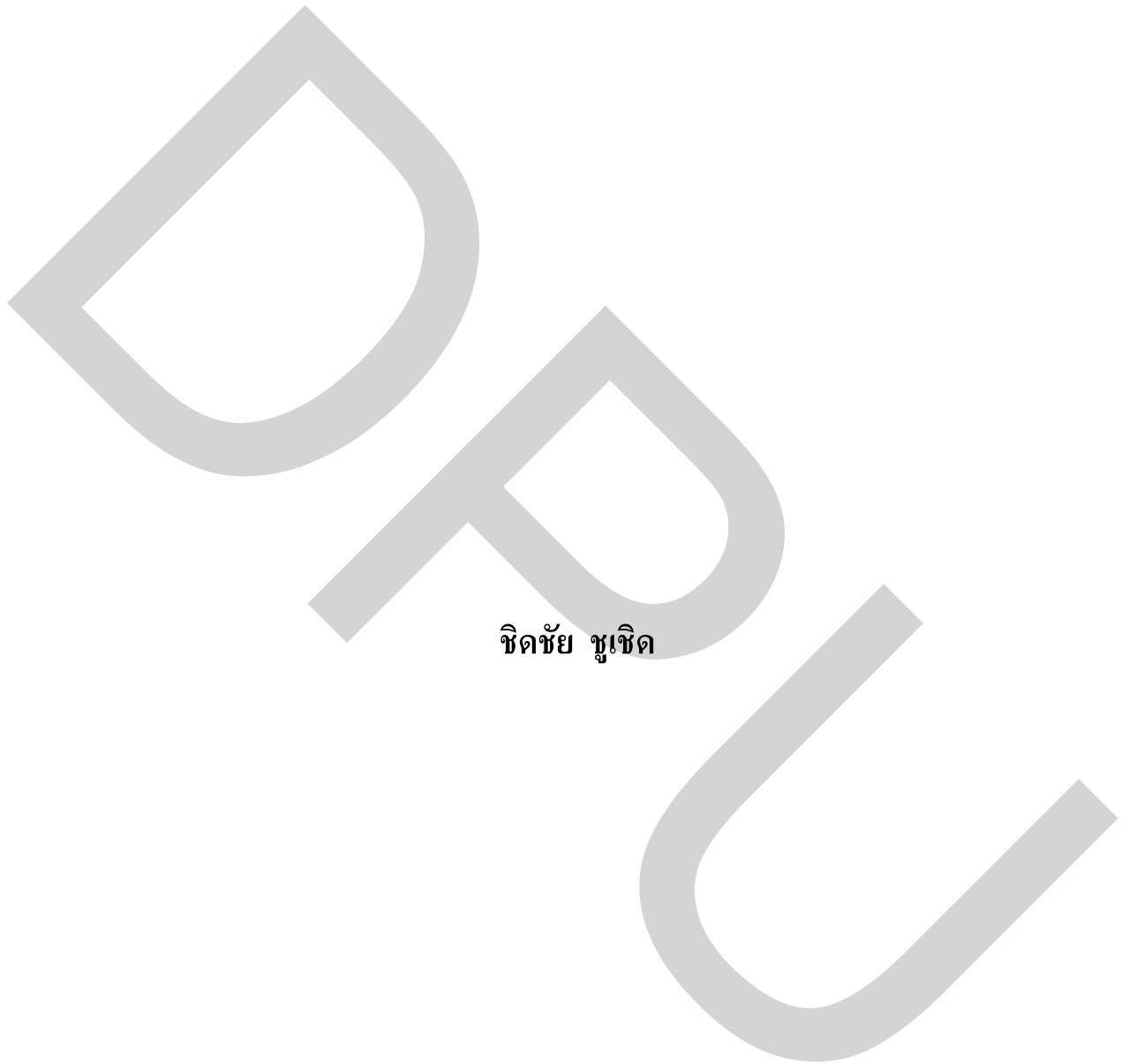


การศึกษาการลงทุนในการนำเอาหลอดประหยัดพลังงานชนิด T5

ทดแทนหลอดชนิด T8 : กรณีศึกษา อาคารส่งเสริมสุขภาพ



ชัชชัย ชูเชิด

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2555

**Feasibility Study of Investment in the T5 Energy Energy Saving Light  
instead of the T8 Fluorescent Tube Case Study : The Auxiliary Health  
Building, Synphaet General Hospital**



**CHIDCHAI CHUCHIRD**

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

**2012**

## กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่อง “การศึกษาการลงทุนในการนำเอาหลอดประหยัดพลังงานชนิด T5 ทดแทนหลอดชนิด T8 : กรณีศึกษาอาคารส่งเสริมสุขภาพ” ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ท่านอาจารย์ ดร. ประศาสน์ จันทราทิพย์ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุนนาค และอาจารย์ ดร.รังสิต ศรีจิตติ กรรมการสอบ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบรูปเล่มจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบคุณ คุณอุษณีย์ วิสิทธิ์ ที่ช่วยติดต่อประสานงานสอบและติดตามความคืบหน้าของงาน ตลอดเวลาการสอบสารนิพนธ์ และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้แนวคิด และเสนอแนะข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดระยะเวลาของการศึกษาอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อสารนิพนธ์เล่มนี้

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณอาจารย์ประยุทธ์ ฤทธิเดช และนายทนงศักดิ์ ศิริยงค์ ที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำ ตรวจสอบรูปเล่มและช่วยหาข้อมูลเพิ่มเติม และขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง และเพื่อนๆ พี่ๆ ที่คอยให้กำลังใจจนสารนิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ สุดท้ายนี้ประโยชน์อันใดที่เกิดจากสารนิพนธ์เล่มนี้ก็ล้วนเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านที่กล่าวมาในข้างต้น

ชิตชัย ชูเชิด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฉ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.4 วิธีการศึกษา.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 การวิเคราะห์โครงการทางด้านเศรษฐกิจและการเงิน .....	5
2.2 การวิเคราะห์ต้นทุนสัมฤทธิ์ภาพ.....	6
2.3 หลักเกณฑ์การประเมิน โครงการ.....	7
2.4 การคำนวณผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์.....	9
2.5 ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้า.....	11
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
3. ระเบียบวิธีการศึกษา.....	25
3.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะอาคาร.....	25
3.2 ขั้นตอนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารส่งเสริมสุขภาพ.....	26
3.3 ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง ภายในอาคารส่งเสริมสุขภาพ.....	27
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลการลงทุน.....	28
3.5 สรุปผลการลงทุน.....	28

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. ผลการวิเคราะห์การลงทุน.....	29
4.1 ข้อกำหนดด้านอาคารและสภาพแวดล้อม.....	29
4.2 ข้อกำหนดด้านอุปกรณ์หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง.....	30
4.3 ข้อกำหนดในการคำนวณ.....	31
5. สรุปผลการศึกษา.....	52
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางการเงิน.....	52
5.2 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ.....	52
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	56
บรรณานุกรม.....	58
ประวัติผู้เขียน.....	61

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ.....	14
2.2 ข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างหลอดไฟฟ้าชนิด T8 และชนิด T5.....	16
3.1 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารส่งเสริมสุขภาพ ปี 2554 .....	27
3.2 แสดงจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง.....	28
4.1 แสดงการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารตามประเภทผู้ใช้งาน.....	30
4.2 แสดงจำนวนวัตต์และอายุการใช้งานของหลอด.....	31
4.3 แสดงอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ประเภทสำนักงาน.....	31
4.4 แสดงอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง.....	32
4.5 แสดงอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) และพื้นที่ส่วนกลาง.....	32
4.6 แสดงราคาต้นทุนของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ.....	33
4.7 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 และอุปกรณ์ ประเภทสำนักงานกำหนดให้การใช้งานของอาคารประเภท สำนักงาน มีการใช้งาน 6 วันต่อสัปดาห์ในช่วงเวลา 08.30 – 16.30 น. (8 ชั่วโมง) มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างปีละ 2,496 ชั่วโมง.....	34
4.8 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 และอุปกรณ์ ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลางกำหนดให้การใช้งาน ของอาคารประเภทห้องผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง มีการใช้งาน 7 วัน ต่อสัปดาห์ใช้งาน 16 ชั่วโมง มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างปีละ 5,840 ชั่วโมง.....	35
4.9 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 และอุปกรณ์ ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) กำหนดให้การใช้งานของอาคาร ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) มีการใช้งาน 7 วันต่อสัปดาห์ในช่วงเวลา 07.30 – 21.30 น. (14 ชั่วโมง) มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างปีละ 5,110 ชั่วโมง.....	36

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน ชนิด T5 และอุปกรณ์ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท.....	37
4.11 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน ชนิด T5 ประเภทสำนักงาน.....	38
4.12 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน ชนิด T5 ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง.....	39
4.13 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน ชนิด T5 ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD).....	40
4.14 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัด พลังงานชนิด T5 และอุปกรณ์ ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท.....	41
4.15 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัด พลังงานชนิด T8 และอุปกรณ์ ประเภทสำนักงาน.....	42
4.16 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัด พลังงานชนิด T8 และอุปกรณ์ ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง.....	43
4.17 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัด พลังงานชนิด T8 และอุปกรณ์ ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) หลอด.....	44
4.18 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัด พลังงานชนิด T8 และอุปกรณ์ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท.....	45
4.19 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัด พลังงานชนิด T8 ประเภทสำนักงาน.....	46
4.20 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัด พลังงานชนิด T8 ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง.....	47
4.21 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัด พลังงานชนิด T8 ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD).....	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.22 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า ประหยัดพลังงานชนิด T8 และอุปกรณ์ ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท.....	49
4.23 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภท การใช้งานทั้ง 3 ประเภท.....	50
4.24 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยน หลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท.....	51
4.25 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับ ทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท.....	52
5.1 แสดงระยะเวลาคืนทุน ประเภทสำนักงาน.....	54
5.2 แสดงระยะเวลาคืนทุน ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง.....	55
5.3 แสดงระยะเวลาคืนทุน ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) .....	56



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงลักษณะและ โครงสร้างของหลอดฟลูออเรสเซนต์.....	12
2.2 ชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ.....	11
2.3 พื้นที่หน้าตัดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12, T8 และ T5.....	13
2.4 โคมไฟฟ้าที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และ TLD.....	14
2.5 เปรียบเทียบรูปการจัดวางโคมหลอด T5 และ โคมหลอด TLD ในพื้นที่สำนักงาน.....	15
2.6 ลักษณะและทิศทางการกระจายแสงของ โคมฟลูออเรสเซนต์ชนิด TLD และ T5 .....	15
2.7 ลักษณะการกระจายแสงของโคม 2X28 วัตต์.....	16
2.8 บัลลาสต์แม่เหล็กไฟฟ้า.....	17
2.9 การต่อวงจรของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....	18
2.10 ขั้วต่อหลอดไฟชนิด T5.....	20
2.11 รูปวงจรไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์.....	22
2.12 ภายในสตาร์ทเตอร์คือหลอดก๊าซ.....	22
2.13 การต่อสายสตาร์ทเตอร์เข้ากับบัลลาสต์ .....	23
3.1 อาการส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลสินแพทย์การ .....	26
3.2 ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารส่งเสริมสุขภาพ.....	26

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาการลงทุนในการนำเอาหลอดประหยัดพลังงานชนิด T5 ทดแทนหลอดชนิด T8 : กรณีศึกษา อาคารส่งเสริมสุขภาพ
ชื่อผู้เขียน	ชิตชัย ชูเชิด
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภรัชชัย วรรณัน
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร
ปีการศึกษา	2555

### บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ต้นทุนโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กรณีศึกษา อาคารส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลสินแพทย์ จะพิจารณาทางเลือก 2 ทางเลือก ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 โดยการเปรียบเทียบตามลักษณะการใช้งานแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ประเภทสำนักงาน ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) พื้นที่ส่วนกลาง และประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) โดยวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ระยะเวลาการใช้งาน 20,000 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์พบว่า ทางเลือกกรณีที่ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดเดิม T8 มีค่าใช้จ่ายทางการเงินสูงกว่า T5 อีกทั้งค่าใช้จ่ายทางการเงินกรณีเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานเป็นหลอดแบบ T5 ยังแสดงผลที่ดีทั้ง 3 ประเภทการใช้งานดังนี้ คือ ประเภทสำนักงานมีผลต่างพลังงานไฟฟ้า กรณีมีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T5 กับทางเลือกไม่เปลี่ยนหลอดคงใช้หลอด T8 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงทันทีปีละ 115,412.38 บาท มีค่าใช้จ่ายเปลี่ยนชุดหลอดเท่ากับ 40,719.00 บาท ผลตอบแทนจากส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ 14,661.80 บาท ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.77 ปี ประเภทผู้ป่วยใน พื้นที่ส่วนกลาง มีผลต่างพลังงานคิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ 2,497,854.48 บาท มีค่าใช้จ่ายเปลี่ยนชุดหลอดเท่ากับ 851,775.00 บาท ผลตอบแทนจากส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ 239,200.56 บาท ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 3.56 ปี และประเภทผู้ป่วยนอก มีผลต่างพลังงานคิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ 589,758.48 บาท มีค่าใช้จ่ายเปลี่ยนชุดหลอดเท่ากับ 162,322.00 บาท ผลตอบแทนจากส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ 59,802.31 บาท ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.71 ปี

Thematic Paper Title	Feasibility Study of Investment in the T5 Energy Saving Light instead of the T8 Fluorescent Tube Case Study : The Auxiliary Health Building, Synphaet General Hospital
Author	Chidchai Chuchird
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Suparatchai Vorarat, Ph. D.
Department	Building Technology Management
Academic Year	2012

### ABSTRACT

The purpose of this research is for analyzing the electrical supplied cost between the T5 energy saving light and T8 fluorescent lamp of the Auxiliary Health Building, Synphaet General Hospital. The consideration of this study is divided into two alternatives, which either replaces by using the T5 compact bulb or remains the T8 fluorescent tube by comparing with three categories of electrical usage; office supply, inpatient department (IPD) at the central area and outpatient department (OPD) based on the 20,000 hours of the electrical supplied time.

The analysis briefly shows higher cost of expense of using the T8 fluorescent light than the replacement of T5; besides, the financial reviews of three categories show the decreased numbers as following. For the office supply, the different cost of voltage value per annum decreases at 115,412.38 baht, the changing cost is at 40,719.00 baht, the return of the decreased voltage benefit is at 14,661.80 baht, and the payback period (PBP) is at 2.77 years. Secondly, in case of the inpatient department at the central area demonstrates the different cost of voltage value per annum decreases at 2,497,854.48 baht, the changing cost is at 851,775.00 baht, the return of the decreased voltage benefit is at 239,200.56 baht, and the payback period is at 3.56 years. For the outpatient department category presents the different cost of voltage value per annum decreases at 589,758.48 baht, the changing cost is at 162,322.00 baht, the return of the decreased voltage benefit is at 59,802.31 baht, and the payback period is at 2.71 years lastly.

