	.13	.09	.00
1.25	.07	.05	.03	.07	.05	.03	.05	.03	.14	.10	.08	.13	.10	.07	.11	.07	.10	.07	.05	.20	.14	.10	.00
1.50	.07	.05	.03	.07	.05	.03	.05	.03	.15	.12	.09	.14	.11	.09	.11	.08	.10	.07	.05	.20	.15	.12	.00
2.00	.07	.05	.04	.07	.05	.04	.05	.04	.16	.13	.11	.15	.13	.11	.12	.10	.09	.07	.05	.21	.17	.14	.00
2.50	.07	.05	.04	.06	.05	.04	.05	.04	.17	.15	.13	.16	.14	.12	.14	.12	.08	.07	.05	.21	.18	.15	.00
3.00	.07	.05	.04	.06	.05	.04	.05	.04	.18	.16	.14	.17	.15	.13	.14	.13	.08	.07	.06	.21	.19	.16	.00
4.00	.07	.06	.05	.06	.06	.05	.05	.05	.19	.17	.16	.18	.16	.15	.14	.14	.08	.07	.06	.22	.20	.18	.00
5.00	.07	.06	.05	.06	.06	.05	.06	.05	.20	.18	.17	.19	.17	.16	.16	.15	.08	.07	.06	.22	.20	.19	.00

REDUCED WALL UTILIZATION FACTOR

room index	reflectances :																						
	751	731	711	551	531	511	331	311	753	733	713	553	533	513	333	313	871	851	831	873	853	833	000
0.60	.17	.14	.12	.16	.14	.12	.14	.12	.20	.16	.13	.19	.16	.13	.15	.13	.22	.17	.14	.27	.20	.16	.10
0.80	.18	.15	.13	.18	.15	.13	.15	.13	.22	.18	.16	.21	.18	.15	.17	.15	.23	.18	.15	.29	.23	.19	.11
1.00	.18	.16	.14	.18	.16	.14	.15	.14	.23	.20	.17	.22	.19	.17	.14	.16	.22	.19	.16	.30	.24	.20	.12
1.25	.19	.16	.15	.18	.16	.14	.16	.14	.25	.21	.19	.23	.20	.18	.14	.18	.22	.19	.17	.31	.25	.22	.12
1.50	.19	.17	.15	.18	.16	.15	.16	.14	.25	.22	.20	.24	.21	.19	.14	.18	.22	.19	.17	.31	.26	.23	.12
2.00	.18	.16	.15	.17	.16	.15	.15	.14	.26	.23	.21	.24	.22	.20	.21	.19	.20	.18	.17	.31	.27	.24	.12
2.50	.17	.16	.15	.17	.16	.15	.15	.14	.27	.24	.22	.24	.22	.21	.21	.20	.19	.18	.16	.31	.28	.25	.11
3.00	.17	.16	.15	.16	.15	.15	.15	.14	.27	.25	.23	.25	.23	.21	.21	.20	.19	.17	.16	.31	.28	.26	.11
4.00	.17	.16	.16	.17	.16	.15	.15	.15	.28	.26	.25	.25	.24	.23	.22	.21	.19	.18	.17	.32	.29	.27	.11
5.00	.18	.17	.16	.17	.17	.16	.16	.15	.29	.27	.26	.26	.25	.24	.23	.22	.19	.18	.17	.33	.31	.29	.12

* TOTAL AVERAGE ILLUMINANCE = REDUCED UTILIZATION FACTOR * FLUX OF LAMPS INSTALLED PER SQUARE METRE CEILING AREA



ตารางที่ ง-1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในแนวทางที่ไม่มีการลงทุน

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน หลอด แสงสว่าง	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	จำนวนหลอด ที่สามารถ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้		
		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า
1/1	47	2,162	18,939.1	37,878.2	16.50	22	976	8,549.8	17,099.6
1/2	29	1,334	11,685.8	23,371.6	17.28	18	792	6,937.9	13,875.8
1/3	29	1,334	11,685.8	23,371.6	16.90	14	644	5,641.4	11,282.8
1/4	28	1,288	11,282.9	22,565.8	16.76	24	924	8,094.2	16,188.4
1/5	27	1,242	10,879.9	21,759.8	17.28	16	700	6,132.0	12,264.0
1/6	32	1,472	12,894.7	25,789.4	16.76	15	654	5,729.0	11,458.0
1/7	27	1,242	10,879.9	21,759.8	16.80	20	830	7,270.8	14,541.6
1/8	25	1,150	10,074.0	20,148.0	17.55	16	718	6,289.7	12,579.4
1/9	34	1,564	13,700.6	27,401.2	16.76	18	702	6,149.5	12,299.0
1/10	26	1,196	10,477.0	20,954.0	17.28	16	700	6,132.0	12,264.0
1/11	31	1,426	12,491.8	24,983.6	16.88	19	766	6,710.2	13,420.4
1/12	29	1,334	11,685.8	23,371.6	16.96	20	866	7,586.2	15,172.4
1/13	33	1,518	13,297.7	26,595.4	16.58	15	600	5,256.0	10,512.0
1/14	25	1,150	10,074.0	20,148.0	17.36	20	866	7,586.2	15,172.4
1/15	26	1,196	10,477.0	20,954.0	17.28	37	1,504	13,175.0	26,350.0
1/16	31	1,372	12,018.7	24,037.4	16.31	0	0	0.0	0.0
1/17	28	1,288	11,282.9	22,565.8	16.98	17	710	6,219.6	12,439.2
1/18	35	1,610	14,103.6	28,207.2	16.50	23	950	8,322.0	16,644.0
1/19	20	920	8,059.2	16,118.4	18.12	22	796	6,973.0	13,946.0
1/20	24	1,104	9,671.0	19,342.0	17.55	14	608	5,326.1	10,652.2
1/21	33	1,518	13,297.7	26,595.4	16.76	20	794	6,955.4	13,910.8
1/22	31	1,426	12,491.8	24,983.6	16.83	12	408	3,574.1	7,148.2
1/23	24	1,104	9,671.0	19,342.0	17.28	52	2,248	19,692.5	39,385.0
1/24	29	1,334	11,685.8	23,371.6	17.01	19	874	7,656.2	15,312.4
1/25	21	966	8,462.2	16,924.4	17.89	15	510	4,467.6	8,935.2
1/26	19	874	7,656.2	15,312.4	18.10	16	592	5,185.9	10,371.8
1/27	23	1,058	9,268.1	18,536.2	17.83	15	582	5,098.3	10,196.6
1/28	26	1,196	10,477.0	20,954.0	17.28	16	610	5,343.6	10,687.2
1/29	29	1,334	11,685.8	23,371.6	16.90	12	498	4,362.5	8,725.0
1/30	33	1,518	13,297.7	26,595.4	18.12	19	802	7,025.5	14,051.0
1/31	28	1,288	11,282.9	22,565.8	17.01	22	904	7,919.0	15,838.0
1/32	22	1,012	8,865.1	17,730.2	17.83	18	702	6,149.5	12,299.0
1/33	19	874	7,656.2	15,312.4	17.28	13	436	3,819.4	7,638.8

ตารางที่ 1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในแนวทางที่ไม่มีการลงทุน (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน หลอด แสงสว่าง	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	จำนวนหลอด ที่สามารถ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้		
		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า
1/34	33	1,518	13,297.7	26,595.4	16.76	16	448	3,924.5	7,849.0
1/35	23	1,058	9,268.1	18,536.2	17.01	15	528	4,625.3	9,250.6
1/36	22	1,012	8,865.1	17,730.2	18.12	14	500	4,380.0	8,760.0
1/37	26	1,196	10,477.0	20,954.0	17.55	4	112	981.1	1,962.2
1/38	25	1,150	10,074.0	20,148.0	17.55	13	526	4,607.8	9,215.6
1/39	30	1,380	12,088.8	24,177.6	17.01	12	444	3,889.4	7,778.8
1/40	20	920	8,059.2	16,118.4	17.55	19	748	6,552.5	13,105.0
1/41	25	1,150	10,074.0	20,148.0	17.28	16	718	6,289.7	12,579.4
1/42	28	1,288	11,282.9	22,565.8	18.12	32	1,238	10,844.9	21,689.8
1/43	31	1,426	12,491.8	24,983.6	17.55	22	922	8,076.7	16,153.4
1/44	32	1,472	12,894.7	25,789.4	18.12	28	1,072	9,390.7	18,781.4
1/45	28	1,288	11,282.9	22,565.8	17.83	14	536	4,695.4	9,390.8
1/46	28	1,288	11,282.9	22,565.8	18.12	16	592	5,185.9	10,371.8
1/47	27	1,242	10,879.9	21,759.8	17.83	21	912	7,989.1	15,978.2
1/48	26	1,196	10,477.0	20,954.0	17.28	12	480	4,204.8	8,409.6
1/49	25	1,150	10,074.0	20,148.0	18.43	17	746	6,535.0	13,070.0
1/50	25	1,150	10,074.0	20,148.0	18.12	24	942	8,251.9	16,503.8
1/51	28	1,288	11,282.9	22,565.8	17.28	19	712	6,237.1	12,474.2
1/52	32	1,472	12,894.7	25,789.4	17.01	18	576	5,045.8	10,091.6
1/53	23	1,058	9,268.1	18,536.2	19.06	14	608	5,326.1	10,652.2
1/54	25	1,150	10,074.0	20,148.0	17.55	16	700	6,132.0	12,264.0
1/55	23	1,058	9,268.1	18,536.2	18.43	12	498	4,362.5	8,725.0
1/56	26	1,196	10,477.0	20,954.0	18.43	10	370	3,241.2	6,482.4
1/57	29	1,334	11,685.8	23,371.6	18.12	18	702	6,149.5	12,299.0
	1,563	71,844	629,353.4	1,258,706.8	17.41	1,017	40,896	358,249.0	716,498.0

