การวิเคราะห์ค่าพลังงานหลอดไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลบริษัทผู้ผลิตเปรียบเทียบกับวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สุรพงษ์ ชูทัพ

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2556

A Value of Energy Analysis by Comparing between Manufacturer's Information and Verification of Saving Energy Performance Standard (IPMVP)

Mr. Suraphong Chutup

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Building Technology Management

Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2013

เลขทะเบียน 0229012
วันลงทะเบียน - 3 เม.ย. 2557
เลขเรียกหนังสือ 621.827
ส852ก
[2556]

ใบรับรองสารนิพนธ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การวิเคราะห์ค่าพลังงานหลอดไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลบริษัทผู้ผลิตเปรียบเทียบกับวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP : กรณีศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เสนอโดย สุรพงษ์ ชูทัพ

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีอาคาร

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย ไชยวงศ์วิลาน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย ไชยวงศ์วิลาน)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

คณะวิศวกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

วันที่ 11 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2556

หัวข้อสารนิพนธ์	การวิเคราะห์ค่าพลังงานหลอดไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลบริษัทผู้ผลิต เปรียบเทียบกับวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ชื่อผู้เขียน	สุรพงษ์ ชูทัพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุทัย ไชยวงค์วิลาน
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีอาคาร
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า หาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ถูก โดยใช้วิธีคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าจากข้อมูลบริษัทผู้ผลิตเปรียบเทียบกับวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ด้วยการตรวจวัดหลอดไฟฟ้า 2 ชนิด ได้แก่ 1) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W 2) หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบพบว่า หลอด T8 ขนาด 36 W ตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,165,283 kW/ปี และโดยการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,160,690 kW/ปี มีผลต่างร้อยละ 0.21 และมีผลต่างของค่าการใช้พลังงานเท่ากับ 20,944.08 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 0.21 เมื่อเทียบกับข้อมูลผู้ผลิต ส่วนหลอด T5 ขนาด 28 W ตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,459,560 kWh/ปี และโดยการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,321,149 kWh/ปี มีผลต่างร้อยละ 9.48 และมีผลต่างของค่าการใช้พลังงาน 631,154.16 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 10.48 เมื่อเทียบกับข้อมูลผู้ผลิต

จากการศึกษา พบว่า การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าโดยการใช้ข้อมูลบริษัทผู้ผลิตและโดยการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิดนั้น มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน ส่งผลทำให้เกิดความผิดพลาดได้ทั้งในทางลบ เพราะฉะนั้นเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดสำหรับการวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้า ควรเลือกใช้วิธีที่ได้จากการตรวจวัด (IPMVP) จึงจะทำให้ได้ค่าการใช้พลังงานที่ถูกต้อง

Thematic Paper Title	A Value of Energy Analysis by Comparing between Manufacturer's Information and Verification of Saving Energy Performance Standard (IPMVP) Case Study of Dhurakij Pundit University
Author	Suraphong Chutup
Thematic Paper Advisor	Asst. Prof. Uthai Chaivongvilan, Ph.D.
Department	Building Technology Management
Academic Year	2013

ABSTRACT

The purpose of this study is to compare the energy value of the fluorescent lamps for finding the saving energy value by using the electrical energy calculation between manufacturer's information and verification of saving energy performance standard (IPMVP). The research has brought two types of fluorescent bulb to study; fluorescent lamp T8 size 36W, and compact fluorescent lamp T5 size 28W.

After analyzed, the result of this research shows the fluorescent lamp T8 size 36W of the manufacturer' s information spends the energy power at 2,165,283 kW/year, and the verification of saving energy performance standard (IPMVP) shows the energy power at 2,160,690 kW/year. Therefore, the differentiation of these results is at 0.21 percent while the differentiation of the used energy value is at 20,944.08 baht/year or called as 0.21 percent. The fluorescent lamp T5 size 28W of the manufacturer' s information spends the energy power at 1,459,560 kW/year, and the verification of saving energy performance standard (IPMVP) shows the energy power at 1,321,149 kW/year. Therefore, the differentiation of these results is at 9.48 percent while the differentiation of the used energy value is at 631,154.16 baht/year or called as 10.48 percent after compared with the manufacturer's information.

The summary of this research presents the different results after compared between manufacturer's information and verification of saving energy performance standard (IPMVP), the different result between two types of the mentioned fluorescent lamps, and the different results on the energy expense. These matters may affect and give as negative result; therefore, the study

would recommend to use the verification of saving energy performance standard (IPMVP) in order to measure and to prevent the mistaken on the power energy analysis instead.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่อง "การวิเคราะห์ค่าพลังงานหลอดไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลบริษัทผู้ผลิตเปรียบเทียบกับวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์" ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย ไชยวงศ์วิลาน อาจารย์ที่ปรึกษา ท่านอาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ ประธานกรรมการสอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ กรรมการสอบ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบรูปเล่มจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้แนวคิด และเสนอแนะข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดระยะเวลาของการศึกษาอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อสารนิพนธ์เล่มนี้

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณฝ่ายอาคารสถานที่และซ่อมบำรุง มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ที่ช่วยให้ข้อมูล และอาจารย์ประยุทธ์ ฤทธิเดช ที่สละเวลาให้คำแนะนำ ตรวจรูปเล่มและช่วยหาข้อมูลเพิ่มเติม และขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้องและเพื่อนๆ พี่ๆ ที่คอยให้กำลังใจจนสารนิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ สุดท้ายนี้ประโยชน์อันใดที่เกิดจากสารนิพนธ์เล่มนี้ก็เป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านที่กล่าวมาในข้างต้น

สุรพงษ์ ชูทัพ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญรูป..... ฎ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 5

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 5

1.4 วิธีการศึกษา..... 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7

2.1 การตรวจวัดและพิสูจน์ประสิทธิภาพด้านพลังงานตามมาตรฐานสากล (International Performance Measurement and Verification, IPMVP)..... 7

2.2 การพัฒนา M&V สำหรับโครงการ ESCO ในประเทศไทย (The Development of Measurement & Verification for ESCO Project in Thailand)..... 8

2.3 เป้าหมายในการพัฒนามาตรฐาน M&V สำหรับโครงการ ESCOในประเทศไทยในอนาคต..... 14

2.4 วิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผล : ระบบแสงสว่าง..... 15

2.5 หลอดไฟฟ้า..... 18

2.6 การประหยัดพลังงาน..... 26

2.7 หลักเกณฑ์การประเมินโครงการ (ชิดชัย ชูเชิด, 2555)..... 27

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 28

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

3. ระเบียบวิธีการศึกษา..... 32
3.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะการใช้งานของอาคาร..... 32
3.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ 35
3.3 ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ 36
3.4 การลงทุนโครงการ..... 39
3.5 เครื่องมือวัด และการจัดเก็บข้อมูล..... 40
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลการลงทุน..... 42
3.7 สรุปผล..... 42
4. ผลการศึกษา..... 43
4.1 ข้อกำหนดด้านอาคารและสภาพแวดล้อม..... 43
4.2 ข้อกำหนดด้านอุปกรณ์หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง..... 43
4.3 ข้อกำหนดในการคำนวณ..... 44
4.4 การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า..... 44
5. สรุปผลการศึกษา..... 58
5.1 สรุปผลการศึกษา..... 58
5.2 อภิปรายผล..... 59
5.3 ข้อเสนอแนะ..... 60
บรรณานุกรม..... 61
ภาคผนวก..... 64
ประวัติผู้เขียน..... 75

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ข้อมูลชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า	2
1.2	ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งประเทศ	3
1.3	สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในอาคารประเภทต่างๆแบ่งตามระบบต่างๆ	4
2.1	สรุปการพัฒนาและจัดทำคู่มือมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดที่เหมาะสมกับบริษัทจัดการพลังงานไทย ปี 2556	13
2.1	สรุปการพัฒนาและจัดทำคู่มือมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดที่เหมาะสมกับบริษัทจัดการพลังงานไทย ปี 2556 (ต่อ)	14
2.2	ตัวแปรหลักสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ผล	16
2.3	ตัวแปรควบคุมสำหรับใช้ในการควบคุมภาระงาน	18
2.4	คุณสมบัติของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ	23
3.1	พื้นที่ใช้สอยอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์	34
3.2	การใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ปีการศึกษา 2555	35
3.3	หลอดไฟฟ้าที่ใช้ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์	37
3.4	จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์	38
3.5	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W	38
3.6	จำนวนหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W	38
3.7	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 1	38
3.8	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 2	39
3.9	ราคาชุดหลอดไฟฟ้าพร้อมค่าติดตั้ง	39
3.10	เงินลงทุนชุดหลอดไฟฟ้า	39
4.1	จำนวนกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ	44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.2 ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอด (T8) ขนาด 36 W ตามค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต..... 45
4.3 ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W จากการตรวจวัด..... 46
4.4 การเปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดค่าความส่องสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36Wตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอดฟูลออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W..... 47
4.5 ค่ากำลังไฟฟ้าตามค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ชนิด 1 : 1..... 49
4.6 ค่ากำลังไฟฟ้าตามค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ชนิด 1 : 2..... 50
4.7 กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน(T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ชนิด 1 : 1 จากการตรวจวัด..... 52
4.8 กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน(T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ชนิด 1 : 2 จากการตรวจวัด 53
4.9 การเปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอด (T5) ขนาด 28 W..... 54
4.10 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) ตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดไฟฟ้า..... 56
4.11 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) ตามข้อมูลวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP..... 57

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงต่างๆ..... 2

2.1 ขั้นตอนในการตรวจวัด M&V Unit..... 17

2.2 โครงสร้างหลอดไฟฟ้า..... 20

2.3 ขั้วและไส้หลอดไฟฟ้า 20

2.4 สตาร์ทเตอร์และอุปกรณ์ภายในตัวสตาร์ทเตอร์..... 21

2.5 บัลลาสต์แกนเหล็ก (Electromagnetic Ballast)..... 21

2.6 พื้นที่หน้าตัดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12, T8 และ T5..... 23

2.7 ขั้วต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) 25

3.1 อาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ 32

3.2 แผนผังและภูมิทัศน์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์..... 33

3.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบระบบสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวกประกอบอาคาร..... 36

3.4 Power Analyzer ยี่ห้อ TES-3600..... 40

3.5 ดิจิตอลแคลมป์มิเตอร์ ยี่ห้อ Center 202..... 41

4.1 การตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W..... 46

4.2 เปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า (kW/ปี) โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP..... 48

4.3 เปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตกับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP..... 48

4.4 การตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดหลอด (T5) ขนาด 28 W..... 51

4.5 การตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดหลอด (T5) ขนาด 28 W..... 53

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

4.6 เปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า (kW/ปี) โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP..... 55

4.7 เปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตกับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP..... 55

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงาน (2556, สิงหาคม) สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) รายงานอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจครึ่งปีแรกของปี 2556 ขยายตัวร้อยละ 4.1 และคาดการณ์ว่าเศรษฐกิจในปี 2556 จะขยายตัวร้อยละ 3.8 - 4.3 จากการขยายตัวด้านการบริโภคและการลงทุน มีปัจจัยสนับสนุนจากการบริโภค การลงทุนภาคเอกชนและการขยายตัวในด้านการผลิตจากสาขาการโรงแรมและภัตตาคาร อสังหาริมทรัพย์ การค้าปลีกค้าส่งและการเงิน ในขณะที่การส่งออกหดตัวเนื่องจากได้รับผลกระทบจากเศรษฐกิจโลกและการแข็งค่าของเงินบาท เฉลี่ยครึ่งปีแรกการใช้จ่ายภาคครัวเรือนขยายตัวร้อยละ 3.4 ตามปัจจัยสนับสนุนจากโครงการรถยนต์คันแรกตามนโยบายของรัฐบาล การลงทุนรวมขยายตัวร้อยละ 5.1 จากการขยายตัวของการลงทุนภาคเอกชนและการลงทุนภาครัฐ การส่งออกสินค้าได้รับผลกระทบจากความล่าช้าในการฟื้นตัวของเศรษฐกิจโลกและการแข็งค่าของเงินบาท ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อสถานการณ์พลังงานไทยในประเทศ 6 เดือนแรกของปี 2556 มีมูลค่าการใช้พลังงาน 1,053 พันล้านบาทลดลงร้อยละ 1.6 เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปี 2555 อยู่ที่ 1,053 พันล้านบาท โดยน้ำมันสำเร็จรูปมีใช้อยู่ที่ 666 พันล้านบาท คิดร้อยละ 63 รองลงมาเป็นไฟฟ้ามีมูลค่าการใช้อยู่ที่ 272 พันล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 26 ก๊าซธรรมชาติมีมูลค่าการใช้อยู่ที่ 58 พันล้านบาท คิดร้อยละ 6 พลังงานทดแทนมีมูลค่าการใช้อยู่ที่ 45 พันล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 4 และลิกไนต์/ถ่านหินนำเข้ามีมูลค่าการใช้อยู่ที่ 11 พันล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1 ดังนั้นพลังงานเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำคัญต่อเศรษฐกิจและการดำเนินชีวิตของประชาชนทั่วโลก

กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้า ณ สิ้นเดือนมิถุนายน ปี 2556 อยู่ที่ระดับ 33,141 MW โดยมีกำลังการผลิตที่สำคัญจาก กฟผ. ร้อยละ 45 และจากโรงไฟฟ้าเอกชนขนาดใหญ่ (IPP) ร้อยละ 39 ที่เหลือมาจากโรงไฟฟ้าเอกชนขนาดเล็ก (SPP) ร้อยละ 9 และจากการนำเข้าและแลกเปลี่ยนร้อยละ 7 โดยความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Gross Peak Generation) ของปี 2556 เกิดขึ้น ณ วันพฤหัสบดีที่ 16 พฤษภาคม 2556 เวลา 14.00 น. อยู่ที่ระดับ 27,285 MW มีค่าสูงกว่าพลังไฟฟ้าสูงสุดของปีที่ผ่าน

มาซึ่งเกิดเมื่อวันพฤหัสบดีที่ 26 เมษายน 2555 อยู่ 511 MW หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.9 ส่วน Net Peak อยู่ที่ระดับ 26,598 MW ดังตารางที่ 1.1

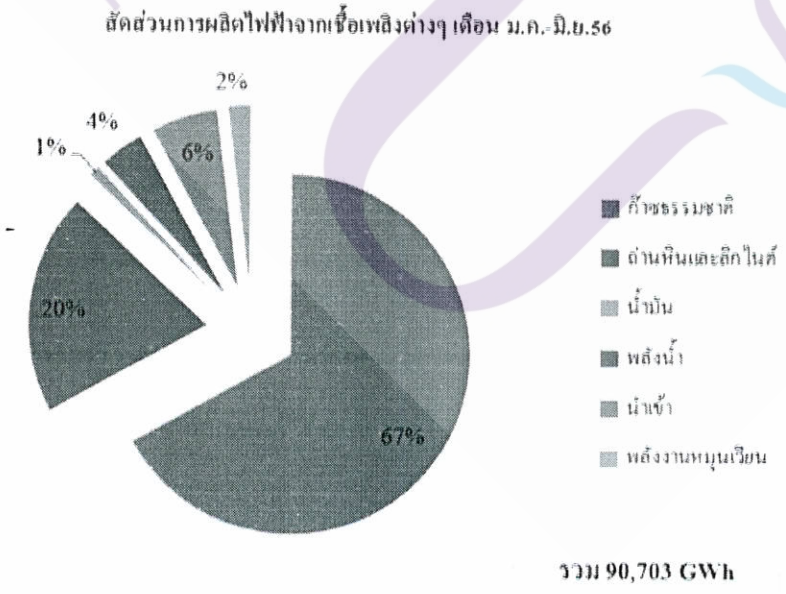
ตารางที่ 1.1 ข้อมูลชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า

หน่วย : GWh

ชนิดเชื้อเพลิง	2553	2554	2555	(ม.ค.-มิ.ย.56)		อัตราการเปลี่ยนแปลง (%)		สัดส่วน (%)
				2555	2556	2555	2556*	2556*
ก๊าซธรรมชาติ	118,438	108,261	119,434	57,272	61,228	10.3	6.9	67.5
ถ่านหินและลิกไนต์	29,764	31,681	34,517	17,372	18,188	9.0	4.7	20.1
น้ำมัน	600	1,331	1,363	1,007	803	2.4	-20.3	0.9
พลังน้ำ	5,347	7,935	8,431	5,540	3,291	6.3	-40.6	3.6
นำเข้า	7,254	10,774	10,527	5,596	5,454	-2.3	-2.5	6.0
พลังงานหมุนเวียน	2,247	2,309	2,701	1,338	1,739	15.9	15.9	1.9
รวม	163,668	162,343	176,973	88,125	90,703	9.0	2.9	100.0

หมายเหตุ : *ข้อมูลเดือน ม.ค.-มิ.ย.56

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน



รูปที่ 1.1 สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงต่างๆ

การใช้ไฟฟ้ารวมทั้งประเทศในช่วง 6 เดือนแรกของปี 2556 อยู่ที่ระดับ 83,012 GWh เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.4 สาเหตุที่การใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากสภาพอากาศร้อนในช่วงเดือนพฤษภาคม โดยการใช้ไฟฟ้าในเขตนครหลวงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.6 และในเขตภูมิภาคเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.4 ในขณะที่การใช้จากลูกค้าตรงของ กฟผ. ลดลงร้อยละ 7.5 ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งประเทศ

หน่วย : GWh

ผู้จำหน่ายไฟฟ้า	2553	2554	2555	2556*	อัตราการเปลี่ยนแปลง (%)			
					2553	2554	2555	2556*
MEA	45,606	44,195	48,244	24,614	8.0	-1.9	9.1	1.6
PEA	102,470	102,947	111,718	57,545	11.7	0.5	8.5	4.4
ลูกค้าตรง EGAT	1,771	1,713	1,817	853	2.5	-3.3	6.0	-7.5
ทั้งประเทศ	149,301	148,855	161,779	83,012	10.5	-0.3	8.7	3.4

หมายเหตุ. *ข้อมูลเดือน ม.ค.-มิ.ย.56

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม เพราะพลังงานไฟฟ้ามีส่วนช่วยในการสนับสนุนและผลักดันให้การพัฒนาด้านต่างๆ สามารถขยายตัวได้อย่างกว้างขวาง รวดเร็วและต่อเนื่อง จากสถานการณ์ด้านพลังงานในปัจจุบันและแนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคตที่เกิดจากการพัฒนาและเจริญเติบโตทั้งภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ และภาคครัวเรือนที่อยู่อาศัย ทุกภาคส่วนต้องหันมาให้ความสำคัญในเรื่องการประหยัดและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ประเทศไทยมีการประกาศใช้พระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี 2535 เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2535 มีผลบังคับใช้กฎหมายตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน 2535 โดยมีเจตนารมณ์ที่จะส่งเสริมให้เกิดวินัยในการใช้และอนุรักษ์พลังงาน ให้เกิดการลงทุนทั้งในอาคารและโรงงาน โดยใช้มาตรการบังคับควบคู่กับการจูงใจ ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าของสถานประกอบการมีสัดส่วนการใช้ในระบบต่างๆ สามารถแยกตามระบบการใช้งาน ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในอาคารประเภทต่างๆแบ่งตามระบบต่างๆ

ประเภทของอาคาร	ปรับอากาศ(%)	แสงสว่าง(%)	อื่นๆ(%)
สำนักงาน/สถานศึกษา	50	19	31
ศูนย์การค้า	44	21	35
โรงแรม	49	24	27
โรงพยาบาล	59	22	19