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาของปัญหา

จากอดีตถึงปัจจุบันประเทศไทยมีการเปลี่ยนโครงสร้างการใช้พลังงานที่สำคัญหลายครั้ง เช่นเปลี่ยนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นหลักกว่าร้อยละ 80 ของพลังงานรวมมาเป็นการใช้ก๊าซธรรมชาติทั้งในภาคการผลิตกระแสไฟฟ้า และภาคอุตสาหกรรม หลังจากที่ประเทศไทยขุดพบแหล่งก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทยในปี 2524 จนถึงขณะนี้มีการใช้ก๊าซธรรมชาติกว่าร้อยละ 40 ของพลังงานรวม โดยภาคการผลิตกระแสไฟฟ้ามีการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงถึงร้อยละ 70 ซึ่งการเปลี่ยนโครงสร้างพลังงานดังกล่าวทำให้ประเทศสามารถลดการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศได้มาก และมีต้นทุนด้านพลังงานที่ถูกลง เป็นผลดีต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจในตลาดโลกและใช้เชื้อเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จนถึงวิกฤตน้ำมันแพงล่าสุด ก็ได้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน โดยเฉพาะในภาคขนส่งที่รัฐบาลสนับสนุนให้ผู้ประกอบการขนส่งรถโดยสารรับจ้างและประชาชนทั่วไปหันมาติดตั้งเครื่องยนต์ที่สามารถใช้ก๊าซ NGV (ก๊าซธรรมชาติสำหรับรถยนต์) เพื่อบรรเทาภาระราคาน้ำมันแพง รวมทั้งส่งเสริมให้มีการผลิตและและการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพทั้งเอทานอลและไบโอดีเซลที่ผลิตได้เองในประเทศ เพื่อลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศจากการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง สร้างรายได้ให้เกษตรกรและช่วยบรรเทาปัญหาหมอกควันทางอากาศ ลดภาวะโลกร้อน ซึ่งถือว่าประเทศไทยมีความก้าวหน้าเป็นผู้นำในการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพของประเทศไทยในแถบเอเชีย โดยมีการผลิตและการนำเอทานอลมาผสมกับน้ำมันเบนซินเป็นพลังงานทดแทนหลายประเภท ทั้งน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 แก๊สโซฮอล์ 95 E20 และ E85 ส่วนไบโอดีเซลก็ได้มีการกำหนดให้คุณภาพน้ำมันดีเซลทั่วไปต้องมีส่วนผสมของไบโอดีเซลร้อยละ 2 และมีน้ำมันดีเซล บี 5 ซึ่งมีส่วนผสมของไบโอดีเซลร้อยละ 5 เป็นทางเลือกของผู้ใช้น้ำมันจนถึงปี 2552 มีการใช้ก๊าซ NGV เอทานอล และไบโอดีเซลประมาณร้อยละ 10 ของการใช้น้ำมันเบนซินและดีเซล

ตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551-2565) ของกระทรวงพลังงานที่กำหนดเป้าหมายเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนให้เป็นร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานทั้งประเทศ และแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า (Power Development Plan: PDP) ที่ประเทศไทยจะมี

จากข้อมูลสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ณ วันที่ 30 กันยายน 2554 มีกำลังการผลิตติดตั้งทั้งสิ้น 31,447 เมกกะวัตต์ เป็นการผลิตติดตั้งของ กฟผ. 14,998 เมกกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 48 รับซื้อจาก IPP จำนวน 12,082 เมกกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 7 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่เท่ากับการนำเข้าจาก สปป.ลาว และแลกเปลี่ยนกับมาเลเซียจำนวน 2,185 เมกกะวัตต์ โดยที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Gross Peak Generation) ของปีเกิดขึ้นเมื่อวันอังคารที่ 24 พฤษภาคม 2554 เวลา 14.00 น. อยู่ที่ระดับ 24,518 เมกกะวัตต์ โดยต่ำกว่า Peak ของปี 2553 ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อวันจันทร์ที่ 10 พฤษภาคม 2554 เวลา 14.00 น. ที่ระดับ 24,630 เมกกะวัตต์ อยู่ที่ 112 เมกกะวัตต์หรือคิดเป็นลดลงร้อยละ 0.5

จากสถานการณ์ด้านพลังงานในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคตที่ส่งผลกระทบต่อทุกภาคส่วน ต้องหันมาให้ความสำคัญในเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ประเทศไทยมีการประกาศใช้พระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี 2535 เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2535 มีผลบังคับใช้กฎหมายตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน 2535 โดยมีเจตนารมณ์ที่จะส่งเสริมให้เกิดวินัยในการใช้พลังงานและอนุรักษ์พลังงาน ให้เกิดมีการลงทุนทั้งในอาคารและโรงงาน โดยใช้มาตรการบังคับควบคุมไปกับการจูงใจ

อาคารประเภทโรงพยาบาลเป็นอาคารที่ให้บริการทางการแพทย์ ทำการตรวจวินิจฉัย และรักษาโรคแก่ผู้ที่เข้ามาใช้บริการ มีการใช้พลังงานในระดับที่สูง อีกทั้งยังมีแนวโน้มการขยายตัวของความต้องการการใช้พลังงานที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากที่มีสภาพเป็นอาคารขนาดใหญ่และมีการเปิดให้บริการ 24 ชั่วโมง ทำให้อาคารโรงพยาบาลมีศักยภาพที่จะช่วยลดการใช้พลังงานตามโครงการต่างๆ มากมาย เช่น โครงการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ โครงการปรับปรุงหม้อไอน้ำ โครงการปรับปรุงประสิทธิภาพมอเตอร์ โครงการปรับปรุงหลอดไฟฟ้าแสงสว่าง ประสิทธิภาพสูง ฯลฯ

## 1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการลดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในการนำเอาหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 มาทดแทนหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ภายในอาคารส่งเสริมสุขภาพ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการลงทุน 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8

### 1.2.3 เพื่อศึกษาความเหมาะสมของการลงทุนโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน

#### 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. การศึกษานี้เป็นการศึกษาการลงทุนในการนำเอาหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 มาทดแทนหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ภายในอาคารส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลสินแพทย์ เท่านั้น
2. ทำการศึกษาเปรียบเทียบการลงทุน 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 เท่านั้น
3. พิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะต้นทุนส่วนที่เพิ่มขึ้น ระหว่างทางเลือก 2 ทางเลือก ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 เท่านั้น
4. พิจารณาระยะเวลาการใช้งานที่ 8 ปีเท่านั้น

#### 1.4 วิธีการศึกษา

การวิเคราะห์โครงการลงทุนในการนำเอาหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 มาทดแทนหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ภายในอาคารส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลสินแพทย์ ใช้วิธีการดังนี้

1. ทำการศึกษาและรวบรวมเอกสาร หนังสือ ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้ข้อมูลจากจำนวนหลอดไฟฟ้าเดิม T8 ที่ติดตั้งอยู่จริงภายในอาคารส่งเสริมสุขภาพ และรายงานการใช้ไฟฟ้าของอาคารเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผล
3. การวิเคราะห์ข้อมูล จะใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด (Least Cost Analysis)
4. สรุปผล และข้อเสนอแนะ
5. จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบถึงความเหมาะสมของการลงทุนในโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน อาคารส่งเสริมสุขภาพ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยเฉพาะการเปรียบเทียบด้านต้นทุนระหว่างกรณีมีและไม่มีโครงการปรับปรุง ซึ่งผลที่ได้จะนำมาพิจารณาถึงความเหมาะสมการนำเอาหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 มาทดแทนชนิด T8 และยังเป็นการสนับสนุนการปฏิบัติตาม พรบ.ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี 2535 ด้วย

## บทที่ 2

### ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การวิเคราะห์โครงการทางด้านเศรษฐกิจและการเงิน (Economic and Financial Analysis) (สุวรรณ รุ่งเรืองนานา, 2541)

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจและการเงิน จะช่วยให้กรอบของงานที่ขอเสนอโครงการทุกด้าน ได้รับการประเมินแบบประสานกันอย่างเป็นระบบ ผลการวิเคราะห์มีความสำคัญต่อผู้กำหนดนโยบายและหน่วยงานที่สนับสนุนทางการเงิน เพราะเป็นการบ่งชี้ถึงความสมเหตุสมผลสำหรับการตัดสินใจ ที่จะรับหรือปฏิเสธโครงการเพื่อการลงทุน

ในการวิเคราะห์โครงการมีข้อแตกต่างสำคัญที่ควรคำนึงถึงระหว่างสองทฤษฎีร่วมกันของการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจและการเงิน กล่าวคือ การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจเป็นวิธีการกำหนดผลตอบแทนรวมหรือผลิตภาพ หรือความสามารถในการทำกำไรกับสังคมโดยส่วนรวม หรือระบบเศรษฐกิจที่ทรัพยากรทั้งหมดได้ทุ่มเทไปให้กับโครงการ วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เป็นไปเพื่อที่จะกำหนดความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการมากกว่าที่จะประมาณผลตอบแทนต่อเงินทุน

นอกจากนี้การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจยังให้ความสนใจกับผลทางอ้อม (Indirect Effect) ซึ่งจะไม่สอดคล้องสัมพันธ์กับการวิเคราะห์ทางการเงิน ผลทางอ้อมนี้ คือ ต้นทุน และผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นเพราะโครงการ แต่มิได้เพิ่มพูนให้กับโครงการ แต่ให้กับสาขาเศรษฐกิจหรือส่วนวิสาหกิจอื่นในระบบเศรษฐกิจ ต้นทุนทางอ้อม (Indirect Cost) เช่น ผลของมลพิษทางน้ำและ/หรือที่ดินที่มีต่อการประมง ส่วนผลประโยชน์ทางอ้อม (Indirect Benefits) เช่น การสร้างเขื่อนมุ่งที่จะปรับปรุงน้ำและการผลิตไฟฟ้า แต่อาจกลับกลายเป็นว่ามีประโยชน์ต่อการท่องเที่ยว

เงินเฟ้อ (Inflation) ก็เช่นเดียวกันจะมีผลต่อการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจและการเงินที่แตกต่างกัน เนื่องจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจะไม่คำนึงถึงเงินเฟ้อ โดยสมมุติว่าราคาสัมพัทธ์ (Relative Prices) ไม่เปลี่ยนแปลงหรืออีกนัยหนึ่ง ราคาทุกอย่างจะเพิ่มขึ้นโดยประมาณในร้อยละที่เท่ากัน จึงทำให้เงินเฟ้อไม่มีผลต่อโครงการ ส่วนการวิเคราะห์ทางการเงินจะต้องนำผลของเงินเฟ้อเข้ามาพิจารณาด้วย เพื่อให้การพยากรณ์ความต้องการเงินสดมีความถูกต้องเป็นจริงมากที่สุด

อัตราคิดลด (Discount Rate) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจและการเงินก็มีความแตกต่างกันด้วยในทางการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจ ต้นทุนของเงินลงทุนในโครงการใหม่ก็คือ อัตราผลตอบแทนที่ควรจะได้รับ ถ้าหากใช้เงินทุน (ทรัพยากร) ในการลงทุนอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งให้ผลตอบแทนสูงที่สุด (Maximum Alternative Benefit Foregone) หรือค่าเสียโอกาสของทุน (Opportunity Cost of Capital) นั่นเอง ส่วนอัตราคิดลดที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางการเงินเป็นอัตราดอกเบี้ยเงินกู้หรืออัตราที่ผู้สนับสนุนทางการเงินคาดว่าจะได้รับจากโครงการลงทุน

## 2.2 การวิเคราะห์ต้นทุนสัมฤทธิ์ภาพ (Cost Effectiveness Analysis)

โครงการหนึ่งๆ สามารถที่จะดำเนินการได้หลายทางเลือก (Alternative) ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน โดยแต่ละทางเลือกมีขีดความสามารถในการทำงานได้เท่าเทียมกัน แต่ค่าใช้จ่ายของแต่ละทางเลือกจะมีความแตกต่างกันออกไป ถ้าหากว่าทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งมีค่าใช้จ่ายต่ำสุดได้รับการคัดเลือกแล้วทางเลือกอื่นๆ ก็ไม่จำเป็นอีกต่อไป ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของโครงการประเภท Mutually Exclusive Project ผลประโยชน์ของแต่ละทางเลือกไม่สามารถไม่สามารถวัดหรือตีค่าเป็นตัวเลขเชิงปริมาณได้ จึงต้องกำหนดให้ประโยชน์โครงการมีค่าคงที่สำหรับทุกทางเลือก ดังนั้นการวิเคราะห์โครงการจะต้องดำเนินการตามวิธีของต้นทุนสัมฤทธิ์ผล (Cost Effectiveness)

ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นส่วนที่เพิ่มพูนขึ้นต่อแต่ละทางเลือกโครงการ และต้นทุนส่วนเพิ่มพูนนี้ควรรวมเฉพาะรายการทางด้านเศรษฐกิจเท่านั้น นั่นคือค่าใช้จ่ายที่สามารถวัดได้และตีค่าได้อย่างถูกต้อง หรือก็ใช้มูลค่าทางเศรษฐกิจแทนที่จะเป็นราคาทางการเงิน

ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต่ำสุด หลักเกณฑ์สำหรับการเปรียบเทียบในระหว่างทางเลือกในโครงการคือ มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (Present Value of Costs : PVC) ตามที่ได้กล่าวมาแล้วใน Mutually Exclusive Project จะสมมุติให้ผลประโยชน์สำหรับทุกทางเลือกโครงการมีค่าคงที่และเท่ากันทั้งหมด เมื่อเป็นเช่นนี้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการจะมีค่าสูงสุดก็ต่อเมื่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (PVC) มีค่าต่ำสุด ดังนั้นจึงสามารถที่จะพิจารณาอย่างง่ายๆ ได้จากด้านต้นทุน แต่เพียงอย่างเดียว สมการที่แสดงการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันของต้นทุน ได้แก่

$$PVC = C / (1+r) \quad (1)$$

$$\text{หรือ} \quad PVC = PVIF \times C \quad (2)$$

โดยที่  $C$  = ขนาดของต้นทุนในปีที่  $t$

$t$  = ช่วงเวลาของต้นทุน



$r =$  อัตราคิดลด

$$PVIF = 1 / (1+r) \quad (3)$$

ในสมการของ PVC มีตัวแปร 3 ตัวที่เกี่ยวข้องและมีอิทธิพลต่อการคำนวณ

1) อัตราคิดลด (Discount Rate,  $r$ ) กำหนดตัวประกอบคิดลด (Discounting Factor) จะทำหน้าที่ปรับลดมูลค่าต้นทุนในอนาคตที่เกิดขึ้นในปีต่างๆ ให้มาเป็นมูลค่าปัจจุบัน อัตราคิดลดนี้ควรจะมีค่าเท่ากับค่าเสียโอกาสของต้นทุนต่อสังคม ซึ่งโดยปกติวัดออกมาในรูปของผลตอบแทนที่ควรจะได้จากการใช้ทรัพยากรไปในทางเลือกโครงการที่ดีที่สุด ค่าเสียโอกาสของทุนหรืออัตราคิดลดจะมีค่าแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ โดยค่าเสียโอกาสของทุนในประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่อยู่ระหว่างร้อยละ 8-15 ณ ราคาคงที่

2) ช่วงเวลาของต้นทุน (Timing of Cost,  $t=0, \dots, n$ ) หรือค่าใช้จ่ายจะเกิดขึ้นเมื่อไหร่ นั้นกล่าวได้คือ ระยะเวลาที่เหมาะสมของต้นทุนที่ยาวนานที่สุดทราบเท่าที่จะเป็นไปได้ที่โครงการยังคงตอบสนองต่ออุปสงค์ได้ โดยปราศจากการปันส่วน การกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมของต้นทุนจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลัก 2 ประการด้วยกันคือ

2.1) ส่วนประกอบส่วนไหนของระบบที่มีอยู่ควรที่จะได้รับการขยาย

2.2) การขยายจะต้องกระทำเมื่อใด ทั้งนี้จะเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบของระบบที่มีอยู่พร้อมกับเปรียบเทียบความสามารถของแต่ละองค์ประกอบกับอุปสงค์ประมาณการเพื่อพิจารณาว่าจะขยายส่วนประกอบไหน และจะขยายเมื่อใดแต่ยังคงไม่สามารถบอกได้ว่าจะขยายมากน้อยเท่าใด

3) ขนาดของต้นทุนที่เกิดขึ้นในปีต่างๆ ของโครงการ (Scale of Costs,  $C$ ) การตัดสินใจว่าควรขยายระบบปัจจุบันมากน้อยเท่าไร หรือจะสร้างเครื่องมืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกใหม่จำนวนเท่าใดเป็นเรื่องสำคัญเพราะการตัดสินใจส่วนนี้จะส่งผลกระทบต่อต้นทุน

## 2.3 หลักเกณฑ์การประเมินโครงการ

หลักเกณฑ์ที่สามารถนำมาใช้เพื่อช่วยตัดสินใจความคุ้มค่าของโครงการคือ หลักเกณฑ์การประเมิน (Appraisal criteria) จะมี 2 ประเภทได้แก่ หลักเกณฑ์การประเมินแบบไม่ปรับค่าของเวลา (non-discounting criteria) และแบบปรับค่าของเวลา (discounting criteria)

### 2.3.1 หลักเกณฑ์การประเมินโครงการแบบไม่ปรับค่าของเวลา

หลักเกณฑ์การประเมินโครงการแบบไม่ปรับค่าของเวลาจะมีอยู่ 5 หลักเกณฑ์ดังนี้

1) ความจำเป็นแบบเร่งด่วน (Urgency)

ตามหลักเกณฑ์นี้ โครงการใดมีความจำเป็นเร่งด่วนมาก ก็จะมีลำดับความสำคัญสูงกว่า โครงการที่มีความจำเป็นเร่งด่วนน้อยกว่า ความจำเป็นเร่งด่วนดังกล่าวเป็นความจำเป็นเร่งด่วนที่ถ้าไม่รีบดำเนินการแล้ว อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อกิจการได้ หรือเป็นความจำเป็นเร่งด่วนเพื่อความอยู่รอดของหน่วยงาน ถ้าไม่รีบดำเนินการอาจมีผลทำให้ไม่สามารถแข่งขันกับหน่วยงานอื่นได้ ปัญหาของหลักเกณฑ์นี้ก็คือ จะกำหนดขนาด (Degree) ของความจำเป็นเร่งด่วนได้อย่างไร ด้วยข้อจำกัดดังกล่าว จึงไม่ควรใช้หลักเกณฑ์นี้ในการตัดสินใจเรื่องการลงทุน ยกเว้นมีความจำเป็นเร่งด่วนจริงๆ เกิดขึ้น และมีค่าลงทุนไม่มากนัก