ตารางที่ 1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในแนวทางที่ไม่มีการลงทุน (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน หลอด แสงสว่าง	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	จำนวนหลอด ที่สามารถ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้		
		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า
2/1	38	1,748	15,312.5	30,625.0	15.79	52	2,284	20,007.8	40,015.6
2/2	35	1,610	14,103.6	28,207.2	17.55	21	894	7,831.4	15,662.8
2/3	26	1,196	10,477.0	20,954.0	16.76	28	1,216	10,652.2	21,304.4
2/4	26	1,196	10,477.0	20,954.0	18.12	34	1,456	12,754.6	25,509.2
2/5	21	966	8,462.2	16,924.4	17.83	11	362	3,171.1	6,342.2
2/6	16	736	6,447.4	12,894.8	18.43	20	884	7,743.8	15,487.6
2/7	22	1,012	8,865.1	17,730.2	17.83	47	2,162	18,939.1	37,878.2
2/8	20	920	8,059.2	16,118.4	18.43	17	674	5,904.2	11,808.4
2/9	31	1,426	12,491.8	24,983.6	18.43	72	2,268	19,867.7	39,735.4
	235	10,810	94,695.6	189,391.2	17.68	302	12,200	106,872.0	213,744.0
3/1	34	1,564	13,700.6	27,401.3	19.06	28	1,288	11,282.9	22,565.8
3/2	30	1,380	12,088.8	24,177.6	16.50	75	3,450	30,222.0	60,444.0
3/3	30	1,380	12,088.8	24,177.6	17.83	31	1,408	12,334.1	24,668.2
3/4	30	1,380	12,088.8	24,177.6	20.11	0	0	0.0	0.0
3/5	39	1,794	15,715.4	31,430.8	16.76	45	1,692	14,821.9	29,643.8
3/6	30	1,380	12,088.8	24,177.6	17.83	42	1,932	16,924.3	33,848.6
3/7	36	1,008	8,830.1	17,660.2	20.48	0	0	0.0	0.0
	229	9,886	86,601.4	173,202.8	18.36	221	9,770	85,585.2	171,170.4
4/1	30	1,380	12,088.8	24,177.6	17.83	69	3,084	27,015.8	54,031.6
4/2	24	1,104	9,671.0	19,342.0	17.01	44	2,024	17,730.2	35,460.4
4/3	23	1,058	9,268.1	18,536.2	17.83	18	666	5,834.2	11,668.4
4/4	25	1,150	10,074.0	20,148.0	17.55	18	810	7,095.6	14,191.2
4/5	21	1,190	10,424.4	20,848.8	19.09	7	196	1,717.0	3,434.0
4/6	25	1,150	10,074.0	20,148.0	18.12	15	600	5,256.0	10,512.0
4/7	29	1,334	11,685.8	23,371.6	17.55	17	674	5,904.2	11,808.4
	185	8,366	73,286.2	146,572.4	17.85	188	8,054	70,553.0	141,106.0
5/1	80	2,240	19,622.4	39,244.8	21.87	10	254	2,225.0	4,450.0
5/2	44	968	8,479.7	16,959.4	18.72	6	126	1,103.8	2,207.6
5/3	76	1,672	14,646.7	29,293.4	19.12	8	120	1,051.2	2,102.4
5/4	88	2,464	21,584.6	43,169.2	19.94	29	747	6,543.7	13,087.4
5/5	42	1,932	16,924.3	33,848.6	19.90	60	2,350	20,586.0	41,172.0
	330	9,276	81,257.8	162,515.6	19.91	113	3,597	31,509.7	63,019.4

ตารางที่ 1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในแนวทางที่ไม่มีการลงทุน (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน หลอด แสงสว่าง	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	จำนวนหลอด ที่สามารถ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้		
		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า
6/1	18	828	7,253.3	14,506.6	19.74	1	208	1,822.1	3,644.2
6/2	30	1,380	12,088.8	24,177.6	18.43	0	0	0.0	0.0
6/3	42	1,932	16,924.3	33,848.6	17.83	9	135	1,182.6	2,365.2
6/4	38	1,748	15,312.5	30,625.0	18.12	11	289	2,531.6	5,063.2
6/5	16	736	6,447.4	12,894.8	20.48	6	102	893.5	1,787.0
6/6	18	828	7,253.3	14,506.6	20.11	4	10	87.6	175.2
6/7	18	828	7,253.3	14,506.6	18.74	9	576	5,045.8	10,091.6
6/8	21	966	8,462.2	16,924.4	17.55	27	1,044	9,145.4	18,290.8
	201	9,246	80,995.0	161,990.0	18.87	67	2,364	20,708.6	41,417.2

ตารางที่ ง-2 ศักยภาพการประหยัพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง

ตัวอย่างลำดับที่	จำนวนหลอดแสงสว่าง	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	จำนวนหลอดที่สามารถประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay-back period (ปี)	IRR (%)
		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/1	38	1,748	15,312.5	30,625.0	13.20	31	1,390	12,176.4	24,352.8	2,660.0	0.11	37.29
1/2	24	1,104	9,671.0	19,342.0	13.82	23	1,022	8,952.7	17,905.4	1,680.0	0.09	37.29
1/3	23	1,058	9,268.1	18,536.2	13.53	20	920	8,059.2	16,118.4	1,610.0	0.10	37.29
1/4	22	1,012	8,865.1	17,730.2	13.40	30	1,200	10,512.0	21,024.0	1,540.0	0.07	37.29
1/5	22	1,012	8,865.1	17,730.2	13.82	21	930	8,146.8	16,293.6	1,540.0	0.09	37.29
1/6	26	1,196	10,477.0	20,954.0	13.40	21	930	8,146.8	16,293.6	1,820.0	0.11	37.29
1/7	21	966	8,462.2	16,924.4	13.44	26	1,106	9,688.6	19,377.2	1,470.0	0.08	37.29
1/8	20	920	8,059.2	16,118.4	14.04	21	948	8,304.5	16,609.0	1,400.0	0.08	37.29
1/9	27	1,242	10,879.9	21,759.8	13.40	25	1,024	8,970.2	17,940.4	1,890.0	0.11	37.29
1/10	21	966	8,462.2	16,924.4	13.82	21	930	8,146.8	16,293.6	1,470.0	0.09	37.29
1/11	25	1,150	10,074.0	20,148.0	13.61	25	1,042	9,127.9	18,255.8	1,750.0	0.10	37.29
1/12	23	1,058	9,268.1	18,536.2	13.57	26	1,142	10,003.9	20,007.8	1,610.0	0.08	37.29
1/13	26	1,196	10,477.0	20,954.0	13.27	22	922	8,076.7	16,153.4	1,820.0	0.11	37.29
1/14	20	920	8,059.2	16,118.4	13.89	25	1,096	9,601.0	19,202.0	1,400.0	0.07	37.29
1/15	21	966	8,462.2	16,924.4	13.82	42	1,734	15,189.8	30,379.6	1,470.0	0.05	37.29
1/16	24	1,104	9,671.0	19,342.0	13.05	7	268	2,347.7	4,695.4	1,680.0	0.36	37.29
1/17	23	1,058	9,268.1	18,536.2	13.59	22	940	8,234.4	16,468.8	1,610.0	0.10	37.29
1/18	28	1,288	11,282.9	22,565.8	13.20	30	1,272	11,142.7	22,285.4	1,960.0	0.09	37.29

ตารางที่ ง-2 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน หลอด แสงสว่าง	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	จำนวนหลอด ที่สามารถ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay-back period (ปี)	IRR (%)
		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/19	16	736	6,447.4	12,894.8	14.50	26	980	8,584.8	17,169.6	1,120.0	0.07	37.29
1/20	20	920	8,059.2	16,118.4	14.04	18	792	6,937.9	13,875.8	1,400.0	0.10	37.29
1/21	27	1,242	10,879.9	21,759.8	13.40	26	1,070	9,373.2	18,746.4	1,890.0	0.10	37.29
1/22	25	1,150	10,074.0	20,148.0	13.46	18	684	5,991.8	11,983.6	1,750.0	0.15	37.29
1/23	19	874	7,656.2	15,312.4	13.82	57	2,478	21,707.3	43,414.6	1,330.0	0.03	37.29
1/24	23	1,058	9,268.1	18,536.2	13.61	25	1,150	10,074.0	20,148.0	1,610.0	0.08	37.29
1/25	17	782	6,850.3	13,700.6	14.31	19	694	6,079.4	12,158.8	1,190.0	0.10	37.29
1/26	15	690	6,044.4	12,088.8	14.48	20	776	6,797.8	13,595.6	1,050.0	0.08	37.29
1/27	19	874	7,656.2	15,312.4	14.27	19	766	6,710.2	13,420.4	1,330.0	0.10	37.29
1/28	21	966	8,462.2	16,924.4	13.82	21	840	7,358.4	14,716.8	1,470.0	0.10	37.29
1/29	23	1,058	9,268.1	18,536.2	13.53	18	774	6,780.2	13,560.4	1,610.0	0.12	37.29
1/30	27	1,242	10,879.9	21,759.8	14.50	25	1,078	9,443.3	18,886.6	1,890.0	0.10	37.29
1/31	22	1,012	8,865.1	17,730.2	13.61	28	1,180	10,336.8	20,673.6	1,540.0	0.07	37.29
1/32	18	828	7,253.3	14,506.6	14.27	22	886	7,761.4	15,522.8	1,260.0	0.08	37.29
1/33	16	736	6,447.4	12,894.8	13.82	16	574	5,028.2	10,056.4	1,120.0	0.11	37.29
1/34	26	1,196	10,477.0	20,954.0	13.40	23	770	6,745.2	13,490.4	1,820.0	0.13	37.29
1/35	18	828	7,253.3	14,506.6	13.61	20	758	6,640.1	13,280.2	1,260.0	0.09	37.29
1/36	18	828	7,253.3	14,506.6	14.50	18	684	5,991.8	11,983.6	1,260.0	0.11	37.29

ตารางที่ ๖-2 คำนวณการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน หลอด แสงสว่าง	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	จำนวนหลอด ที่ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay-back period (ปี)	IRR (%)
		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/37	21	966	8,462.2	16,924.4	14.04	9	342	2,995.9	5,991.8	1,470.0	0.25	37.29
1/38	20	920	8,059.2	16,118.4	14.04	18	756	6,622.6	13,245.2	1,400.0	0.11	37.29
1/39	24	1,104	9,671.0	19,342.0	13.61	18	720	6,307.2	12,614.4	1,680.0	0.13	37.29
1/40	16	736	6,447.4	12,894.8	14.04	23	932	8,164.3	16,328.6	1,120.0	0.07	37.29
1/41	20	920	8,059.2	16,118.4	13.82	21	948	8,304.5	16,609.0	1,400.0	0.08	37.29
1/42	22	1,012	8,865.1	17,730.2	14.50	38	1,514	13,262.6	26,525.2	1,540.0	0.06	37.29
1/43	25	1,150	10,074.0	20,148.0	14.04	28	1,198	10,494.5	20,989.0	1,750.0	0.08	37.29
1/44	25	1,150	10,074.0	20,148.0	14.04	35	1,394	12,211.4	24,422.8	1,750.0	0.07	37.29
1/45	23	1,058	9,268.1	18,536.2	14.27	19	766	6,710.2	13,420.4	1,610.0	0.12	37.29
1/46	23	1,058	9,268.1	18,536.2	14.50	21	822	7,200.7	14,401.4	1,610.0	0.11	37.29
1/47	22	1,012	8,865.1	17,730.2	14.27	26	1,142	10,003.9	20,007.8	1,540.0	0.08	37.29
1/48	21	966	8,462.2	16,924.4	13.82	17	710	6,219.6	12,439.2	1,470.0	0.12	37.29
1/49	20	920	8,059.2	16,118.4	14.74	22	976	8,549.8	17,099.6	1,400.0	0.08	37.29
1/50	20	920	8,059.2	16,118.4	14.50	29	1,172	10,266.7	20,533.4	1,400.0	0.07	37.29
1/51	22	1,012	8,865.1	17,730.2	13.82	25	988	8,654.9	17,309.8	1,540.0	0.09	37.29
1/52	26	1,196	10,477.0	20,954.0	13.61	24	852	7,463.5	14,927.0	1,820.0	0.12	37.29
1/53	18	828	7,253.3	14,506.6	15.25	19	838	7,340.9	14,681.8	1,260.0	0.09	37.29
1/54	20	920	8,059.2	16,118.4	14.04	21	930	8,146.8	16,293.6	1,400.0	0.09	37.29