ที่มา: รายงานประจำปีสถานภาพการใช้และอนุรักษ์พลังงานในอาคารและโรงงานควบคุม ปี 2546 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

สถานบันการศึกษาเป็นองค์กรหนึ่งที่มีการเติบโตและพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งด้านรูปแบบอาคาร วัสดุประกอบอาคาร รวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ระบบแสงสว่างเป็นอีกระบบหนึ่งที่มีความสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นอันดับสองรองมาจากระบบปรับอากาศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์เป็นสถานบันการศึกษาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างสำหรับการเรียนการสอนและการทำงานเป็นจำนวนมาก ทำให้มหาวิทยาลัยมีศักยภาพที่จะช่วยลดการใช้พลังงาน เพื่อให้เกิดมาตรฐานในการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าอย่างถูกต้อง เนื่องจากปัจจุบันการคำนวณค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ผ่านมาจะใช้ข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิต ซึ่งอาจบอกไม่ได้ว่าจริงแล้วอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงเท่าไหร่ เพื่อให้เกิดความถูกต้องในการวิเคราะห์ในเรื่องผลประหยัดการใช้พลังงาน รวมถึงผลตอบแทนการลงทุนที่ชัดเจนและถูกต้อง จึงควรใช้ทางเลือกที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดค่าการใช้พลังงานที่ใช้จริง นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดมาทำการคำนวณ โดยในการศึกษานี้จะทำการเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าจากข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิต และวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน International Performance Measurement and Verification (IPMVP) เพื่อศึกษาผลต่างที่ได้ทำการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานและผลประหยัดพลังงาน รวมถึงระยะเวลาในการคืนทุน เพื่อเป็นการช่วยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจลงทุนได้อย่างถูกต้อง

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลผลการวิเคราะห์ค่าพลังงานตามข้อมูลบริษัท กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน International Performance Measurement and Verification (IPMVP) ของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการลงทุน โดยการเลือกใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กับการใช้ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบโครงการลงทุน ทั้ง 2 วิธี ของหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. การศึกษานี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการลงทุนโดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน International Performance Measurement and Verification, IPMVP กับการใช้ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ในการนำหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W โดยใช้อาคารภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2. ศึกษาแนวทางการเลือกใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กับการใช้ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ของหลอดไฟฟ้า 2 ชนิด

3. พิจารณาต้นทุน เปรียบเทียบการเลือกใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กับการใช้ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ของหลอดไฟฟ้า 2 ชนิด

1.4 วิธีการศึกษา

การวิเคราะห์โครงการลงทุนโดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กับการใช้ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ในการนำเอาหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ภายในอาคารมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ใช้วิธีการดังนี้

1. ทำการศึกษาและรวบรวมเอกสาร หนังสือ ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิต และผลการตรวจวัดของหลอดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W และรายงานการใช้ไฟฟ้าของอาคารเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผล

3. การวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านต้นทุน ผลการประหยัด และระยะเวลาคืนทุน (Payback period)

4. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ได้ค่าความถูกต้องสำหรับวิเคราะห์การลงทุนในโครงการเปรียบเทียบหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ของอาคารมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ให้ได้มาถึงความเหมาะสมด้านต้นทุน และการลงทุนในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า และยังเป็นการสนับสนุนการปฏิบัติตาม พรบ.ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี 2535 อีกทางหนึ่งด้วย

บทที่ 2
ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตรวจวัดและพิสูจน์ประสิทธิภาพด้านพลังงานตามมาตรฐานสากล (International Performance Measurement and Verification, IPMVP)

สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2556) การตรวจวัดและพิสูจน์ประสิทธิภาพด้านพลังงานตามมาตรฐานสากล เป็นการคำนวณหาปริมาณพลังงานหรือพลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ สามารถหาได้จากการเปรียบเทียบปริมาณพลังงานหรือพลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อนและหลังการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งสรุปเป็นความสัมพันธ์ดังนี้

พลังงานที่ประหยัดได้ = พลังงานที่ใช้ (ก่อนการปรับปรุง) – พลังงานที่ใช้ (หลังการปรับปรุง) ± ค่าปรับแก้

ค่าปรับแก้ เป็นค่าที่ใช้ปรับค่าฐานของปริมาณการใช้พลังงานก่อนปรับปรุงให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขหรือสภาวะการทำงานเดียวกันกับภายหลังการปรับปรุงสภาวะดังกล่าว ได้แก่สภาพอากาศ การใช้งานอาคาร ผลผลิต และการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น ทั้งนี้ค่าปรับแก้อาจมีค่าเป็นบวกหรือลบก็ได้

ขั้นตอนการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน (M&V Process)

ขั้นตอนการดำเนินการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน ตามแนวทาง IPMVP นั้น สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เลือกรูปแบบการตรวจวัดพลังงาน (Options A, B, C, D) ให้เหมาะสมกับมาตรการอนุรักษ์พลังงาน พร้อมทั้งกำหนดค่าปรับแก้

2. รวบรวมข้อมูลการปฏิบัติงานและพลังงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในปีฐาน (Base year) และประกอบการประเมินผลการประหยัดที่จะเกิดขึ้น

3. กำหนดวิธีการหรือมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

4. จัดเตรียมแผนการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน (M&V Plan)

5. ออกแบบ ติดตั้ง และทดสอบ อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ภายใต้แผน M&V ที่กำหนด

6. หลังจากดำเนินการตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดแล้วจะต้องทำการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ติดตั้งพร้อมทั้งปรับปรุงวิธีการใช้งานของอุปกรณ์ เพื่อให้มั่นใจได้ว่า ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับสอดคล้องตามที่ได้กำหนดไว้

7. รวบรวมข้อมูลการเดินเครื่องและการใช้พลังงานของอุปกรณ์ หลังจากปรับปรุงตามมาตรการที่กำหนดแล้ว นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงก่อนการปรับปรุง การเก็บข้อมูลนี้ควรรวมถึงการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เป็นระยะ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าอุปกรณ์สามารถใช้งานได้ตามแผนที่วางไว้

8. คำนวณและจัดทำรายงานผลการประหยัดพลังงานให้สอดคล้องกับแผนงาน (M&V Plan) ที่ได้วางไว้ทั้งนี้การตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานอาจกระทำโดยหน่วยงานกลางเพื่อให้มั่นใจต่อผลการตรวจวัดที่เกิดขึ้น

2.2 การพัฒนา M&V สำหรับโครงการ ESCO ในประเทศไทย (The Development of Measurement & Verification for ESCO Project in Thailand

การตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด (Measurement and Verification :M&V) เป็นส่วนหนึ่งในการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักร อุปกรณ์หรือระบบในทางวิศวกรรมมานานแล้ว ส่วนการจัดทำเป็นพิธีสารหรือสัญญาข้อตกลงของ M&V นั้นมีเอกสารปรากฏขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ.1996 โดยรัฐบาลอเมริกา มีชื่อเรียกว่า Federal Energy Management Program M&V Guideline (FEMP M&V Guideline) และในปี ค.ศ. 1997 มีการจัดทำขึ้นใหม่ให้เป็นสากลโดยองค์กรด้านพลังงานจาก 12 ประเทศ และถูกเรียกว่า International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP) หรือในบางครั้งเรียก MVP และกลายเป็นเอกสารมาตรฐานของ M&V ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในเวลาต่อมา

สำหรับการพัฒนามาตรฐาน M&V เพื่อใช้ในโครงการ ESCO ของประเทศไทยได้ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน และกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้เป็นเอกสาร "แนวทางการทำสัญญาพลังงานและแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดการอนุรักษ์พลังงาน" ต่อมาในปี พ.ศ. 2555 ได้มีการแต่งตั้งคณะทำงานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน โดย พพ.ได้ร่วมมือกับสถาบันพลังงานฯ และบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) จัดทำเป็นเอกสารขึ้นมา 2 ฉบับ ได้แก่ "แนวทางในการกำหนดมาตรฐานบริษัทจัดการพลังงานไทย" และ "แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน"

ในปี พ.ศ. 2556 นี้ได้มีการดำเนินการพัฒนา "มาตรฐานการดำเนินงานบริษัทจัดการพลังงาน" และ "มาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด" ขึ้น โดยเพิ่มคณะกรรมการดำเนินงานที่มาจากองค์กรทางวิชาการ และมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมเข้าร่วมกันจัดทำร่างมาตรฐานทั้งสองเล่มขึ้น เพื่อให้การดำเนินธุรกิจ ESCO ในประเทศไทยมีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดในประเทศที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อช่วยลดข้อขัดแย้งในการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด ระหว่างบริษัทจัดการพลังงานกับสถานประกอบการในการลงทุนมาตรการอนุรักษ์พลังงาน รวมไปถึงเป็นการช่วยลดความเสี่ยงและการบริหารความเสี่ยงต่อการลงทุนในโครงการประหยัดพลังงาน และสร้างน่าความเชื่อถือกับสถาบันการเงินหรือแหล่งเงินทุนในการปล่อยสินเชื่อให้กับธุรกิจบริษัทจัดการพลังงาน อันจะเป็นกลไกที่จะช่วยให้การดำเนินการอนุรักษ์พลังงานบรรลุเป้าหมายได้ดียิ่งขึ้น

2.2.1 วัตถุประสงค์การดำเนินงาน

สำหรับเอกสาร การพัฒนา M&V สำหรับโครงการ ESCO ในประเทศไทยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะในส่วนของการพัฒนามาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด โดยมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานดังนี้

1) พัฒนามาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด (ฉบับร่าง) เพื่อใช้เป็นมาตรฐานเดียวกันในการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดพลังงานของโครงการ ESCO ในประเทศไทย

2) เพิ่มเติมกรณีศึกษาลงในมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด (ฉบับร่าง) สำหรับมาตรการเปลี่ยนชนิดหลอดไฟแสงสว่าง

3) เพิ่มเติมกรณีศึกษาลงในมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด (ฉบับร่าง) สำหรับมาตรการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์

2.2.2 ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานพัฒนามาตรฐานการวัดและพิสูจน์ผลประหยัด (ฉบับร่าง) โดยมีการประชุมเพื่อระดมความคิดและประสบการณ์จากตัวแทนขององค์กรต่างๆ ที่เข้าร่วมเป็นคณะกรรมการได้ข้อสรุปในการจัดทำมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด (ฉบับร่าง) ดังนี้

1) การดำเนินการโครงการ ESCO ในประเทศไทย ควรเพิ่มเอกสาร ข้อตกลงการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด จัดทำเป็นภาคผนวก ค. แนบในสัญญาพลังงาน (Energy Performance Contract: EPC) อย่างชัดเจน และสัญญานี้ต้องได้รับการยอมรับจากผู้เกี่ยวข้องในโครงการ ESCO โดยเฉพาะสถานประกอบการ

2) การพิจารณาตัดสินผลประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ ESCO เสนอให้ยึดตามข้อตกลงการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด ที่จัดทำขึ้นเป็นที่สุดในการยุติข้อพิพาทที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการดำเนินโครงการ

3) คณะทำงานตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด (M&V Unit) ควรส่ง (ร่าง) รายงานในบทของรายงานการวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนปรับปรุง (Baseline Energy Report) ให้สถานประกอบการ และ ESCO ได้พิจารณาก่อนการดำเนินการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ตามมาตรการที่ ESCO เสนอต่อสถานประกอบการเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงในการผิดพลาดทางวิศวกรรมและการลงทุน

4) ให้สถานประกอบการ และ ESCO ประชุมร่วมกันเพื่อเลือกคณะทำงานตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด (M&V Unit) จาก 2 กรณี ดังนี้

1. M&V Unit ที่มาจากหน่วยงานภายนอกที่มีศักยภาพและเครื่องมือในการตรวจวัดเพียงพอต่อการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ ESCO เสนอโครงการ

2. M&V Unit ที่เป็นหน่วยงานภายในของ ESCO เอง เพื่อลดต้นทุนในการตรวจวัดและวิเคราะห์ผลประหยัดพลังงานและการทำรายงาน แต่ยังคงดำเนินการตามมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด (ฉบับร่าง) ที่จัดทำขึ้นนี้

5) การดำเนินงานของคณะทำงานตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด (M&V Unit) ให้ปฏิบัติตาม "ขั้นตอนการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด" เป็นมาตรฐานขั้นต่ำในการดำเนินการเกี่ยวกับการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดในทุกๆ มาตรการที่นำเสนอโดย ESCO โดยขั้นตอนการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัดสำหรับโครงการ ESCO ในประเทศไทย ที่กำหนดขึ้นมี 8 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.3 ขั้นตอนการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด

การที่โครงการอนุรักษ์พลังงานที่ดำเนินการโดยบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) จะมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น บริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) ควรมีขั้นตอนการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อช่วยลดข้อขัดแย้งในการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดระหว่างบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) และสถานประกอบการ นอกจากนี้ยังเป็นการลดข้อพิพาทระหว่างบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) ด้วย กันเองที่นำเสนอโครงการอนุรักษ์พลังงานที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกัน โดยมาตรฐานขั้นต่ำของการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดควรดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) แต่งตั้งคณะทำงานตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด

สถานประกอบการและบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) พิจารณาเลือกและแต่งตั้งหน่วยงานที่จะมาทำงานเป็นคณะทำงานตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด (Measurement and Verification Unit: M&V Unit)

2) สำรวจพื้นที่ตามมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ตัวแทน M&V Unit สำรวจพื้นที่และเครื่องจักรที่จะทำการเปลี่ยนหรือปรับปรุงเพื่อประเมินค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดรวมถึงค่าใช้จ่ายในการจัดทำรายงาน

3) จัดทำข้อตกลงการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด

M&V Unit จัดทำข้อตกลงการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดส่งผ่านบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) เพื่อแนบท้ายสัญญาพลังงาน (Energy Performance Contract: EPC) ในภาคผนวก ค.

4) เตรียมพื้นที่และเครื่องจักสำหรับการตรวจวัดก่อนปรับปรุง

สถานประกอบการจัดเตรียมพื้นที่และนัดหมาย M&V Unit เพื่อเข้าปฏิบัติการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

5) ตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนปรับปรุง

M&V Unit เข้าปฏิบัติการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง เพื่อจัดทำพลังงานปีฐาน (Baseline) และส่งมอบรายงานให้กับคู่สัญญาพิจารณา

6) เตรียมพื้นที่และเครื่องจักสำหรับการตรวจวัดหลังปรับปรุง

บริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) ดำเนินการปรับปรุง/เปลี่ยน เครื่องจักร อุปกรณ์หรือกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้นพร้อมทำการปรับตั้งให้เกิดประสิทธิภาพพลังงานสูงที่สุดแล้วจึงนัดหมาย M&V Unit เข้าปฏิบัติการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง

7) ตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานหลังปรับปรุง

M&V Unit เข้าปฏิบัติการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง

8) จัดทำรายงานการตรวจและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด

M&V Unit จัดส่งรายงานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดให้สถานประกอบการลงนามในรายงานและเบิกค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดและรายงานจากผู้ว่าจ้าง (กรณี M&V Unit ที่มาจากหน่วยงานภายนอก)

2500

หมายเหตุ

1. กรณีที่ผลประหยัดไม่เป็นไปตามการรับประกันของ ESCO อันเนื่องมากจากการปรับตั้งอุปกรณ์พลังงานของ ESCO ยังไม่เป็นไปตามสภาวะใช้งานที่กำหนดของอุปกรณ์นั้นๆ หรืออาจเกิดจากการผิดพลาดของทีมวิศวกรรม ESCO ที่ประเมินโครงการผิดพลาด ให้ ESCO เป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดหากต้องการตรวจวัดใหม่อีกครั้ง (กรณี M&V Unit ที่มาจากหน่วยงานภายนอก)

2. หาก M&V Unit มีการตรวจวัดผิดพลาดจนต้องทำการตรวจวัดใหม่ให้ M&V Unit รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเพิ่มที่เกิดขึ้นในส่วนนี้

3. สถานประกอบการจะต้องเป็นผู้ดูแลรักษาเครื่องมือของ M&V Unit ขณะทำการตรวจวัดและหากเครื่องมือสูญหายหรือเสียหายจากกิจกรรมการทำงานของสถานประกอบการ ให้สถานประกอบการรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในส่วนนี้

4. หากมีการยกเลิกโครงการหลังจากที่ M&V Unit เริ่มดำเนินงานแล้ว ให้ ESCO เป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดที่เกิดขึ้นจริง

2.2.4 การเพิ่มเติมกรณีศึกษาลงใน (ร่าง) มาตรฐาน M&V สำหรับโครงการ ESCO ในประเทศไทย

ในเอกสาร "แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดการประหยัดพลังงาน" ฉบับปี พ.ศ. 2555 มีกรณีตัวอย่างแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัดที่ ESCO นิยมนำเสนอโครงการอนุรักษ์พลังงานอยู่ 2 มาตรการ ได้แก่

1) มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า

2) มาตรการปรับปรุงการใช้พลังงานโดยการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูง และในการพัฒนา มาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด (ฉบับร่าง พ.ศ. 2556) นี้ คณะกรรมการได้เพิ่มกรณีตัวอย่างแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัดที่ ESCO นิยมนำเสนอโครงการอนุรักษ์พลังงานอีก 2 มาตรการ ได้แก่

1) มาตราการเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟแสงสว่าง

2) มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์

โดยรายละเอียด สามารถศึกษาได้ตามเนื้อหาในบทที่ 4 หัวข้อ 4.3 และ 4.4 ของคู่มือมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด (ฉบับร่าง พ.ศ. 2556) ตามลำดับ

2.2.5 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการพัฒนาและจัดทำคู่มือมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดพลังงานที่เหมาะสมกับบริษัทจัดการพลังงานไทย ปี พ.ศ. 2556 สามารถสรุปประเด็นที่มีการ

เพิ่มเติมและเปลี่ยนแปลงจาก "แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน" ฉบับปี พ.ศ. 2555 ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 สรุปการพัฒนาและจัดทำคู่มือมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัดประหยัดที่เหมาะสมกับบริษัทจัดการพลังงานไทย ปี 2556

บทที่	รายละเอียด	การพัฒนาและการปรับปรุงมาตรฐาน M&V ปี 2556
บทที่ 1	นิยามการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด	ตามที่สถาบันพลังงานฯ ดำเนินการประชุมหารือร่วมกับคณะทำงานย่อยเพื่อดำเนินการจัดทำมาตรฐานการดำเนินงานบริษัทจัดการพลังงานรวมถึงมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัดประหยัด ที่ประชุมมีความเห็นว่า เนื้อหาในบทที่ 1-2 นี้มีเนื้อหาที่เหมาะสมกับบริษัทจัดการพลังงานในไทย ซึ่งเนื้อหาดังกล่าวให้เป็นไปตามแนวทางในการกำหนดมาตรฐานบริษัทจัดการพลังงานที่ได้จัดทำขึ้นในปี 2555 ที่ผ่านมา
บทที่ 2	รูปแบบการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด	
บทที่ 3	แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด 3.1 การวางแผนตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน 3.2 ขั้นตอนการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด 3.3 การดำเนินการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด 3.4 การวิเคราะห์การตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด 3.5 การจัดทำรายงาน	สถาบันพลังงาน ฯ ร่วมกับคณะทำงานย่อย ๆ ได้ดำเนินการเพิ่มเติมในเนื้อหาของบทนี้ คือ ข้อ 3.2 ขั้นตอนการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัดที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน รายละเอียดตามเอกสารแนบหน้าที่ 9