## 2) การตรวจสอบอย่างง่าย ๆ (Ranking by Inspection)

หลักเกณฑ์การประเมินชนิดนี้เป็นชนิดที่ง่ายและช่วยการตัดสินใจได้ในบางกรณี ผู้วิเคราะห์โครงการเพียงแต่ทราบปริมาณการลงทุนและผลตอบแทนก็สามารถตอบได้ทันทีว่าโครงการใดจะดีกว่ากัน อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าหลักเกณฑ์นี้จะสามารถตรวจสอบและคัดเลือกโครงการได้ในบางกรณีก็ตาม แต่โดยทั่วไปแล้วหลักเกณฑ์นี้ไม่สามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกโครงการ โดยเฉพาะเมื่อโครงการต่างๆ มีระดับต้นทุนและผลตอบแทนแตกต่างกัน อาจเกิดข้อโต้แย้งและไม่สามารถเลือกโครงการได้เพราะมูลค่าของเงินในปัจจุบันและในอนาคตไม่เท่ากัน

## 3) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ระยะคืนทุนได้แก่ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าลงทุนของโครงการ หลักเกณฑ์นี้พิจารณาจำนวนปีที่จะได้รับผลตอบแทนคุ้มกับเงินลงทุนและใช้กันมากในวงธุรกิจ โดยเฉพาะในกรณีที่ลงทุนมีความเสี่ยงสูง ฉะนั้นเพื่อความไม่ประมาทนักลงทุนจึงต้องพิจารณาเลือกโครงการที่ให้ผลตอบแทนคืนเร็วในระยะสั้นๆ เช่น ระหว่าง 3-5 ปี

## 4) อัตราผลตอบแทนทางบัญชี (Accounting Rate of Return)

อัตราผลตอบแทนทางบัญชี (ARR) อาจเรียกโดยทั่วไปว่าอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (return on investment) หรือ อัตราผลตอบแทนจากทุนที่ลงไป (return on capital employed) อัตรานี้สามารถคำนวณได้หลายทาง ทั้งนี้เพราะกำไรและทุนในทางบัญชีหลายตัวเช่น กำไรก่อนหักภาษี กำไรหลังหักภาษี เป็นต้น ส่วนทุนที่ใช้ก็มีทั้งจากส่วนของผู้ประกอบการและจากทุนทั้งหมด ซึ่งอาจอยู่ในรูปของเงินทุนทั้งหมดหรือเงินทุนเฉลี่ย เป็นต้น

## 5) การให้คะแนน (Scoring)

ตามหลักเกณฑ์นี้จะมีการกำหนดเงื่อนไขหรือปัจจัยขึ้นมาจำนวนหนึ่ง เพื่อใช้ในการพิจารณาว่าจะนับหรือปฏิเสธโครงการจากนั้นก็พิจารณาให้คะแนนแต่ละเงื่อนไขหรือปัจจัย ในการให้คะแนนก็อาจให้คะแนนแบบไม่ถ่วงน้ำหนักหรือถ่วงน้ำหนักตามความสำคัญ โดยเปรียบเทียบแต่ละเงื่อนไขหรือปัจจัย ผลรวมของคะแนนที่ได้ก็นำมาใช้ในการพิจารณา และถ้ามีหลายโครงการ

### 2.3.2 หลักเกณฑ์การประเมินโครงการแบบปรับค่าล่วงเวลา

มูลค่าของเงินตามเวลา

หลักเกณฑ์การประเมินโครงการแบบไม่ปรับค่าของเวลาส่วนใหญ่มีจุดอ่อน คือ ไม่คำนึงถึงค่าของเงินตามเวลา (Time value of money) เพราะต่างให้ความสำคัญกับเงินในอนาคตเท่ากับเงินจำนวนเดียวกันในปัจจุบัน

## 2.4 การคำนวณผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์

การลงทุนในโครงการส่วนมาก จะมีการลงทุนจำนวนมากในช่วงเริ่มต้นโครงการและมีการลงทุนเพิ่มเติมเป็นระยะรายปี โดยมีผลตอบแทนเป็นกระแสเงินสดจากการลงทุนเป็นระยะเวลาหนึ่งในอนาคต อายุโครงการส่วนใหญ่มีมากกว่า 1 ปี และอาจถึง 30 ปีในโครงการใหญ่ๆ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินโครงการจึงต้องคำนึงถึง มูลค่าการเงินตามระยะเวลาได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายในหรืออัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Internal Rate of Return: IRR) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (Benefit-Cost Ratio: B/C Ratio) และระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period: PBP) จึงสามารถประเมินได้ว่าโครงการนั้นจะให้ผลประโยชน์คุ้มค่าหรือไม่

2.4.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือผลรวมของผลตอบแทน สุทธิที่ได้ปรับค่าของเวลาแล้ว ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) = ผลรวมของผลตอบแทนสุทธิที่ได้ปรับค่าของเวลาแล้ว

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (4)$$

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) = มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน - มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย

หรือ

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (5)$$

เมื่อ

B = ผลตอบแทนในปีที่ t

C<sub>t</sub> = ต้นทุนในปีที่ t

R	= อัตราคิดลด
T	= ปีของโครงการซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1, 2, 3,.....n
n	= จำนวนปีทั้งสิ้นของโครงการหรืออายุโครงการนั่นเอง

เกณฑ์ในการตัดสินใจ

NPV > 0 หรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าการลงทุนของโครงการให้ผลที่คุ้มค่า  
 NPV = 0 แสดงว่าการลงทุนของโครงการพอมีความเป็นไปได้  
 NPV < 0 หรือมีค่าเป็นลบ แสดงว่าการลงทุนของโครงการให้ผลที่ไม่คุ้มค่า

ข้อดี

- เป็นการคำนึงถึงมูลค่าของเงินตามเวลาและบอกถึงความเสี่ยง
- ชี้ให้เห็นถึงมูลค่าของกิจการที่เพิ่มขึ้น และกระแสเงินในอนาคต
- ได้พิจารณาถึงต้นทุนของทุนด้วย เพราะอัตราส่วนลดของการคำนวณ NPV จะ

เท่ากับทุน

ข้อจำกัด

ต้นทุนคงที่

- สมมติว่าอัตราส่วนลดเท่ากันตลอดอายุโครงการ ซึ่งเท่ากับสมมติว่าโครงการมี
- ไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบกับโครงการที่มีเงินลงทุนต่างกัน

#### 2.4.2 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit – Cost Ratio: B/C Ratio)

คือผลรวมของมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนตลอดอายุโครงการต่อผลรวมของมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม

$$\begin{aligned}
 B/C &= \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน (PVB)}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย (PVC)}} \\
 &= \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (6)
 \end{aligned}$$

B/C > 1            สมควรลงทุน

#### 2.4.3 อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนของโครงการคืออัตราคิดลด (r) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (7)$$

IRR ก็คือค่า  $r$  นั่นเอง หากอัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้สำหรับเงินทุนที่ใช้ในโครงการแสดงว่าโครงการนี้มีกำไรจึงเหมาะสมที่จะลงทุน

การคำนวณหาอัตราคิดลด ( $r$ ) ที่ทำให้โครงการคุ้มทุนพอดี นั่นคือ NPV มีค่าเป็นศูนย์ ต้องใช้การทดลองหาค่าหลายๆ ครั้ง แล้วใช้วิธี Interpolation ในการหา IRR อัตราคิดลดที่สูงเกินไป จะให้ NPV เป็นลบและอัตราคิดลดที่ต่ำเกินไปจะให้ NPV เป็นบวก

#### ข้อสังเกต

1. ไม่ควรเทียบหาอัตราคิดลดระหว่าง 2 ค่า ที่ห่างกันเกินกว่า 5% เพราะถ้าห่างกันเกินไปแล้ว อาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย เนื่องจากเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราคิดลด กับ NPV ไม่จำเป็นต้องเป็นเส้นตรงเสมอไป

2. จะคำนวณหาค่า IRR ได้กระแสผลตอบแทนสุทธิในปีแรกๆ จะต้องคิดลบ และปีหลังๆ เป็นบวกแต่จะหาค่า IRR ไม่ได้เลย ถ้ากระแสผลตอบแทนสุทธิของโครงการทุกปีเป็นบวกทั้งหมดหรือเป็นลบทั้งหมด

3. IRR อาจมีหลายค่าได้ ถ้าในช่วงอายุโครงการมีการลงทุนเพิ่มเติม จนทำให้ผลตอบแทนสุทธิของโครงการเปลี่ยนจากบวกเป็นลบ แล้วหลังจากนั้นก็กลับมาเป็นบวกอีก ทำให้เกิดปัญหาว่า IRR ค่าไหนเป็นค่าที่แท้จริงของโครงการ

## 2.5 ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้า

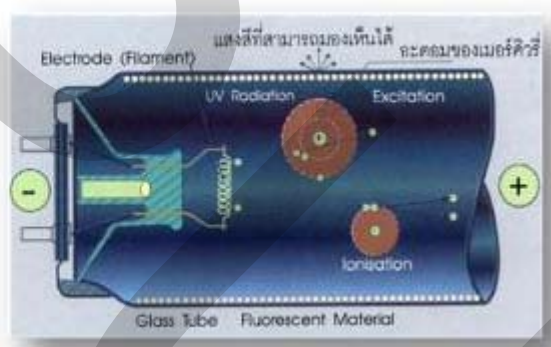
หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) ทำด้วยหลอดแก้วที่สูบลอยอากาศออกจนหมดแล้วบรรจุไอปรอทไว้เล็กน้อย มีไส้ที่ปลายหลอดทั้งสองข้าง หลอดเรืองแสงอาจทำเป็นหลอดตรงหรือครึ่งวงกลมก็ได้ ส่วนประกอบและการทำงานของหลอดมีดังนี้

1) ตัวหลอด ภายในสูบลอยอากาศออกจนหมดแล้วบรรจุไอปรอทและก๊าซอาร์กอนเล็กน้อย ผิวด้านในของหลอดเรืองแสงฉาบด้วยสารเรืองแสงชนิดต่างๆ แล้วแต่ความต้องการให้เรืองแสงเป็นสีใดเช่น ถ้าต้องการให้เรืองแสงสีเขียวต้องฉาบด้วยสารซิงค์ซิลิเกต แสงสีขาวแถมฟ้าฉาบด้วยแมกนีเซียม ทั้งสแตน แสงสีชมพูฉาบด้วยแคดเมียมบอเรต เป็นต้น

2) ไส้หลอด ทำด้วยทั้งสแตนหรือวูลแฟรมอยู่ที่ปลายทั้งสองข้าง เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดจะทำให้หลอดร้อนขึ้น ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้ไอปรอทที่บรรจุไว้ในหลอดกลายเป็นไอมากขึ้น แต่ขณะนั้นกระแสไฟฟ้ายังไม่ไหลผ่านไอปรอทไม่สะดวกเพราะปรอทยังเป็นไอน้อยทำให้ความต้านทานของหลอดสูง

3) สตาร์ทเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ไฟฟ้าอัตโนมัติของวงจร โดยต่อขนานกับหลอด ทำด้วยหลอดแก้วภายในบรรจุก๊าซนีออนและแผ่นโลหะคู่ที่งอตัวได้เมื่อได้รับความร้อน เมื่อ

4) บัลลาสต์ เป็นขดลวดที่พันอยู่บนแกนเหล็ก ขณะกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะเกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น เมื่อแผ่นโลหะคู่ในสตาร์ทเตอร์แยกตัวออกจากกันจะเกิดวงจรเปิดชั่วขณะ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในบัลลาสต์จึงทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างไส้หลอดทั้งสองข้างสูงขึ้นเพียงพอที่จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไอปรอทจากไส้หลอดข้างหนึ่งไปยังไส้หลอดอีกข้างหนึ่งได้ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากบัลลาสต์ จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำไหลสวนทางกับกระแสไฟฟ้า จากวงจรไฟฟ้าในบ้านทำให้กระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่วงจรของหลอดเรืองแสงลดลง



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะและ โครงสร้างของหลอดฟลูออเรสเซนต์

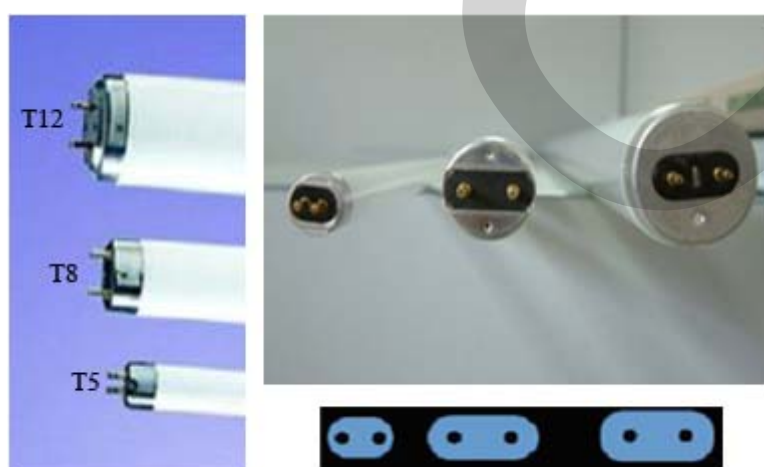
### 2.5.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

มาตรการในการลดการใช้พลังงานในที่ทำงานหรือที่พักอาศัยที่ง่ายต่อการปฏิบัติและให้ผลตอบแทนการลงทุนที่สูงที่สุดมาตรการหนึ่ง คือการเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดไฟเป็นหลอดตะเกียบ (Compact Fluorescent: CFL) และเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เรียกว่า หลอดผอม หรือ T8 มาเป็นหลอดชนิดผอมมาก หรือที่เรียกว่า T5 สาเหตุที่เรียกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ T นั้น เพราะว่าลักษณะของหลอดที่เป็นทรงคล้ายท่อ (Tubular) ส่วนตัวเลขข้างหลังนั้นจะหมายถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเป็นหุน ดังนั้นหลอด T5 ก็จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 หุน (5/8 นิ้ว) ส่วนหลอด T8 และ T12 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 หุน (8/8 นิ้ว)

ปัจจุบันผู้ผลิตหลอดไฟฟ้าสามารถผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดประสิทธิภาพสูง เรียกว่า “หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5” มีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 28 วัตต์ต่อหลอด ซึ่งประหยัด ไฟฟ้ามากขึ้น และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงเหลือเพียง 16 มิลลิเมตร โดยต้องใช้งานร่วมกับ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น และหลอดมีขนาดเล็กกว่าหลอด T8 ดังนั้นการที่จะทำการติดตั้ง หลอดเข้าแทนที่หลอดเดิมนั้นจะต้องใช้ Adapter G13-G5 เพื่อเพิ่มความยาวและปรับขนาดของ ขั้วหลอดให้เข้ากับโคมชุดเดิม



รูปที่ 2.2 ชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ



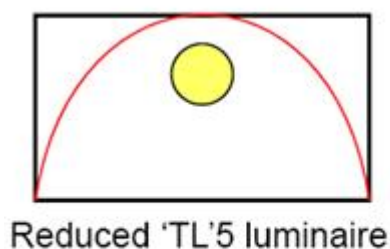
รูปที่ 2.3 พื้นที่หน้าตัดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12, T8 และ T5

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ

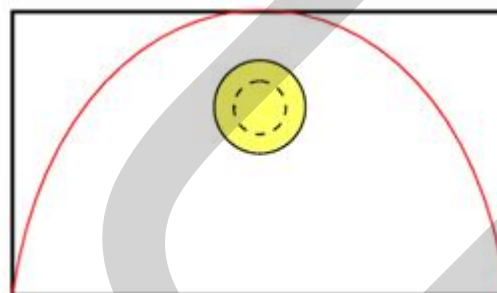
Fluorescence Lamp Type	Diameter (mm.)	Wattage (W)	Luminous Flux and Efficacy @ 100 burning hours	
			(lm)	(lm/w)
TL Standard	38	40	2850	72
TLD (T8)	26	36	2650	73.6
TL 5 HE (T5)	16	28	2900	104

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าหลอดไฟฟ้า T5 มีประสิทธิภาพการให้แสงสว่างต่อพลังงานที่ใช้สูงสุดที่ 104 ลูเมนต่อวัตต์ โดยสรุปหลอด T5 มีข้อแตกต่างจากหลอด TLD แบบเดิมดังนี้

- 1) ขนาดหลอดเล็กลง
- 2) หลอดสั้นลง
- 3) การกระจายแสงแม่นยำมากขึ้น
- 4) ขนาดของโคมไฟเล็กลง และสามารถเข้ากับฝ้าทุกแบบ



Reduced 'TL'5 luminaire



Original 'TL'D luminaire

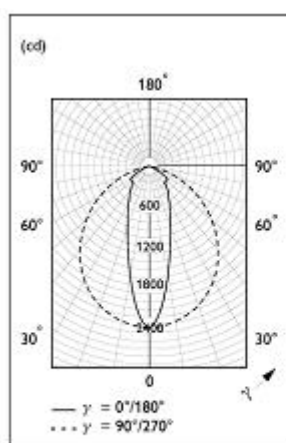
รูปที่ 2.4 โคมไฟที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และ TLD