ตารางที่ ง-2 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน หลอด แสงสว่าง	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	จำนวนหลอด ที่สามารถ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay-back period (ปี)	IRR (%)
		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/55	18	828	7,253.3	14,506.6	14.74	17	728	6,377.3	12,754.6	1,260.0	0.10	37.29
1/56	21	966	8,462.2	16,924.4	14.74	15	600	5,256.0	10,512.0	1,470.0	0.14	37.29
1/57	23	1,058	9,268.1	18,536.2	14.50	24	978	8,567.3	17,134.6	1,610.0	0.09	37.29
	1,254	57,684	505,311.8	1,010,623.6	13.93	1,326	55,056	482,290.6	964,581.2	87,780.0	0.09	37.29
2/1	30	1,380	12,088.8	24,177.6	12.64	60	2,652	23,231.5	46,463.0	2,100.0	0.05	37.29
2/2	28	1,288	11,282.9	22,565.8	14.04	28	1,216	10,652.2	21,304.4	1,960.0	0.09	37.29
2/3	20	920	8,059.2	16,118.4	13.40	34	1,492	13,069.9	26,139.8	1,400.0	0.05	37.29
2/4	21	966	8,462.2	16,924.4	14.50	39	1,686	14,769.4	29,538.8	1,470.0	0.05	37.29
2/5	17	782	6,850.3	13,700.6	14.27	15	546	4,783.0	9,566.0	1,190.0	0.12	37.29
2/6	13	598	5,238.5	10,477.0	14.74	23	1,022	8,952.7	17,905.4	910.0	0.05	37.29
2/7	18	828	7,253.3	14,506.6	14.27	51	2,346	20,551.0	41,102.0	1,260.0	0.03	37.29
2/8	15	690	6,044.4	12,088.8	14.74	22	904	7,919.0	15,838.0	1,050.0	0.07	37.29
2/9	25	1,150	10,074.0	20,148.0	14.74	78	2,544	22,285.4	44,570.8	1,750.0	0.04	37.29
	187	8,602	75,353.5	150,707.0	14.15	350	14,408	126,214.1	252,428.2	13,090.0	0.05	37.29

ตารางที่ ง-2 ศักยภาพการผลิตพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	จำนวนหลอดแสงสว่าง	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	จำนวนหลอดที่สามารถประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay-back period (ปี)	IRR (%)
		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
3/1	28	1,288	11,282.9	22,565.8	15.25	34	1,564	13,700.6	27,401.2	1,960.0	0.07	37.29
3/2	23	1,058	9,268.1	18,536.2	13.20	82	3,772	33,042.7	66,085.4	1,610.0	0.02	37.29
3/3	23	1,058	9,268.1	18,536.2	14.27	38	1,730	15,154.8	30,309.6	1,610.0	0.05	37.29
3/4	24	1,104	9,671.0	19,342.0	16.08	6	276	2,417.8	4,835.6	1,680.0	0.35	37.29
3/5	31	1,426	12,491.8	24,983.6	13.40	53	2,060	18,045.6	36,091.2	2,170.0	0.06	37.29
3/6	23	1,058	9,268.1	18,536.2	14.27	49	2,254	19,745.0	39,490.0	1,610.0	0.04	37.29
3/7	36	1,008	8,830.1	17,660.2	14.88	0	0	0.0	0.0	0.0	-	-
4/1	188	8,000	70,080.0	140,160.0	14.48	262	11,656	102,106.6	204,213.2	10,640.0	0.05	37.29
4/2	24	1,104	9,671.0	19,342.0	14.27	75	3,360	29,433.6	58,867.2	1,680.0	0.03	37.29
4/3	30	1,380	12,088.8	24,177.6	13.61	38	1,748	15,312.5	30,625.0	2,100.0	0.07	37.29
4/4	19	874	7,656.2	15,312.4	14.27	22	850	7,446.0	14,892.0	1,330.0	0.09	37.29
4/5	20	920	8,059.2	16,118.4	14.04	23	1,040	9,110.4	18,220.8	1,400.0	0.08	37.29
4/6	19	874	1,656.2	15,312.4	14.27	17	512	4,485.1	8,970.2	1,330.0	0.15	37.29
4/7	20	920	8,059.2	16,118.4	14.50	20	830	7,270.8	14,541.6	1,400.0	0.10	37.29
4/7	24	1,104	9,671.0	19,342.0	14.04	22	904	7,919.0	15,838.0	1,680.0	0.11	37.29
	156	7,176	62,861.8	125,723.6	14.14	217	9,244	80,977.4	161,954.8	10,920.0	0.07	37.29

ตารางที่ ง-2 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อใช้หลอดแสงสว่างประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน หลอด แสงสว่าง	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	จำนวนหลอด ที่สามารถ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay-back period (ปี)	IRR (%)
		W	kW/year	ค่าไฟฟ้า			W	kW/year	ค่าไฟฟ้า			
5/1	64	1,792	15,697.9	31,395.8	20.40	26	702	6,149.5	12,299.0	3,840.0	0.31	37.29
5/2	36	792	6,937.9	13,875.8	17.34	14	302	2,645.5	5,291.0	2,160.0	0.41	37.29
5/3	60	1,320	11,563.2	23,126.4	16.03	24	472	4,134.7	8,269.4	3,600.0	0.44	37.29
5/4	69	1,932	16,924.3	33,848.6	20.10	48	1,279	11,204.0	22,408.0	4,140.0	0.18	37.29
5/5	102	4,282	37,510.3	75,020.6	15.99	0	0	0.0	0.0	0.0	-	-
	331	10,118	88,633.7	177,267.4	17.97	112	2,755	24,133.8	48,267.6	13,740.0	0.28	37.29
6/1	15	690	6,044.4	12,088.8	15.79	4	346	3,031.0	6,062.0	1,050.0	0.17	37.29
6/2	24	1,104	9,671.0	19,342.0	14.74	6	276	2,417.8	4,835.6	1,680.0	0.35	37.29
6/3	33	1,518	13,297.7	26,595.4	14.27	18	549	4,809.2	9,618.4	2,310.0	0.24	37.29
6/4	30	1,380	12,088.8	24,177.6	14.50	19	657	5,755.3	11,510.6	2,100.0	0.18	37.29
6/5	13	598	5,238.5	10,477.0	16.38	9	240	2,102.4	4,204.8	910.0	0.22	37.29
6/6	14	644	5,641.4	11,282.8	16.08	8	194	1,699.4	3,398.8	980.0	0.29	37.29
6/7	12	552	4,835.5	9,671.0	14.99	15	852	7,463.5	14,927.0	840.0	0.06	37.29
6/8	16	736	6,447.4	12,894.8	14.04	32	1,274	11,160.2	22,320.4	1,120.0	0.05	37.29
	157	7,222	63,264.7	126,529.4	15.10	111	4,388	38,438.9	76,877.8	10,990.0	0.14	37.29

ตารางที่ ง-3 คักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้บัลลาสต์ Low Loss

ตัวอย่าง ลำดับที่	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/1	2,862	25,071.1	50,142.2	15.14	276	2,417.8	4,835.6	9,867.0	2.04	30.23
1/2	1,938	16,976.9	33,953.8	15.89	188	1,646.9	3,293.8	6,721.0	2.04	30.23
1/3	1,806	15,820.6	31,641.2	15.43	172	1,506.7	3,013.4	6,149.0	2.04	30.23
1/4	2,004	17,555.0	35,110.0	15.88	208	1,822.1	3,644.2	7,436.0	2.04	30.23
1/5	1,770	15,505.2	31,010.4	15.90	172	1,506.7	3,013.4	6,149.0	2.04	30.23
1/6	1,938	16,976.9	33,953.8	15.41	188	1,646.9	3,293.8	6,721.0	2.04	30.23
1/7	1,884	16,503.8	33,007.6	15.64	188	1,646.9	3,293.8	6,721.0	2.04	30.23
1/8	1,704	14,927.0	29,854.0	16.09	164	1,436.6	2,873.2	5,863.0	2.04	30.23
1/9	2,058	18,028.1	36,056.2	15.69	208	1,822.1	3,644.2	7,436.0	2.04	30.23
1/10	1,728	15,137.3	30,274.6	15.91	168	1,471.7	2,943.4	6,006.0	2.04	30.23
1/11	1,992	17,449.9	34,899.8	15.88	200	1,752.0	3,504.0	7,150.0	2.04	30.23
1/12	2,004	17,555.0	35,110.0	15.65	196	1,717.0	3,434.0	7,007.0	2.04	30.23
1/13	1,926	16,871.8	33,743.6	15.43	192	1,681.9	3,363.8	6,864.0	2.04	30.23
1/14	1,836	16,083.4	32,166.8	16.04	180	1,576.8	3,153.6	6,435.0	2.04	30.23
1/15	2,448	21,444.5	42,889.0	16.31	252	2,207.5	4,415.0	9,009.0	2.04	30.23
1/16	1,248	10,932.5	21,865.0	15.15	124	1,086.2	2,172.4	4,433.0	2.04	30.23
1/17	1,818	15,925.7	31,851.4	15.76	180	1,576.8	3,153.6	6,435.0	2.04	30.23
1/18	2,328	20,393.3	40,786.6	15.36	232	2,032.3	4,064.6	8,294.0	2.04	30.23
1/19	1,548	13,560.5	27,121.0	17.55	168	1,471.7	2,943.4	6,006.0	2.04	30.23
1/20	1,560	13,665.6	27,331.2	16.17	152	1,331.5	2,663.0	5,434.0	2.04	30.23
1/21	2,100	18,396.0	36,792.0	15.68	212	1,857.1	3,714.2	7,579.0	2.04	30.23
1/22	1,662	14,559.1	29,118.2	15.93	172	1,506.7	3,013.4	6,149.0	2.04	30.23
1/23	3,048	26,700.5	53,401.0	16.08	304	2,663.0	5,326.0	10,868.0	2.04	30.23
1/24	2,016	17,660.2	35,320.4	15.53	192	1,681.9	3,363.8	6,864.0	2.04	30.23
1/25	1,332	11,668.3	23,336.6	17.29	144	1,261.4	2,522.8	5,148.0	2.04	30.23
1/26	1,326	11,615.8	23,231.6	17.29	140	1,226.4	2,452.8	5,005.0	2.04	30.23
1/27	1,488	13,034.9	26,069.8	16.78	152	1,331.5	2,663.0	5,434.0	2.04	30.23
1/28	1,638	14,348.9	28,697.8	16.28	168	1,471.7	2,943.4	6,006.0	2.04	30.23
1/29	1,668	14,611.7	29,223.4	15.64	164	1,436.6	2,873.2	5,863.0	2.04	30.23
1/30	2,112	18,501.1	37,002.2	16.78	208	1,822.1	3,644.2	7,436.0	2.04	30.23
1/31	1,992	17,449.9	34,899.8	15.88	200	1,752.0	3,504.0	7,150.0	2.04	30.23
1/32	1,554	13,613.0	27,226.0	16.84	160	1,401.6	2,803.2	5,720.0	2.04	30.23
1/33	1,182	10,354.3	20,708.6	16.71	128	1,121.3	2,242.6	4,576.0	2.04	30.23