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

บทที่	รายละเอียด	การพัฒนาและการปรับปรุงมาตรฐาน M&V ปี 2556
บทที่ 4	ตัวอย่างแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด 4.1 มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า 4.2มาตรการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูง 4.3 มาตรการเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟแสงสว่าง 4.4 มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์	สถาบันพลังงานฯ ร่วมกับคณะทำงานย่อย ๆ ได้ดำเนินการเพิ่มเติมในเนื้อหาของบทนี้ โดยเพิ่มเติมในส่วนของตัวอย่างแนวทางทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัดมาตรการเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟฟ้าแสงสว่าง และมาตรการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ รายละเอียดตามเอกสารแนบในหน้าที่ 43-89

2.3 เป้าหมายในการพัฒนามาตรฐาน M&V สำหรับโครงการ ESCO ในประเทศไทยในอนาคต

1) เพิ่มกรณีตัวอย่างการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดมาตรการที่ได้รับความนิยมสูงตามสถานการณ์และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

2) นำเสนอการใช้รูปแบบการตรวจวัด (Option) ที่หลากหลาย โดยให้มี Option ที่แตกต่างกันในการตรวจวัดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

3) จัดทำแบบฟอร์มรายงานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัด ให้เหมาะสมกับธุรกิจ ESCO ในประเทศไทย

4) จัดทำการฝึกอบรมและประกาศนียบัตร "ผู้ตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดพลังงาน" ตามมาตรฐานที่ได้กำหนดขึ้น

5) จัดทำฐานข้อมูล "มาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดประหยัดประหยัดพลังงาน"

6) จัดตั้ง ศูนย์ตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดพลังงาน ภายใต้การกำกับดูแลของสถาบันพลังงาน สภาอุตสาหกรรม และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน

2.4 วิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผล : ระบบแสงสว่าง

2.4.1 ต้องทราบรายละเอียดมาตรการที่จะทำการพิสูจน์ผล ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลประกอบอาคาร ประเภทการใช้ไฟฟ้า ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า และข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการปรับปรุง

2.4.2 แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผล (Measurement&Verification)

จากมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการอนุรักษ์พลังงาน (Measurement and Verification; M&V) อ้างอิงจากมาตรฐานของ IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล โดยมาตรฐานนี้ได้แบ่งวิธีการในการวิเคราะห์หาผลประหยัดจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ออกได้เป็น 4 รูปแบบ ตามความเหมาะสมและข้อจำกัดและการดำเนินการแต่ละมาตรการ ดังนี้

รูปแบบ A การตรวจวัดเพียงบางส่วนแยกตามมาตรการที่ปรับปรุง (Partially Measured Retrofit Isolation)

รูปแบบ B การตรวจวัดตามมาตรการที่ปรับปรุง (Retrofit Isolation)

รูปแบบ C พิจารณาการใช้พลังงานโดยรวมของสถานประกอบการ (Whole facility)

รูปแบบ D การจำลองผล (Calibrated Simulation)

ซึ่งมาตรการนี้ M&V Unit เลือกใช้รูปแบบ A เป็นแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์

แนวทางการวิเคราะห์ผลประหยัดจะพิจารณาจากการสุ่มตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW) ก่อนและหลังการปรับปรุงของหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดและชนิด โดยมีตัวแปรควบคุมคือแรงดันไฟฟ้า (Volt) และค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้าเดิมและหลอดแอลอีดีที่นำมาใช้แทนที่ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาคือค่าความสว่างต้องใกล้เคียงกันแตกต่างกันไม่เกิน 10% (พิจารณาในส่วนของค่าความสว่างในพื้นที่ปฏิบัติงานเป็นสำคัญ ในส่วนของการประดับตกแต่งเพื่อความสวยงามจะไม่ถูกนำค่าความสว่างมาพิจารณาประกอบ เนื่องจากความสว่างไม่ใช่ปัจจัยหลักในการใช้งานในพื้นที่ดังกล่าวสำหรับสถานประกอบการนี้)

ทั้งนี้ในการคำนวณ M&V Unit จะนำค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยก่อน และหลังการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกันโดยพลังงานไฟฟ้าปีฐาน จะคำนวณจากจำนวนหลอดไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและชั่วโมงการทำงานต่อปี (สมมติฐานให้ชั่วโมงการทำงานต่อปีเท่ากันทั้งก่อนและหลังการปรุบปรุง)

วิธีการตรวจวัด

1) สำหรับค่าความส่องสว่าง M&V Unit จะสุ่มตรวจความส่องสว่างแบบชั่วขณะในแต่ละพื้นที่ตามวิธีการตรวจวัดที่ได้มาตรฐาน ตำแหน่งการตรวจวัดจะทำการวัดในพื้นที่ตัวอย่างที่ทำการเปลี่ยนหลอดไว้ โดยก่อนและหลังการปรับปรุงถูกตรวจวัดในตำแหน่งเดียวกัน เนื่องจากสถาน

ประกอบการเป็นสถานที่พักตากอากาศต้องคำนึงถึงความสะดวก และความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้บริการเป็นสำคัญ

2) ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าแบบชั่วขณะเป็นรายหลอด (Individual) ไม่น้อยกว่า 10% ของจำนวนหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิด/ประเภทที่เปลี่ยนและการสุ่มตรวจขั้นต่ำต้องไม่น้อยกว่า 10 ชุดตัวอย่าง เช่น หลอดไฟฟ้าประเภทที่เปลี่ยนมีจำนวนน้อยกว่า 10 ชุด ให้ทำการตรวจวัด 100% หรือในกรณีจำนวนหลอดไฟฟ้า 10% ของจำนวนหลอดที่เปลี่ยนมีจำนวนน้อยกว่า 10 ชุด ให้ยึดถือข้อกำหนดขั้นต่ำของการสุ่มตรวจไม่น้อยกว่า 10 ชุดเป็นเกณฑ์ ส่วนแผนภาพแสดงตำแหน่งตรวจวัดหลอดไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ

2.4.3 ตัวแปรหลัก

ตัวแปรหลัก คือ ข้อมูลการตรวจวัดหรือค่าพารามิเตอร์หลักต่างๆ ที่นำไปใช้ในการคำนวณผลประหยัด มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 ตัวแปรหลักสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ผล

ลำดับที่	รายละเอียด	ระยะเวลาการบันทึกข้อมูล	Assigned Variable
1	แรงดันไฟฟ้า(V), กระแสไฟฟ้า (A), ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF), กำลังไฟฟ้า (kW) โดยติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ค่ากำลังไฟฟ้า แบบต่อเนื่อง (Power Quality Analyzer) ที่ชุดตรวจวัดหลอดฟลูออเรสเซนต์	ตรวจวัดแบบชั่วขณะไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง ต่อเนื่องชนิดหลอด หรือ 100%	V (Volt), I(Amp), PF, P(kW)
2	ค่าความสว่าง (L) ตามจุดที่มีการปรับปรุงตามมาตรการ โดยใช้เครื่องมือวัดค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้า (Lux Meter) ตรวจวัดตามพื้นที่ตัวอย่าง แต่ละพื้นที่ตรวจวัดไม่น้อยกว่า 5 จุดตรวจวัด	ระยะห่างจากผนัง 1.5 เมตร และตรวจวัดทุก ๆ 3 เมตร	L (lux)

2.4.4 ขั้นตอนและข้อมูลการตรวจวัด

สำหรับขั้นตอนในการตรวจวัด M&V Unit ได้กำหนดขั้นตอนการตรวจวัดสำหรับมาตรการติดตั้งหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน LED ของสถานประกอบการ ไว้ดังนี้

รูปที่ 2.1 ขั้นตอนในการตรวจวัด M&V Unit

2.4.5 ตัวแปรควบคุมหรือสภาวะที่ต้องควบคุม (Controlled Conditions)

ตัวควบคุม คือพารามิเตอร์ในการใช้งานหรือ พฤติกรรมการใช้งานอุปกรณ์ เครื่องจักร ที่มีอิทธิพลต่อค่าความสิ้นเปลืองพลังงาน หรืออาจเป็นพารามิเตอร์ที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตหรือมาตรฐานความปลอดภัยในการใช้งานของแต่ละอุปกรณ์ ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ตัวแปรควบคุมสำหรับใช้ในการควบคุมภาระงาน

ลำดับ	รายละเอียด	ค่าที่ควบคุม
1	แรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย (Volt)	ค่าที่นำมาเปรียบเทียบกันได้ คือค่าจากการตรวจวัด Baseline และการตรวจวัด Final ค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุดตรวจวัดเดียวกันต้องต่างกันไม่เกิน 50% * ระบบการปรับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ (Voltage Stabilization System) มีค่าที่ยอมรับได้ที่ 5%
2	ค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้า (Lux)	ค่าที่นำมาเปรียบเทียบกันได้ คือค่าจากการตรวจวัด Baseline และการตรวจวัด Final ค่าความสว่างที่จุดตรวจวัดเดียวกันต้องใกล้เคียงกันต่างกันไม่เกิน 10% หรือมีค่าไม่น้อยกว่าความสว่างเดิม

หมายเหตุ. ถ้าค่าความสว่างในช่วงระยะการตรวจวัด Baseline และ Final ต่างกันเกิน 10% แล้ว สถานประกอบการยอมรับในค่าความสว่างที่เกิดขึ้น การคำนวณผลประหยัดจะยึดผลต่างค่ากำลังไฟฟ้าที่น้อยกว่าเป็นหลัก

2.5 หลอดไฟฟ้า

เสฐียรพงศ์ บุบผาสุวรรณ. (2556) หลอดไฟฟ้าที่มีใช้กันอยู่มีหลายชนิดด้วยกัน หลอดแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติทางแสงและทางไฟฟ้าต่างกัน ในการเลือกหลอดเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ต้องเลือกหลอดที่มีประสิทธิผล (ลูเมนต่อวัตต์) สูง อายุการใช้งานนาน และคุณสมบัติทางแสงของหลอดด้วย แต่งานบางอย่างก็ต้องเลือกใช้หลอดที่ไม่ประหยัดพลังงาน ฉะนั้นการนำหลอดไปใช้ต้องพิจารณาความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน

2.5.1 ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการเลือกหลอดไฟฟ้า

การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อใช้งานต้องพิจารณาหลายๆองค์ประกอบร่วมกันก่อนที่จะนำไปใช้งาน

1) ค่าฟลั๊กซ์การส่องสว่าง (Luminous flux) หมายถึง ปริมาณแสงสว่าง หน่วยเป็น Lumen

2) ค่าประสิทธิผล (Efficacy) หมายถึง ปริมาณแสงที่ออกมาต่อ Watt ที่ใช้ (Lumen/Watt) หลอดที่มีค่าประสิทธิผลสูงหมายความว่าหลอดนี้ให้ปริมาณแสงออกมามากแต่ใช้ Watt ต่ำ

3) ความถูกต้องของสี (Color rendering) หมายถึง สีที่ส่องไปถูกวัตถุให้ความถูกต้องสีมากน้อยเพียงใด มีหน่วยเป็น เปอร์เซนต์ หลอดที่มีค่าความถูกต้อง 100% หมายความว่าเมื่อใช้หลอดนี้ส่องวัตถุชนิดหนึ่งแล้วสีของวัตถุที่เห็นไม่มีความเพี้ยนของสี

4) อุณหภูมิสี (Color temperature) หมายถึง สีของหลอดเทียบได้กับสีที่เกิดเนื่องจากการเผาวัตถุดำอุดมคติให้ร้อนที่ อุณหภูมินั้น เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์มีอุณหภูมิสีประมาณ 3000 °K

5) มุมองศาในการใช้งานหลอด (Burning position) หมายถึง มุมองศาในการใช้งานหลอด สำหรับการติดตั้งหลอดตามคำแนะนำของผู้ผลิต

6) อายุการใช้งาน (Life time) หมายถึงอายุการใช้งานของหลอดโดยเฉลี่ยของหลอด หน่วยเป็นชั่วโมง

2.5.2 ชนิดหลอดไฟฟ้า

หลอดไฟฟ้าที่นิยมใช้ในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม มีดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดเผาไส้หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์

หลอดทังสเตนฮาโลเจน

หลอด HID

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

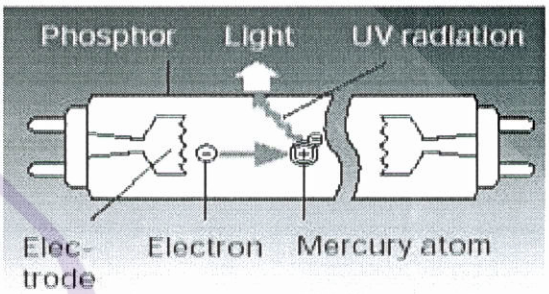
2.5.2.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดไฟฟ้าที่นิยมใช้กันทั่วไป เพราะให้แสงสว่างนวลสบายตา และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าหลอดไส้ถึง 8 เท่า ลักษณะของหลอดเป็นรูปทรงกระบอก รูปวงกลมและตัวยู มีขนาดอัตราทนกำลัง 10 W, 20 W, 32 W, และ 40 W เป็นต้น ขนาด 40 W มีอายุการใช้งาน 8,000-12,000 ชั่วโมง ให้ความสว่างของแสงประมาณ 3,100 Lumen

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ทำด้วยหลอดแก้วที่สูบอากาศออกจนหมดแล้วบรรจุไอปรอทไว้เล็กน้อย มีไส้ที่ปลายหลอดทั้งสองข้าง หลอดเรืองแสงอาจทำเป็นหลอดตรงหรือครึ่งวงกลมก็ได้ ส่วนประกอบและการทำงานของหลอด มีดังนี้

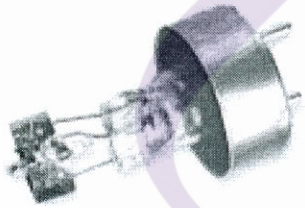
ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้า

1) ตัวหลอด ภายในสูบอากาศออกจนหมดแล้วบรรจุไอปรอทและก๊าซอาร์กอนเล็กน้อย ผิวด้านในของหลอดเรืองแสงฉาบด้วยสารเรืองแสงชนิดต่างๆ แล้วแต่ความต้องการให้เรืองแสงเป็นสีใดเช่น ถ้าต้องการให้เรืองแสงสีเขียวต้องฉาบด้วยสารซิงค์ซิลิเคต แสงสีขาวแกมฟ้าฉาบด้วยแมกนีเซียม ทังสเตน และแสงสีชมพูฉาบด้วยแคดเมียมบอเรต เป็นต้น



รูปที่ 2.2 โครงสร้างหลอดไฟฟ้า

2) ไส้หลอด ทำด้วยทังสเตนหรือวุลแฟรมอยู่ที่ปลายทั้งสองข้าง เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดจะทำให้หลอดร้อนขึ้น ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้ไอปรอทที่บรรจุไว้ในหลอดกลายเป็นไอมากขึ้น แต่ขณะนั้นกระแสไฟฟ้ายังไม่ไหลผ่านไอปรอทไม่สะดวกเพราะปรอทยังเป็นไอน้อยทำให้ความต้านทานของหลอดสูง

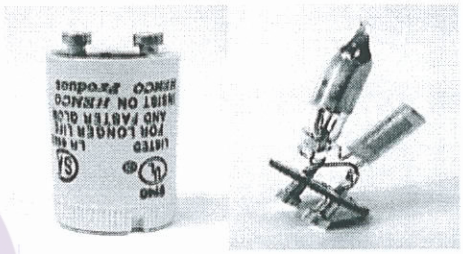


รูปที่ 2.3 ขั้วและไส้หลอดไฟฟ้า

3) สตาร์ทเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ไฟฟ้าอัตโนมัติของวงจร โดยต่อขนานกับหลอด ทำด้วยหลอดแก้วภายในบรรจุก๊าซนีออนและแผ่นโลหะคู่งอตัวได้เมื่อได้รับความร้อน เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านก๊าซนีออน ก๊าซนีออนจะติดไฟเกิดความร้อนขึ้นทำให้แผ่นโลหะคู่งอจนแตะติดกันทำให้เป็นวงจรปิด กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นโลหะได้ครบวงจร ก๊าซนีออนที่ติดไฟอยู่จะดับ

และเย็นลงแผ่นโลหะคู่จะแยกออกจากกันทำให้เกิดความต้านทานสูงขึ้นอย่างทันที ซึ่งขณะเดียวกันกระแสไฟฟ้าจะผ่านไส้หลอดได้มากขึ้น ทำให้ไส้หลอดร้อนขึ้นมากปรอทก็จะเป็นไอมากขึ้นจนพอที่จะนำกระแสไฟฟ้าได้

ขั้วไฟฟ้าข้างหนึ่งของสตาร์ทเตอร์ทำด้วยโลหะติดกัน 2 ชนิด เรียกว่า ไบเมทาลิค (Bimetallic) มันจะบิดตัวเมื่อกระแสไหลผ่านและเกิดความร้อน หลังจากที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ติดแล้ว กระแสไฟฟ้าจะไม่ไหลผ่านสตาร์ทเตอร์อีก ทำให้โลหะไบเมทาลิคเย็นลงและแยกออกจากกัน



รูปที่ 2.4 สตาร์ทเตอร์และอุปกรณ์ภายในตัวสตาร์ทเตอร์

4) บัลลาสต์แกนเหล็ก (Electromagnetic Ballast)

บัลลาสต์เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นและมีความสำคัญในวงจรแสงสว่าง เพราะนอกจากจะช่วยในการทำงานของวงจรให้สมบูรณ์แล้ว ยังมีผลต่อปริมาณแสงสว่าง อายุการใช้งานและพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในวงจรด้วย หน้าที่ของบัลลาสต์มีอยู่ 2 อย่างที่สำคัญคือ ช่วยสร้างให้เกิดแรงดันเพียงพอในการจุดหลอดก๊าซดีสชาร์จให้ติด ควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจรขณะสตาร์ททำงาน และกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้หลอดมีค่าเหมาะสม

รูปที่ 2.5 บัลลาสต์แกนเหล็ก (Electromagnetic Ballast)

บัลลาสต์ เป็นขดลวดที่พันอยู่บนแกนเหล็ก ขณะกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะเกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น เมื่อแผ่นโลหะคู่ในสตาร์ทเตอร์แยกตัวออกจากกันจะเกิดวงจรเปิดชั่วขณะ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในบัลลาสต์จึงทำให้

เกิดความต่างศักย์ระหว่างไส้หลอดทั้งสองข้างสูงขึ้นเพียงพอที่จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไอปรอทจากไส้หลอดข้างหนึ่งไปยังไส้หลอดอีกข้างหนึ่งได้ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากบัลลาสต์ จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำไหลสวนทางกับกระแสไฟฟ้า จากวงจรไฟฟ้าในบ้านทำให้กระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่วงจรของหลอดเรืองแสงลดลง