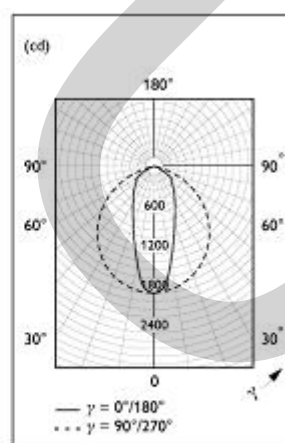
รูปที่ 2.5 เปรียบเทียบรูปการจจัดวางโคมหลอด T5 และ โคมหลอด TLD ในพื้นที่สำนักงาน

จากรูปที่ 2.4 และรูปที่ 2.5 แสดงลักษณะโคมไฟที่ใช้สำหรับหลอด T5 เปรียบเทียบกับโคมไฟสำหรับหลอด TLD ซึ่งโคมไฟสำหรับหลอด T5 จะมีขนาดเล็กลงเมื่อเทียบกับหลอด TLD ทำให้สามารถประหยัดวัสดุขุดในการผลิตโคมลงได้ นอกจากนี้เมื่อพิจารณา Polar Curve ของหลอด T5 เทียบกับหลอด TLD แบบเดิมพบว่าการกระจายแสงของหลอด T5 สามารถกระจายแสงได้ไกลกว่าหลอด TLD ถึงประมาณ 33% ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนโคมไฟหลอด TLD เดิม ที่มีขนาดหลอด 2X36 วัตต์ มาเป็นโคมไฟหลอด T5 ขนาดหลอด 2X28 วัตต์ แสงจากโคมหลอด T5 ที่ได้จะไปได้ไกลกว่าโคมหลอด TLD แบบเดิม ดังนั้นจึงสามารถลดจำนวนโคมไฟและหลอดไฟได้



'TL'5

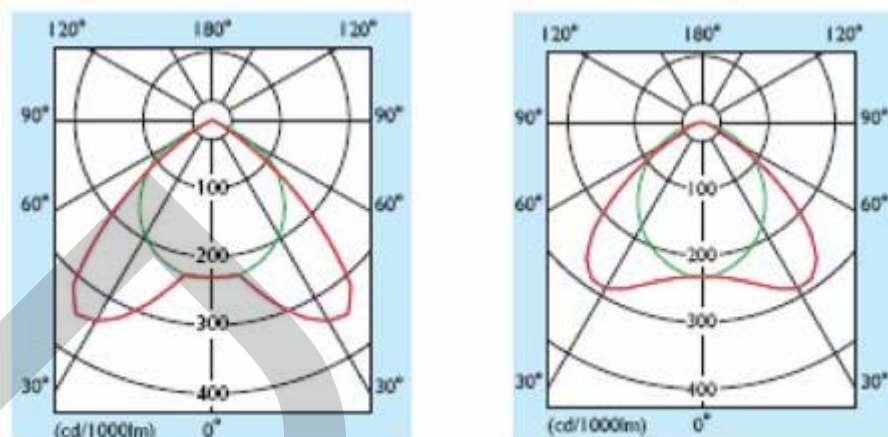
การกระจายแสงของโคม 2x 28 วัตต์



'TL'D

การกระจายแสงของโคม 2x 36 วัตต์

รูปที่ 2.6 ลักษณะและทิศทางการกระจายแสงของโคมฟลูออเรสเซนต์ชนิด TLD และ T5



รูปที่ 2.7 ลักษณะการกระจายแสงของโคม 2X28 วัตต์

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างหลอดไฟฟ้าชนิด T8 และชนิด T5

รายการเปรียบเทียบ	หลอดชนิด T8	หลอดชนิด T5
ความยาวหลอด มม.	1199 มม.	1149 มม.
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	26 มม. (8 หุน)	16 มม. (5 หุน)
ขั้วหลอด	G13	G5
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	36 วัตต์	28 วัตต์
ชนิดบัลลาสต์ที่ใช้	แกนเหล็ก, Low Lost, อิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น
อุณหภูมิใช้งานที่มีประสิทธิภาพ	25 องศาเซลเซียส	35 องศาเซลเซียส
ประสิทธิภาพแสง	75-89 ลูเมน/วัตต์	90-104 ลูเมน/วัตต์
อายุการใช้งาน	8000-20000 ชม.	15000-20000 ชม.
ปริมาณแสง	2600-3300 ลูเมน	2400-2900 ลูเมน
ค่าดำรงลูเมนที่ 2000 ชม.	88%	92%
ความถูกต้องของสี	70-80	82-85

### 2.5.2 บัลลาสต์แกนแม่เหล็ก

บัลลาสต์เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นและมีความสำคัญในวงจรแสงสว่าง เพราะนอกจากจะช่วยให้การทำงานของวงจรให้สมบูรณ์แล้ว ยังมีผลต่อปริมาณแสงสว่าง อายุการใช้งานและ

บัลลาสต์แกนแม่เหล็ก (Electromagnetic Ballast) เป็นบัลลาสต์ที่ใช้ขดลวดพันรอบแกนเหล็ก เพื่อทำงานเป็น Reactor ต่ออนุกรมกับหลอดมี 4 แบบ

- 1) บัลลาสต์ธรรมดา (Standard Electromagnetic Ballast) มีคุณสมบัติดังนี้
  - ค่า P.F. ต่ำ ขนาด 18 วัตต์ มีค่า 0.37 Lagging ขนาด 36 วัตต์ มีค่า 0.50 Lagging
  - กำลังสูญเสียค่อนข้างสูง
- 2) บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast) มีคุณสมบัติดังนี้
  - ค่า P.F. ต่ำ ขนาด 18 วัตต์ มีค่า 0.30 Lagging ขนาด 36 วัตต์ มีค่า 0.47 Lagging
  - กำลังสูญเสียจะน้อยกว่าแบบแรก คือ 5-6 วัตต์
- 3) บัลลาสต์ตัวประกอบกำลังสูง (High Power Factor Ballast) มีคุณสมบัติดังนี้
  - บัลลาสต์แบบนี้จะมีตัวเก็บประจุติดตั้งอยู่ภายใน
  - ค่า P.F. สูง 0.85-0.95 Lagging
- 4) บัลลาสต์แบบจุดติดเร็ว (Rapid Start Ballast) มีคุณสมบัติดังนี้
  - เป็นบัลลาสต์ที่ไม่ต้องใช้ร่วมกับสตาร์ทเตอร์จึงมีขดลวดเล็กๆ สำหรับจ่ายไฟให้ความร้อนกับขั้วอิเล็กโทรด
  - สามารถเปิดติดได้ทันทีไม่มีการกระพริบ
  - ค่า P.F. สูง 0.90-0.95 Lagging



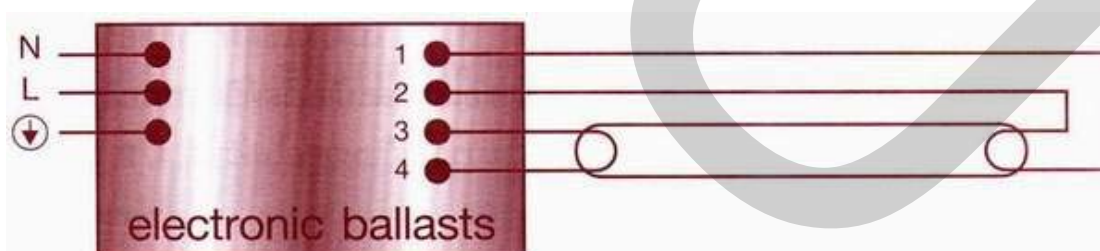
รูปที่ 2.8 บัลลาสต์แม่เหล็กไฟฟ้า

### 2.5.3 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์ที่ประหยัดพลังงานที่นิยมใช้กันมาก คือบัลลาสต์โลว์ลอส (Low Loss Ballast) และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ (Electronic Ballast) มีข้อดีและข้อเสียสรุปโดยสั้นๆ คืออิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์สามารถลดความสูญเสียประมาณ 10-12 วัตต์ต่อหลอด เมื่อเทียบกับบัลลาสต์ธรรมดา แต่จะมีราคาแพงกว่า สำหรับระยะเวลาการกินทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชั่วโมงการเปิดใช้งานของหลอดไฟฟ้า บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีหน้าที่เช่นเดียวกับบัลลาสต์แกนเหล็ก แต่บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ปกติ 50 เฮิร์ตซ์ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง ค่าระหว่าง 25-50 กิโลเฮิร์ตซ์ เพื่อป้องกันหลอดฟลูออเรสเซนต์

#### 2.5.3.1 วงจรการต่อใช้งานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

กระแสไฟฟ้าสลับจากแหล่งจ่ายจะถูกเรียงกระแสและกรอง เพื่อที่จะเปลี่ยนเป็นแหล่งกระจายกระแสไฟฟ้าตรงสำหรับวงจรสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ ตัวกำเนิดความถี่จะผลิตสัญญาณความถี่สูง ซึ่งจะขับตัวทรานซิสเตอร์ให้ทำงานสลับกัน โดยมีตัวเหนี่ยวนำแกนเฟอร์ไรท์ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้า และตัวเก็บประจุร้อมหลอดทำหน้าที่กำหนดความถี่และการสตาร์ท บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ควรมีความถี่ด้านออกอยู่ในช่วง 25-50 กิโลเฮิร์ตซ์ เพื่อป้องกันการรบกวนต่อความถี่เสียงและความถี่วิทยุ และเป็นกรเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยสามารถลดกำลังสูญเสียที่หลอดลงมาได้ 10 เปอร์เซ็นต์ และยังคงความสว่างเท่ากันเมื่อขับหลอดที่ความถี่ปกติ 50 เฮิร์ตซ์ เนื่องจากบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ประกอบกันเป็นวงจรเพื่อทำงานในย่านความถี่สูง ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถที่จะลดกำลังสูญเสียที่ตัวบัลลาสต์ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาที่แสงสว่างออกมาเท่ากัน



รูปที่ 2.9 การต่อวงจรของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

#### 2.5.3.2 คุณสมบัติของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1) ช่วยประหยัดไฟฟ้ได้ 10 วัตต์ต่อหลอด ไม่ว่าจะใช้กับหลอดขนาด 18 วัตต์ 36 วัตต์ จากเดิมที่กินไฟ 28 วัตต์ และ 46 วัตต์ตามลำดับ

2) ประหยัดไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้ประมาณ 3.3 วัตต์ต่อหลอด เนื่องจากเกิดการสูญเสียที่น้อยกว่า อุณหภูมิขณะทำงานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ต่ำกว่าบัลลาสต์แกนเหล็ก

3) ช่วยประหยัดค่าสตาร์ทเตอร์ได้ เพราะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์จึงทำให้ประหยัดและค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยน

4) ประหยัดหลอดไฟฟ้าได้เพราะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีการควบคุมการจุดหลอดที่แน่นอนกว่าบัลลาสต์แกนเหล็ก จึงทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีอายุยาวนานกว่าเดิม 20-50 เปอร์เซ็นต์

5) บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีค่าเพาเวอร์แฟกซ์เตอร์มากกว่า 0.95 ลดการใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สายไฟและขั้วหลอดมีความร้อนสะสมขณะใช้งานลดลง จึงทำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

6) บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เมื่อเปิดสวิตซ์หลอดไฟจะติดทันทีไม่มีปัญหาของการกระพริบ เนื่องจากสตาร์ทหรือเสื่อมคุณภาพโดยใช้ได้กับหลอดทั่วไป

7) บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ให้แสงที่นุ่มนวล ไม่มีการกระพริบที่ขั้วหลอด (Stroboscopic Effect) ซึ่งจะช่วยถนอมสายตา

#### 2.5.3.3 ข้อดีของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1) มีการสูญเสียพลังงานในตัวต่ำประมาณ 2-3 วัตต์ และมีค่าตัวประกอบกำลังที่ดี

2) ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ภายนอกมาต่อเติม และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ตัวสามารถใช้กับหลอดไฟฟ้าได้ 1, 2, 3 หรือ 4 หลอด ทำให้สามารถเลือกใช้ได้หลากหลายต่อไป

3) ได้ระบบไฟฟ้าและแสงสว่างที่มีคุณภาพดีขึ้น เนื่องจากไม่มีการกระพริบ และได้แสงที่มีความสม่ำเสมอ ซึ่งจะมีผลต่อสายตาในระยะยาว

4) ทำให้หลอดไฟมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น 30-50 เปอร์เซ็นต์

5) บัลลาสต์ที่ออกแบบพิเศษสามารถหรีไฟในหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้

#### 2.5.3.4 ข้อเสียของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1) มีราคาแพงกว่าบัลลาสต์ธรรมดา

2) มีข้อจำกัดในการใช้งานในสถานที่หรือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง มีละอองไอน้ำสูง ไขมันหรือฝุ่นผงสูงเป็นพิเศษมักจะทำให้บัลลาสต์มีอายุการใช้งานที่สั้นลง

3) อาจก่อให้เกิดผลกระทบเพิ่มเติมในระบบไฟฟ้า หรือบัลลาสต์อาจมีระบบคลื่นความถี่แทรกซ้อนได้ บัลลาสต์อาจมีอายุการใช้งานสั้น ไม่ทนทาน ถ้าเป็นบัลลาสต์ที่ไม่ได้รับ

4) ช่างไฟฟ้าทั่วไปไม่คุ้นเคยกับการใช้งานและการติดตั้ง

#### 2.5.3.5 การเลือกใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

อิเล็กทรอนิกส์มีการนำมาใช้งานกันมากขึ้น เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง แต่การเลือกบัลลาสต์มาใช้งานเป็นเรื่องไม่ง่ายสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป การเลือกใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะทำให้ผู้ใช้งานเกิดความมั่นใจในผลิตภัณฑ์นั้นๆ อาจพิจารณาได้ดังนี้

- 1) ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของวงจรมากกว่า 0.90
- 2) ค่าตัวประกอบยอดคลื่น (Crest factor) น้อยกว่า 1.7
- 3) Ballast lumen factor มากกว่า 0.90 เพื่อดูประสิทธิภาพในการให้แสงของหลอดเทียบกับบัลลาสต์อ้างอิง
- 4) ความถี่บัลลาสต์อยู่ระหว่าง 20-50 กิโลเฮิร์ตซ์ เพื่อป้องกันการรบกวนระบบอื่นๆ
- 5) ฮาร์โมนิกส์ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในมาตรฐาน มอก.
- 6) มีการป้องกันการรบกวนจากการส่งคลื่นวิทยุ หรือคลื่นรบกวน (EMC, EMI, RFI suppression)
- 7) มีอายุการใช้งานที่ไม่น้อยกว่า 5 ปี ซึ่งให้ผู้จำหน่ายวิเคราะห์หรือแสดงให้พิจารณา

#### 2.5.4 ขั้วต่อหลอดไฟชนิด T5

เนื่องจากหลอดมีขนาดเล็กกว่าหลอดไฟฟ้า T8 การที่จะทำการติดตั้งหลอดเข้าแทนที่หลอดเดิมนั้นจะต้องใช้ Adapter G13-G5 เพื่อเพิ่มความยาวและปรับขนาดของขั้วหลอดให้เข้ากับโคมชุดเดิม และบัลลาสต์ต้องเปลี่ยนเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอด T5



รูปที่ 2.10 ขั้วต่อหลอดไฟชนิด T5

#### 2.5.4.1 ลักษณะชิ้นต่อหลอดชนิด T5

1) ขั้วต่อหลอด T5 สามารถใช้สวมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 (ขั้วหลอดแบบ G5) ทั้งสองด้านอย่างพอดี แล้วนำไปใช้งานใส่กับขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์เดิม (หลอด T8 หรือขั้วหลอดแบบ G13) ได้

2) ขั้วต่อ T5 (T5 Adapter) มีรูปร่างดังรูปที่ 10 และเมื่อใช้ประกอบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 แล้วจะต้องมีความยาวรวมเท่ากับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8

3) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 250 โวลต์

4) กระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่น้อยกว่า 2 แอมแปร์

5) วัสดุฉนวนต้องเป็นวัสดุที่ดูดซับความชื้นได้น้อย และทนความร้อนได้ เช่น ปอร์ซเลน แก้ว เรซินสังเคราะห์หล่อ ยาง และผลิตจากวัสดุไม่ลามไฟ (Flame Retardant) โดยวัสดุต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน UL 94 และมีระดับความต้านทานการลามไฟ V-0