ตารางที่ ง-3 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้บัลลาสต์ Low Loss (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/34	1,770	15,505.2	31,010.4	16.38	196	1,717.0	3,434.0	7,007.0	2.04	30.23
1/35	1,434	12,561.8	25,123.6	16.28	152	1,331.5	2,663.0	5,434.0	2.04	30.23
1/36	1,368	11,983.7	23,967.4	17.29	144	1,261.4	2,522.8	5,148.0	2.04	30.23
1/37	1,188	10,406.9	20,813.8	16.43	120	1,051.2	2,102.4	4,290.0	2.04	30.23
1/38	1,524	13,350.2	26,700.4	16.34	152	1,331.5	2,663.0	5,434.0	2.04	30.23
1/39	1,656	14,506.6	29,013.2	15.95	168	1,471.7	2,943.4	6,006.0	2.04	30.23
1/40	1,512	13,245.1	26,490.2	16.59	156	1,366.6	2,733.2	5,577.0	2.04	30.23
1/41	1,704	14,927.0	29,854.0	15.84	164	1,436.6	2,873.2	5,863.0	2.04	30.23
1/42	2,286	20,025.4	40,050.8	17.27	240	2,102.4	4,204.8	8,580.0	2.04	30.23
1/43	2,136	18,711.4	37,422.8	16.30	212	1,857.1	3,714.2	7,579.0	2.04	30.23
1/44	2,304	20,183.0	40,366.0	16.66	240	2,102.4	4,204.8	8,580.0	2.04	30.23
1/45	1,656	14,506.6	29,013.2	16.73	168	1,471.7	2,943.4	6,006.0	2.04	30.23
1/46	1,704	14,927.0	29,854.0	17.14	176	1,541.8	3,083.6	6,292.0	2.04	30.23
1/47	1,962	17,187.1	34,374.2	16.46	192	1,681.9	3,363.8	6,864.0	2.04	30.23
1/48	1,524	13,350.2	26,700.4	16.08	152	1,331.5	2,663.0	5,434.0	2.04	30.23
1/49	1,728	15,137.3	30,274.6	16.97	168	1,471.7	2,943.4	6,006.0	2.04	30.23
1/50	1,896	16,609.0	33,218.0	17.15	196	1,717.0	3,434.0	7,007.0	2.04	30.23
1/51	1,812	15,873.1	31,746.2	16.37	188	1,646.9	3,293.8	6,721.0	2.04	30.23
1/52	1,848	16,188.5	32,377.0	16.44	200	1,752.0	3,504.0	7,150.0	2.04	30.23
1/53	1,518	13,297.7	26,595.4	17.57	148	1,296.5	2,593.0	5,291.0	2.04	30.23
1/54	1,686	14,769.4	29,538.8	16.16	164	1,436.6	2,873.2	5,863.0	2.04	30.23
1/55	1,416	12,404.2	24,808.4	17.09	140	1,226.4	2,452.8	5,005.0	2.04	30.23
1/56	1,422	12,456.7	24,913.4	17.27	144	1,261.4	2,522.8	5,148.0	2.04	30.23
1/57	1,848	16,188.5	32,377.0	17.02	188	1,646.9	3,293.8	6,721.0	2.04	30.23
	102,420	897,199.2	1,794,398.4	16.29	10,320	90,403.2	180,806.4	368,940.0	2.04	30.23



ตารางที่ ง-3 ศึกษาการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้บัลลาสต์ Low Loss (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
2/1	3,672	32,166.7	64,333.4	14.59	360	3,153.6	6,307.2	12,870.0	2.04	30.23
2/2	2,280	19,972.8	39,945.6	16.23	224	1,962.2	3,924.4	8,008.0	2.04	30.23
2/3	2,196	19,237.0	38,474.0	15.50	216	1,892.2	3,784.4	7,722.0	2.04	30.23
2/4	2,412	21,129.1	42,258.2	16.85	240	2,102.4	4,204.8	8,580.0	2.04	30.23
2/5	1,200	10,512.0	21,024.0	17.12	128	1,121.3	2,242.6	4,576.0	2.04	30.23
2/6	1,476	12,929.8	25,859.6	16.99	144	1,261.4	2,522.8	5,148.0	2.04	30.23
2/7	2,898	25,386.5	50,773.0	16.28	276	2,417.8	4,835.6	9,867.0	2.04	30.23
2/8	1,446	12,667.0	25,334.0	17.35	148	1,296.5	2,593.0	5,291.0	2.04	30.23
2/9	3,282	28,750.3	57,500.6	19.34	412	3,609.1	7,218.2	14,729.0	2.04	30.23
	20,862	182,751.1	365,502.2	16.70	2,148	18,816.5	37,633.0	76,791.0	2.04	30.23
3/1	2,604	22,811.0	45,622.0	17.40	248	2,172.5	4,345.0	8,866.0	2.04	30.23
3/2	4,410	38,631.6	77,263.2	15.06	420	3,679.2	7,358.4	15,015.0	2.04	30.23
3/3	2,544	22,285.4	44,570.8	16.33	244	2,137.4	4,274.8	8,723.0	2.04	30.23
3/4	1,260	11,037.6	22,075.2	18.35	120	1,051.2	2,102.4	4,290.0	2.04	30.23
3/5	3,150	27,594.0	55,188.0	15.32	336	2,943.4	5,886.8	12,012.0	2.04	30.23
3/6	3,024	26,490.2	52,980.4	16.28	288	2,522.9	5,045.8	10,296.0	2.04	30.23
3/7	864	7,568.6	15,137.2	26.96	144	1,261.4	2,522.8	5,148.0	2.04	30.23
	17,856	156,418.6	312,837.2	17.96	1,800	15,768.0	31,536.0	64,350.0	2.04	30.23
4/1	4,068	35,635.7	71,271.4	16.43	396	3,469.0	6,938.0	14,157.0	2.04	30.23
4/2	2,856	25,018.6	50,037.2	15.53	272	2,382.7	4,765.4	9,724.0	2.04	30.23
4/3	1,560	13,665.6	27,331.2	17.00	164	1,436.6	2,873.2	5,863.0	2.04	30.23
4/4	1,788	15,662.9	31,325.8	16.09	172	1,506.7	3,013.4	6,149.0	2.04	30.23
4/5	1,242	10,879.9	21,759.8	17.87	144	1,261.4	2,522.8	5,148.0	2.04	30.23
4/6	1,590	13,928.4	27,856.8	16.94	160	1,401.6	2,803.2	5,720.0	2.04	30.23
4/7	1,824	15,978.2	31,956.4	16.42	184	1,611.8	3,223.6	6,578.0	2.04	30.23
	14,928	130,769.3	261,538.6	16.61	1,492	13,069.9	26,139.8	53,339.0	2.04	30.23
5/1	2,134	18,693.8	37,387.6	22.00	360	3,153.6	6,307.2	12,870.0	2.04	30.23
5/2	1,094	9,583.4	19,166.8	21.87	0	0.0	0.0	0.0	-	-
5/3	1,792	15,697.9	31,395.8	20.42	0	0.0	0.0	0.0	-	-
5/4	2,545	22,294.2	44,588.4	20.05	666	5,834.2	11,668.4	16,731.0	1.43	32.91
5/5	3,874	33,936.2	67,872.4	14.71	408	3,574.1	7,148.2	14,586.0	2.04	30.23
	11,439	100,205.6	200,411.2	19.81	1,434	12,561.8	25,123.6	44,187.0	1.76	31.56

ตารางที่ ง-3 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้บัลลาสต์ Low Loss (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
6/1	972	8,514.7	17,029.4	14.86	64	560.6	1,121.2	2,717.0	2.42	28.13
6/2	1,260	11,037.6	22,075.2	16.82	120	1,051.2	2,102.4	4,290.0	2.04	30.23
6/3	1,899	16,635.2	33,270.4	16.70	168	1,471.7	2,943.4	7,293.0	2.48	27.80
6/4	1,869	16,372.4	32,744.8	16.88	168	1,471.7	2,943.4	7,007.0	2.38	28.38
6/5	774	6,780.2	13,560.4	19.81	64	560.6	1,121.2	3,146.0	2.81	25.60
6/6	774	6,780.2	13,560.4	19.45	64	560.6	1,121.2	3,146.0	2.81	25.60
6/7	1,308	11,458.1	22,916.2	20.82	96	841.0	1,682.0	3,861.0	2.30	28.87
6/8	1,842	16,135.9	32,271.8	16.15	168	1,471.7	2,943.4	6,864.0	2.33	28.66
	10,698	93,714.5	187,429.0	17.69	912	7,989.1	15,978.2	38,324.0	2.40	28.28

ตารางที่ ง-4 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้บัลลาสต์ Electronic