บัลลาสต์แกนเหล็ก ทำงานเป็น Reactor ต่ออนุกรมกับหลอดมี 4 แบบ

1) บัลลาสต์ธรรมดา (Standard Electromagnetic Ballast) มีคุณสมบัติดังนี้

ค่า P.F. ต่ำ ขนาด 18 W มีค่า 0.37 Lagging ขนาด 36 W มีค่า 0.50 Lagging

กำลังสูนย์เสียค่อนข้างสูง

2) บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast) มีคุณสมบัติดังนี้

ค่า P.F. ต่ำ ขนาด 18 W มีค่า 0.30 Lagging ขนาด 36 W มีค่า 0.47 Lagging

กำลังสูนย์เสียจะน้อยกว่าแบบแรก คือ 5-6 W

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

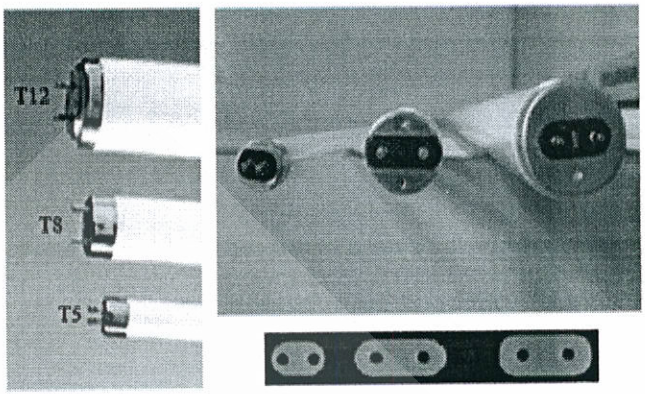
สามารถเปิดติดได้ทันทีไม่มีการกระพริบ

ค่า P.F. สูง 0.90-0.95 Lagging

2.5.2.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) คือ นวัตกรรมใหม่ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 16 mm. เล็กกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไป 40% แต่ให้ประสิทธิภาพการประหยัดที่มากกว่าให้ความสม่ำเสมอของแสงตลอดอายุการใช้งาน (Lumen Maintenance) ที่ 90% ซึ่งสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ใช้วัตถุดิบในการผลิต รวมถึงการใช้พื้นที่ในการเก็บที่น้อยกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ซึ่งเมื่อหลอดหมดอายุก็จะก่อมลพิษน้อยกว่าด้วย โดยใช้ปริมาณสารปรอทเพียง 1.4 mg เมื่อเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ที่โดยทั่วไปมีสารปรอทมากถึง 10 mg และสามารถประหยัดไฟกว่าระบบหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) มากกว่า 40% แต่ให้ประสิทธิภาพความสว่างในระดับเดียวกัน

ปัจจุบันผู้ผลิตหลอดไฟฟ้าสามารถผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดประสิทธิภาพสูง ซึ่งประหยัดไฟฟ้ามากขึ้น โดยต้องใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น



รูปที่ 2.6 พื้นที่หน้าตัดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12, T8 และ T5

ตารางที่ 2.4 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 2.1 จะเห็นว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) มีประสิทธิภาพการให้แสงสว่างต่อพลังงาน ที่ใช้สูงสุดที่ 104 Lumen/W โดยสรุปหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) มีข้อแตกต่างจากหลอดไฟฟ้า TLD แบบเดิมดังนี้

1) ขนาดหลอดเล็กลง

2) หลอดสั้นลง

3) การกระจายแสงแม่นยำมากขึ้น

4) ขนาดของโคมไฟเล็กลง และสามารถใช้กับฝ้าทุกแบบ

2.5.2.3 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์ที่ประหยัดพลังงานที่นิยมใช้กันมาก คือบัลลาสต์โลว์ลอส (Low Loss Ballast) และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ (Electronic Ballast) มีข้อดีและข้อเสียสรุปโดยสั้นๆ คือ อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์สามารถลดความสูญเสียประมาณ 10-12 W/หลอด เมื่อเทียบกับบัลลาสต์

ธรรมดา แต่จะมีราคาแพงกว่า สำหรับระยะเวลาการคืนทุนและผลประหยัดที่ได้รับนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชั่วโมงการเปิดใช้งานของหลอดไฟฟ้า บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีหน้าที่เช่นเดียวกับบัลลาสต์แกนเหล็ก แต่บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ปกติ 50 Hz เป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง ค่าระหว่าง 25-50 kHz เพื่อป้องกันให้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลักการทำงานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

กระแสไฟฟ้าสลับจากแหล่งจ่ายจะถูกเรียงกระแสและกรอง เพื่อที่จะเปลี่ยนเป็นแหล่งกระจายกระแสไฟฟ้าตรงสำหรับวงจรสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ ตัวกำเนิดความถี่จะผลิตสัญญาณความถี่สูง ซึ่งจะขับตัวทรานซิสเตอร์ให้ทำงานสลับกัน โดยมีตัวเหนี่ยวนำแกนเฟอร์ไรท์ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้า และตัวเก็บประจุคร่อมหลอดทำหน้าที่กำหนดความถี่และการสตาร์ท บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ควรมีความถี่ด้านออกอยู่ในช่วง 25-50 kHz เพื่อป้องกันการรบกวนต่อความถี่เสียงและความถี่วิทยุ และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยสามารถลดกำลังสูญเสียที่หลอดลงมาได้ 10 % และยังคงความสว่างเท่ากันเมื่อขับหลอดที่ความถี่ปกติ 50 Hz เนื่องจากบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ประกอบกันเป็นวงจรเพื่อทำงานในย่านความถี่สูง ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถที่จะลดกำลังสูญเสียที่ตัวบัลลาสต์ 60 % โดยเปรียบเทียบกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาที่แสงสว่างออกมาเท่ากัน

คุณสมบัติของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1) ช่วยประหลัดไฟฟ้าได้ 10 W/หลอด ไม่ว่าจะใช้กับหลอดขนาด 18 W 36 W จากเดิมที่กินไฟ 28 W และ 46 W ตามลำดับ

2) ประหยัดไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้ประมาณ 3.3 W/หลอด เนื่องจากเกิดการสูญเสียที่น้อยกว่า อุณหภูมิขณะทำงานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ต่ำกว่าบัลลาสต์แกนเหล็ก

3) ช่วยประหยัดค่าสตาร์ทเตอร์ได้ เพราะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยน

4) ประหยัดหลอดไฟฟ้าได้เพราะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีการควบคุมการจุดหลอมที่แน่นอนกว่าบัลลาสต์แกนเหล็ก จึงทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีอายุยาวนานกว่าเดิม 20-50 %

5) บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีค่าเพาเวอร์แฟกซ์เตอร์มากกว่า 0.95 ลดการใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่า 80 % ทำให้สายไฟและขั้วหลอดมีความร้อนสะสมขณะใช้งานลดลง ทำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

6) บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เมื่อเปิดสวิตซ์หลอดไฟจะติดทันทีไม่มีปัญหาการกระพริบเนื่องจากสตาร์ทหรือเสื่อมคุณภาพโดยใช้ได้กับหลอดทั่วไป

7) บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ให้แสงที่นุ่มนวล ไม่มีการกระพริบที่ขั้วหลอด (Stroboscopic Effect) ช่วยถนอมสายตา

การเลือกใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีการนำมาใช้งานกันมากขึ้น เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง แต่การเลือกบัลลาสต์มาใช้งานเป็นเรื่องไม่ง่ายสำหรับผู้ใช้ทั่วไป การเลือกใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่จะทำให้ผู้ใช้งานเกิดความมั่นใจในผลิตภัณฑ์นั้นๆ อาจพิจารณาได้ ดังนี้

1) ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของวงจรมากกว่า 0.90

2) ค่าตัวประกอบยอดคลื่น (Crest factor) น้อยกว่า 1.7

3) Ballast lumen factor มากกว่า 0.90 เพื่อดูประสิทธิภาพในการให้แสงของหลอดเทียบกับบัลลาสต์อ้างอิง

4) ความถี่บัลลาสต์อยู่ระหว่าง 20-50 kHz เพื่อป้องกันการรบกวนระบบอื่นๆ

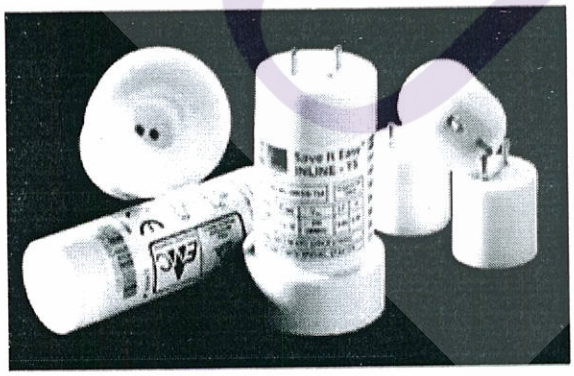
5) ฮาร์โมนิกส์ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในมาตรฐาน มอก.

6) มีการป้องกันการรบกวนจากการส่งคลื่นวิทยุ หรือคลื่นรบกวน (EMC, EMI, RFI suppression)

7) มีอายุการใช้งานที่ไม่น้อยกว่า 5 ปี ซึ่งให้ผู้จำหน่ายวิเคราะห์หรือแสดงให้พิจารณา

2.5.2.4 ขั้วต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5)

เนื่องจากหลอดมีขนาดเล็กกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) การที่จะทำการติดตั้งหลอดเข้าแทนที่ หลอดเดิมนั้นต้องใช้ Adapter G13-G5 เพื่อเพิ่มความยาวและปรับขนาดของขั้วหลอดให้เข้ากับโคมชุดเดิม และบัลลาสต์ต้องเปลี่ยนเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5)



รูปที่ 2.7 ขั้วต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5)

ลักษณะขั้นต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5)

1) ขั้วต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) สามารถใช้สวมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) (ขั้วหลอดแบบ G5) ทั้งสองด้านอย่างพอดี แล้วนำไปใช้งานใส่กับขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) เดิม (หลอด T8 หรือขั้วหลอดแบบ G13) ได้

2) ขั้วต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) (T5 Adapter) มีรูปร่างดังรูปที่ 2.6 และเมื่อใช้ประกอบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) แล้วจะต้องมีความยาวรวมเท่ากับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8)

3) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 250 V

4) กระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่น้อยกว่า 2 A

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

6) ความต้านทานของฉนวนและความทนแรงดันไฟฟ้า

7) ทนอุณหภูมิในการใช้งานได้สูงสุด 100 °C

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

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

2.6 การประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงาน คือ ความพยายามในการใช้พลังงานน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ผลดีที่สุดโดยไม่กระทบกระเทือนกิจกรรม และไม่เป็นการลดการใช้พลังงานในสิ่งที่จำเป็น หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ การใช้พลังงานตามความจำเป็นในขณะเดียวกันก็ลดการสูญเสียที่ไม่จำเป็นต่างๆ เพื่อให้ประสิทธิภาพในการใช้ พลังงานสูงขึ้น

สำหรับการประหยัดพลังงานในอาคารนั้น เนื่องจากอาคารครอบคลุมถึงอาคารหลายประเภท เช่น โรงแรม โรงพยาบาล สำนักงาน ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ดังนั้นมาตรการประหยัดพลังงานสำหรับอาคารแต่ละประเภทจึงแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์จากอาคารนั้นๆ เป็นหลัก โดยการใช้พลังงานในอาคาร ภาพรวมแล้วจะมีทั้งพลังงานความร้อนและ

พลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะมีสัดส่วนการใช้งานที่แตกต่างกันไป เช่น การใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน (Office building) ส่วนใหญ่จะเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งต้องใช้กับระบบและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ระบบปรับอากาศและทำความเย็น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์สำนักงาน เป็นต้น

มาตรการในการลดการใช้พลังงานในที่ทำงานหรือที่พักอาศัยที่ง่ายต่อการปฏิบัติและให้ผลตอบแทนการลงทุนที่สูงที่สุดมาตรการหนึ่ง คือเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 มาเป็นหลอดประหยัดพลังงาน T5 และหลอดประหยัดพลังงาน LED

2.7 หลักเกณฑ์การประเมินโครงการ

ชิดชัย ชูเชิด. (2555) หลักเกณฑ์ที่สามารถนำมาใช้เพื่อช่วยตัดสินความคุ้มค่าของโครงการคือ หลักเกณฑ์การประเมิน (Appraisal criteria) จะมี 2 ประเภทได้แก่ หลักเกณฑ์การประเมินแบบไม่ปรับค่าของเวลา (non-discounting criteria) และแบบปรับค่าของเวลา (discounting criteria)

2.7.1 หลักเกณฑ์การประเมินโครงการแบบไม่ปรับค่าของเวลา (non-discounting criteria) หลักเกณฑ์การประเมินโครงการแบบไม่ปรับค่าของเวลาจะมีอยู่ 5 หลักเกณฑ์ดังนี้

1) ความจำเป็นแบบเร่งด่วน (Urgency)

ตามหลักเกณฑ์นี้ โครงการใดมีความจำเป็นเร่งด่วนมาก ก็จะมีลำดับความสำคัญสูงกว่าโครงการที่มีความจำเป็นเร่งด่วนน้อยกว่า ความจำเป็นเร่งด่วนดังกล่าวเป็นความจำเป็นที่ถ้าไม่รีบดำเนินการแล้ว อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อกิจการได้ หรือเป็นความจำเป็นเพื่อความอยู่รอดของหน่วยงาน ถ้าไม่รีบดำเนินการอาจมีผลทำให้ไม่สามารถแข่งขันกับหน่วยงานอื่นได้ ปัญหาของหลักเกณฑ์นี้คือ กำหนดขนาด (Degree) ของความจำเป็นเร่งด่วนได้อย่างไร ด้วยข้อจำกัดดังกล่าวจึงไม่ควรใช้หลักเกณฑ์นี้ในการตัดสินใจเรื่องการลงทุน ยกเว้นมีความจำเป็นเร่งด่วนจริงๆ เกิดขึ้นและมีค่าลงทุนไม่มากนัก

2) การตรวจสอบอย่างง่ายๆ (Ranking by Inspection)

หลักเกณฑ์การประเมินชนิดนี้เป็นชนิดที่ง่ายและช่วยการตัดสินใจได้ในบางกรณี ผู้วิเคราะห์โครงการเพียงแต่ทราบปริมาณการลงทุนและผลตอบแทนก็สามารถตอบได้ทันทีว่าโครงการใดจะดีกว่ากัน อย่างไรก็ดีถึงแม้ว่าหลักเกณฑ์นี้จะสามารถตรวจสอบและคัดเลือกโครงการได้ในบางกรณีก็ตาม แต่โดยทั่วไปแล้วหลักเกณฑ์นี้ไม่สามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกโครงการโดยเฉพาะเมื่อโครงการต่างๆ มีกระแสต้นทุนและผลตอบแทนแตกต่างกัน อาจเกิดข้อโต้แย้งและไม่สามารถเลือกโครงการได้เพราะมูลค่าของเงินในปัจจุบันและในอนาคตไม่เท่ากัน

3) ระยะคืนทุน (Playback Period)

ระยะคืนทุนได้แก่ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าลงทุนของโครงการ หลักเกณฑ์นี้พิจารณาจำนวนปีที่ได้รับผลตอบแทนคุ้มกับเงินลงทุนและใช้กันมากในวงธุรกิจ โดยเฉพาะในกรณีที่การลงทุนมีความเสี่ยงสูง ฉะนั้นเพื่อความไม่ประมาท นักลงทุนจึงต้องพิจารณาเลือกโครงการที่ให้ผลตอบแทนเร็วในระยะสั้นๆ 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 ส่วนทุนที่ใช้ก็มีทั้งส่วนของผู้ประกอบการและจากทุนทั้งหมด ซึ่งอาจอยู่ในรูปของเงินทุนทั้งหมดหรือเงินทุนเฉลี่ย เป็นต้น

5) การให้คะแนน (Scoring)

ตามหลักเกณฑ์นี้จะมีการกำหนดเงื่อนไขหรือปัจจัยขึ้นมาจำนวนหนึ่ง เพื่อใช้ในการพิจารณาว่าจะนับหรือปฏิเสธโครงการ จากนั้นพิจารณาให้คะแนนแต่ละเงื่อนไขหรือปัจจัย ในการให้คะแนนอาจให้คะแนนแบบไม่ถ่วงน้ำหนักหรือถ่วงน้ำหนักตามความสำคัญ โดยเปรียบเทียบแต่ละเงื่อนไขหรือปัจจัย ผลรวมของคะแนนที่ได้นำมาใช้ในการพิจารณา และถ้ามีหลายโครงการให้เลือก ควรเลือกโครงการที่มีคะแนนรวมสูงสุด แล้วคัดเลือกโครงการที่มีคะแนนรวมเป็นอันดับรองๆ ลงมา จนกระทั่งได้โครงการจำนวนหนึ่งที่มีค่าใช้จ่ายรวมกันเท่ากับทรัพยากรที่มีอยู่

2.7.2 หลักเกณฑ์การประเมินโครงการแบบปรับค่าล่วงเวลา (discounting criteria)

มูลค่าของเงินตามเวลา

หลักเกณฑ์การประเมินโครงการแบบไม่ปรับค่าของเวลาส่วนใหญ่มีจุดอ่อน คือ ไม่คำนึงถึงค่าของเงินตามเวลา (Time value of money) เพราะต่างให้ความสำคัญกับเงินในอนาคตเท่ากับเงินจำนวนเดียวกันในปัจจุบัน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชัชชัย จันทะสีลา (2549) ได้ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าและหาค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสิรินธร โรงพยาบาลขอนแก่น จากผลการศึกษาพบว่า การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุที่อุปกรณ์ไฟฟ้า ขาดการบำรุงรักษา การติดตั้งโคมไฟฟ้ามากเกินความจำเป็น ค่าความส่องสว่างในบางพื้นที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด การใช้อุปกรณ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน และอุปกรณ์ไฟฟ้ามีระยะเวลาในการทำงานมากเกินความ

จำเป็น ได้เสนอมาตรการปลดหลอดไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออก สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 96,540.8 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัด 178,600.48 บาท/ ปี การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการทำความสะอาดและบำรุงรักษาอุปกรณ์ โดยวิธีการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 38,525.10 kWh/ปีและคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 71,271.44 บาท/ปี การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้อุปกรณ์ชนิดประหยัดพลังงาน คือ การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 88,280.30 kWh/ปี และคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 163,318.50 บาท/ปี ส่วนการใช้เทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์แทนเทอร์โมสตัทแบบธรรมดาสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 35,345 kWh/ปี และคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 8,500.45 บาท/ปี และเสนอมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการใช้ Time Switch ควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 9,768.35 kWh/ปี และคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 18,071.45 บาท/ปี

เสกสันต์ พันธุ์บุญมี (2549) ได้ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าและแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาลเลิดสิน ทำการศึกษาอาคารตัวอย่าง 2 อาคาร คือ อาคารอำนวยการและอาคาร 33 ปี จากการวิเคราะห์พบว่าอาคารอำนวยการ และอาคาร 33 ปี มีการใช้มิเตอร์ไฟฟ้าร่วมกัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 3,891,000 kWh/ปี ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 12,684,660 บาท/ปี อาคารอำนวยการมีสัดส่วนการใช้พลังงานหลักอยู่ที่ระบบปรับอากาศคิดเป็น 70 % ระบบแสงสว่าง 13 % และระบบอื่น ๆ 17 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงาน ไฟฟ้าทั้งหมด อาคาร 33 ปี มีสัดส่วนการใช้พลังงานหลักอยู่ที่ระบบปรับอากาศคิดเป็น 59 % ระบบแสงสว่าง 16 %และระบบอื่น ๆ 25 % ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด จากการประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานพบว่า มาตรการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมสำหรับอาคารตัวอย่างทั้ง 2 อาคาร ได้แก่ การปรับแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงให้เหมาะสม การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง การลดจำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ การเปลี่ยนโคมไฟประสิทธิภาพสูง การเปลี่ยนบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ การเปลี่ยนบัลลาสต์ Low Watt Loss เป็นต้น ซึ่งอาคารตัวอย่างทั้ง 2 อาคาร มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ ประมาณ 10.1 % ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2548