6) ความต้านทานของฉนวนและความทนแรงดันไฟฟ้า

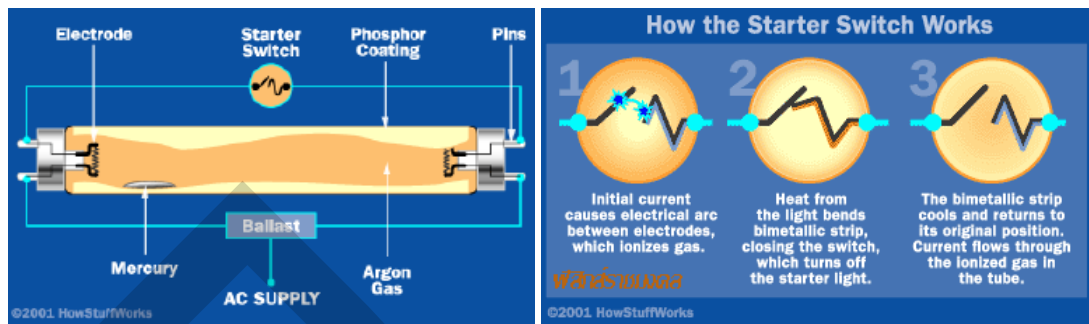
7) ทนอุณหภูมิในการใช้งานได้สูงสุด 100 องศาเซลเซียส

8) มีความต้านทานทางไฟฟ้าเชิงปริมาตร (Volume Resistivity) ไม่น้อยกว่า  $1.0E+14$  โอห์มเซนติเมตร

9) ความทนทาน ขั้วรับต้องทนต่อการใช้งานปกติ โดยไม่เกิดความเสียหายทางไฟฟ้าและทางกล ฉนวนต้องไม่เสื่อมคุณภาพและจุดต่อต่างๆ ต้องไม่หลุดหลวม เนื่องจากความร้อนหรือการสั่นสะเทือน โดยมีค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) ไม่น้อยกว่า 65 เมกะปาสกาล (MPa) ทดสอบที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส

#### 2.5.5 สตาร์ทเตอร์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ใช้สตาร์ทเตอร์ช่วยจุดหลอดไฟ ดังรูปที่ 11 เป็นวงจรไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าเมื่อกดสวิตช์ไฟ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสวิตช์สตาร์ทเตอร์ครบวงจร ทำให้ไส้หลอดตรงขั้วหลอดร้อนขึ้น และปลดปล่อยอิเล็กตรอนออกมาในหลอด สวิตช์สตาร์ทเตอร์ทำจากหลอดก๊าซขนาดเล็ก บรรจุด้วยก๊าซซีนอน เมื่อเรากดสวิตช์กระแสไฟฟ้ากระโดดข้ามช่องว่างในหลอดดังรูปที่ 11



รูปที่ 2.11 รูปวงจรไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ขั้วไฟฟ้าข้างหนึ่งของสตาร์ทเตอร์ทำด้วยโลหะติดกัน 2 ชนิด เรียกว่า ไบเมทัลลิก (Bimetallic) มันจะบิดตัวเมื่อกระแสไหลผ่านและเกิดความร้อน หลังจากที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ติดแล้ว กระแสไฟฟ้าจะไม่ไหลผ่านสตาร์ทเตอร์อีก ทำให้โลหะไบเมทัลลิกเย็นลงและแยกออกจากกัน



รูปที่ 2.12 ภายในสตาร์ทเตอร์คือหลอดก๊าซ

ขณะที่สตาร์ทเตอร์ต่อวงจรไฟฟ้า พลังงานจากไส้หลอดทำให้ก๊าซเกิดการไอออไนซ์ กลายเป็นตัวนำไฟฟ้า พลังงานที่ทำให้ก๊าซแตกตัวต้องมากพอ นั้นหมายความว่าแรงดันไฟฟ้าต้องมาก จึงต้องอาศัยอุปกรณ์เพิ่มแรงดันไฟฟ้าที่เรียกว่า บัลลาสต์ บัลลาสต์เพิ่มแรงดันไฟฟ้าเพียงพอที่จะทำให้ก๊าซแตกตัวเป็นไอออน เรียกสถานะนี้ว่า “พลาสมา” กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ อิเล็กตรอนไหลออกมาจากไส้หลอดผ่านพลาสมาจุดหลอดให้ติดขึ้น หลอดฟลูออเรสเซนต์ในยุคเริ่มต้นต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งในการจุดแต่ปัจจุบันเปิดปุ๊บติดปั๊บ





รูปที่ 2.13 การต่อสายสาร์ทเตอร์เข้ากับบัลลาสต์

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุวรรณ รุ่งเรืองนานา (2541) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทางเลือกระหว่างการปรับเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง กับกรณีที่ไม่เปลี่ยน โดยเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดตามหลักสัมฤทธิ์ภาพทางต้นทุน จากการศึกษาพบว่า ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย ตามหลักต้นทุนสัมฤทธิ์ภาพที่ทุกระดับอัตราคิดลด ซึ่งได้แก่ 8%, 15% และ 20% ตามลำดับ ปรากฏว่ามูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเครื่องใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง มีค่าต่ำกว่าทางเลือกในการใช้เครื่องปรับอากาศเดิม และสำหรับกรณีการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้จากการใช้อิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตต พบว่า ขนาดในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศยิ่งสูง ก็ยิ่งให้ผลในการประหยัดค่าไฟฟ้าในปริมาณเงินได้มากขึ้น

ชัชชัย จันทะลีลา (2549) ได้ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าและหาค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสิรินธร โรงพยาบาลขอนแก่น จากผลการศึกษาพบว่า การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุที่อุปกรณ์ไฟฟ้า ขาดการบำรุงรักษา การติดตั้งคอมไฟฟ้ามกเกินความจำเป็น ค่าความส่องสว่างในบางพื้นที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด การใช้อุปกรณ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน และอุปกรณ์ไฟฟ้ามีระยะเวลาในการทำงานมากเกินความจำเป็น ได้เสนอมาตรการปลดหลอดไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออก สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 96,540.8 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัด 178,600.48 บาท/ปี การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการทำตามสะอาดและบำรุงรักษาอุปกรณ์ โดยวิธีการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 38,525.10 kWh/ปีและคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 71,271.44 บาท/ปี การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้อุปกรณ์ชนิดประหยัดพลังงาน คือการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 88,280.3 kWh/ปี และ

เสกสันต์ พันธุ์บุญมี (2549) ได้ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าและแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาลเลิดสิน ทำการศึกษาอาคารตัวอย่าง 2 อาคาร คือ อาคารอำนวยการและอาคาร 33 ปี จากการวิเคราะห์พบว่าอาคารอำนวยการ และอาคาร 33 ปี มีการใช้มิเตอร์ไฟฟ้าร่วมกัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 3,891,000 กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อปี ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 12,684,660 บาทต่อปี อาคารอำนวยการมีส่วนการใช้พลังงานหลักอยู่ที่ระบบปรับอากาศคิดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ ระบบแสงสว่าง 13 เปอร์เซ็นต์ และระบบอื่น ๆ 17 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด อาคาร 33 ปีมีส่วนการใช้พลังงานหลักอยู่ที่ระบบปรับอากาศคิดเป็น 59 เปอร์เซ็นต์ ระบบแสงสว่าง 16 เปอร์เซ็นต์ และระบบอื่น ๆ 25 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด จากการประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานพบว่า มาตรการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมสำหรับอาคารตัวอย่างทั้ง 2 อาคาร ได้แก่ การปรับแรงดันด้านเทคนิคของหม้อแปลงให้เหมาะสม การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง การลดจำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเปลี่ยนโคมไฟประสิทธิภาพสูง การเปลี่ยนบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ การเปลี่ยนบัลลาสต์ Low Watt Loss เป็นต้น ซึ่งอาคารตัวอย่างทั้ง 2 อาคาร มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ ประมาณ 10.1 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2548

เจียรนัย มาสมาน (2529) ได้ศึกษาการใช้พลังงานในโรงพยาบาล ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นการสร้างอุปกรณ์วัดกำลังงานไฟฟ้าชนิดคล็องสาย ส่วนที่สองเป็นการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และส่วนสุดท้ายเป็นการประเมินภาระความร้อนที่เกิดจากรังสีอาทิตย์และสภาพแวดล้อมที่มีผลต่ออาคาร ผลการศึกษาพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ 54.4 % ในระบบแสงสว่าง 28.4 % และระบบอุปกรณ์อื่น ๆ อีก 17.1 % การใช้กำลังงานไฟฟ้ารวมต่อหน่วยพื้นที่เท่ากับ 39.4 วัตต์ต่อตารางเมตร และ 37.75 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวันต่อเตียงคนไข้ ยังพบอีกว่ามีค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเดือนละ 348,110 บาท และมีค่าตัวประกอบกำลังที่มีค่าต่ำอยู่ที่ 0.65 ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารนั้นพบว่าอิทธิพลของความร้อนที่เข้ามามีค่ารังสีดวงอาทิตย์สูงกว่าอิทธิพลของสภาพบรรยากาศแวดล้อมประมาณ 6-10 เท่า

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีการศึกษา

ปัญหาพลังงานเป็นปัญหาที่จะทวีความสำคัญยิ่งขึ้นทุกวัน และมีผลกระทบโดยตรงต่อเศรษฐกิจในทุกระดับ ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

#### 3.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะอาคาร

อาคารส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลสินแพทย์ ตั้งอยู่ที่ 9/99 ถนนรามอินทรา แขวงคันนายาว เขตคันนายาว กรุงเทพฯ ซึ่งมีเวลาการทำงาน 24 ชั่วโมง 365 วันต่อปี โดยอาคารเริ่มเปิดใช้งานปี พ.ศ. 2549 มีจำนวนผู้ปฏิบัติงาน 135 คน สามารถรับผู้ป่วยนอกได้ 1,000 คนต่อวัน ผู้ป่วยใน 115 เตียง มีพื้นที่ใช้สอยรวม 10,000 ตารางเมตร และมีพื้นที่ปรับอากาศ 7,500 ตารางเมตร

อาคารส่งเสริมสุขภาพ มีรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า และมีจำนวน 7 ชั้น อายุของอาคาร 6 ปี ส่วนประกอบของอาคารมีรายละเอียดดังนี้

ผนังอาคาร	:	ก่ออิฐฉาบปูนเรียบทาสี
หน้าต่างอาคาร	:	กระจกกรอบอลูมิเนียม
ประตู	:	บานไม้
หลังคา	:	คอนกรีตเสริมเหล็กเทพื้น
พื้น	:	คอนกรีตเสริมเหล็กเทพื้น
อุปกรณ์บังแดด	:	กันสาดบังแดด



รูปที่ 3.1 อาคารส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลสินแพทย์

### 3.2 ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารส่งเสริมสุขภาพ มีรายละเอียดดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	2,499,000	กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	471	กิโลวัตต์
ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า	1500	กิโลโวลต์แอมแปร์
ราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	3.33	บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง

โดยข้อมูลการสำรวจการใช้ไฟฟ้าของอาคารส่งเสริมสุขภาพ ใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณร้อยละ 100 ของพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ซึ่งจากการตรวจวัดโหลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ พบว่า

- ระบบปรับอากาศ ใช้ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 60%
- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ใช้ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 30%
- ระบบอื่นๆ ใช้ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 10%

ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารส่งเสริมสุขภาพ ปี 2554

เดือน	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ราคาค่าไฟฟ้า (บาท)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)
ม.ค.	193,000	634,284.94	3.28
ก.พ.	194,000	614,463.16	3.16
มี.ค.	189,000	649,342.52	3.43
เม.ย.	196,000	654,391.80	3.33
พ.ค.	209,000	708,792.35	3.39
มิ.ย.	215,000	747,940.71	3.47
ก.ค.	222,000	741,510.35	3.34
ส.ค.	221,000	765,829.25	3.46
ก.ย.	224,000	713,940.34	3.18
ต.ค.	207,000	708,544.58	3.42
พ.ย.	209,000	755,990.15	3.61
ธ.ค.	220,000	645,315.13	2.93
<b>รวม</b>	<b>2,499,000</b>	<b>8,340,345.28</b>	-
<b>เฉลี่ย</b>	<b>208,250</b>	<b>695,028.77</b>	<b>3.33</b>
<b>เฉลี่ยต่อปี</b>	<b>2,707,250</b>	<b>9,035,374.05</b>	-

### 3.3 ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง ภายในอาคารส่งเสริมสุขภาพ

- 3.3.1 ใช้หลอดไฟฟ้าแสงสว่างชนิด T8 ขนาด 36 วัตต์ มีอายุการใช้งาน 15,000 ชั่วโมง
- 3.3.2 ใช้บัลลาสต์แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ ขนาด 5 วัตต์
- 3.3.3 ใช้สตาร์ทเตอร์ที่ใช้กับหลอดชนิด T8

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง

ลำดับ	ประเภทการใช้งาน	จำนวนหลอด	ชั่วโมงการใช้งานต่อวัน
1	สำนักงาน	147	8
2	ห้องผู้ป่วยใน (IPD) และ พื้นที่ส่วนกลาง	1,025	16
3	ผู้ป่วยนอก (OPD)	293	14
	<b>รวม/เฉลี่ย</b>	<b>1,465</b>	<b>12.66</b>

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลการลงทุน

ทำการศึกษาเปรียบเทียบการลงทุน 2 ทางเลือก คือ

3.4.1 ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นหลอดประหยัดพลังงานชนิด T5

3.4.2 ทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟฟ้าชนิดเดิม T8

### 3.5 สรุปผลการลงทุน

ทำการศึกษาโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน อาคารส่งเสริมสุขภาพ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ โดยทำการเปรียบเทียบการลงทุน 2 ทางเลือก ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นหลอดประหยัดพลังงานชนิด T5 กับ ทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟฟ้าชนิดเดิม T8

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์การลงทุน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์การลงทุนของโครงการวิเคราะห์การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กรณีศึกษาอาคารส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลสินแพทย์ เท่านั้น โดยพิจารณาทางเลือก 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5 กับ ทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8

#### 4.1 ข้อกำหนดด้านอาคารและสภาพแวดล้อม

4.1.1 กำหนดให้ทางเลือกกรณีเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน T5 กับกรณีที่ ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างกับผู้ใช้อาคาร

4.1.2 กำหนดให้อาคารส่งเสริมสุขภาพ ไม่มีการปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้อาคาร

4.1.3 กำหนดให้ผู้ใช้อาคารส่งเสริมสุขภาพมีจำนวนผู้ใช้อาคารเท่ากันตลอดเวลา

4.1.4 กำหนดให้การใช้งานของอาคารประเภทสำนักงาน มีการใช้งาน 6 วันต่อสัปดาห์ในช่วงเวลา 08.30 – 16.30 น. (8 ชั่วโมง) มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างปีละ 2,496 ชั่วโมง

4.1.5 กำหนดให้การใช้งานของอาคารประเภทห้องผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง มีการใช้งาน 7 วันต่อสัปดาห์ใช้งาน 16 ชั่วโมง มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างปีละ 5,840 ชั่วโมง

4.1.6 กำหนดให้การใช้งานของอาคารประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) มีการใช้งาน 7 วันต่อสัปดาห์ในช่วงเวลา 07.30 – 21.30 น. (14 ชั่วโมง) มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างปีละ 5,110 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.1 แสดงการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารตามประเภทผู้ใช้งาน

การใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง	ประเภทการใช้งาน		
	สำนักงาน	ห้องผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง	ผู้ป่วยนอก (OPD)
จำนวนชั่วโมงต่อวัน	8 ชั่วโมง	16 ชั่วโมง	14 ชั่วโมง
จำนวนวันต่อปี	312 วัน	365 วัน	365 วัน
จำนวนชั่วโมงต่อปี	2,496 ชั่วโมง	5,840 ชั่วโมง	5,110 ชั่วโมง

#### 4.2 ข้อกำหนดด้านอุปกรณ์หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง

4.2.1 กำหนดไม่ให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน

4.2.2 กำหนดให้หลอดไฟฟ้าชนิด T8 ขนาด 36 วัตต์ มีอายุการใช้งาน 15,000 ชั่วโมง

4.2.3 กำหนดให้หลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 ขนาด 28 วัตต์ มีอายุการใช้งาน 20,000 ชั่วโมง

4.2.4 กำหนดให้บัลลาสต์แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ ใช้กับหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ขนาด 10 วัตต์ มีอายุการใช้งาน 15,000 ชั่วโมง

4.2.5 กำหนดให้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้กับหลอดไฟฟ้าชนิด T5 ขนาด 3 วัตต์ มีอายุการใช้งาน 20,000 ชั่วโมง

4.2.6 กำหนดให้สตาร์ทเตอร์ ใช้กับหลอดไฟฟ้าชนิด T8 มีอายุการใช้งาน 15,000 ชั่วโมง

4.2.7 กำหนดให้ขั้วต่อหลอด ใช้กับหลอดไฟฟ้าชนิด T5 มีอายุการใช้งาน 20,000 ชั่วโมง

4.2.8 ราคาต้นทุนของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ใช้ข้อมูลจากยี่ห้อ PHILIPS



ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนวัตต์และอายุการใช้งานของหลอด