ตัวอย่าง ลำดับที่	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/1	2,724	23,862.2	47,724.4	14.41	414	3,626.6	7,253.2	31,740.0	4.37	5.94
1/2	1,844	16,153.4	32,306.8	15.12	282	2,470.3	4,940.6	21,620.0	4.37	5.94
1/3	1,720	15,067.2	30,134.4	14.70	258	2,260.1	4,520.2	19,780.0	4.37	5.94
1/4	1,900	16,644.0	33,288.0	15.05	312	2,733.1	5,466.2	23,920.0	4.37	5.94
1/5	1,684	14,751.8	29,503.6	15.13	258	2,260.1	4,520.2	19,780.0	4.37	5.94
1/6	1,844	16,153.4	32,306.8	14.66	282	2,470.3	4,940.6	21,620.0	4.37	5.94
1/7	1,790	15,680.4	31,360.8	14.86	282	2,470.3	4,940.6	21,620.0	4.37	5.94
1/8	1,622	14,208.7	28,417.4	15.32	246	2,155.0	4,310.0	18,860.0	4.37	5.94
1/9	1,954	17,117.0	34,234.0	14.89	312	2,733.1	5,466.2	23,920.0	4.37	5.94
1/10	1,644	14,401.4	28,802.8	15.13	252	2,207.5	4,415.0	19,320.0	4.37	5.94
1/11	1,892	16,573.9	33,147.8	15.08	300	2,628.0	5,256.0	23,000.0	4.37	5.94
1/12	1,906	16,696.6	33,393.2	14.89	294	2,575.4	5,150.8	22,540.0	4.37	5.94
1/13	1,830	16,030.8	32,061.6	14.66	288	2,522.9	5,045.8	22,080.0	4.37	5.94
1/14	1,746	15,295.0	30,590.0	15.25	270	2,365.2	4,730.4	20,700.0	4.37	5.94
1/15	2,322	20,340.7	40,681.4	15.47	378	3,311.3	6,622.6	28,980.0	4.37	5.94
1/16	1,186	10,389.4	20,778.8	14.40	186	1,629.4	3,258.8	14,260.0	4.37	5.94
1/17	1,728	15,137.3	30,274.6	14.98	270	2,365.2	4,730.4	20,700.0	4.37	5.94
1/18	2,212	19,377.1	38,754.2	14.59	348	3,048.5	6,097.0	26,680.0	4.37	5.94
1/19	1,464	12,824.6	25,649.2	16.60	252	2,207.5	4,415.0	19,320.0	4.37	5.94
1/20	1,484	12,999.8	25,999.6	15.39	228	1,997.3	3,994.6	17,480.0	4.37	5.94
1/21	1,944	17,467.4	34,934.8	14.89	318	2,785.7	5,571.4	24,380.0	4.37	5.94
1/22	1,476	12,929.8	25,859.6	14.14	358	3,136.1	6,272.2	19,780.0	3.15	22.81
1/23	2,896	25,369.0	50,738.0	15.28	456	3,994.6	7,989.2	34,960.0	4.37	5.94
1/24	1,920	16,819.2	33,638.4	14.79	288	2,522.9	5,045.8	22,080.0	4.37	5.94
1/25	1,260	11,037.6	22,075.2	16.35	216	1,892.2	3,784.4	16,560.0	4.37	5.94
1/26	1,256	11,002.6	22,005.2	16.37	210	1,839.6	3,679.2	16,100.0	4.37	5.94
1/27	1,412	12,369.1	24,738.2	15.92	228	1,997.3	3,994.6	17,480.0	4.37	5.94
1/28	1,554	13,613.0	27,226.0	15.45	252	2,207.5	4,415.0	19,320.0	4.37	5.94
1/29	1,586	13,893.4	27,786.8	14.87	246	2,155.0	4,310.0	18,860.0	4.37	5.94
1/30	2,008	17,590.1	35,180.2	15.95	312	2,733.1	5,466.2	23,920.0	4.37	5.94
1/31	1,892	16,573.9	33,147.8	15.08	300	2,628.0	5,256.0	23,000.0	4.37	5.94
1/32	1,474	12,912.2	25,824.4	15.97	240	2,102.4	4,204.8	18,400.0	4.37	5.94
1/33	1,118	9,793.7	19,587.4	15.80	192	1,681.9	3,363.8	14,720.0	4.37	5.94

ตารางที่ ง-4 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้บัลลาสต์ Electronic (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/34	1,672	14,646.7	29,293.4	15.48	294	2,575.4	5,150.8	22,540.0	4.37	5.94
1/35	1,358	11,896.1	23,792.2	15.42	228	1,997.3	3,994.6	17,480.0	4.37	5.94
1/36	1,296	11,353.0	22,706.0	16.38	216	1,892.2	3,784.4	16,560.0	4.37	5.94
1/37	1,128	9,881.3	19,762.6	15.60	180	1,576.8	3,153.6	13,800.0	4.37	5.94
1/38	1,448	12,684.5	25,369.0	15.52	228	1,997.3	3,994.6	17,480.0	4.37	5.94
1/39	1,472	12,894.7	25,789.4	14.18	352	3,083.5	6,167.0	19,320.0	3.13	22.99
1/40	1,434	12,561.8	25,123.6	15.73	234	2,049.8	4,099.6	17,940.0	4.37	5.94
1/41	1,622	14,208.7	28,417.4	15.08	246	2,155.0	4,310.0	18,860.0	4.37	5.94
1/42	2,166	18,974.2	37,948.4	16.36	360	3,153.6	6,307.2	27,600.0	4.37	5.94
1/43	2,030	17,782.8	35,565.6	15.49	318	2,785.7	5,571.4	24,380.0	4.37	5.94
1/44	2,184	19,131.8	38,263.6	15.79	360	3,153.6	6,307.2	27,600.0	4.37	5.94
1/45	1,472	12,894.7	25,789.4	14.87	352	3,083.5	6,167.0	19,320.0	3.13	22.99
1/46	1,616	14,156.2	28,312.4	16.25	264	2,312.6	4,625.2	20,240.0	4.37	5.94
1/47	1,866	16,346.2	32,692.4	15.66	288	2,522.9	5,045.8	22,080.0	4.37	5.94
1/48	1,448	12,684.5	25,369.0	15.28	228	1,997.3	3,994.6	17,480.0	4.37	5.94
1/49	1,644	14,401.4	28,802.8	16.14	252	2,207.5	4,415.0	19,320.0	4.37	5.94
1/50	1,798	15,750.5	31,501.0	16.26	294	2,575.4	5,150.8	22,540.0	4.37	5.94
1/51	1,718	15,049.7	30,099.4	15.52	282	2,470.3	4,940.6	21,620.0	4.37	5.94
1/52	1,748	15,312.5	30,625.0	15.55	300	2,628.0	5,256.0	23,000.0	4.37	5.94
1/53	1,444	12,649.4	25,298.8	16.72	222	1,944.7	3,889.4	17,020.0	4.37	5.94
1/54	1,604	14,051.0	28,102.0	15.38	246	2,155.0	4,310.0	18,860.0	4.37	5.94
1/55	1,346	11,791.0	23,582.0	16.24	210	1,839.6	3,679.2	16,100.0	3.15	22.81
1/56	1,350	11,826.0	23,652.0	16.39	216	1,892.2	3,784.4	16,560.0	4.37	5.94
1/57	1,754	15,365.0	30,730.0	16.15	282	2,470.3	4,940.6	21,620.0	4.37	5.94
	96,960	849,369.6	1,698,739.2	15.42	15,780	138,232.8	276,465.6	1,186,800	4.29	7.66

ตารางที่ ง-4 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้บัลลาสต์ Electronic (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
2/1	3,492	30,589.9	61,179.8	13.88	540	4,730.4	9,460.8	41,400.0	4.37	5.94
2/2	2,168	18,991.7	37,983.4	15.43	336	2,943.4	5,886.8	25,760.0	4.37	5.94
2/3	2,088	18,290.9	36,581.8	14.74	324	2,838.2	5,676.4	24,840.0	4.37	5.94
2/4	2,292	20,077.9	40,155.8	16.02	360	3,153.6	6,307.2	27,600.0	4.37	5.94
2/5	1,136	9,951.4	19,902.8	16.21	192	1,681.9	3,363.8	14,720.0	4.37	5.94
2/6	1,404	12,299.0	24,598.0	16.16	216	1,892.2	3,784.4	16,560.0	4.37	5.94
2/7	2,760	24,177.6	48,355.2	15.50	414	3,626.6	7,253.2	31,740.0	4.37	5.94
2/8	1,372	12,018.7	24,037.4	16.46	222	1,944.7	3,889.4	17,020.0	4.37	5.94
2/9	3,076	26,945.8	53,891.6	18.12	618	5,413.7	10,827.4	47,380.0	4.37	5.94
	19,788	173,342.9	346,685.8	15.84	3,222	28,224.7	56,449.4	247,020.0	4.37	5.94
3/1	2,480	21,724.8	43,449.6	16.57	372	3,258.7	6,517.4	28,520.0	4.37	5.94
3/2	4,200	36,792.0	73,584.0	14.35	630	5,518.8	11,037.6	48,300.0	4.37	5.94
3/3	2,422	21,216.7	42,433.4	15.54	366	3,206.2	6,412.4	28,060.0	4.37	5.94
3/4	1,200	10,512.0	21,024.0	17.48	180	1,576.8	3,153.6	13,800.0	4.37	5.94
3/5	2,982	26,122.3	52,244.6	14.51	504	4,415.0	8,830.0	38,640.0	4.37	5.94
3/6	2,880	25,228.8	50,457.6	15.50	432	3,784.3	7,568.6	33,120.0	4.37	5.94
3/7	792	6,937.9	13,875.8	24.72	216	1,892.2	3,784.4	16,560.0	4.37	5.94
	16,956	148,534.6	297,069.2	16.95	2,700	23,652.0	47,304.0	207,000.0	4.37	5.94
4/1	3,870	3,390.2	67,802.4	15.63	594	5,203.4	10,406.8	45,540.0	4.37	5.94
4/2	2,720	23,827.2	47,654.4	14.79	408	3,574.1	7,148.2	31,280.0	4.37	5.94
4/3	1,478	12,947.3	25,894.6	16.11	246	2,155.0	4,310.0	18,860.0	4.37	5.94
4/4	1,702	14,909.5	29,819.0	15.31	258	2,260.1	4,520.2	19,780.0	4.37	5.94
4/5	1,170	10,249.2	20,498.4	16.83	216	1,892.2	3,784.4	16,560.0	4.37	5.94
4/6	1,510	13,227.6	26,455.2	16.09	240	2,102.4	4,204.8	18,400.0	4.37	5.94
4/7	1,732	15,172.3	30,344.6	15.59	276	2,417.8	4,835.6	21,160.0	4.37	5.94
	14,182	124,234.3	248,468.6	15.76	2,238	19,604.9	39,209.8	171,580.0	4.37	5.94
5/1	1,954	17,117.0	34,234.0	20.14	540	4,730.4	9,460.8	41,400.0	4.37	5.94
5/2	1,094	9,583.4	19,166.8	21.87	0	0.0	0.0	0.0	-	-
5/3	1,792	15,697.9	31,395.8	20.42	0	0.0	0.0	0.0	-	-
5/4	2,377	20,822.5	41,645.0	18.73	834	7,305.8	14,611.6	53,820.0	3.68	17.26
5/5	3,670	32,149.2	64,298.4	13.93	612	5,361.1	10,722.2	46,920.0	4.37	5.94
	10,887	95,370.1	190,740.2	19.02	1,986	17,397.4	34,794.8	142,140.0	4.08	11.46