ชิดชัย ชูเชิด (2555) ได้ทำศึกษาการลงทุนในการนำเอาหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) อาคารส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลสินแพทย์ โดยพิจารณาทางเลือก 2 ทางเลือก ทางเลือกที่ 1 ให้มีการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) กับทางเลือกที่ 2 ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ (T8) จากการวิเคราะห์พบว่า ทางเลือกกรณีที่ไม่เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าคงใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) เดิม มีค่าใช้จ่ายทางการเงินสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5)

อีกทั้งค่าใช้จ่ายทางการเงินกรณีเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานเป็นหลอดหลอดฟูลออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ยังแสดงผลที่ดีทั้ง 3 ประเภทการใช้งานดังนี้ คือ ประเภทสำนักงานมีผลต่างพลังงานไฟฟ้า กรณีมีการเปลี่ยนหลอดหลอดฟูลออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) กับทางเลือกไม่เปลี่ยนหลอดคงใช้หลอดฟูลออเรสเซนต์ (T8) ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงทันทีปีละ 115,412.38 บาท มีค่าใช้จ่ายเปลี่ยนชุดหลอดเท่ากับ 40,719.00 บาท ผลตอบแทนจากส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ14,661.80 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 ผลตอบแทนจากส่วนต่างค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงปีละ59,802.31บาท ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.71 ปี

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

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

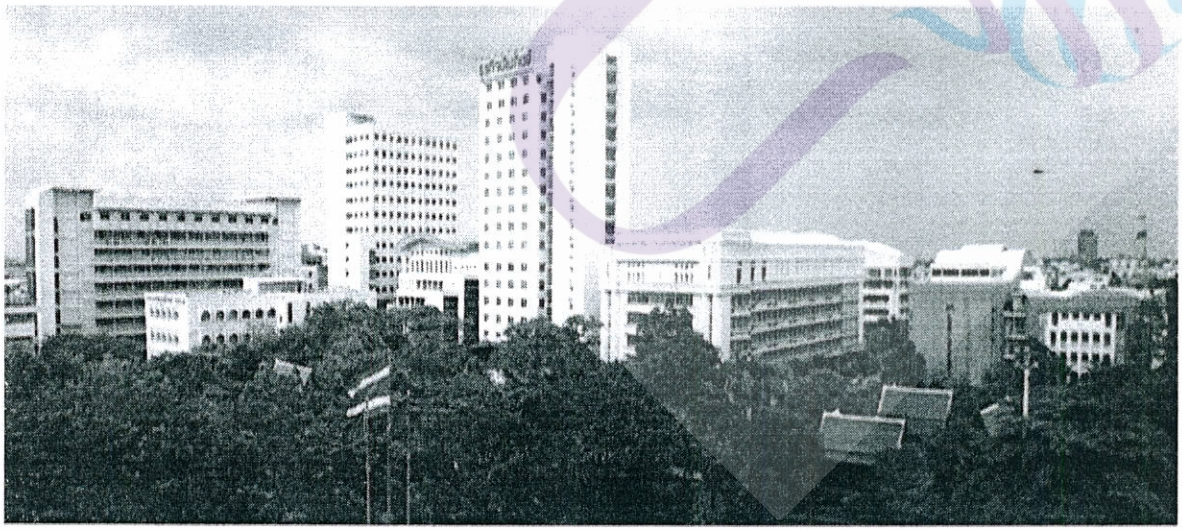
บทที่ 3
ระเบียบวิธีการศึกษา

ปัญหาพลังงานเป็นปัญหาที่จะทวีความสำคัญยิ่งขึ้นทุกวัน และมีผลกระทบโดยตรงต่อเศรษฐกิจในทุกระดับ ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์น้อยที่สุด จึงต้องมีการตรวจวัดค่าพลังงานที่ถูกต้อง และนำค่าที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เพื่อหาความเหมาะสมของพลังงาน

3.1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะการใช้งานของอาคาร

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ตั้งอยู่ที่ 110/1-4 ถนนประชาชื่น แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร มีอาคารทั้งหมด 24 อาคาร พื้นที่ใช้สอยรวม 126,801.31 m^2 แยกเป็นพื้นที่ใช้สอย 113,337.31 m^2 และพื้นที่จอดรถในอาคาร 13,464.00 m^2 โดยแบ่งกลุ่มอาคาร ดังนี้

1. กลุ่มอาคารเรียน จำนวน 9 อาคาร
2. กลุ่มอาคารสำนักงาน จำนวน 9 อาคาร
3. กลุ่มอาคารโรงแรมและหอพัก จำนวน 6 อาคาร



รูปที่ 3.1 อาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

0229012

1.	อาคาร 1	6.	อาคาร 6	11.	อาคาร 11	16.	อาคารอธิการบดี 2	21.	อาคาร หอพัก DPU 1
2.	อาคาร 2	7.	อาคาร 7	12.	อาคาร 12	17.	อาคาร DPU Place	22.	อาคาร หอพัก DPU 2
3.	อาคาร 3	8.	อาคาร 8	13.	อาคาร สตูดิโอ	18.	อาคาร ศูนย์อาหาร	23.	อาคาร หอพัก DPU 3
4.	อาคาร 4	9.	อาคาร 9	14.	อาคาร 14	19.	อาคาร ศูนย์วัฒนธรรม	24.	อาคารส่วนช่าง
5.	อาคาร 5	10.	อาคาร 10	15.	อาคารอธิการบดี 1	20.	อาคาร สุทธิเกตุ		

รูปที่ 3.2 แผนผังและภูมิทัศน์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ศูนย์สนเทศและหอสมุด
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.1 พื้นที่ใช้สอยอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

อาคาร	จำนวนชั้น (ชั้น)	พื้นที่สำนักงาน (m^2)	พื้นที่ห้องเรียน (m^2)	พื้นที่ส่วนกลาง (m^2)	พื้นที่รวม (m^2)
อาคาร 1	5	18.00	2,234.00	1,376.00	3,628.00
อาคาร 2	5	132.00	2,076.00	1,420.00	3,628.00
อาคาร 3	10	864.00	3,096.00	3,084.00	7,044.00
อาคาร 4	4	195.00	2,232.00	1,869.00	4,296.00
อาคาร 5	14	3,380.00	2,484.00	4,416.00	10,280.00
อาคาร 6	17	4,953.00	5,297.00	4,083.00	14,333.00
อาคาร 7	7	473.00	3,173.00	5,768.00	9,414.00
อาคาร 8	7	2,806.00	2,722.00	3,812.00	9,340.00
อาคาร 9	4	999.00	646.00	620.00	2,265.00
อาคาร 10	10	1,190.00	1,386.00	1,6964.00	19,540.00
อาคาร 11	3	12.00	217.00	461.00	690.00
อาคาร 12	6	715.00	4,814.00	5,299.00	10,828.00
อาคาร 14	3	335.00	1,027.00	1,468.00	2,830.00
อาคารอธิการบดี 1	7	1,274.00	-	3,252.72	4,526.72
อาคารอธิการบดี 2	5	1,628.30	-	2,250.79	3,879.09
อาคาร ศูนย์วัฒนธรรม	2	179.75	800.50	4.25	984.50
อาคาร สุทธิเกตุ	3	54.74	-	3,575.26	3,630.00
อาคารส่วนช่าง	1	650.00	-	150.00	800.00
รวม	112	19,858.79	32,204.50	59,873.02	111,936.31

หมายเหตุ. ไม่รวมอาคาร สตูดิโอ DPU Place ศูนย์อาหาร และหอพัก DPU 1, 2, 3

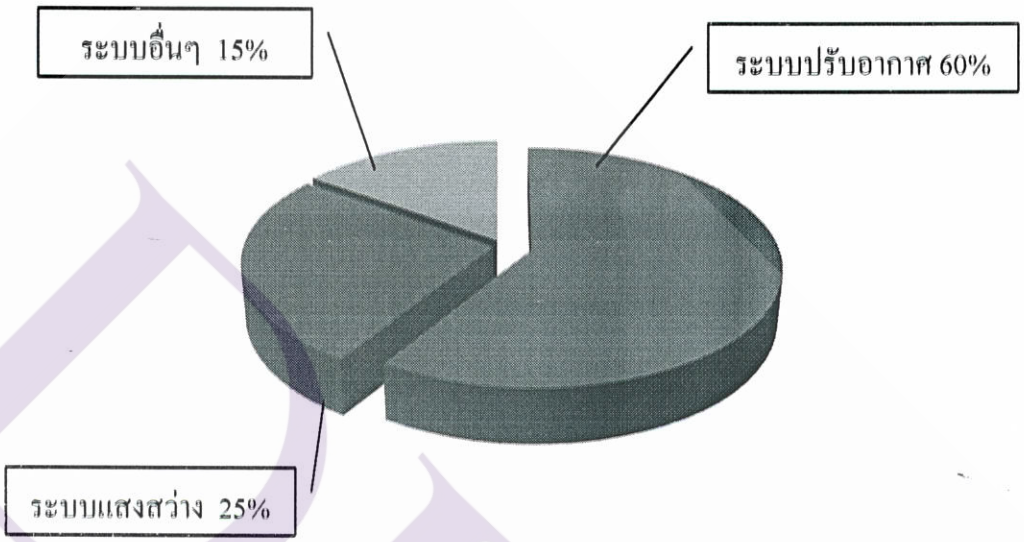
3.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ รับไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง แบ่งประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง อัตราปกติ 3.1.2 แรงดัน 12 - 24 kV มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 30 ถึง 999 kW และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว จำนวน 2 มาตรไฟฟ้า และ 2) ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff) 4.2.2 แรงดันไฟฟ้า12-24 kV มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดตั้งแต่ 1,000 kW ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว จำนวน 2 มาตรไฟฟ้า ซึ่งมหาวิทยาลัยมีเครื่องวัดไฟฟ้าทั้งหมด 4 มาตรไฟฟ้า ในปีการศึกษา 2555 มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 9,202,383 หน่วย เป็นเงิน 41,963,132.85 บาท มีรายละเอียด ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.2 การใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ปีการศึกษา 2555

เดือน	หน่วยไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)
มิ.ย.	838,918	3,695,367.12	4.40
ก.ค.	944,597	4,136,490.11	4.38
ส.ค.	831,089	3,676,139.65	4.42
ก.ย.	853,558	3,885,693.12	4.55
ต.ค.	550,774	2,646,829.17	4.81
พ.ย.	850,627	3,921,608.89	4.61
ธ.ค.	767,290	3,565,741.35	4.65
ม.ค.	771,212	3,570,818.84	4.63
ก.พ.	777,021	3,634,065.89	4.68
มี.ค.	600,270	2,779,297.37	4.63
เม.ย.	649,537	3,029,935.84	4.66
พ.ค.	767,490	3,421,145.50	4.46
รวม	9,202,383	41,963,132.85	-
ค่าเฉลี่ย	766,865.25	3,496,927.74	4.56

จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบปีการศึกษา 2555 สามารถแบ่งตามระบบสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวกประกอบอาคารออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบอื่นๆ เช่น ปั๊มน้ำ ลิฟต์ เป็นต้น ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบระบบสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวกประกอบอาคาร

3.3 ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ข้อมูลจากฝ่ายอาคารสถานที่และซ่อมบำรุง หลอดไฟฟ้าที่ใช้ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์มีหลายประเภทและหลายขนาด สามารถแยกออกตามประเภทและขนาด ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 หลอดไฟฟ้าที่ใช้ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

อาคาร	ประเภทหลอดไฟฟ้า							
	หลอด FL (T8) 36 W	หลอด FL (T8) 18 W	หลอด ไส้ 5 W	หลอด ประหยัด ไฟ 14-20 W	หลอด ฮาโลเจน 12V 50W	หลอด ฮาโลเจน 75W	หลอด เมอคิวรี่ 160 W	หลอด เมทัลฮาไลด์ 400 W
อาคาร 1	677	16	13	-	-	-	-	-
อาคาร 2	703	6	14	12	-	-	-	-
อาคาร 3	1086	54	34	28	-	-	3	-
อาคาร 4	1036	224	4	10	-	-	-	-
อาคาร 5	2295	339	-	31	4	-	5	-
อาคาร 6	4341	386	-	12	3	-	-	-
อาคาร 7	1372	230	31	-	-	27	-	19
อาคาร 8	2418	91	14	40	-	-	5	-
อาคาร 9	485	175	-	30	-	-	24	-
อาคาร 10	1371	173	15	6	-	-	4	-
อาคาร 11	128	-	-	8	-	-	-	-
อาคาร 12	1483	19	-	73	24	-	-	-
อาคาร 14	652	-	-	69	13	-	87	-
อาคารสำนักอธิการบดี 1	1069	12	-	105	45	-	4	-
อาคารสำนักอธิการบดี 2	1020	25	-	157	33	-	-	-
ศูนย์วัฒนธรรม	17	50	-	-	-	-	-	-
อาคารสุทธิเกตุ	258	-	-	5	-	-	-	42
อาคารส่วนช่าง	142	55	-	-	-	-	-	-
รวม	20,553	1,855	125	586	122	27	132	61

ที่มา : ฝ่ายอาคารสถานที่และซ่อมบำรุง

ตารางที่ 3.4 จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W ภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หลอดไฟฟ้า	จำนวนหลอด (ชุด)
หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W	20,533

ตารางที่ 3.5 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36W

ข้อมูลบริษัทผู้ผลิต	จำนวน
1. ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	220
2. ค่ากระแสไฟฟ้ารวมของหลอดและบัลลาสต์แกนเหล็ก (A)	0.43
3. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์	0.48
รวมค่ากำลังไฟฟ้า (W)	45.41

ตารางที่ 3.6 จำนวนหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

หลอดไฟฟ้า	จำนวนหลอด (ชุด)
1. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ชนิด 1 : 1	4,509
2. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ชนิด 1 : 2	8,022
รวม	20,533

ตารางที่ 3.7 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 1

ข้อมูลบริษัทผู้ผลิต	จำนวน
1. ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	220
2. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์	0.99
3. ค่ากำลังไฟฟ้า (W)	31

ตารางที่ 3.8 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 2

ข้อมูลบริษัทผู้ผลิต	จำนวน
1. ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	220
2. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์	0.99
3. ค่ากำลังไฟฟ้า (W)	61

3.4 การลงทุนโครงการ

ราคาติดตั้งชุดหลอด (T8) 36 W เป็นเงิน 273 บาทต่อชุด จากจำนวนที่ต้องติดตั้งทั้งหมด 20,553 ชุด คิดเป็นเงินลงทุน ที่ต้องติดตั้งทั้งหมด 5,610,969.00 บาท ราคาติดตั้งชุดหลอด (T5) 28 W ใช้บัลลาสต์ 1 : 1 เป็นเงิน 330 บาทต่อชุด จากจำนวนที่ต้องติดตั้งทั้งหมด 4,509 ชุด คิดเป็นเงินลงทุน ที่ต้องติดตั้งทั้งหมด 1,487,970.00 บาท และราคาติดตั้งชุดหลอด (T5) 28 W ใช้บัลลาสต์ 1 : 1 เป็นเงิน 410 บาทต่อชุด จากจำนวนที่ต้องติดตั้งทั้งหมด 8,022 ชุด คิดเป็นเงินลงทุน ที่ต้องติดตั้งทั้งหมด 3,289,020.00 บาท

ตารางที่ 3.9 ราคาชุดหลอดไฟฟ้าพร้อมค่าติดตั้ง

ประเภทชุดหลอดไฟฟ้า	ราคา/ชุด (บาท)
1. ชุด (T8) 36 W	273
2. ชุด (T5) 28 W ใช้บัลลาสต์ 1 : 1	330
3. ชุด (T5) 28 W ใช้บัลลาสต์ 1 : 2	410

ตารางที่ 3.10 เงินลงทุนชุดหลอดไฟฟ้า

ประเภทชุดหลอดไฟฟ้า	ราคาต่อชุดพร้อมติดตั้ง (บาท)	จำนวนชุดหลอด (ชุด)	ราคารวม (บาท)
1. ชุด (T8)36 W	273	20,553	5,610,969
2. ชุด (T5)28 W ใช้บัลลาสต์ 1 : 1	330	4,509	4,776,990
3. ชุด (T5)28 W ใช้บัลลาสต์ 1 : 2	410	8,022	

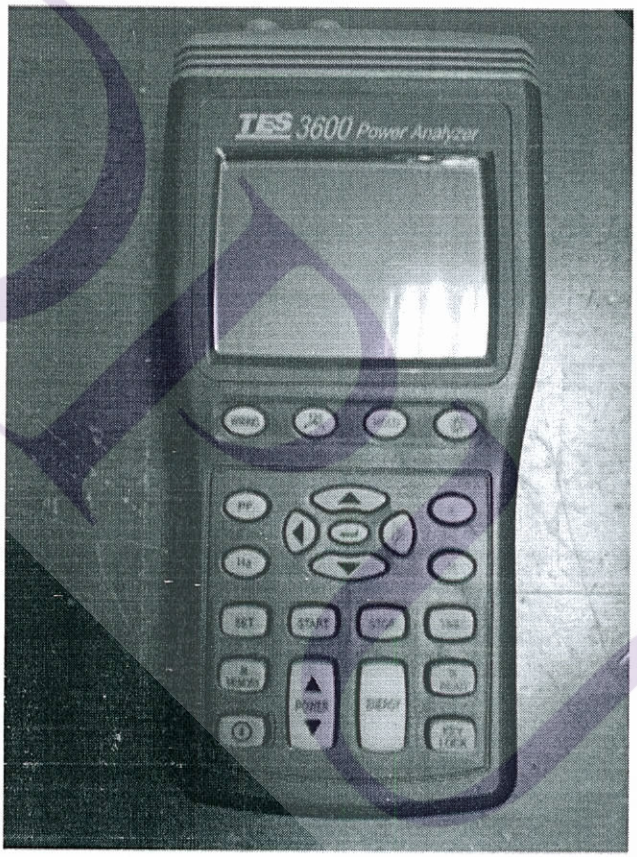
3.5 เครื่องมือวัด และการจัดเก็บข้อมูล

เครื่องมือตรวจวัดเป็นสิ่งจำเป็นในการเก็บข้อมูล โดยเครื่องมือที่นำมาใช้ในการตรวจวัดต้องมีความแม่นยำสูงและมีค่าความผิดพลาดต่ำ

3.5.1 เครื่องมือตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า

ในการศึกษานี้ใช้ Power Analyzer ยี่ห้อ TES-3600 และดิจิตอลแคลมป์มิเตอร์ ยี่ห้อ Center 202 เป็นเครื่องมือในการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าหลอดไฟฟ้า เพื่อนำมาประกอบการคำนวณและวิเคราะห์ผลในโครงการ ดังรูปที่ 3.4

1. เครื่องมือวัด Power Analyzer ยี่ห้อ TES-3600 ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 Power Analyzer ยี่ห้อ TES-3600

คุณสมบัติทั่วไป

1. Maximum voltage between voltage input terminals and earth ground: 1000 Vms.
2. Maximum rate working voltage for current input: 0.35 Vms.