รายการ	จำนวนวัตต์	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)
หลอดไฟฟ้าชนิด T8	36	15,000
หลอดไฟฟ้าชนิด T5	28	20,000
บัลลาสต์แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ	10	มากกว่า 15,000
บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	3	มากกว่า 20,000
สตาร์ทเตอร์	-	มากกว่า 15,000
ขั้วต่อหลอด	-	เท่ากับ 20,000

#### 4.3 ข้อกำหนดในการคำนวณ

- 1) การวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ทางการเงิน
- 2) กำหนดอัตราค่าไฟฟ้าที่ 3.33 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง โดยใช้ค่าเฉลี่ยใช้งานจริงของปี

2554

##### 4.3.1 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต่ำสุด (Least Cost Analysis) ทั้ง 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5 กับ ทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 โดยใช้ข้อมูลในตารางที่ 4.3, 4.4 และตารางที่ 4.5 ที่แสดงถึงจำนวนหลอดตามอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ขนาด 36 วัตต์ ในแต่ละช่วงเวลาอายุการใช้งาน และตารางที่ 4.6 แสดงราคาต้นทุนของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์

ตารางที่ 4.3 แสดงอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ประเภทสำนักงาน

ปีที่ติดตั้ง	จำนวนชั่วโมงการใช้งาน		จำนวนหลอดไฟฟ้าที่เปลี่ยน (จากการใช้งานจริง)
	ชั่วโมงต่อปี	ชั่วโมงสะสม	
2554	2,496	2,496	10
2553	2,496	4,992	38
2552	2,496	7,488	35
2551	2,496	9,984	32
2550	2,496	12,480	0
2549	2,496	>14,976	0
			115

ตารางที่ 4.4 แสดงอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่  
ส่วนกลาง

ปีที่ติดตั้ง	จำนวนชั่วโมงการใช้งาน		จำนวนหลอดไฟฟ้าที่เปลี่ยน (จากการใช้งานจริง)
	ชั่วโมงต่อปี	ชั่วโมงสะสม	
2554	5,840	5,840	68
2553	5,840	11,680	258
2552	5,840	17,520	240
2551	5,840	23,360	218
2550	5,840	29,200	0
2549	5,840	>35,040	0
			784

ตารางที่ 4.5 แสดงอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) และพื้นที่  
ส่วนกลาง

ปีที่ติดตั้ง	จำนวนชั่วโมงการใช้งาน		จำนวนหลอดไฟฟ้าที่เปลี่ยน (จากการใช้งานจริง)
	ชั่วโมงต่อปี	ชั่วโมงสะสม	
2554	5,110	5,110	44
2553	5,110	10,220	83
2552	5,110	15,330	78
2551	5,110	20,440	71
2550	5,110	25,550	0
2549	5,110	>30,660	0
			276

ตารางที่ 4.6 แสดงราคาต้นทุนของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

รายการ	จำนวนวัตต์	ราคาต่อหน่วย (บาท)
หลอดไฟฟ้าชนิด T8	36	50
บัลลาสต์แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ	10	130
สตาร์ทเตอร์	-	10
<b>รวมชุดหลอดไฟฟ้าชนิด T8</b>	<b>46</b>	<b>190</b>
หลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5	28	60
บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	3	200
ขั้วต่อหลอดชนิด T5	-	17
<b>รวมชุดหลอดไฟฟ้าชนิด T5</b>	<b>31</b>	<b>277</b>

ที่มา : ฝ่ายจัดซื้อโรงพยาบาลสินแพทย์

จะพบว่าชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 มีขนาดวัตต์ติดตั้งต่ำกว่าชุดหลอดไฟฟ้าชนิด T8 อยู่ที่ร้อยละ 32.61 แต่ต้นทุนของชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 สูงกว่าชุดหลอดไฟฟ้าชนิด T8 อยู่ที่ร้อยละ 68.59 แสดงในตารางที่ 4.6

1) กรณีทางเลือกให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5

สามารถหาได้โดยทำการรวมค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบรวมกับค่าไฟฟ้าตลอดระยะเวลา 20,000 ชั่วโมง ซึ่งค่าหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์เป็นเปลี่ยนครั้งเดียวในปีเริ่มต้น ตลอดระยะเวลาโครงการดังนี้

- ค่าหลอดและอุปกรณ์ไฟฟ้า

= ต้นทุนหลอดไฟฟ้า + ค่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์+ค่าขั้วต่อหลอด

= 60+200+17

= 277.00 บาทต่อชุด

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 และอุปกรณ์ ประเภท สำนักงานกำหนดให้การใช้งานของอาคารประเภทสำนักงาน มีการใช้งาน 6 วันต่อสัปดาห์ในช่วงเวลา 08.30 – 16.30 น. (8 ชั่วโมง) มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างปีละ 2,496 ชั่วโมง

ปีที่	จำนวน ชั่วโมง สะสม	จำนวน หลอด/ชิ้น	หลอดไฟฟ้า T5 และขั้วต่อ		ค่าบัลลาสต์ อิเล็กทรอนิกส์		ค่าชุด หลอด ไฟฟ้า T5
			ราคา/ หลอด	จำนวนเงิน (บาท)	ราคา/ชิ้น	จำนวนเงิน (บาท)	
0	-	147	77	11,319	200	29,400	40,719
1	2,496	-	77	-	200	-	-
2	4,992	-	77	-	200	-	-
3	7,488	-	77	-	200	-	-
4	9,984	-	77	-	200	-	-
5	12,480	-	77	-	200	-	-
6	14,976	-	77	-	200	-	-
7	17,472	-	77	-	200	-	-
8	19,968	-	77	-	200	-	-
							40,719

จำนวนชุดหลอดและอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนเป็นชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 ครั้งเดียวในปีที่ 0 ของประเภทสำนักงานจำนวน 147 หลอด ซึ่งตลอดระยะเวลาอายุการใช้งาน 20,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 8 ปี ของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนการเปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 เป็นจำนวนเงิน 40,719 บาท แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 และอุปกรณ์ ประเภท ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลางกำหนดให้การใช้งานของอาคารประเภทห้องผู้ป่วย ใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง มีการใช้งาน 7 วันต่อสัปดาห์ใช้งาน 16 ชั่วโมง มีการใช้ ไฟฟ้าแสงสว่างปีละ 5,840 ชั่วโมง

ปีที่	จำนวน ชั่วโมง สะสม	จำนวน หลอด/ชิ้น	หลอดไฟฟ้า T5 และขั้วต่อ		ค่าบัลลาสต์ อิเล็กทรอนิกส์		ค่าชุด หลอด ไฟฟ้า T5	
			ราคา/ หลอด	จำนวนเงิน (บาท)	ราคา/ชิ้น	จำนวนเงิน (บาท)		
0	-	1,025	77	78,925	200	205,000	283,925	
1	5,840	-	77	-	200	-	-	
2	11,680	-	77	-	200	-	-	
3	17,520	-	77	-	200	-	-	
4	23,360	1,025	77	78,925	200	20,500	283,925	
5	29,200	-	77	-	200	-	-	
6	35,040	-	77	-	200	-	-	
7	40,880	1,025	77	78,925	200	205,000	283,925	
8	46,720	-	77	-	200	-	-	
							851,775	

จำนวนชุดหลอดและอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนเป็นชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 ครั้งเดียวในปีที่ 0 ของประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง จำนวน 1,025 หลอด ซึ่ง ตลอดระยะเวลาอายุการใช้งาน 20,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 4 ปี ของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนการ เปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 เป็นจำนวนเงิน 567,850 บาท และระยะเวลาอายุ การใช้งานประมาณ 8 ปีของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนการเปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าจำนวน 3 ครั้ง คิด เป็นจำนวนเงิน 851,775 บาท แสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนแปลงหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 และอุปกรณ์ ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) กำหนดให้การใช้งานของอาคารประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) มีการใช้งาน 7 วันต่อสัปดาห์ในช่วงเวลา 07.30 – 21.30 น. (14 ชั่วโมง) มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างปีละ 5,110 ชั่วโมง

ปีที่	จำนวนชั่วโมงสะสม	จำนวนหลอด/ชิ้น	หลอดไฟฟ้า T5 และขั้วต่อ		ค่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์		ค่าชุดหลอดไฟฟ้า T5	
			ราคา/หลอด	จำนวนเงิน (บาท)	ราคา/ชิ้น	จำนวนเงิน (บาท)		
0	-	293	77	22,561	200	58,600	81,161	
1	5,110	-	77	-	200	-	-	
2	10,220	-	77	-	200	-	-	
3	15,330	-	77	-	200	-	-	
4	20,440	293	77	22,561	200	58,600	81,161	
5	25,550	-	77	-	200	-	-	
6	30,660	-	77	-	200	-	-	
7	35,770	-	77	-	200	-	-	
8	40,880	293	77	22,561	200	58,600	81,161	
							243,483	

จำนวนชุดหลอดและอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนเป็นชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 ครั้งเดียวในปีที่ 0 ของประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) จำนวน 293 หลอด ซึ่งตลอดระยะเวลาอายุการใช้งาน 20,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 4 ปี ของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนการเปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 เป็นจำนวนเงิน 162,322 บาท และระยะเวลาอายุการใช้งานประมาณ 8 ปี ของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนการเปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าจำนวน 3 ครั้ง คิดเป็นจำนวนเงิน 243,483 บาท แสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 และอุปกรณ์  
ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท

ปีที่	ค่าใช้จ่ายการลงทุนเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T5 ตามประเภทการใช้งาน (บาท)		
	สำนักงาน	ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง	ผู้ป่วยนอก (OPD)
0	40,719	283,925	81,161
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-
4	-	283,925	81,161
5	-	-	-
6	-	-	-
7	-	283,925	-
8	-	-	81,161
	40,719	851,775	243,483

จากตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิด  
ประหยัดพลังงาน T5 มีค่าการลงทุนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้มีตัวแปรที่สำคัญ 2 ตัวแปร คือ จำนวนชุด  
หลอดและอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยน กับจำนวนชั่วโมงการเปิดใช้งาน เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่ 8  
ปี พบว่าสำนักงานมีค่าการลงทุน 40,719.00 บาท ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลางมีค่าการลงทุน  
851,775.00 บาท และผู้ป่วยนอก (OPD)มีค่าการลงทุน 243,483.00 บาท เมื่อพิจารณาตลอด  
ระยะเวลาการใช้งาน 8 ปี พบว่าประเภทการใช้งานสำนักงานที่มีชั่วโมงการใช้งาน 8 ชั่วโมง จะม  
การใช้ชุดหลอดเพียง 1 ชุดเท่านั้น โดยผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง และผู้ป่วยนอก (OPD) ที่  
มีชั่วโมงการใช้งาน 16 และ 14 ชั่วโมงตามลำดับ จะมีการใช้ชุดหลอดมากถึง 3 ชุด

- ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อชุดหลอดไฟฟ้าต่อปี

สำหรับประเภทสำนักงาน

$$= \{(\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อปี} \times \text{ค่า PF (0.8)/1000})\} \times \text{ค่าไฟฟ้า (บาท)}$$

$$= 31 \text{ วัตต์} \times 2,496 \text{ ชั่วโมงต่อปี} \times 0.0008 \times 3.33 \text{ บาท}$$

$$= 206.12 \text{ บาทต่อปีต่อชุด}$$

สำหรับประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง

$$= \{(\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อปี} \times \text{ค่า PF (0.8)/1000})\} \times \text{ค่าไฟฟ้า (บาท)}$$

$$= 31 \text{ วัตต์} \times 5,840 \text{ ชั่วโมงต่อปี} \times 0.0008 \times 3.33 \text{ บาท}$$

$$= 482.29 \text{ บาทต่อปีต่อชุด}$$

สำหรับประเภทผู้ป่วยนอก (OPD)

$$= \{(\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อปี} \times \text{ค่า PF (0.8)/1000})\} \times \text{ค่าไฟฟ้า (บาท)}$$

$$= 31 \text{ วัตต์} \times 5,110 \text{ ชั่วโมงต่อปี} \times 0.0008 \times 3.33 \text{ บาท}$$

$$= 422.00 \text{ บาทต่อปีต่อชุด}$$

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 ประเภทสำนักงาน

ปีที่	จำนวน ชั่วโมงสะสม	จำนวน หลอด/ชิ้น	จำนวน วัตต์	จำนวน ชั่วโมงต่อ ปี	อัตราค่า ไฟฟ้าต่อ หน่วย	PF	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า (บาท)
0	-	-	-	-	-	-	-
1	2,496	147	31	2,496	3.33	0.0008	30,301.06
2	4,992	147	31	2,496	3.33	0.0008	30,301.06
3	7,488	147	31	2,496	3.33	0.0008	30,301.06
4	9,984	147	31	2,496	3.33	0.0008	30,301.06
5	12,480	147	31	2,496	3.33	0.0008	30,301.06
6	14,976	147	31	2,496	3.33	0.0008	30,301.06
7	17,472	147	31	2,496	3.33	0.0008	30,301.06
8	19,968	147	31	2,496	3.33	0.0008	30,301.06
							242,408.48

จากตารางที่ 4.11 จำนวนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 ของประเภทสำนักงาน จำนวน 147 หลอด ซึ่งตลอดระยะเวลาอายุหลอด 20,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 8 ปี ของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นเงิน 242,408.48 บาท หรือปีละ 30,301.06 บาท



ตารางที่ 4.12 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง

ปีที่	จำนวน ชั่วโมง สะสม	จำนวน หลอด/ชิ้น	จำนวน วัตต์	จำนวน ชั่วโมงต่อ ปี	อัตราค่า ไฟฟ้าต่อ หน่วย	PF	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า (บาท)
0	-	-	-	-	-	-	-
1	5,840	1,025	31	5,840	3.33	0.0008	494,347.82
2	11,680	1,025	31	5,840	3.33	0.0008	494,347.82
3	17,520	1,025	31	5,840	3.33	0.0008	494,347.82
4	23,360	1,025	31	5,840	3.33	0.0008	494,347.82
5	29,200	1,025	31	5,840	3.33	0.0008	494,347.82
6	35,040	1,025	31	5,840	3.33	0.0008	494,347.82
7	40,880	1,025	31	5,840	3.33	0.0008	494,347.82
8	46,720	1,025	31	5,840	3.33	0.0008	494,347.82
							3,954,782.56

จากตารางที่ 4.12 จำนวนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 ของประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง จำนวน 1,025 หลอด ซึ่งตลอดระยะเวลาอายุหลอด 20,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 8 ปี ของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นเงิน 3,954,782.56 บาท หรือ ปีละ 494,347.82 บาท

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD)

ปีที่	จำนวน ชั่วโมง สะสม	จำนวน หลอด/ชิ้น	จำนวน วัตต์	จำนวน ชั่วโมงต่อ ปี	อัตราค่า ไฟฟ้าต่อ หน่วย	PF	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า (บาท)
0	-	-	-	-	-	-	-
1	5,110	293	31	5,110	3.33	0.0008	123,674.24
2	10,220	293	31	5,110	3.33	0.0008	123,674.24
3	15,330	293	31	5,110	3.33	0.0008	123,674.24
4	20,440	293	31	5,110	3.33	0.0008	123,674.24
5	25,550	293	31	5,110	3.33	0.0008	123,674.24
6	30,660	293	31	5,110	3.33	0.0008	123,674.24
7	35,770	293	31	5,110	3.33	0.0008	123,674.24
8	40,880	293	31	5,110	3.33	0.0008	123,674.24
							989,393.92

จากตารางที่ 4.13 จำนวนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 ของประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) จำนวน 293 หลอด ซึ่งตลอดระยะเวลาอายุหลอด 20,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 4 ปี ของการเปิดใช้งานมีต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นเงิน 494,696.96 บาท และตลอดอายุการใช้งาน 8 ปี ของการเปิดใช้งานมีต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นเงิน 989,393.92 บาท หรือปีละ 123,674.24 บาท

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 และอุปกรณ์ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท

ปีที่	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า T5 ตามประเภทการใช้งาน (บาท)		
	สำนักงาน	ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง	ผู้ป่วยนอก (OPD)
0	-	-	-
1	30,301.06	494,347.82	123,674.24
2	30,301.06	494,347.82	123,674.24
3	30,301.06	494,347.82	123,674.24
4	30,301.06	494,347.82	123,674.24
5	30,301.06	494,347.82	123,674.24
6	30,301.06	494,347.82	123,674.24
7	30,301.06	494,347.82	123,674.24
8	30,301.06	494,347.82	123,674.24
	242,408.48	3,954,782.56	989,393.92

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 (ตารางที่ 4.14) จะแปรผันกับชั่วโมงการเปิดใช้งานและจำนวนหลอดที่ติดตั้ง โดยประเภทผู้ใช้ที่มีการเปิดใช้งานต่อปีมากที่สุดจะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมากขึ้นตามไปด้วย เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ 8 ปี พบว่าประเภทสำนักงานมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 242,408.48 บาท ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 3,954,782.56 บาท และประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 989,393.92 บาท