ตารางที่ ง-4 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้บัลลาสต์ Electronic (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า		W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
6/1	940	8,234.4	16,468.8	14.37	96	841.0	1,682.0	8,740.0	5.19	-22.40
6/2	1,200	10,512.0	21,024.0	16.02	180	1,576.8	3,153.6	13,800.0	4.37	5.94
6/3	1,815	15,899.4	31,798.8	15.96	252	2,207.5	4,415.0	23,460.0	5.31	-29.50
6/4	1,785	15,636.6	31,273.2	16.12	252	2,207.5	4,415.0	22,540.0	5.10	-17.66
6/5	742	6,499.9	12,999.8	18.99	96	841.0	1,682.0	10,120.0	6.01	-136.99
6/6	742	6,499.9	12,999.8	18.65	96	841.0	1,682.0	10,120.0	6.01	-136.99
6/7	1,260	11,037.6	22,075.2	20.05	144	1,261.4	2,522.8	12,420.0	4.92	-9.79
6/8	1,758	15,400.1	30,800.2	15.42	252	2,207.5	4,415.0	22,080.0	5.00	-12.94
	10,242	89,719.9	179,439.8	16.95	1,368	11,983.7	23,967.4	123,280.0	5.14	-19.58

ตารางที่ ง-5 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้ดวงโคมประสิทธิภาพสูง

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน ดวงโคม	W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
			W	kWbyear	ค่าไฟฟ้า	W	kWbyear	ค่าไฟฟ้า			
1/1	27	19.06	2,484	21,759.8	43,519.6	654	5,729.0	11,458.0	53,791.8	4.69	19.97
1/2	17	19.40	1,564	13,700.6	27,401.2	562	4,923.1	9,846.2	33,868.9	3.43	25.24
1/3	17	19.40	1,564	13,700.6	27,401.2	414	3,626.6	7,253.2	33,868.9	4.66	20.09
1/4	16	19.40	1,472	12,894.7	25,789.4	740	6,482.4	12,964.8	31,876.6	2.45	29.00
1/5	16	19.74	1,472	12,894.7	25,789.4	470	4,117.2	8,234.4	31,876.6	3.87	23.49
1/6	19	19.40	1,748	15,312.5	30,625.0	378	3,311.3	6,622.6	37,852.5	5.71	15.26
1/7	16	19.40	1,472	12,894.7	25,789.4	600	5,256.0	10,512.0	31,876.6	3.03	26.83
1/8	14	19.74	1,288	11,282.9	22,565.8	580	5,080.8	10,161.6	27,892.1	2.74	27.93
1/9	19	19.06	1,748	15,312.5	30,625.0	518	4,537.7	9,075.4	37,853.5	4.17	22.24
1/10	15	19.40	1,380	12,088.8	24,177.6	516	4,520.2	9,040.4	29,884.4	3.30	25.77
1/11	18	19.40	1,656	14,506.6	29,013.2	536	4,695.4	9,390.8	35,861.2	3.81	23.70
1/12	17	19.40	1,564	13,700.6	27,401.2	636	5,571.4	11,142.8	33,868.9	3.03	26.81
1/13	19	19.06	1,748	15,312.5	30,625.0	370	3,241.2	6,482.4	37,853.5	5.83	14.66
1/14	15	19.74	1,348	12,088.8	24,177.6	636	5,571.4	11,142.8	29,884.4	2.68	28.17
1/15	15	19.40	1,348	12,088.8	24,177.6	1,320	11,563.2	23,126.4	29,884.4	1.29	33.12
1/16	17	18.74	1,372	12,018.7	24,037.4	0	0.0	0.0	0.0	-	-
1/17	16	19.40	1,472	12,894.7	25,789.4	526	4,607.8	9,215.6	31,876.6	3.45	25.16
1/18	21	19.06	1,932	16,924.3	33,848.6	628	5,501.3	11,002.6	41,838.1	3.80	23.77

ตารางที่ ง-5 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้ดวงโคมประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน ดวงโคม	W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/19	12	20.11	1,104	9,671.0	19,342.0	612	5,361.1	10,722.2	23,907.5	2.22	29.84
1/20	14	19.74	1,288	11,282.9	22,565.8	424	3,714.2	7,428.4	27,892.1	3.75	23.97
1/21	19	19.06	1,748	15,312.5	30,625.0	564	4,940.6	9,881.2	37,853.5	3.83	23.65
1/22	18	19.40	1,656	14,506.6	29,013.2	178	1,559.3	3,118.6	35,861.2	11.49	-22.08
1/23	14	19.74	1,288	11,282.9	22,565.8	2064	18,080.6	36,161.2	27,892.1	0.77	34.84
1/24	17	19.40	1,564	13,700.6	27,401.2	644	5,641.4	11,282.8	33,868.9	3.00	26.95
1/25	12	20.11	1,104	9,671.0	19,342.0	372	3,258.7	6,517.4	23,907.5	3.66	24.32
1/26	11	20.11	1,012	8,865.1	17,730.2	454	3,977.0	7,954.0	21,915.2	2.75	27.89
1/27	13	19.74	1,196	10,477.0	20,954.0	444	3,889.4	7,778.8	25,899.8	3.32	25.67
1/28	15	19.74	1,380	12,088.8	24,177.6	426	3,731.8	7,463.6	29,884.4	4.00	22.94
1/29	17	19.40	1,564	13,700.6	27,401.2	268	2,347.7	4,695.4	33,868.9	7.21	7.54
1/30	19	20.11	1,748	15,312.5	30,625.0	572	5,010.7	10,021.4	37,853.5	3.77	23.87
1/31	16	19.40	1,472	12,894.7	25,789.4	720	6,307.2	12,614.4	31,876.6	2.52	28.75
1/32	12	20.11	1,104	9,671.0	19,342.0	610	5,343.6	10,687.2	23,907.5	2.23	29.81
1/33	11	19.40	1,012	8,865.1	17,730.2	298	2,610.5	5,221.0	21,915.2	4.19	22.12
1/34	19	19.06	1,748	15,312.5	30,625.0	218	1,909.7	3,819.4	37,853.5	9.91	-9.51
1/35	13	19.40	1,196	10,477.0	20,954.0	390	3,416.4	6,832.8	25,899.8	3.79	23.82
1/36	13	20.11	1,196	10,477.0	20,954.0	316	2,768.2	5,536.4	25,899.8	4.67	20.05

ตารางที่ ง-๕ ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้ดวงโคมประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน ดวงโคม	W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/37	15	19.74	1,308	11,458.1	22,916.2	0	0.0	0.0	0.0	-	-
1/38	15	19.74	1,380	12,088.8	24,177.6	296	2,593.0	5,186.0	29,884.4	5.76	15.04
1/39	17	19.74	1,564	13,700.6	27,401.2	260	2,277.6	4,555.2	33,868.9	7.43	6.30
1/40	12	19.74	1,104	9,671.0	19,342.0	564	4,940.6	9,881.2	23,907.5	2.41	29.14
1/41	15	19.74	1,380	12,088.8	24,177.6	488	4,274.9	8,549.8	29,884.4	3.49	25.02
1/42	15	20.11	1,380	12,088.8	24,177.6	1,146	10,039.0	20,078.0	29,884.4	1.48	32.45
1/43	18	19.74	1,656	14,506.6	29,013.2	692	6,061.9	12,123.8	35,861.2	2.95	27.12
1/44	18	19.74	1,656	14,506.6	29,013.2	888	7,778.9	15,557.8	35,861.2	2.30	29.56
1/45	16	19.74	1,472	12,894.7	25,789.4	352	3,083.5	6,167.0	31,876.6	5.16	17.84
1/46	16	20.11	1,472	12,894.7	25,789.4	408	3,574.1	7,148.2	31,876.6	4.45	21.00
1/47	16	20.11	1,472	12,894.7	25,789.4	682	5,974.3	11,948.6	31,876.6	2.66	28.22
1/48	15	19.74	1,380	12,088.8	24,177.6	296	2,593.0	5,186.0	29,884.4	5.76	15.04
1/49	14	20.11	1,288	11,282.9	22,565.8	608	5,326.1	10,652.2	27,892.1	2.61	28.41
1/50	14	20.11	1,288	11,282.9	22,565.8	804	7,043.0	14,086.0	27,892.1	1.98	30.73
1/51	16	19.74	1,472	12,894.7	25,789.4	528	4,625.3	9,250.6	31,876.6	3.44	25.21
1/52	18	19.40	1,656	14,506.6	29,013.2	392	3,433.9	6,867.8	35,861.2	5.22	17.59
1/53	13	20.86	1,196	10,477.0	20,954.0	470	4,117.2	8,234.4	25,899.8	3.14	26.40
1/54	14	19.74	1,288	11,282.9	22,565.8	562	4,923.1	9,846.2	27,892.1	2.83	27.60