3. Maximum current for current probe: 1000 Ams.

4. Operating temperature: 0°C to 40°C

5. Operating humidity: Maximum relative humidity of 80% for temperatures up to 31°C decrease linearly to 50% relative humidity at 40°C (non-condensed)

6. Temperature coefficient: 0.1 x (specified accuracy)/ °C (<18 or >28°C)

7. Storage Temperature and humidity: -10°C to 60°C R.H. < 70% non-condensed

คุณสมบัติทางไฟฟ้า

Accuracy : ± (% of reading + number of digits) ฯะ 18°C to 28°C (64°C to 82°F) with relative humidity to 80%. The current error is specified within the circle which can be drawn inside the jaw

2. เครื่องมือวัดดิจิตอลแคลมป์มิเตอร์ ยี่ห้อ Center 202 ดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 ดิจิตอลแคลมป์มิเตอร์ ยี่ห้อ Center 202

คุณสมบัติทางไฟฟ้า

The accuracy specification is defined as ± (...%reading+ …count) At 23± 5°C, ≤ 80 RH

True RMS for ACV and ACA accuracy are specified from 5% to 100% of rang, accuracy add ± (1%rdg). Crest Factor 1.4 < CF < 3 at full scale & CF < 6 at half scale

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลการลงทุน

ทำการศึกษาเปรียบเทียบ โดยพิจารณา 2 แนวทาง คือ

3.4.1 เปรียบเทียบข้อมูลผลการวิเคราะห์ค่าพลังงานตามข้อมูลบริษัท กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน International Performance Measurement and Verification (IPMVP) ของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) 36 Wและหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

3.4.2 เปรียบเทียบการลงทุน โดยการเลือกใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กับการใช้ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

3.7 สรุปผล

การศึกษานี้วิเคราะห์เปรียบเทียบการลงทุน แนวทางการเลือกใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กับการวิเคราะห์โดยใช้ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W โดยพิจารณาความเหมาะสมด้านต้นทุนและการลงทุนในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า

บทที่ 4
ผลการการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์การเลือกใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กับการโดยใช้ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

4.1 ข้อกำหนดด้านอาคารและสภาพแวดล้อม

กำหนดให้อาคารมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ไม่มีการปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้อาคาร

4.2 ข้อกำหนดด้านอุปกรณ์หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง

1. กำหนดไม่ให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกิน

2. กำหนดให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W รุ่น TL-D 36W/865 มีขนาดการใช้พลังงานตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต

3. กำหนดให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W มีขนาดการใช้พลังงานตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต

4. กำหนดให้บัลลาสต์แกนเหล็ก รุ่น BTA36L04 ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) มีค่าสูญเสียเท่ากับ 10 วัตต์ มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.48 ตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต

5. กำหนดให้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ รุ่น SLIM 1x 28 W ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.90 ตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต

6. กำหนดให้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ รุ่น SLIM 2x 28 W ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.90 ตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต

7. ราคาต้นทุนของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W และอุปกรณ์ใช้ข้อมูลจากยี่ห้อ PHILIPS

8. ราคาต้นทุนของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) ขนาด 28 W และอุปกรณ์ใช้ข้อมูลจากยี่ห้อ TOSHIBA

ตารางที่ 4.1 จำนวนกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

รายการ	ค่ากำลังไฟฟ้า (W)
หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W	36
หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W	28
บัลลาสต์แกนเหล็ก สำหรับหลอด (T8) ขนาด 36 W	10
บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลอด (T5) ขนาด 28 W	3

4.3 ข้อกำหนดในการคำนวณ

1. กำหนดอัตราค่าไฟฟ้าที่ 4.56 บาท / kWh โดยใช้ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ปีการศึกษา 2555 (มิถุนายน 2555 – พฤษภาคม 2556)

2. กำหนดให้การใช้งานอาคารมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ มีการใช้งาน 10 ชั่วโมงต่อวัน วันทำงาน 232 วันต่อปี ชั่วโมงทำงาน 2,320 ชั่วโมงต่อปี (ไม่นับวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดราชการ)

3. วิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า โดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กับค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอด 2 ชนิด ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

4.4 การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า

การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า เป็นการวิเคราะห์การใช้งานหลอดไฟฟ้า โดยใช้ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต และการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอดไฟฟ้า 2 ชนิด ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

1. การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้า หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W

เป็นการวิเคราะห์ค่ากำลังไฟฟ้า หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) โดยใช้ค่ากำลังไฟฟ้ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตที่กำหนดไว้ที่บรรจุภัณฑ์ และการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP

1) การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า ตามค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต

จากการจัดเก็บข้อมูลค่ากำลังไฟฟ้าหลอด (T8) ตามค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าของข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ซึ่งได้แก่ ค่ากระแสไฟฟ้ารวมของหลอดของบัลลาสต์แกนเหล็ก และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอด (T8) ขนาด 36 W ตามค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต

ข้อมูลบริษัทผู้ผลิต	จำนวน
1. ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	220
2. ค่ากระแสไฟฟ้ารวมของหลอดและบัลลาสต์แกนเหล็ก (A)	0.43
3. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์	0.48
รวมค่ากำลังไฟฟ้า (W)	45.41

ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W ตามค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าของข้อมูลบริษัทผู้ผลิตค่าพลังงานสามารถหาได้ โดยการรวมค่ากำลังไฟฟ้า (W) ของอุปกรณ์หลอดไฟฟ้าทั้งหมด คูณด้วยจำนวนชั่วโมงการใช้งาน (hr) ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = (กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า/1000) x จำนวนหลอดไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน (4.1)

= (45.41/1000) x 20,553 x 2,320

= 2,165,283 kWh/ปี

ค่าพลังงานไฟฟ้า = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/ปี) x ค่าไฟฟ้า (บาท) (4.2)

= 2,165,283 kWh/ปี x 4.56 บาท

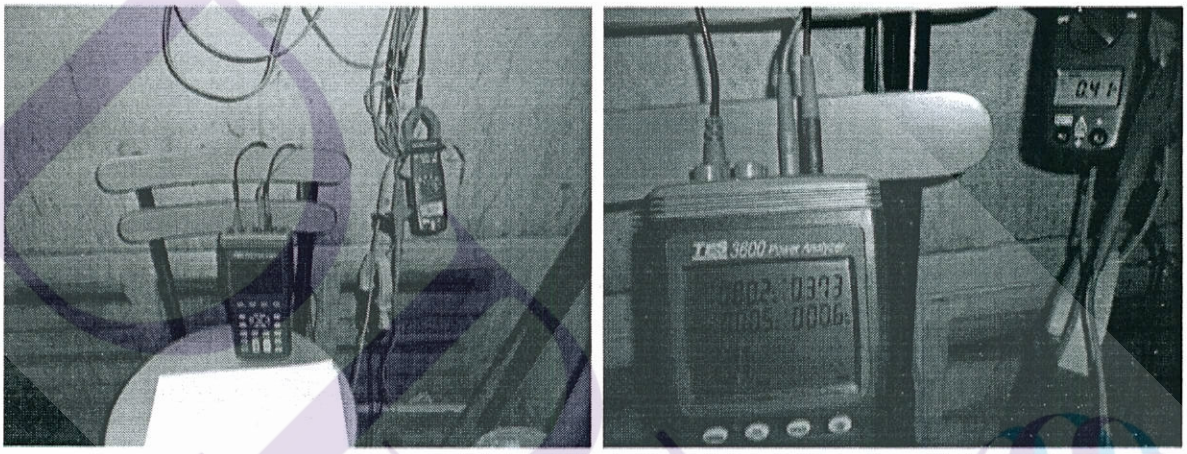
= 9,873,690.48 บาท/ปี

เห็นได้ว่าค่าพลังงานไฟฟ้าตามค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W จำนวน 20,553 หลอด ที่มีชั่วโมงการใช้งาน 2,320 ชั่วโมง

ต่อปี มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,165,283 kW/ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 9,873,690.48 บาท/ปี

2) การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP

จากการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอด (T8) ขนาด 36 W ยี่ห้อ Philips ได้แก่ หลอดไฟฟ้า รุ่น TL-D 36W/865 และบัลลาสต์รุ่น BTA36L04 50Hz SCREW Loss at 20 W Power factor 0.9 กำลังไฟฟ้ารวมเท่ากับ 46 (50.0) W โดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ด้วยเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า เป็นการวัดค่ากำลังไฟฟ้ารวมของหลอด (T8) ขนาด 36 W



รูปที่ 4.1 การตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W

การหาค่ากำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า หาได้จากสมการ ดังนี้

กำลังไฟฟ้า (W) = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V) x กระแสไฟฟ้า (A) x ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (4.3)

ตารางที่ 4.3 ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W จากการตรวจวัด

ค่าการตรวจวัด	จำนวน
1. ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	226.06
2. ค่ากระแสไฟฟ้า (A)	0.42
3. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์	0.48
4. ค่ากำลังไฟฟ้า (W)	45.31

ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W โดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP สามารถหาได้โดยนำค่ากำลังไฟฟ้าต่อหลอด จากการตรวจวัด คูณด้วยจำนวนหลอดไฟฟ้า และคูณด้วยจำนวนชั่วโมงการใช้งาน (hr) ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = (กำลังไฟฟ้าที่ได้จากการตรวจวัด/1000) x จำนวนหลอดไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน (4.4)

= (45.31/1000) x 20,553 x 2,320

= 2,160,690.19 kW /ปี

ค่าพลังงานไฟฟ้า = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/ปี) x ค่าไฟฟ้า (บาท) (4.5)

= 4,074,509 kWh/ปี x 4.56 บาท

= 9,852,746.40 บาท/ปี

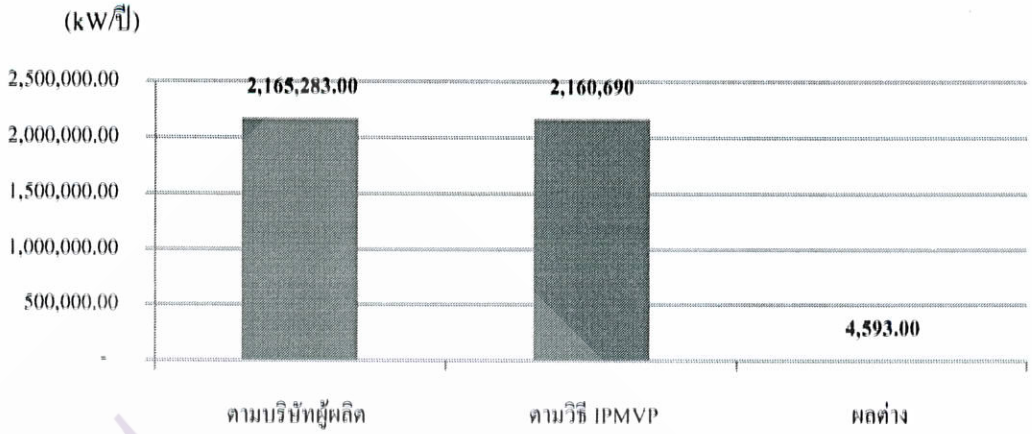
เห็นได้ว่าค่าพลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W จำนวน 20,553 หลอด ที่มีชั่วโมงการใช้งาน 2,320 ชั่วโมงต่อปี มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,160,690.19 kW/ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 9,852,746.40 บาท/ปี

3) การเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W

การเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอด (T8) ขนาด 36 W ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W

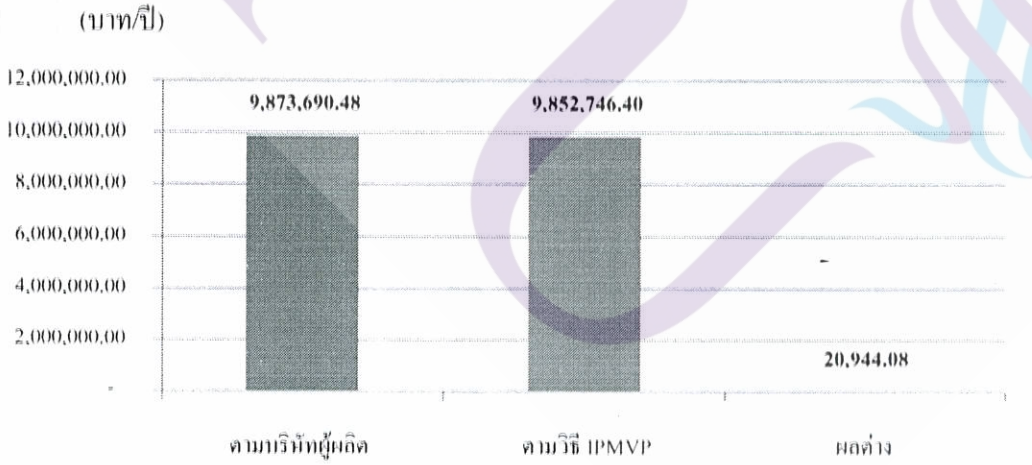
หลอดไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า		ผลต่าง
	ตามบริษัทผู้ผลิต	ตามวิธี IPMVP	
หลอด (T8) ขนาด 36 W	2,165,283	2,160,690	4,593 kW/ปี
	9,873,690.48	9,852,746.40	20,944.08 บาท/ปี



หลอด (T8) ขนาด 36 W

รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า (kW/ปี) โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP

จากรูปที่ 4.2 พบว่าการใช้ข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตที่คำนวณได้ ของหลอด (T8) ขนาด 36 W มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 2,165,283 kW/ปี ซึ่งต่างจากวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ตรวจวัดได้เพียง 2,160,690 kW/ปี ส่งผลทำให้การใช้พลังงานโดยใช้ข้อมูลของผู้ผลิต มีค่าการใช้พลังงานที่สูงกว่าการใช้วิธีพิสูจน์ IPMVP เท่ากับ 4,593 kW/ปี คิดเป็นร้อยละ 0.21



หลอด (T8) ขนาด 36 W

รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP

จากรูปที่ 4.3 พบว่าการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอด (T8) ขนาด 36 W มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 9,852,746.40 บาท/ปี ซึ่งต่างจากข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตที่คำนวณได้เพียง 9,873,690.48 บาท/ปี ส่งผลทำให้การใช้พลังงานวิธีพิสูจน์ IPMVP มีค่าการใช้พลังงานที่ต่ำกว่าการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลของผู้ผลิตเท่ากับ 20,944.08 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 0.21

4.4.2 การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

เป็นการวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ที่ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ชนิด 1 : 1 จำนวน 4,509 ชุด และชนิด 1 : 2 จำนวน 8,022 ชุด โดยใช้ค่ากำลังไฟฟ้ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตที่กำหนดไว้ที่บรรจุภัณฑ์ และการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP

1) การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้า ตามมาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตที่กำหนดไว้ที่บรรจุภัณฑ์

จากการจัดเก็บข้อมูลค่ากำลังไฟฟ้าของหลอด (T5) ขนาด 28 W ตามค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ซึ่งได้แก่ ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอด (W) และกำลังไฟฟ้าของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (W) ดังตารางที่ 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.5 ค่ากำลังไฟฟ้าตามค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 1

ข้อมูลบริษัทผู้ผลิต	จำนวน
1. ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	220
2. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์	0.99
3. ค่ากำลังไฟฟ้า (W)	31

ค่าพลังงานไฟฟ้าตามค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตค่าพลังงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 1 สามารถหาได้โดยการรวมค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าทั้งหมด คูณด้วยจำนวนชั่วโมงการใช้งาน (hr) ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = (กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า/1000) x จำนวนชุดหลอดไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน (4.6)

= (31/1000) x 4,509 x 2,320

= 324,287 kWh / ปี

ค่าพลังงานไฟฟ้า = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี) x ค่าไฟฟ้า (บาท) (4.7)

= 324,287 kWh/ปี x 4.56 บาท

= 1,478,748.72 บาท/ปี

เห็นได้ว่าค่าพลังงานไฟฟ้าตามค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 1 จำนวน 4,509 ชุด ที่มีชั่วโมงการใช้งาน 2,320 ชั่วโมงต่อปี มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 324,287 kWh/ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเป็นเงิน 1,478,748.72 บาท/ปี

ตารางที่ 4.6 ค่ากำลังไฟฟ้าตามค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 2

ข้อมูลบริษัทผู้ผลิต	จำนวน
1. ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	220
2. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์	0.99
3. ค่ากำลังไฟฟ้า (W)	61

ค่าพลังงานไฟฟ้าตามค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตค่าพลังงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 2 สามารถหาได้โดยการรวมค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าทั้งหมด คูณด้วยจำนวนชั่วโมงการใช้งาน (hr) ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = (กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า/1000) (4.8)

x จำนวนชุดหลอดไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน

= (61/1000) x 8,022 x 2,320

= 1,135,273 kWh / ปี

ค่าพลังงานไฟฟ้า = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี) x ค่าไฟฟ้า (บาท) (4.9)

= 1,135,273 kWh/ปี x 4.56 บาท

= 5,176,844.88 บาท/ปี

เห็นได้ว่าค่าพลังงานไฟฟ้าตามค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 2 จำนวน 8,022 ชุด ที่มีชั่วโมงการใช้

งาน 2,320 ชั่วโมงต่อปี มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 988,246 kWh/ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเป็นเงิน 4,506,401.76 บาท/ปี

รวมค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าตามค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 1 และ 1 : 2 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,459,560 kWh/ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 6,655,593.60 บาท/ปี

2) การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้า โดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP

จากการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอด (T5) ขนาด 28 W โดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ด้วยเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า Power Analyzer และ Clamp Tester เป็นการใช้กำลังไฟฟ้ารวมของหลอด (T5) ขนาด 28 W

รูปที่ 4.4 การตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดหลอด (T5) ขนาด 28 W

การหาค่ากำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า หาได้จากสมการ ดังนี้

กำลังไฟฟ้า (W) = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V) x กระแสไฟฟ้า (A) (4.10)

ตารางที่ 4.7 กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ชนิด 1 : 1 จากการตรวจวัด

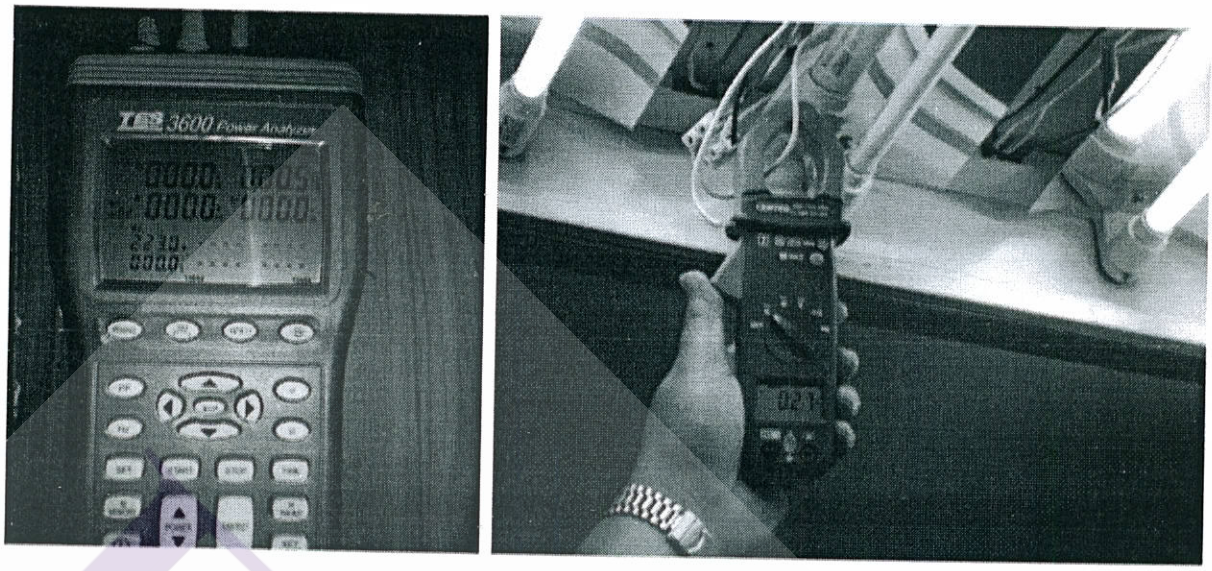
ค่าจากการตรวจวัด	จำนวน
1. ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	226.62
2. กรแสไฟฟ้า (A)	0.14
3. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์	0.90
4. ค่ากำลังไฟฟ้า (W)	28.55

ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 1 โดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP สามารถหาได้โดยนำค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าต่อหลอดจากการตรวจวัด คูณด้วยจำนวนหลอดไฟฟ้า และคูณด้วยจำนวนชั่วโมงการใช้งาน (hr) ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = (กำลังไฟฟ้าที่ได้จากการตรวจวัด/1000) (4.11)
x จำนวนหลอดไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน
= (28.55/1000) x 4,509 x 2,320
= 298,658 kWh/ปี

ค่าพลังงานไฟฟ้า = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี) x ค่าไฟฟ้า (บาท) (4.12)
= 298,658 kWh/ปี x 4.56 บาท
= 1,361,880.48 บาท/ปี

เห็นได้ว่า ค่ากำลังไฟฟ้าโดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) ขนาด 28 W ชนิด 1 : 1 จำนวน 4,509 ชุด มีชั่วโมงการใช้งานต่อปี 2,320 ชั่วโมงต่อปี มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 298,658 kWh / ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 1,361,880.48 บาท/ปี



รูปที่ 4.5 การตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดหลอด (T5) ขนาด 28 W

การหาค่ากำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า หาได้จากสมการ ดังนี้

กำลังไฟฟ้า (W) = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V) x กระแสไฟฟ้า (A) (4.13)

ตารางที่ 4.8 กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ชนิด 1 : 2 จากการตรวจวัด

ค่าจากการตรวจวัด	จำนวน
1. ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	226.09
2. กรแสไฟฟ้า (A)	0.27
3. ค่าพาเวอร์แฟคเตอร์	0.90
4. ค่ากำลังไฟฟ้า (W)	54.94

ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 2 โดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP สามารถหาได้โดยนำค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าต่อหลอดจากการตรวจวัด คูณด้วยจำนวนหลอดไฟฟ้า และคูณด้วยจำนวนชั่วโมงการใช้งาน (hr) ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = (กำลังไฟฟ้าที่ได้จากการตรวจวัด/1000) (4.14)
x จำนวนหลอดไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมงการใช้งาน
= (54.94/1000) x 8,022 x 2,320
= 1,022,491 kWh/ปี

ค่าพลังงานไฟฟ้า = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh / ปี) x ค่าไฟฟ้า (บาท) (4.15)
= 1,022,491 kWh/ปี x 4.56 บาท
= 4,662,558.96 บาท/ปี

เห็นได้ว่า ค่ากำลังไฟฟ้าโดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) ขนาด 28 W ชนิด 1 : 2 จำนวน 8,022 ชุด มีชั่วโมงการใช้งานต่อปี 2,320 ชั่วโมงต่อปี มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,022,491 kWh / ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 4,662,558.96 บาท/ปี

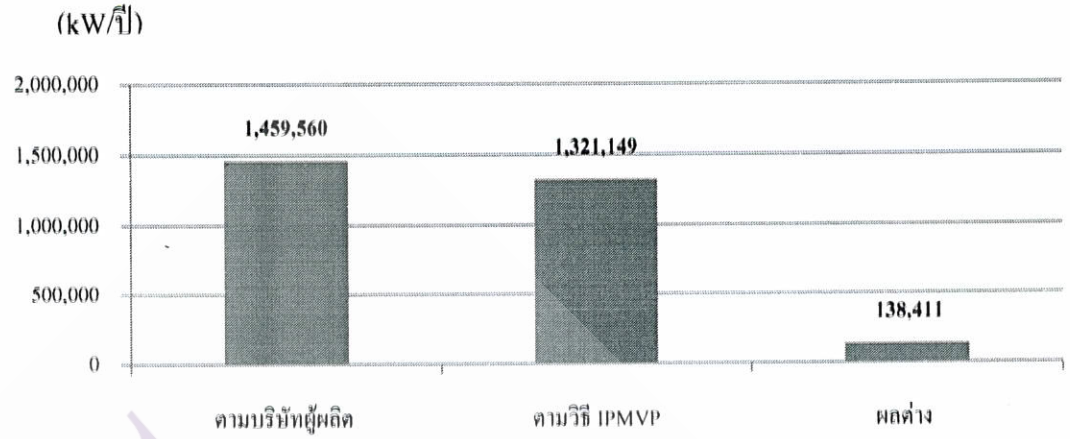
รวมค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) ขนาด 28 W ใช้บัลลาสต์ ชนิด 1 : 1 และ 1 : 2 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,321,149 kWh/ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 6,024,439 บาท/ปี

3) การเปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้าของหลอดฟูลออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

การเปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้าของหลอด (T5) ขนาด 28 W ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ดังตารางที่ 4.9

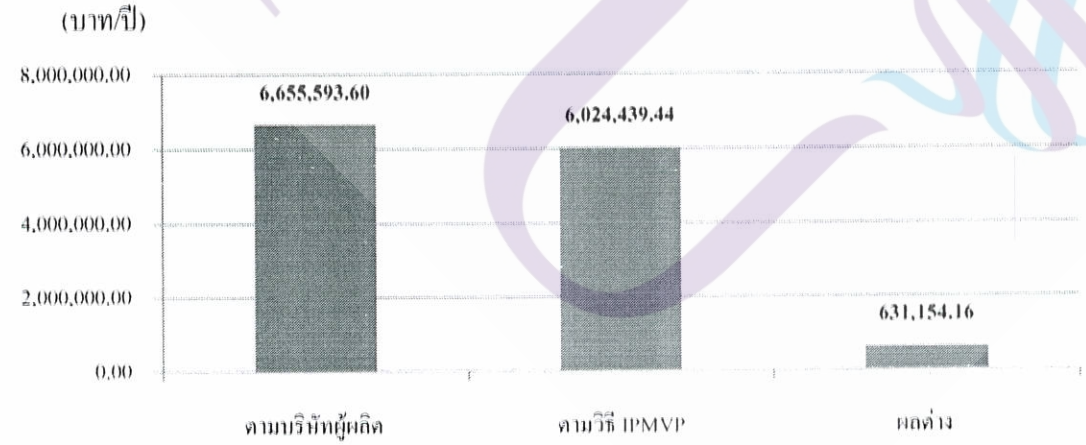
ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานของหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอด (T5) ขนาด 28 W

หลอดไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า		ผลต่าง
	ตามบริษัทผู้ผลิต	ตามวิธี IPMVP	
หลอดไฟฟ้า (T5) ขนาด 28 W	1,459,560	1,321,149	138,411 kW/ปี
	6,655,593.60	6,024,439.44	631,154.16 บาท/ปี



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า (kW/ปี) โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP

จากรูปที่ 4.6 พบว่าการใช้ข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตที่คำนวณได้ ของหลอด (T5) ขนาด 28 W มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 1,459,560 kW/ปี ซึ่งต่างจากวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ตรวจวัดได้เพียง 1,321,149 kW/ปี ส่งผลทำให้การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลของผู้ผลิต มีค่าการใช้พลังงานที่สูงกว่าการใช้พลังงานวิธีพิสูจน์ IPMVP 138,411 kW/ปี คิดเป็นร้อยละ 10.48



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าการพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) โดยการวิเคราะห์ค่ามาตรฐานหลอดไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต กับการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP

จากรูปที่ 4.7 พบว่าการใช้ข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตที่คำนวณได้ ของหลอด (T5) ขนาด 28 W มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 6,655,593.60 บาท/ปี ซึ่งต่างจากวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ตรวจวัดได้เพียง 6,024,439.44 บาท/ปี ส่งผลทำให้การใช้ข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตที่คำนวณได้ มีค่าการใช้พลังงานที่สูงกว่าวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ตรวจวัดได้เท่ากับ 631,154.16 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 10.48

4.4.3 การเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) ตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดไฟฟ้า

เป็นการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) ตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดไฟฟ้า 2 ชนิด ได้แก่หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) ตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอดไฟฟ้า

ประเภทหลอดไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี)
หลอด (T8) ขนาด 36 W	9,873,690.48
หลอด (T5) ขนาด 28 W	6,655,593.60
ผลประหยัด	**3,218,096.88**

จากตารางที่ 4.10 ค่าพลังงานไฟฟ้าตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอด (T8) ขนาด 36 W มีค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี เท่ากับ 9,873,690.48 บาท และค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอด (T5) ขนาด 28 W มีค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี เท่ากับ 6,655,593.60บาท ส่งผลทำให้การใช้พลังงานตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิตของหลอด (T5) ขนาด 28 W มีค่าการใช้พลังงานที่ต่ำกว่าหลอด (T8) ขนาด 36 W เท่ากับ 3,218,096.88 บาท คิดเป็นร้อยละ 32.59

4.4.4 การเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) ตามวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP

เป็นการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) ตามวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอดไฟฟ้า 2 ชนิด ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) ตามข้อมูลวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP

ประเภทหลอดไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี)
หลอด (T8) ขนาด 36 W	9,852,746.40
หลอด (T5) ขนาด 28 W	6,024,439.44
ผลประหยัด	**3,828,306.56**

จากตารางที่ 4.11 ค่าพลังงานไฟฟ้าตามวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอด (T8) ขนาด 36 W มีค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี เท่ากับ 9,852,746.40 บาท และค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอด (T5) ขนาด 28 W มีค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี เท่ากับ 6,024,439.44 บาท ส่งผลทำให้การใช้พลังงานตามวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอด (T5) ขนาด 28 W มีค่าการใช้พลังงานที่ต่ำกว่าหลอดหลอด (T8) ขนาด 36 W เท่ากับ 3,828,306.56บาท คิดเป็นร้อยละ 38.86

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการวิเคราะห์ค่าพลังงานหลอดไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลบริษัทผู้ผลิตเปรียบเทียบกับวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ทำการวิเคราะห์หลอดไฟฟ้า 2 ชนิด ได้แก่ 1) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ขนาด 36 W 2) หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) ขนาด 28 W

โดยการศึกษานี้พิจารณาให้เห็นถึงค่าพลังงานของหลอดไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลบริษัทผู้ผลิตกับวิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP โดยสรุปผลดังนี้

5.1.1 การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้า

1) หลอด T8 ขนาด 36 W ตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,165,283 kW/ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 9,873,690.48 บาท/ปี และโดยการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,160,690 kW/ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 9,852,746.40 บาท/ปี

2) หลอด T5 ขนาด 28 W ตามข้อมูลบริษัทผู้ผลิต มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,459,560 kWh/ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 6,655,593.60 บาท/ปี และโดยการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,321,149 kWh/ปี และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นเงิน 6,024,439.44 บาท/ปี

สรุปได้ว่า การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าโดยการใช้ข้อมูลบริษัทผู้ผลิตและโดยการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ของหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด คือ หลอด T8 ขนาด 36 W และหลอด T5 ขนาด 28 W มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าการใช้ข้อมูลบริษัทผู้ผลิต แสดงให้เห็นว่าการดำเนินโครงการเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องมีการตรวจวัดค่าต่างๆ ก่อนการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องที่สุด

5.1.2 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ

ระยะเวลาคืนทุนโครงการ (Playback Period) เป็นการวิเคราะห์โครงการลงทุนปรับเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า โดยใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าตามข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต และโดยการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP ดังนี้

1) ระยะเวลาคืนทุนโครงการ โดยใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าตามข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต มีผลประหยัด 3,218,096.88 บาท และมีการลงทุนสำหรับหลอด T5 ขนาด 28 W จำนวน 4,776,990.00 บาทจะมีระยะเวลาคืนทุน 1 ปี 6 เดือน

2) ระยะเวลาคืนทุนโครงการ โดยการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP มีผลประหยัด 3,828,306.56 บาท และมีการลงทุนสำหรับหลอด T5 ขนาด 28 W จำนวน 4,776,990.00 บาทจะมีระยะเวลาคืนทุน 1 ปี 3 เดือน

สรุปได้ว่า การวิเคราะห์ค่าพลังไฟฟ้าโดยการใช้วิธีพิสูจน์ผลประหยัดตามมาตรฐาน IPMVP จะมีระยะเวลาคืนทุนที่เร็วกว่าการวิเคราะห์โดยใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าตามข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต

5.2 อภิปรายผล

พลังงานไฟฟ้าที่กำหนดบนบรรจุภัณฑ์ของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ เป็นค่าที่มีการทดสอบจากผู้ผลิตแล้ว เมื่อมีการนำหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบมาใช้งานจะมีการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ ทำให้ค่าการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมที่ยังไม่ได้ใช้งาน จึงทำให้อาคารมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพิ่มมากขึ้นทุกๆปี

ปัจจุบันหลอดไฟฟ้าได้มีกาพัฒนามากขึ้น เริ่มจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) และได้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น สามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ถึง30 % และมีชั่วโมงการใช้งาน 20,000 ชั่วโมง มีอัตราการคงแสงสว่างไว้ตลอดอายุการใช้งานของหลอดไฟประมาณ 95% เมื่อใช้งานไป 2,000 ชั่วโมง แต่เนื่องจากต้นทุนในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) จะสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T8) ดังนั้นก่อนการตัดสินใจเลือกติดตั้งใช้งานควรพิจารณาความคุ้มค่า

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1) การดำเนินโครงการประหยัดพลังงานสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า จะต้องทำการตรวจวัดค่าต่างๆ ด้วยเครื่องมือที่มีค่าเที่ยงตรง และควรมีผู้เชี่ยวชาญแนะนำในตรวจวัด

2) เพื่อให้ได้ข้อมูลในการเปลี่ยนหลอดของปีปัจจุบันถูกต้องมากที่สุด จำเป็นต้องทำการบันทึกข้อมูล วัน เดือน ปี ที่ทำการติดตั้งหลอดและอุปกรณ์ประกอบ เพื่อนำค่ามาวิเคราะห์ระยะเวลาในการเปลี่ยนหลอดที่ถูกต้อง

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

1) เพื่อให้เกิดผลประหยัดที่สูงขึ้นการศึกษาครั้งต่อไปควรนำหลอด LED Tube มาทำการวิเคราะห์ด้วย

2) เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลการลงทุนที่ถูกต้องควรเปรียบเทียบกับหลอดและอุปกรณ์ของยี่ห้อต่างๆ หลายยี่ห้อ ตามคุณสมบัติ ราคา และคุณภาพ เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

ชัชชัย จันทะสีลา. (2549). *การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับสถานพยาบาล กรณีศึกษาอาคารสิรินทร โรงพยาบาลขอนแก่น* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเก้าธนบุรี.

ชิดชัย ชูเชิด. (2555). *การศึกษาการลงทุนในการนำเอาหลอดประหยัดพลังงานชนิด T5 ทดแทนหลอดชนิด T8 : กรณีศึกษา อาคารส่งเสริมสุขภาพ* (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

พิบูลย์ ดิษฐ์อุดม. (2521*). การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

เมธี พงศ์โสภา. (2543). *หลอดไฟฟ้า*. กรุงเทพฯ: หจก.กิจศึกษาเทรดดิ้ง.

เสกสันต์ พันธุ์บุญมี. (2549). *การจัดการพลังงานไฟฟ้า : กรณีศึกษาโรงพยาบาลเลิดสิน* (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เสฐียรพงศ์ บุบผาสุวรรณ. (2556) *การศึกษาการเปรียบเทียบการลงทุนหลอดไฟประหยัดพลังงานทดแทนหลอดไฟฟ้าเดิม : กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์* (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

การส่องสว่างภายใน (สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย). สืบค้นวันที่ 26 ตุลาคม 2556, จาก http://www.tieathai.org/know/general/general1.htm

การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5. สืบค้นวันที่ 11 สิงหาคม 2556, จาก http://www.em-group.co.th/Technology_FluorescenceF5_2.html

สถานการณ์พลังงานไทยในช่วง 6 เดือนแรกและแนวโน้มปี 2556. สืบค้นวันที่ 11 สิงหาคม 2556, จาก http://doc-eppo.eppo.go.th/EnergySituation/EnerSituation_YF.htm

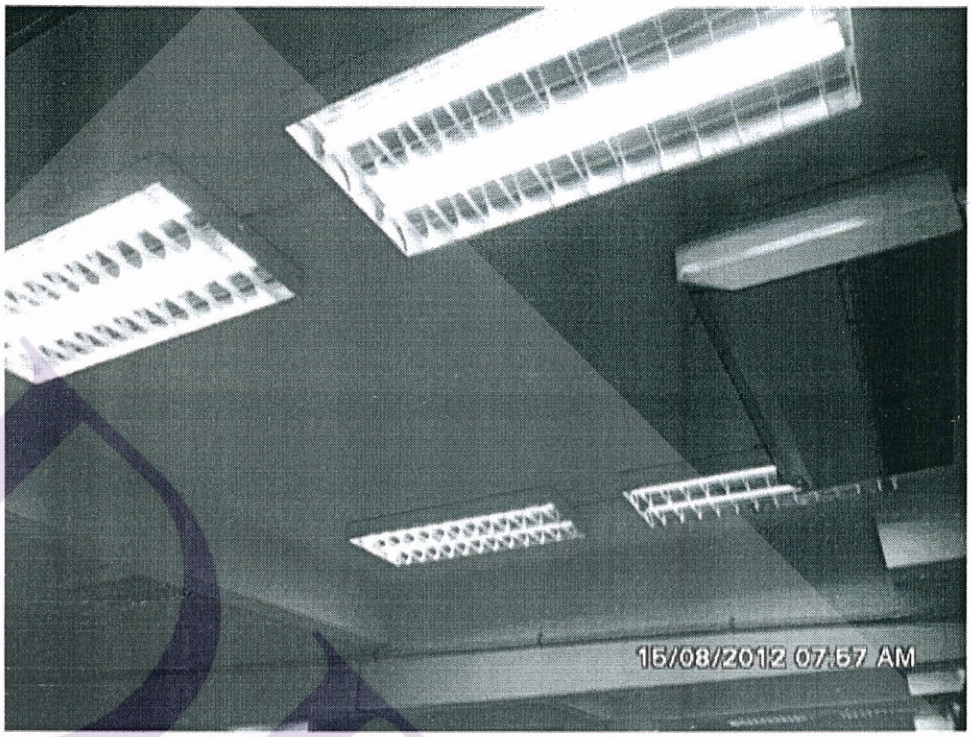
หลักการและวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน (IPMVP) สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2556. สืบค้นวันที่ 11 สิงหาคม 2556, จาก http://thaiesco.org/file/about/MV02.pdf

หลักการเลือกบัลลาสต์และโคมประหยัด. สืบค้นวันที่ 11 สิงหาคม 2556, จาก http://www.energysavingmedia.com/news/page.php?a=10&n=55&cno=3221

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หลอดไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หลอดไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



15/08/2012 08:00 AM

15/08/2012 08:03 AM

ภาคผนวก ข
คุณสมบัติของบัลลาสต์

ข้อมูลบัลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T8) 36 W

Fluorescent electromagnetic

EM TL fluorescent

Electrical characteristics of low power factor (inductive) circuits - LPF switch-start operation