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนกับค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของหลอดประหยัดพลังงานชนิด T5 ตามตารางที่ 4.10 และตารางที่ 4.14 พบว่าประเภทสำนักงานมีค่าการลงทุน 40,719.00 บาท จะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 242,408.48 บาท ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลางมีค่าการลงทุน 581,775.00 บาท จะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 3,954,782.56 บาท และผู้ป่วยนอก (OPD) มีค่าการลงทุน 243,483.00 บาท จะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 989,393.92 บาท จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าชั่วโมงการใช้งานและจำนวนของชุดโคมไฟฟ้าส่งผลต่อการใช้พลังงานเป็นอย่างมาก

2) กรณีทางเลือกที่ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8

สามารถหาได้โดยทำการรวมค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบรวมกับค่าไฟฟ้าตลอดระยะเวลา 15,000 ชั่วโมง ซึ่งค่าหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์เป็นเปลี่ยนครั้งเดียวในปีเริ่มต้น ตลอดระยะเวลาโครงการดังนี้

$$\begin{aligned}
 & - \text{ค่าหลอดและอุปกรณ์ไฟฟ้า} \\
 & = \text{ต้นทุนหลอดไฟฟ้า} + \text{ค่าบัลลาสต์แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ} + \text{ค่าสตาร์ทเตอร์} \\
 & = 50 + 130 + 10 \\
 & = 190.00 \text{ บาทต่อชุด}
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 และอุปกรณ์ ประเภทสำนักงาน

ปีที่	จำนวนชั่วโมงสะสม	จำนวนหลอด/ชิ้น	หลอดไฟฟ้า T8 และสตาร์ทเตอร์		ค่าบัลลาสต์แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ		ค่าชุดหลอดไฟฟ้า T8	
			ราคา/หลอด	จำนวนเงิน (บาท)	ราคา/ชิ้น	จำนวนเงิน (บาท)		
0	-	147	60	8,820	130	19,110	27,930	
1	2,496	-	60	-	130	-	-	
2	4,992	-	60	-	130	-	-	
3	7,488	-	60	-	130	-	-	
4	9,984	-	60	-	130	-	-	
5	12,480	-	60	-	130	-	-	
6	14,976	-	60	-	130	-	-	
7	17,472	147	60	8,820	130	19,110	27,930	
8	19,968	-	60	-	130	-	-	
							55,860	

จากตารางที่ 4.15 จำนวนชุดหลอดและอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนเป็นชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 ครั้งเดียวในปีที่ 0 ของประเภทสำนักงานจำนวน 147 หลอด ซึ่งตลอด

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัคพลังงานชนิด T8 และอุปกรณ์ ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง

ปีที่	จำนวนชั่วโมงสะสม	จำนวนหลอด/ชิ้น	หลอดไฟฟ้า T8 และสตาร์ทเตอร์		ค่าบัลลาสต์แกนเหล็ก ความสูญเสียต่ำ		ค่าชุดหลอดไฟฟ้า T8	
			ราคา/หลอด	จำนวนเงิน (บาท)	ราคา/ชิ้น	จำนวนเงิน (บาท)		
0	-	1,025	60	61,500	130	133,250	194,750	
1	5,840	-	60	-	130	-	-	
2	11,680	-	60	-	130	-	-	
3	17,520	-	60	61,500	130	133,250	194,750	
4	23,360	1,025	60	-	130	-	-	
5	29,200	-	60	-	130	-	-	
6	35,040	-	60	61,500	130	133,250	194,750	
7	40,880	1,025	60	-	130	-	-	
8	46,720	1,025	60	61,500	130	133,250	194,750	
							779,000	

จากตารางที่ 4.16 จำนวนชุดหลอดและอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนเป็นชุดหลอดไฟฟ้าประหยัคพลังงานชนิด T8 ครั้งเดียวในปีที่ 0 ของประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง จำนวน 1,025 หลอด ซึ่งตลอดระยะเวลาอายุการใช้งาน 15,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 3 ปี ของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนการเปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัคพลังงานชนิด T8 เป็นจำนวนเงิน 389,500 บาท และระยะเวลาอายุการใช้งานประมาณ 8 ปีของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนการเปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าจำนวน 4 ครั้ง คิดเป็นจำนวนเงิน 779,000 บาท

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 และอุปกรณ์ ประเภท ผู้ป่วยนอก (OPD)

ปีที่	จำนวน ชั่วโมง สะสม	จำนวน หลอด/ชิ้น	หลอดไฟฟ้า T8 และ สตาร์ทเตอร์		ค่าบัลลาสต์แกนเหล็ก ความสูญเสียต่ำ		ค่าชุด หลอด ไฟฟ้า T8	
			ราคา/ หลอด	จำนวนเงิน (บาท)	ราคา/ชิ้น	จำนวนเงิน (บาท)		
0	-	293	60	17,580	130	38,090	55,670	
1	5,110	-	60	-	130	-	-	
2	10,220	-	60	-	130	-	-	
3	15,330	293	60	17,580	130	38,090	55,670	
4	20,440	-	60	-	130	-	-	
5	25,550	-	60	-	130	-	-	
6	30,660	293	60	17,580	130	38,090	55,670	
7	35,770	-	60	-	130	-	-	
8	40,880	-	60	-	130	-	-	
							167,010	

จากตารางที่ 4.17 จำนวนชุดหลอดและอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนเป็นชุดหลอดไฟฟ้า ประหยัดพลังงานชนิด T8 ครั้งเดียวในปีที่ 0 ของประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) จำนวน 293 หลอด ซึ่ง ตลอดระยะเวลาอายุการใช้งาน 15,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 3 ปี ของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนการ เปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 เป็นจำนวนเงิน 111,340 บาท และระยะเวลาอายุ การใช้งานประมาณ 8 ปีของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนการเปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าจำนวน 3 ครั้ง คิดเป็นจำนวนเงิน 167,010 บาท

ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัคพลังงานชนิด T8 และอุปกรณ์  
ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท

ปีที่	ค่าใช้จ่ายการลงทุนเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T8 ตามประเภทการใช้งาน (บาท)		
	สำนักงาน	ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง	ผู้ป่วยนอก (OPD)
0	27,930	194,750	55,670
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	194,750	55,670
4	-	-	-
5	-	-	-
6	-	194,750	55,670
7	27,930	-	-
8	-	194,750	-
	55,860	779,000	167,010

ค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัคพลังงาน T8 (ตารางที่ 4.18) มีค่าการลงทุนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้มีตัวแปรที่สำคัญ 2 ตัวแปร คือ จำนวนชุดหลอดและอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยน กับจำนวนชั่วโมงการเปิดใช้งาน เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่ 8 ปี พบว่าสำนักงานมีค่าการลงทุน 55,860.00 บาท ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลางมีค่าการลงทุน 779,000.00 บาท และผู้ป่วยนอก (OPD) มีค่าการลงทุน 167,010.00 บาท เมื่อพิจารณาตลอดระยะเวลาการใช้งาน 15,000 ชั่วโมง พบว่าประเภทการใช้งานสำนักงานที่มีชั่วโมงการใช้งาน 8 ชั่วโมง จะมีการใช้ชุดหลอดเพียง 2 ชุดเท่านั้น โดยผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง มีชั่วโมงการใช้งาน 16 จะมีการใช้ชุดหลอด 4 ชุดและผู้ป่วยนอก (OPD) มีชั่วโมงการใช้งาน 14 จะมีการใช้ชุดหลอด 3 ชุด

- ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อชุดหลอดไฟฟ้าต่อปี

สำหรับประเภทสำนักงาน

$$= \{(\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อปี} \times \text{ค่า PF } (0.8)/1000)\} \times \text{ค่าไฟฟ้า (บาท)}$$

$$= 46 \text{ วัตต์} \times 2,496 \text{ ชั่วโมงต่อปี} \times 0.0008 \times 3.33 \text{ บาท}$$

$$= 305.87 \text{ บาทต่อปีต่อชุด}$$

สำหรับประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง

$$= \{(\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อปี} \times \text{ค่า PF (0.8)/1000})\} \times \text{ค่าไฟฟ้า (บาท)}$$

$$= 46 \text{ วัตต์} \times 5,840 \text{ ชั่วโมงต่อปี} \times 0.0008 \times 3.33 \text{ บาท}$$

$$= 715.65 \text{ บาทต่อปีต่อชุด}$$

สำหรับประเภทผู้ป่วยนอก (OPD)

$$= \{(\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อปี} \times \text{ค่า PF (0.8)/1000})\} \times \text{ค่าไฟฟ้า (บาท)}$$

$$= 46 \text{ วัตต์} \times 5,110 \text{ ชั่วโมงต่อปี} \times 0.0008 \times 3.33 \text{ บาท}$$

$$= 626.19 \text{ บาทต่อปีต่อชุด}$$

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 ประเภทสำนักงาน

ปีที่	จำนวน ชั่วโมง สะสม	จำนวน หลอด/ชั้น	จำนวน วัตต์	จำนวน ชั่วโมงต่อ ปี	อัตราค่า ไฟฟ้าต่อ หน่วย	PF	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า (บาท)
0	-	-	-	-	-	-	-
1	2,496	147	46	2,496	3.33	0.0008	44,962.86
2	4,992	147	46	2,496	3.33	0.0008	44,962.86
3	7,488	147	46	2,496	3.33	0.0008	44,962.86
4	9,984	147	46	2,496	3.33	0.0008	44,962.86
5	12,480	147	46	2,496	3.33	0.0008	44,962.86
6	14,976	147	46	2,496	3.33	0.0008	44,962.86
7	17,472	147	46	2,496	3.33	0.0008	44,962.86
8	19,968	147	46	2,496	3.33	0.0008	44,962.86
							359,702.88

จากตารางที่ 4.19 จำนวนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 ของประเภทสำนักงาน จำนวน 147 หลอด ซึ่งตลอดระยะเวลาอายุหลอด 20,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 8 ปี ของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นเงิน 359,702.88 บาท หรือปีละ 44,962.86 บาท



ตารางที่ 4.20 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง

ปีที่	จำนวน ชั่วโมง สะสม	จำนวน หลอด/ชิ้น	จำนวน วัตต์	จำนวน ชั่วโมงต่อ ปี	อัตราค่า ไฟฟ้าต่อ หน่วย	PF	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า (บาท)
0	-	-	-	-	-	-	-
1	5,840	1,025	46	5,840	3.33	0.0008	733,548.38
2	11,680	1,025	46	5,840	3.33	0.0008	733,548.38
3	17,520	1,025	46	5,840	3.33	0.0008	733,548.38
4	23,360	1,025	46	5,840	3.33	0.0008	733,548.38
5	29,200	1,025	46	5,840	3.33	0.0008	733,548.38
6	35,040	1,025	46	5,840	3.33	0.0008	733,548.38
7	40,880	1,025	46	5,840	3.33	0.0008	733,548.38
8	46,720	1,025	46	5,840	3.33	0.0008	733,548.38
							5,868,387.04

จากตารางที่ 4.20 จำนวนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 ของประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง จำนวน 1,025 หลอด ซึ่งตลอดระยะเวลาอายุหลอด 20,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 4 ปี ของการเปิดใช้งาน มีต้นทุนค่าพลังงานเป็นเงิน 2,934,193.52 บาท และตลอดอายุการใช้งาน 8 ปี มีต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นเงิน 5,868,387.04 บาท หรือปีละ 733,548.38 บาท

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD)

ปีที่	จำนวน ชั่วโมง สะสม	จำนวน หลอด/ชั้น	จำนวน วัตต์	จำนวน ชั่วโมงต่อ ปี	อัตราค่า ไฟฟ้าต่อ หน่วย	PF	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า (บาท)
0	-	-	-	-	-	-	-
1	5,110	293	46	5,110	3.33	0.0008	183,476.55
2	10,220	293	46	5,110	3.33	0.0008	183,476.55
3	15,330	293	46	5,110	3.33	0.0008	183,476.55
4	20,440	293	46	5,110	3.33	0.0008	183,476.55
5	25,550	293	46	5,110	3.33	0.0008	183,476.55
6	30,660	293	46	5,110	3.33	0.0008	183,476.55
7	35,770	293	46	5,110	3.33	0.0008	183,476.55
8	40,880	293	46	5,110	3.33	0.0008	183,476.55
							1,467,812.40

จากตารางที่ 4.21 จำนวนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 ของประเภท สำนักงาน จำนวน 293 หลอด ซึ่งตลอดระยะเวลาอายุหลอด 20,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 4 ปี ของ การเปิดใช้งาน มีต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นเงิน 718,107.83 บาท และอายุตลอดการใช้งาน 8 ปี มีต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นเงิน 1,467,812.40 บาท หรือปีละ 183,476.55 บาท

ตารางที่ 4.22 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 และอุปกรณ์ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท

ปีที่	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า T8 ตามประเภทการใช้งาน (บาท)		
	สำนักงาน	ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง	ผู้ป่วยนอก (OPD)
0	-	-	-
1	44,962.86	733,548.38	183,476.55
2	44,962.86	733,548.38	183,476.55
3	44,962.86	733,548.38	183,476.55
4	44,962.86	733,548.38	183,476.55
5	44,962.86	733,548.38	183,476.55
6	44,962.86	733,548.38	183,476.55
7	44,962.86	733,548.38	183,476.55
8	44,962.86	733,548.38	183,476.55
	359,702.88	5,868,387.04	1,467,812.40

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T8 (ตารางที่ 4.22) จะแปรผันกับชั่วโมงการเปิดใช้งานและจำนวนหลอดที่ติดตั้ง โดยประเภทผู้ใช้ที่มีการเปิดใช้งานต่อปีมากที่สุดจะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมากขึ้นตามไปด้วย เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ 8 ปี พบว่าประเภทสำนักงานมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 359,702.88 บาท ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 5,868,387.04 บาท และประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 1,467,812.40 บาท

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนกับค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของหลอดประหยัดพลังงานชนิด T5 ตามตารางที่ 4.18 และตารางที่ 4.22 พบว่าประเภทสำนักงานมีค่าการลงทุน 55,860.00 บาท จะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 359,702.88 บาท ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลางมีค่าการลงทุน 779,000.00 บาท จะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 5,868,387.04 บาท และผู้ป่วยนอก (OPD) มีค่าการลงทุน 167,010.00 บาท จะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 1,467,812.40 บาท จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าชั่วโมงการใช้งานและจำนวนของชุดโคมไฟฟ้าส่งผลต่อการใช้พลังงานเป็นอย่างมาก

3. เปรียบเทียบการลงทุนด้านอุปกรณ์ชุดหลอดไฟฟ้า ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8

ตารางที่ 4.23 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท

ปีที่	ค่าใช้จ่ายการลงทุนเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T5 และคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภทการใช้งาน (บาท)					
	สำนักงาน (T5)	สำนักงาน (T8)	ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ ส่วนกลาง (T5)	ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ ส่วนกลาง (T8)	ผู้ป่วยนอก (OPD) (T5)	ผู้ป่วยนอก (OPD) (T8)
0	40,719	27,930	283,925	194,750	81,161	55,670
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	194,750	-	55,670
4	-	-	283,925	-	81,161	-
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	194,750	-	55,670
7	-	27,930	283,925	-	-	-
8	-	-	-	194,750	81,161	-
รวม	40,719	55,860	851,775	779,000	243,483	167,010
เปรียบเทียบ	T5 < T8		T5 > T8		T5 > T8	

การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ (ตารางที่ 4.23) ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท ประเภทสำนักงานมีค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5 ลงทุนต่ำกว่าการไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 อยู่ 15,141.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 27 ของค่าที่ลดลงเมื่อเทียบกับการใช้หลอดไฟฟ้า

ตารางที่ 4.24 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท

ปีที่	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า T5 และคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภทการใช้งาน (บาท)					
	สำนักงาน (T5)	สำนักงาน (T8)	ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ ส่วนกลาง (T5)	ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ ส่วนกลาง (T8)	ผู้ป่วยนอก (OPD) (T5)	ผู้ป่วยนอก (OPD) (T8)
0	-	-	-	-	-	-
1	30,301.06	44,962.86	494,347.82	733,548.38	123,674.24	183,476.55
2	30,301.06	44,962.86	494,347.82	733,548.38	123,674.24	183,476.55
3	30,301.06	44,962.86	494,347.82	733,548.38	123,674.24	183,476.55
4	30,301.06	44,962.86	494,347.82	733,548.38	123,674.24	183,476.55
5	30,301.06	44,962.86	494,347.82	733,548.38	123,674.24	183,476.55
6	30,301.06	44,962.86	494,347.82	733,548.38	123,674.24	183,476.55
7	30,301.06	44,962.86	494,347.82	733,548.38	123,674.24	183,476.55
8	30,301.06	44,962.86	494,347.82	733,548.38	123,674.24	183,476.55
รวม	242,408.48	359,702.88	3,954,782.56	5,868,387.04	989,393.92	1,467,812.40
เปรียบเทียบ	T5 < T8		T5 < T8		T5 < T8	

การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน (ตารางที่ 4.24) ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท ประเภทสำนักงานมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่ำ

ตารางที่ 4.25 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้า คงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท

ประเภท ค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่ายการลงทุนและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า T5 และคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภทการใช้งาน (บาท)					
	สำนักงาน (T5)	สำนักงาน (T8)	ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ ส่วนกลาง (T5)	ผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ ส่วนกลาง (T8)	ผู้ป่วยนอก (OPD) (T5)	ผู้ป่วยนอก (OPD) (T8)
ด้านอุปกรณ์	40,719	55,860	851,775	779,000	243,483	167,010
ด้านพลังงาน	242,408.48	359,702.88	3,954,782.56	5,868,387.04	989,393.92	1,467,812.40
รวม	283,127.48	415,562.88	4,806,557.56	6,647,387.04	1,232,876.92	1,634,822.40
เปรียบเทียบ	T5 < T8		T5 < T8		T5 < T8	

การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน (ตารางที่ 4.25) ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้คงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ตามประเภทการใช้งานทั้ง 3 ประเภท ประเภทสำนักงานมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าเมื่อใช้หลอดชนิด T5 อยู่ 132,435.40 บาท คิดเป็นร้อยละ 31.86 ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลางมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าเมื่อใช้หลอดชนิด T5 อยู่ 1,840,829.48 บาท คิดเป็นร้อยละ 27.69 และประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าเมื่อใช้หลอดชนิด T5 อยู่ 401,945.48 บาท คิดเป็นร้อยละ 24.58

## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ต้นทุนสัมฤทธิ์ภาพ (Cost Effectiveness) ของโครงการวิเคราะห์การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กรณีศึกษาอาคารส่งเสริมสุขภาพโรงพยาบาลสินแพทย์ เท่านั้น โดยพิจารณาทางเลือก 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5 กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8

#### 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางการเงิน

ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีค่าใช้จ่ายต่ำสุด (Least Cost Analysis) ในทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5 กับ ทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 โดยการเปรียบเทียบกลุ่มอาคาร 3 ประเภท คือ ประเภทสำนักงาน ประเภทผู้ป่วยใน (IPD)/พื้นที่ส่วนกลาง และประเภทผู้ป่วยนอก ได้กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 20,000 ชั่วโมง ตามมาตรฐานอายุใช้งานของหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5

ผลปรากฏว่าทางเลือกกรณีที่ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดเดิม T8 มีค่าใช้จ่ายทางการเงินสูงกว่ากรณีเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน T5 ทั้ง 3 ประเภท

#### 5.2 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ

ระยะเวลาคืนทุนโครงการ (Payback Period) เปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน T5 ได้แก่ ระยะเวลาที่ส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงมีค่าเท่ากับค่าลงทุนของโครงการ กล่าวคือนำผลต่างค่าพลังงานไฟฟ้าของทางเลือกให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นชนิดประหยัดพลังงาน T5 กับ ทางเลือกที่ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟชนิดเดิม T8 ในแต่ละปีมารวมกันที่พอดีเท่ากับค่าใช้จ่ายเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบเป็นชุด T5

ซึ่งในกรณีประเภทสำนักงาน มีผลต่างพลังงานไฟฟ้าของทางเลือก กรณีทางเลือกมีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับทางเลือกไม่เปลี่ยนหลอดไฟใช้หลอดไฟฟ้าเดิม T8 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงทันทีปีละ 115,412.38 บาท

ซึ่งในกรณีประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง มีผลต่างพลังงานไฟฟ้าของทางเลือก กรณีทางเลือกมีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับทางเลือกไม่เปลี่ยนหลอดไฟใช้หลอดไฟฟ้าเดิม T8 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงทันทีปีละ 2,497,854.48 บาท

ซึ่งในกรณีประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) มีผลต่างพลังงานไฟฟ้าของทางเลือก กรณีทางเลือกมีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 กับทางเลือกไม่เปลี่ยนหลอดไฟใช้หลอดไฟฟ้าเดิม T8 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงทันทีปีละ 589,758.48 บาท

ตารางที่ 5.1 แสดงระยะเวลาคืนทุน ประเภทสำนักงาน

ปีที่	ค่าเงินลงทุนหลอดไฟฟ้า ประหยัดพลังงานชนิด T5	ผลตอบแทน (ส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง)	ค่าลงทุน	ผลตอบแทน สะสม
ปีที่ 0	40,719.00	-	-	-
ปีที่ 1	-	14,661.80	-	14,661.80
ปีที่ 2	-	14,661.80	-	29,322.80
ปีที่ 3	-	14,661.80	-	43,984.60
ปีที่ 4	-	14,661.80	-	58,646.40
ปีที่ 5	-	14,661.80	-	73,308.20
ปีที่ 6	-	14,661.80	-	87,970.00
ปีที่ 7	-	14,661.80	27,930.00	130,561.80
ปีที่ 8	-	14,661.80	-	145,223.60
	40,719.00	117,294.40	27,930.00	583,679.20

จากตารางที่ 5.1 กรณีประเภทสำนักงาน มีค่าใช้จ่ายเปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 เท่ากับ 40,719.00 บาท ผลตอบแทนจากส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงปีละ 14,661.80 บาท ทำให้ระยะเวลาคืนทุนของ 40,179.00 เท่ากับ 2.77 ปี



ตารางที่ 5.2 แสดงระยะเวลาคืนทุน ประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง

ปีที่	ค่าเงินลงทุนหลอดไฟฟ้า ประหยัดพลังงานชนิด T5	ผลตอบแทน (ส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าที่ ลดลง)	ค่าลงทุน	ผลตอบแทน สะสม
ปีปัจจุบัน	283,925.00	-	-	-
ปีที่ 1	-	239,200.56	-	239,200.56
ปีที่ 2	-	239,200.56	-	478,401.12
ปีที่ 3	-	239,200.56	194,750.00	912,351.68
ปีที่ 4	283,925.00	239,200.56	-	1,151,552.24
ปีที่ 5	-	239,200.56	-	1,390,752.80
ปีที่ 6	-	239,200.56	194,750.00	1,824,703.36
ปีที่ 7	283,925.00	239,200.56	-	2,063,903.92
ปีที่ 8	-	239,200.56	194,750.00	2,497,854.48
	851,775.00	1,913,604.48	584,250.00	10,558,720.16

จากตารางที่ 5.2 กรณีประเภทผู้ป่วยใน (IPD) และพื้นที่ส่วนกลาง มีค่าใช้จ่ายเปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 เท่ากับ 851,775.00 บาท ผลตอบแทนจากส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงปีละ 239,200.56 บาท ทำให้ระยะเวลาคืนทุนของ 851,775.00 เท่ากับ 3.56 ปี

ตารางที่ 5.3 แสดงระยะเวลาคืนทุน ประเภทผู้ป่วยนอก (OPD)

ปีที่	ค่าเงินลงทุนหลอดไฟฟ้า ประหยัดพลังงานชนิด T5	ผลตอบแทน (ส่วนต่างค่าพลังงาน ไฟฟ้าที่ลดลง)	ค่าลงทุน	ผลตอบแทน สะสม
ปีปัจจุบัน	81,161.00	-	-	-
ปีที่ 1	-	59,802.31	-	59,802.31
ปีที่ 2	-	59,802.31	-	119,604.62
ปีที่ 3	-	59,802.31	55,670.00	235,076.93
ปีที่ 4	81,161.00	59,802.31	-	294,879.24
ปีที่ 5	-	59,802.31	-	354,681.55
ปีที่ 6	-	59,802.31	55,670.00	470,153.86
ปีที่ 7	-	59,802.31	-	529,956.17
ปีที่ 8	-	59,802.31	-	589,758.48
	162,322.00	478,418.48	111,340.00	2,653,913.16

จากตารางที่ 5.3 กรณีประเภทผู้ป่วยนอก (OPD) มีค่าใช้จ่ายเปลี่ยนชุดหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด T5 เท่ากับ 162,322.00 บาท ผลตอบแทนจากส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงปีละ 59,802.31 บาท ทำให้ระยะเวลาคืนทุนของ 162,322.00 เท่ากับ 2.71 ปี

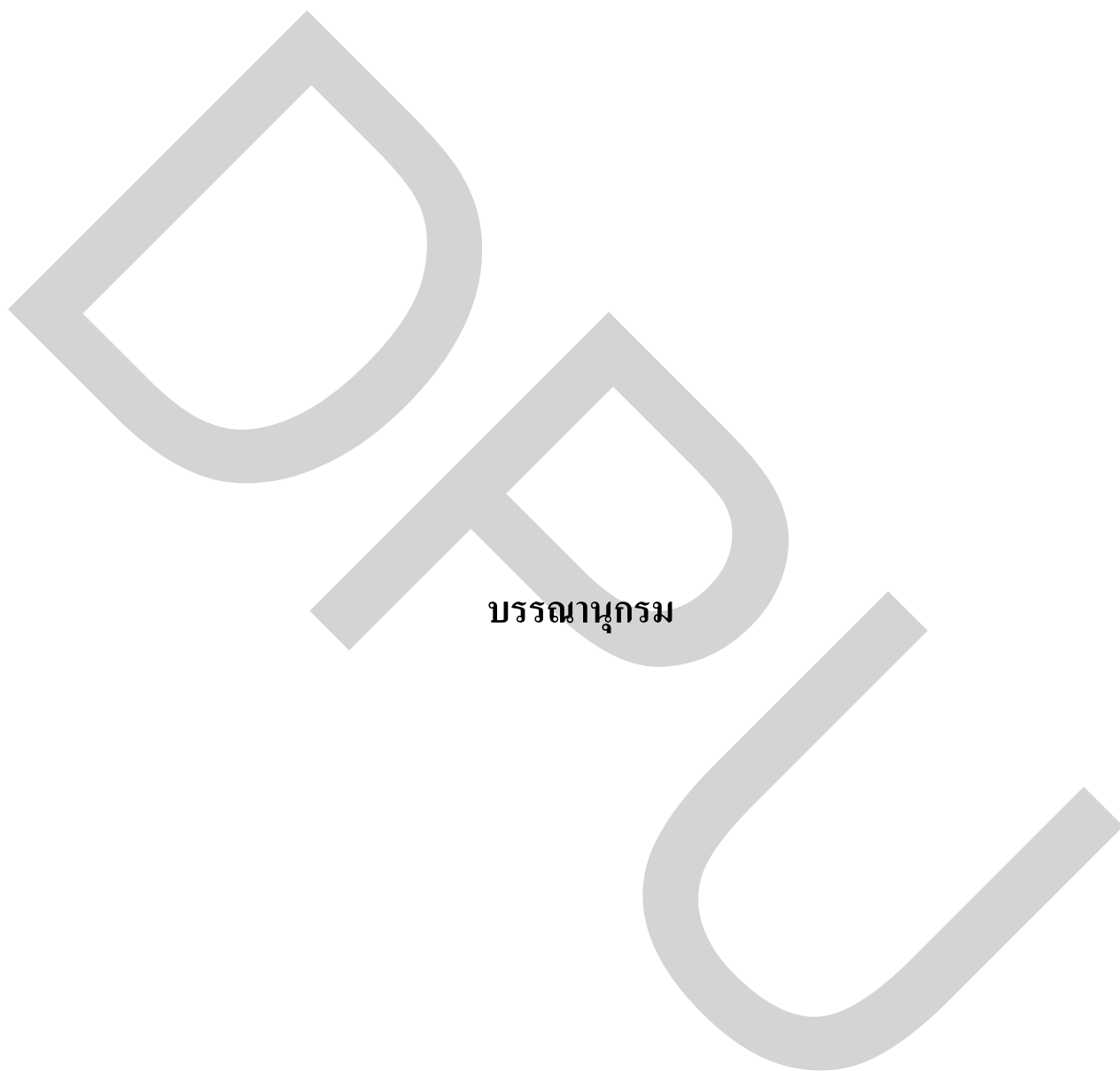
### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากผลการศึกษาการลงทุนในการนำเอาหลอดประหยัดพลังงานชนิด T5 ทดแทนหลอดชนิด T8 : กรณีศึกษาอาคารส่งเสริมสุขภาพ พบว่าหลอดไฟฟ้าชนิด T8 ซึ่งเป็นหลอดไฟฟ้าชนิดเดิม ที่ติดอยู่ภายในอาคารนั้น มีอายุการใช้งานของหลอดและบัลลาสต์เกินกว่าอายุการใช้งานตามชั่วโมงมาตรฐานที่กำหนด โดยตัวหลอดไฟฟ้านั้นมีอายุการใช้งานที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของค่าการส่องสว่างลดลง (Lux) สำหรับบัลลาสต์แกนเหล็กชนิดความสูญเสียต่ำ เมื่อมีอายุการใช้งานที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลโดยตรงกับค่ากำลังไฟฟ้า (วัตต์) ซึ่งอาจมีค่ามากกว่า 10 วัตต์ ดังนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นเพื่อให้ผลที่ได้เกิดความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการเก็บข้อมูลอายุการใช้งานของหลอดด้วย

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้างต่อไป

- 1) เพื่อให้ได้ข้อมูลในการเปลี่ยนหลอดของปีปัจจุบันถูกต้องมากที่สุด จำเป็นต้องทำการบันทึกข้อมูล วัน เดือน ปี ที่ทำการติดตั้งหลอดและอุปกรณ์ประกอบ เพื่อนำมาวิเคราะห์ระยะเวลาในการเปลี่ยนหลอดที่ถูกต้อง
- 2) ควรทำการเก็บข้อมูลอายุการใช้งานจริงของหลอด บัลลาสต์ สตาร์ทเตอร์ และอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อหาอายุการใช้งานจริงของอุปกรณ์
- 3) การเปรียบเทียบการใช้พลังงานของหลอดไฟฟ้า เพื่อให้ผลของข้อมูลมีความถูกต้องมากที่สุด ควรใช้เครื่องมือตรวจวัดการใช้พลังงานจริง เนื่องจากหลอดและบัลลาสต์แต่ละยี่ห้อ หรืออายุการใช้งานก็ส่งผลกับค่าพลังงานทั้งสิ้น
- 4) เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลการลงทุนที่ถูกต้องควรเปรียบเทียบกับหลอดและอุปกรณ์ของยี่ห้อต่างๆ หลายยี่ห้อ ตามคุณสมบัติ ราคา และคุณภาพ เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น



**บรรณานุกรม**

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

#### หนังสือ

- ประสิทธิ์ ตงยั้งศิริ. (2545). การวางแผนและการวิเคราะห์โครงการ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- พิบูลย์ ดิษฐ์อุดม. (2521). การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- เมธี พงศ์โสภา. (2543). หลอดไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: หจก.กิจศึกษาเทรดดิ้ง.
- ศุติ บรรจงจิตร. (2538). วิศวกรรมส่องสว่าง. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

#### วิทยานิพนธ์

- เจียรนัย มาสมาน. (2529). การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาลและอุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ซัชชัย จันทะสีลา. (2549). การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับสถานพยาบาล กรณีศึกษาอาคารสิรินทรโรงพยาบาลขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ณัฐพลิชฎ์ ก้อนแก้วงาม. (2552). การจัดการระบบแสงสว่างเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- สุวรรณ รุ่งเรืองนานา. (2541). การวิเคราะห์โครงการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของรัฐ กรณีศึกษาอาคารกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เสกสรรค์ พันธุ์บุญมี. (2549). การจัดการพลังงานไฟฟ้า : กรณีศึกษาโรงพยาบาลเลิดสิน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

### สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5, T8 ประหยัดพลังงาน : หลอดคอมใหม่เบอร์ 5 คืออะไร. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2555, จาก <http://www.hitop.co.th/T5-Detail.html>

การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 : คุณสมบัติหลอดฟลูออเรสเซนต์. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2555, จาก [http://www.em-group.co.th/Technology\\_FluorescenceF5.html](http://www.em-group.co.th/Technology_FluorescenceF5.html)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5, T8 ประหยัดพลังงาน : ผลิตภัณฑ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5, T8. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2555, จาก <http://www.chinpower.net/Products/fluorescent.html>

บัลลาสต์ : ชนิดของบัลลาสต์แกนเหล็กและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2555, จาก <http://www.srayaisom.dyndns.org/nectec/electrical/light/fluorescent/ballast.html>

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ : บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2555, จาก <http://www.eestaff.kku.ac.th/~krit/Home.files/index077.html>

บัลลาสต์ : ปัจจัยในการเลือกบัลลาสต์. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2555, จาก <http://www.ticathai.org/know/ballast/ch%203.html>

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

นายชิตชัย ชูเชิด

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ปีที่สำเร็จการศึกษา พ.ศ. 2547

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

โรงพยาบาลสินแพทย์ ถนนรามอินทรา แขวงคันนายาว

เขตคันนายาว กรุงเทพฯ 10230

ตำแหน่ง

วิศวกรไฟฟ้า หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง

ประสบการณ์

งานบริหารอาคาร