ตารางที่ ง-5 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้ดวงโคมประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน ดวงโคม	W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/55	13	20.11	1,196	10,477.0	20,953.9	360	3,156.6	6,307.2	25,899.8	4.10	22.51
1/56	15	20.11	1,380	12,088.8	24,177.6	186	1,629.4	3,258.8	29,884.4	9.17	-4.35
1/57	16	20.11	1,472	12,894.7	25,789.4	564	4,940.6	9,881.2	31,876.6	3.22	26.08
	900	19.66	82,536	723,015.4	1,446,030.8	30,204	264,587.0	529,174.0	1,729,307.7	3.26	25.92
2/1	22	18.74	2,024	17,730.2	35,460.4	2,008	17,590.1	35,180.2	43,830.4	1.24	33.27
2/2	20	19.74	1,840	16,118.4	32,236.8	664	5,816.6	11,633.2	39,845.8	3.42	25.30
2/3	15	19.40	1,380	12,088.8	24,177.6	1,032	9,040.3	18,080.6	29,884.4	1.65	31.88
2/4	15	20.11	1,380	12,088.8	24,177.6	1,272	11,142.7	22,285.4	29,884.4	1.34	32.95
2/5	12	19.74	1,104	9,671.0	19,342.0	224	1,962.2	3,924.4	23,907.5	6.09	13.42
2/6	9	20.48	828	7,253.3	14,506.6	792	6,937.9	13,875.8	17,930.6	1.29	33.12
2/7	13	20.11	1,196	10,477.0	20,954.0	1,978	17,327.3	34,654.6	25,899.8	0.74	34.92
2/8	11	20.48	1,012	8,865.1	17,730.2	582	5,098.3	10,196.6	21,915.2	2.14	30.13
2/9	17	19.74	1,564	13,700.6	27,401.2	2,130	18,658.8	37,317.6	33,868.9	0.90	34.40
	134	19.83	12,328	107,993.3	215,986.6	10,682	93,574.3	187,148.6	266,966.9	1.42	32.66

ตารางที่ ง-5 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้ดวงโคมประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน ดวงโคม	W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
3/1	19	21.26	1,748	15,312.5	30,625.0	1,104	9,671.0	19,342.0	37,853.5	1.95	30.81
3/2	17	20.11	1,564	13,700.6	27,401.2	3,266	28,610.2	57,220.4	33,868.9	0.59	35.43
3/3	17	21.68	1,564	13,700.6	27,401.2	1,224	10,722.2	21,444.4	33,868.9	1.57	32.14
3/4	15	21.68	1,380	12,088.8	24,177.6	0	0.0	0.0	0.0	-	-
3/5	24	20.48	2,208	19,342.1	38,684.2	1,278	11,195.3	22,390.6	47,815.0	2.13	30.18
3/6	18	21.26	1,656	14,506.6	29,013.2	1,656	14,506.6	29,013.2	35,861.2	1.23	33.31
3/7	12	22.57	1,008	8,830.1	17,660.2	0	0.0	0.0	0.0	-	-
	122	21.29	11,128	97,481.3	194,962.6	8,528	74,705.3	149,410.6	189,267.6	1.26	33.20
4/1	17	19.74	1,564	13,700.6	27,401.2	2,900	25,404.0	50,808.0	33,868.9	0.66	35.18
4/2	22	19.40	2,24	17,730.2	35,460.4	1,104	9,671.0	19,342.0	43,830.4	2.26	29.70
4/3	13	19.74	1,196	10,477.0	20,954.0	528	4,625.3	9,250.6	25,899.8	2.79	27.72
4/4	14	19.74	1,288	11,282.9	22,565.8	672	5,886.7	11,773.4	27,892.1	2.36	29.33
4/5	13	19.74	1,196	10,477.0	20,954.0	190	1,664.4	3,328.8	25,899.8	7.78	4.32
4/6	14	20.11	1,288	11,282.9	22,565.8	462	4,047.1	8,094.2	27,892.1	3.44	25.21
4/7	16	19.40	1,472	12,864.7	25,789.4	536	4,695.4	9,390.8	31,876.6	3.39	25.42
	109	19.69	10,028	87,845.3	175,690.6	6,392	55,993.9	111,987.8	217,159.6	1.93	30.88

ตารางที่ ง-5 สักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อใช้ดวง โคมประสิทธิภาพสูง (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน ดวงโคม	W/m ²	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
			W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
5/1	20	20.11	1,840	16,118.4	32,236.8	654	5,729.0	11,458.0	39,845.8	3.47	25.09
5/2	11	21.68	1,012	8,865.1	17,730.2	82	718.3	1,436.6	21,915.2	15.25	-63.81
5/3	18	20.11	1,656	14,506.6	29,013.2	136	1,191.4	2,382.8	35,861.2	15.05	-60.95
5/4	21	19.75	1,932	16,924.3	33,848.6	1,279	11,204.0	22,408.0	41,838.1	1.86	31.13
5/5	21	18.75	1,932	16,924.3	33,848.6	2,350	20,586.0	41,172.0	41,838.1	1.01	34.04
	91	20.08	8,372	73,338.7	146,677.4	4,501	39,428.8	78,857.6	181,298.4	2.29	29.58
6/1	10	21.68	920	8,059.2	16,118.4	116	1,016.2	2,032.4	19,922.9	9.80	-8.73
6/2	17	20.11	1,380	12,088.8	24,177.6	0	0.0	0.0	0.0	-	-
6/3	23	19.74	2,067	18,106.9	36,213.8	0	0.0	0.0	0.0	-	-
6/4	21	19.74	1,932	16,924.3	33,848.6	105	919.8	1,839.6	41,838.1	22.74	-309.57
6/5	9	22.57	828	7,253.3	14,506.6	10	87.6	175.2	17,930.6	102.34	158.95
6/6	10	22.12	838	7,340.9	14,681.8	0	0.0	0.0	0.0	-	-
6/7	9	22.57	828	7,253.3	14,506.6	576	5,045.8	10,091.6	17,930.6	1.77	31.45
6/8	12	21.26	1,104	9,671.0	19,342.0	906	7,936.6	15,873.2	23,907.5	1.50	32.39
	111	21.22	9,897	86,697.7	173,395.4	1,713	15,005.9	30,011.8	121,529.7	4.04	22.75

ตารางที่ ง-6 ศักยภาพการผลิตพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยคำนึงถึงความสวยงาม

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน ดวงโคม	จำนวน หลอด แสงสว่าง	W/m ²	จำนวน หลอดที่ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
					W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/1	44	44	15.32	25	2,024	17,730.2	35,460.4	1,114	9,758.6	19,517.2	1,268.7	0.07	37.29
1/2	28	28	16.04	19	1,288	11,282.9	22,565.8	838	7,340.9	14,681.8	807.4	0.05	37.29
1/3	28	28	15.70	15	1,288	11,282.9	22,565.8	690	6,044.4	12,088.8	807.4	0.07	37.29
1/4	26	26	15.55	26	1,196	10,477.0	20,954.0	1,016	8,900.2	17,800.4	749.7	0.04	37.29
1/5	26	26	16.04	17	1,196	10,477.0	20,954.0	746	6,535.0	13,070.0	749.7	0.06	37.29
1/6	30	30	15.55	17	1,380	12,088.8	24,177.6	746	6,535.0	13,070.0	865.1	0.07	37.29
1/7	26	26	15.60	21	1,196	10,477.0	20,954.0	876	7,673.8	15,347.6	749.7	0.05	37.29
1/8	24	24	16.30	17	1,104	9,671.0	19,342.0	764	6,692.6	13,385.2	692.0	0.05	37.29
1/9	32	32	15.55	20	1,472	12,894.7	25,789.4	794	6,955.4	13,910.8	922.7	0.07	37.29
1/10	24	24	16.04	18	1,104	9,671.0	19,342.0	792	6,937.9	13,875.8	692.0	0.05	37.29
1/11	30	30	15.79	20	1,380	12,088.8	24,177.6	812	7,113.1	14,226.2	865.1	0.06	37.29
1/12	28	28	15.75	21	1,288	11,282.9	22,565.8	912	7,989.1	15,978.2	807.4	0.05	37.29
1/13	32	32	15.40	16	1,472	12,894.7	25,789.4	646	5,659.0	11,318.0	922.7	0.08	37.29
1/14	24	24	16.12	21	1,104	9,671.0	19,342.0	912	7,989.1	15,978.2	692.0	0.04	37.29
1/15	24	24	16.04	39	1,104	9,671.0	19,342.0	1,596	13,981.0	27,962.0	692.0	0.02	37.29
1/16	28	28	15.14	3	1,288	11,282.9	22,565.8	84	735.8	1,471.6	807.4	0.54	37.29
1/17	26	26	15.77	19	1,196	10,477.0	20,954.0	802	7,025.5	14,051.0	749.7	0.05	37.29
1/18	34	34	15.32	24	1,564	13,700.6	27,401.2	996	8,725.0	17,450.0	980.4	0.06	37.29

ตารางที่ ง-6 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยคำนึงถึงความสวยงาม (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน ดวงโคม	จำนวน หลอด แสงสว่าง	W/m ²	จำนวน หลอดที่ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
					W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/19	20	20	16.83	22	920	8,059.2	16,118.4	796	6,973.0	13,946.0	576.7	0.04	37.29
1/20	24	24	16.30	14	1,104	9,671.0	19,342.0	608	5,326.1	10,652.2	692.0	0.06	37.29
1/21	32	32	15.55	21	1,472	12,894.7	25,789.4	840	7,358.4	14,716.8	922.7	0.06	37.29
1/22	30	30	15.63	13	1,380	12,088.8	24,177.6	454	3,977.0	7,954.0	865.1	0.11	37.29
1/23	11	22	16.04	54	1,012	8,865.1	17,730.2	2,340	20,498.4	40,996.8	634.4	0.02	37.29
1/24	28	28	15.79	20	1,288	11,282.9	22,565.8	920	8,059.2	16,118.4	807.4	0.05	37.29
1/25	20	20	16.61	16	920	8,059.2	16,118.4	556	4,870.6	9,741.2	576.7	0.06	37.29
1/26	18	18	16.80	17	828	7,253.3	14,506.6	638	5,588.9	11,177.8	519.0	0.05	37.29
1/27	22	22	16.56	16	1,012	8,865.1	17,730.2	628	5,501.3	11,002.6	634.4	0.06	37.29
1/28	24	24	16.04	18	1,104	9,671.0	19,342.0	702	6,149.5	12,299.0	692.0	0.06	37.29
1/29	28	28	15.70	13	1,288	11,282.9	22,565.8	544	4,765.4	9,530.8	807.4	0.08	37.29
1/30	32	32	16.83	20	1,472	12,894.7	25,789.4	848	7,428.5	14,857.0	922.7	0.06	37.29
1/31	26	26	15.79	24	1,196	10,477.0	20,954.0	996	8,725.0	17,450.0	749.7	0.04	37.29
1/32	20	20	16.56	20	920	8,059.2	16,118.4	794	6,955.4	13,910.8	576.7	0.04	37.29
1/33	18	18	16.04	14	828	7,253.3	14,506.6	482	4,222.3	8,444.6	519.0	0.06	37.29
1/34	32	32	15.55	17	1,472	12,894.7	25,789.4	494	4,327.4	8,654.8	922.7	0.11	37.29
1/35	22	22	15.79	16	1,012	8,865.1	17,730.2	574	5,028.2	10,056.4	634.4	0.06	37.29
1/36	22	22	16.83	14	1,012	8,865.1	17,730.2	500	4,380.0	8,760.0	634.4	0.07	37.29