Type	Mains Voltage 50 Hz	EEI	Lamp current	Power factor	Tw=130°C Δt / Δt'	Dimensions L1	L2
BTA 18W	220V	C	0.370	0.41	65/100	140	155
BTA 36W	220V	C	0.430	0.47	55/...	140	155
BTA 58W	220V	C	0.670	0.50	55/125	180	195
BTA 15W	230V	B2	0.310	0.30	55/95	140	155
BTA 18W	230V	C	0.370	0.35	65/110	140	155
BTA 18W	230V	B2	0.370	0.35	50/90	140	155
BTA 18W	230V	B'	0.370	0.35	35/65	180	195
BTA 30W	230V	C	0.360	0.45	60/145	140	155
BTA 30W	230V	B2	0.360	0.45	50/115	140	155
BTA 36W	230V	C(A)	0.430	0.48	65/155	140	155
BTA 36W	230V	C	0.430	0.48	50/135	140	155
BTA 36W	230V	B2	0.430	0.48	55/160	140	155
BTA 36W	230V	B'	0.430	0.48	35/95	180	195
BTA 58W	230V	C	0.670	0.50	55/125	180	195
BTA 58W	230V	B2	0.670	0.50	50/135	180	195
BTA 18W	240V	C	0.370	0.32	70/110	140	155
BTA 36W	240V	C	0.430	0.46	60/155	140	155
BTA 58W	240V	B2	0.670	0.40	50/140	180	195

Electrical characteristics of high power factor and duo circuits - HPF anti-stroboscopic cos φ > 0.90

Type	Number of lamps each ballast	Mains current	Power Factor	P.F. Compensation Parallel Cap. 250V AC			Duo (Series) Cap.450VAC			Starter
			Cos φ	Cap. µF	Diagr. Fig.	Mains Current	Cap. µF	Mains current	Diagr Fig.	
BTA 15W	1x TL'D15W	0.34A	0.30	4.5	1	0.12A	2.7	0.24A	4	S10
BTA 18W	1x PLL 18W / 1x TL'D(U) 18W	0.37A	0.41	4.5	1	0.14A	2.7	0.27A	4	S10
	1x PL 24W / 1x TL 30W / 1x TL5 22W	0.37A	0.41							
BTA 30W	2x TL'D 15W	0.34A	0.47	4.5	3	0.19A	2.9	0.38A	2	S2
	1x TL'D 30W	0.36A	0.45		1				4	S10
	1x TL'30W	0.41A	0.40		1				4	S10
BTA 36W	2x PLL 18W / 2x TL'D 18W / TL 20W	0.37A	0.50	4.5	3	0.23A	3.4	0.43A	2	S2
	1x PLL 36W / 1x TL'D 36W / TL 40W	0.43A	0.49		1				4	S10
	1x TL'D 36W	0.41A	0.47		1				4	S10
BTA 58W	1x TLD(U) 58W	0.67A	0.50	6.5	1	0.36A	5.3	0.68A	4	S10
	1x TL 65W / TL(U) 65W	0.67A	0.50		1				4	S10

Fluorescent electromagnetic

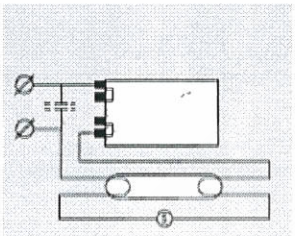


Fig. 1

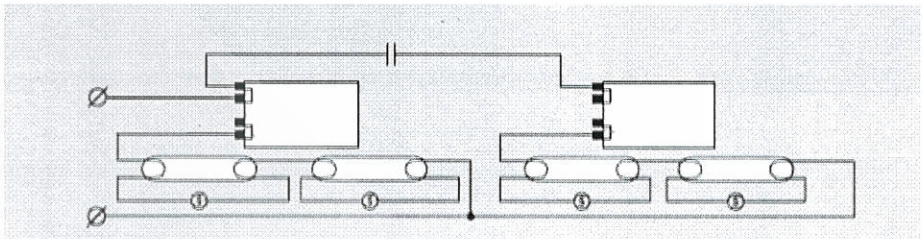


Fig. 2

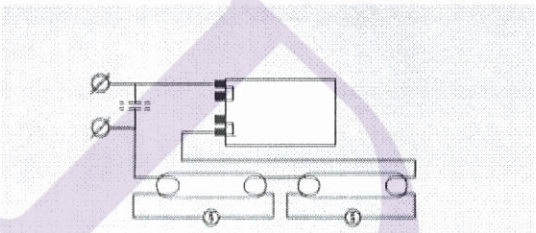


Fig. 3

Wiring diagrams

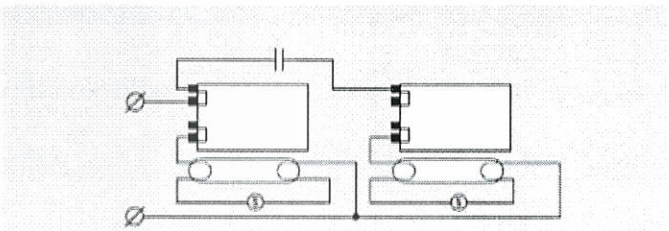
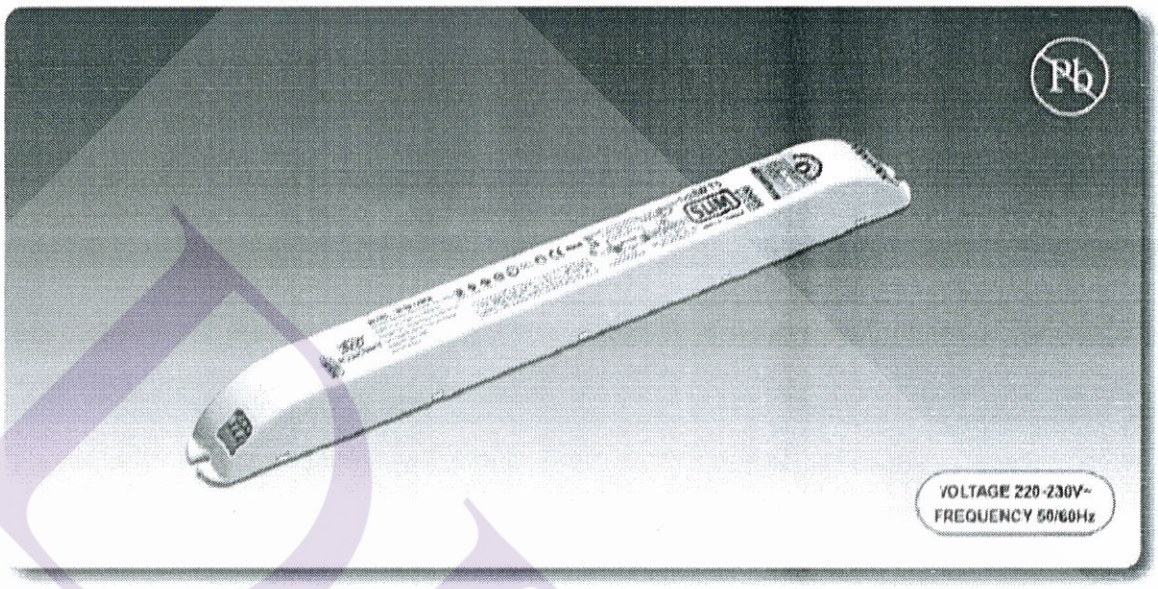


Fig. 4

ข้อมูลบัลาสต์ชนิด 1 : 1 สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) 28 W

SLIM

ELECTRONIC BALLAST FOR T5 FLUORESCENT LAMPS



FEATURES

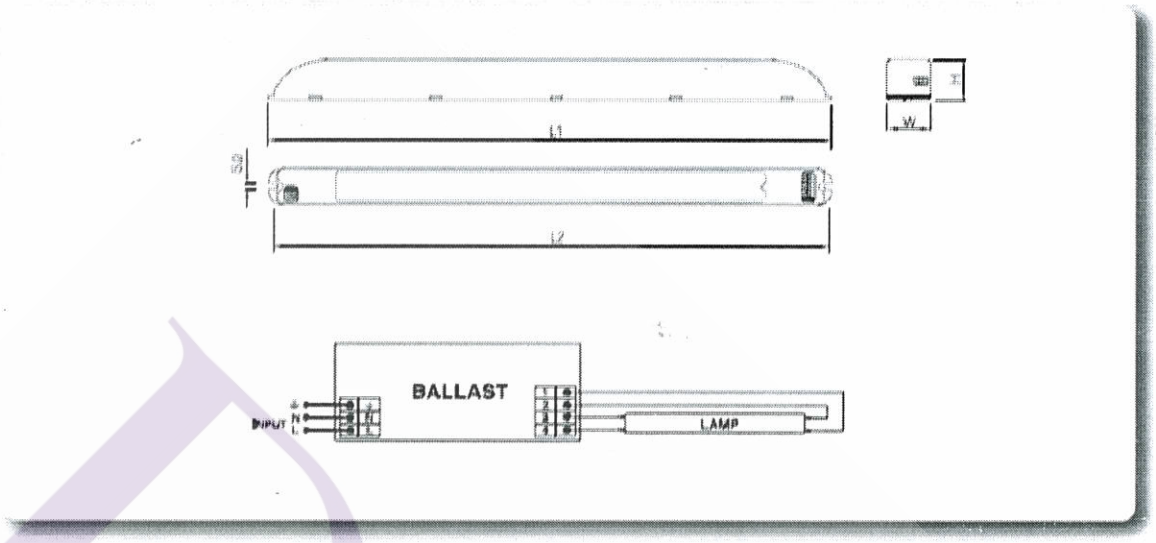
- Slim look with poly carbonate case for better environmental friendly.
- Provide parallel output with constant light feature.
- Suitable for frequent switching application.
- 3rd party fully certified EDLVD and EMC directive approval.
- Recommended for new design T5 luminaire.

LAMP

T5(G5)

BALLAST SPECIFICATION

Safety Input Voltage Range	154 to 265 Volts
Operating Input Voltage	176 to 255 Volts
Input Voltage for Constant Light Output	198 to 253 Volts
Power Factor	0.99
DC Voltage Operation	175 to 230 Voltage DC
Input Current Harmonics	IEC 61000-3-2/A2
Total Harmonic Distortion (%THDi)	<10%
Maximum Case Temperature (t_c)	90°C
Environmental Operating Temperature (t_a)	-10 to 50°C
Maximum Relative Humidity	90% non - condensing
Safety	IEC 61347-1, IEC 61347-2-3
Withstanding Voltage	IEC 61347-2-3
Guaranteed Withstanding Voltage	2500 Vac
Insulation Resistance	>2 MΩ
Endurance	IEC 60929
Deactivated Lamp Protection	Automatic Restart
Removal of Lamp	IEC 60929
Lamp Fail Protection	IEC 60929
End of Lamp Life Protection	Automatic Restart
Under Voltage Protection	Electronic Shutdown
Electromagnetic Compatibility (EMC)	EN 55015, EN 55022, TIS1955
Immunity	IEC 61547
	(EN 61000-4-2/-3/-4/-5/-6/-11)
Max Transient Over Voltage	IEC 60929
Energy Efficiency	EEI - A2 (CELMA), No 5 (EGAT)
Lamp Current Crest Factor	<1.5
Lamp Flicker	Flicker Free
Output Frequency	25 to 70 kHz
Ballast Losses Factor	0.99
Lamp Starting	Preheat
Lamp Cable Length	1.5 m MAX
Case & Connection	PC & Terminal Block
Life Time	100,000 Hours @ 50°C



TECHNICAL DATA						DIMENSIONS				
Model	Product Code	Rated Voltage (V)	Lamp	Nominal Input Power (W)	Nominal Line Current (A)	L1 (mm)	L2 (mm)	W (mm)	H (mm)	Weight (kg)
SLIM 1x28W	EBLSL15220128000 00015	220 230	15 15	31.0 31.0	0.142 0.139	320.0	312.0	30.0	30.0	0.25

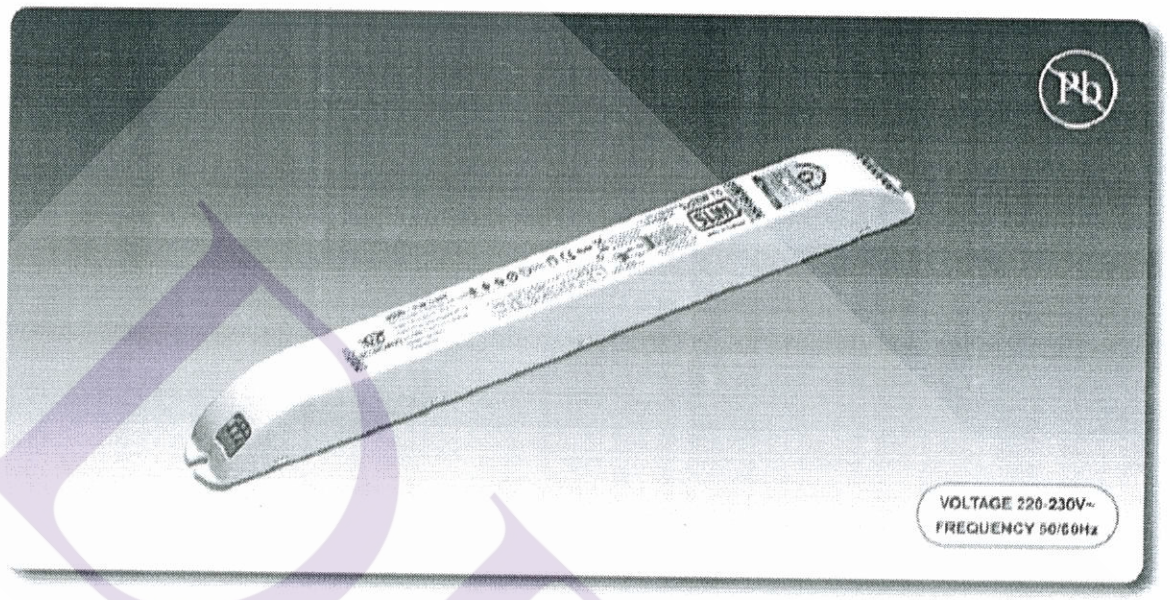
Note :

1. All tolerances comply with IEC 60929.
2. Not suitable for leading or trailing edge phase cut dimmer.
3. Lamp starting aid may be required at temperature below 10°C.
4. Low temperature application below 15°C, the lamp should be picketed or covered to obtain optimum light output.
5. Specifications are subject to change without prior notice.

ข้อมูลบัลาสต์ชนิด 1 : 2 สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงาน (T5) 28 W

SLIM

ELECTRONIC BALLAST FOR T5 FLUORESCENT LAMPS



FEATURES

- Slim look with poly carbonate case for better environmental friendly.
- Provide parallel output with constant light feature.
- Suitable for frequent switching application.
- 3rd party fully certified EU-LVD and EMC directive approval.
- Recommended for new design T5 luminaire.

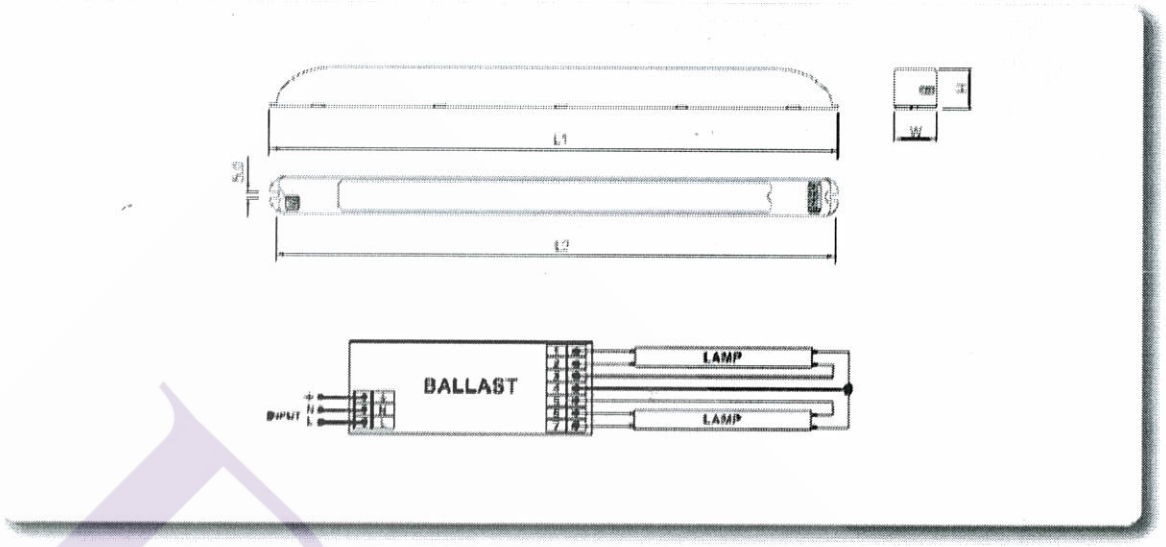
LAMP

T5(G5)
4 - 28W

BALLAST SPECIFICATION

Safety Input Voltage Range	154 to 265 Volts
Operating Input Voltage	176 to 256 Volts
Input Voltage for Constant Light Output	198 to 253 Volts
Power Factor	0.99
DC Voltage Operation	175 to 230 Voltage DC
Input Current Harmonics	IEC 61000-3-2/-3
Total Harmonics Distortion (%THD)	< 10%
Maximum Case Temperature (t_c)	90°C
Environmental Operating Temperature (t_a)	-10 to 50°C
Maximum Relative Humidity	90% non - condensing
Safety	IEC 61347-1, IEC 61347-2-3
Withstanding Voltage	IEC 61347-2-3
Guaranteed Withstanding Voltage	2500 Vac
Insulation Resistance	2 MΩ
Endurance	IEC 60929
Deactivated Lamp Protection	Automatic Restart

Removal of Lamp	IEC 60929
Lamp Fail Protection	IEC 60929
End of Lamp Life Protection	Automatic Restart
Under Voltage Protection	Electronic Shutdown
Electromagnetic Compatibility (EMC)	EN 55015, EN 55022, TIS1955
Immunity	IEC 61547
	(EN 61000-4-2/-3/-4/-5/-6/-11)
Main Transient Over Voltage	IEC 60929
Energy Efficiency	ELI - A2 (CELMA), No.5 (LCAT)
Lamp Current Crest Factor	< 1.5
Lamp Flicker	Flicker Free
Output Frequency	25 to 70 kHz
Ballast Lumen Factor	0.99
Lamp Starting	Preheat
Lamp Cable Length	1.5 m MAX
Case & Connection	PC & Terminal Block
Life Time	100,000 Hours (at t_c = 90°C)



TECHNICAL DATA						DIMENSIONS				
Model	Product Code	Rated Voltage (V)	Lamp	Nominal Input Power (W)	Nominal Line Current (A)	L1 (mm)	L2 (mm)	W (mm)	H (mm)	Weight (kg)
SLIM 2x28W	EBLSL1522028000 0016	220 230	15 15	61.0 61.0	0.280 0.268	320.0	312.0	30.0	30.0	0.26

Note

1. All tolerances comply with IEC 60920.
2. Not suitable for leading or trailing edge phase-cut dimmer.
3. Lamp starting aid may be required at temperature below 10°C.
4. Low temperature application below 15°C, the lamp should be jacketed or covered to obtain optimum light output.
5. Specifications are subject to change without prior notice.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายสุรพงษ์ ชูทัพ
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษา ปี พ.ศ. 2543 ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ตำแหน่ง	ผู้จัดการโครงการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท โอเรียนทัล มัลติมีเดีย จำกัด

DPU