ตารางที่ ง-6 ศักยภาพการผลิตพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยคำนึงถึงความสวยงาม (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน ดวงโคม	จำนวน หลอด แสงสว่าง	W/m ²	จำนวน หลอดที่ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
					W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/37	24	24	16.30	6	1,104	9,671.0	19,343.0	204	1,787.0	3,574.0	692.0	0.19	37.29
1/38	24	24	16.30	14	1,104	9,671.0	19,343.0	572	5,010.7	10,021.4	692.0	0.07	37.29
1/39	28	28	15.79	14	1,288	11,282.9	22,565.8	536	4,695.4	9,390.8	807.4	0.09	37.29
1/40	20	20	16.30	19	920	8,059.2	16,118.4	748	6,552.5	13,105.0	576.7	0.04	37.29
1/41	24	24	16.04	17	1,104	9,671.0	19,342.0	764	6,692.6	13,385.2	692.0	0.05	37.29
1/42	26	26	16.83	34	1,196	10,477.0	20,954.0	1,330	11,650.8	23,301.6	749.7	0.03	37.29
1/43	30	30	16.30	23	1,380	12,088.8	24,177.6	968	8,479.7	16,959.4	865.1	0.05	37.29
1/44	30	30	16.30	30	1,380	12,088.8	24,177.6	1,164	10,196.6	20,393.2	865.1	0.04	37.29
1/45	26	26	16.56	16	1,196	10,477.0	20,954.0	628	5,501.3	11,002.6	749.7	0.07	37.29
1/46	26	26	16.83	18	1,196	10,477.0	20,954.0	684	5,991.8	11,983.6	749.7	0.06	37.29
1/47	26	26	16.56	22	1,196	10,477.0	20,954.0	958	8,392.1	16,784.2	749.7	0.04	37.29
1/48	24	24	16.04	14	1,104	9,671.0	19,342.0	572	5,010.7	10,021.4	692.0	0.07	37.29
1/49	24	24	17.11	18	1,104	9,671.0	19,342.0	792	6,937.9	13,875.8	692.0	0.05	37.29
1/50	24	24	16.83	25	1,104	9,671.0	19,342.0	988	8,654.9	17,309.8	692.0	0.04	37.29
1/51	26	26	16.04	21	1,196	10,477.0	20,954.0	804	7,043.0	14,086.0	749.7	0.05	37.29
1/52	30	30	15.79	20	1,380	12,088.8	24,177.6	668	5,851.7	11,703.4	865.1	0.07	37.29
1/53	22	22	17.70	15	1,012	8,865.1	17,730.2	654	5,729.0	11,458.0	634.4	0.06	37.29
1/54	24	24	16.30	17	1,104	9,671.0	19,342.0	746	6,535.0	13,070.0	692.0	0.05	37.29

ตารางที่ ง-6 สักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยคำนึงถึงความสวยงาม (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน ดวงโคม	จำนวน หลอด แสงสว่าง	W/m ²	จำนวน หลอดที่ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
					W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
1/55	22	22	17.11	13	1,012	8,865.1	17,730.2	544	4,765.4	9,530.9	334.4	0.07	37.29
1/56	24	24	17.11	12	1,104	9,671.0	19,342.0	462	4,047.1	8,094.2	692.0	0.09	37.29
1/57	28	28	16.83	19	1,288	11,282.9	22,565.8	748	6,552.5	13,105.0	807.4	0.06	37.29
	1,475	1,486	16.16	1,094	68,356	598,798.6	1,197,597.2	44,384	388,803.8	777,607.6	42,848.8	0.06	37.29
2/1	22	44	14.67	46	2,024	17,730.2	35,460.4	2,008	17,590.1	35,180.2	1,268.7	0.04	37.29
2/2	28	28	16.30	28	1,288	11,282.9	22,565.8	1,216	10,652.2	21,304.4	807.4	0.04	37.29
2/3	14	28	15.55	26	1,288	11,282.9	22,565.8	1,124	9,846.2	19,692.4	807.4	0.04	37.29
2/4	13	26	16.83	34	1,196	10,477.0	20,954.0	1,456	12,754.6	25,509.2	749.7	0.03	37.29
2/5	30	30	17.38	2	1,272	11,142.7	22,285.4	56	490.6	981.2	836.6	0.85	37.29
2/6	15	30	17.11	6	1,380	12,088.8	24,177.6	240	2,102.4	4,204.8	865.1	0.21	37.29
2/7	13	26	16.56	43	1,196	10,477.0	20,954.0	1,978	17,327.3	34,654.6	749.7	0.02	37.29
2/8	12	24	17.11	13	1,104	9,671.0	19,342.0	490	4,292.4	8,584.8	692.0	0.08	37.29
2/9	16	32	17.11	71	1,472	12,894.7	25,789.4	2,222	19,464.7	38,929.4	922.7	0.02	37.29
	163	268	16.51	269	12,220	107,047.2	214,094.4	10,790	94,520.4	189,040.8	7,699.3	0.04	37.29

ตารางที่ ง-6 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยคำนึงถึงความสวยงาม (ต่อ)

ตัวอย่าง ลำดับที่	จำนวน ดวงโคม	จำนวน หลอด แสงสว่าง	W/m ²	จำนวน หลอดที่ ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถประหยัดได้			การ ลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
					W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
3/1	16	32	17.70	30	1,472	12,894.7	25,789.4	1,380	12,088.8	24,177.6	922.7	0.04	37.29
3/2	9	27	15.69	78	1,242	10,879.9	21,759.8	3,588	31,430.9	62,861.8	519.0	0.01	37.29
3/3	9	27	16.96	34	1,242	10,879.9	21,759.8	1,546	13,543.0	27,086.0	519.0	0.02	37.29
3/4	14	28	18.67	2	1,288	11,282.9	22,565.8	92	805.9	1,611.8	807.4	0.05	37.29
3/5	13	39	15.93	45	1,794	15,715.4	31,430.8	1,692	14,821.9	29,643.8	749.7	0.03	37.29
3/6	10	30	16.96	42	1,380	12,088.8	24,177.6	1,932	16,924.3	33,848.6	576.7	0.02	37.29
3/7	12	36	14.88	0	1,008	8,830.1	17,660.2	0	0.0	0.0	0.0	-	-
	83	219	16.68	231	9,426	82,571.8	165,143.6	10,230	89,614.8	179,229.6	4,094.6	0.02	37.29
4/1	28	28	16.56	71	1,288	11,282.9	22,565.8	3,176	27,821.8	55,643.6	807.4	0.01	37.29
4/2	36	36	15.79	32	1,656	14,506.6	29,013.2	1,472	12,894.7	25,789.4	1,038.1	0.04	37.29
4/3	22	22	16.56	19	1,012	8,865.1	17,730.2	712	6,237.1	12,474.2	634.4	0.05	37.29
4/4	24	24	16.30	19	1,104	9,671.0	19,342.0	856	7,498.6	14,997.2	692.0	0.05	37.29
4/5	22	22	16.56	14	1,012	8,865.1	17,730.2	374	3,276.2	6,552.4	634.4	0.10	37.29
4/6	24	24	16.83	16	1,104	9,671.0	19,342.0	646	5,659.0	11,318.0	692.0	0.06	37.29
4/7	28	28	16.30	18	1,288	11,282.9	22,565.8	720	6,307.2	12,614.4	807.4	0.06	37.29
	184	184	16.41	189	8,464	74,144.6	148,289.2	7,956	69,694.6	139,389.2	5,305.6	0.04	37.29

ตารางที่ ง-6 สักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยคำนึงถึงความสวยงาม (ต่อ)

ตัวอย่างลำดับที่	จำนวนดวงโคม	จำนวนหลอดแสงสว่าง	W/m ²	จำนวนหลอดที่ประหยัดได้	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า			ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้			การลงทุน (บาท)	pay back period	IRR (%)
					W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า	W	kWh/year	ค่าไฟฟ้า			
5/1	19	76	24.33	14	2,128	18,641.3	37,282.6	366	3,206.2	6,412.4	1,830.8	0.29	37.29
5/2	11	44	20.68	6	968	8,479.7	16,959.4	126	1,103.8	2,207.6	1,060.0	0.48	37.29
5/3	18	72	19.11	12	1,584	13,875.8	27,751.6	208	1,822.1	3,644.2	1,734.5	0.48	37.29
5/4	21	84	23.96	33	2,352	20,603.5	41,207.0	859	7,524.8	15,049.6	2,023.6	0.13	37.29
5/5	44	88	15.29	14	4,048	35,460.5	70,921.0	234	2,049.8	4,099.6	0.0	0.00	37.29
	113	364	20.67	79	11,080	97,060.8	194,121.6	1,793	15,706.7	31,413.4	6,648.8	0.21	37.29
6/1	8	16	18.33	3	736	6,447.4	12,894.8	300	2,628.0	5,256.0	461.4	0.09	37.29
6/2	14	28	17.11	2	1,288	11,282.9	22,565.8	92	805.9	1,611.8	807.4	0.50	37.29
6/3	19	38	16.56	13	1,748	15,312.5	30,625.0	319	2,794.4	5,588.8	1,095.7	0.20	37.29
6/4	18	36	16.83	13	1,656	14,506.6	29,013.2	381	3,337.6	6,675.2	1,038.1	0.16	37.29
6/5	8	16	19.01	6	736	6,447.4	12,894.8	102	893.5	1,787.0	461.4	0.26	37.29
6/6	8	16	18.67	6	736	6,447.4	12,894.8	102	893.5	1,787.0	461.4	0.26	37.29
6/7	5	15	17.82	12	690	6,044.4	12,088.8	714	6,254.6	12,509.2	288.4	0.02	37.29
6/8	7	21	16.69	27	966	8,462.2	16,924.4	1,044	9,145.4	18,290.8	403.7	0.02	37.29
	87	186	17.63	82	8,556	74,950.6	149,901.2	3,054	26,753.0	53,506.0	5,017.3	0.09	37.29

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาว ดุจดดี ปานพรหมมินทร์
วัน เดือน ปีเกิด	30 กรกฎาคม 2515
สถานที่เกิด	จังหวัดชัยนาท ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พ.ศ.2535-2539 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ประมง) มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ.2539-2542 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์) สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
ทุนการศึกษา	ทุนอุดหนุนการวิจัยแก่นักศึกษาระดับอุดมศึกษาประจำปี 2541 จากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