

กรณีศึกษาและวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผล : ระบบแสงสว่าง

มาตรการเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟแสงสว่าง

1. รายละเอียดมาตรการ

สถานประกอบการ A เป็นอาคารนอกชายอาคารควบคุม ประเภทธุรกิจโรงแรม มีขนาดหม้อแปลง 1,000 kVA ระบบไฟฟ้าแสงสว่างส่วนใหญ่ยังเป็นระบบดั้งเดิมตั้งแต่สร้างโรงแรม ส่งผลให้ผู้ประกอบการรับภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานค่อนข้างสูง ดังนั้นผู้บริหารจึงมีแนวคิดในการเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟแสงสว่างมาใช้หลอดแอลอีดี เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่โรงแรมใช้อยู่ สามารถแบ่งกลุ่มตามชั่วโมงการใช้งานได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

1) หลอดที่มีจำนวนใช้งาน 7 ชั่วโมงต่อวัน ประกอบด้วย หลอดฮาโลเจน ขนาด 35 วัตต์ จำนวน 759 ชุด หลอดฮาโลเจน ขนาด 50 วัตต์ จำนวน 759 ชุด หลอดหลอดเออาร์111 จำนวน 20 ชุด หลอดหลอดเออาร์70 จำนวน 20 ชุด หลอดพาร์38 จำนวน 25 ชุด หลอดพาร์20 จำนวน 32 ชุด หลอดคอมแพค 2 พิน ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 21 ชุด หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด36 วัตต์ จำนวน 36ชุด หลอดอินแคนเดสเซนต์ อี27 จำนวน 20 ชุด และหลอดคอมแพค อี27 จำนวน 12ชุด รวม 1,704 ชุด

2) หลอดที่มีจำนวนใช้งาน 9 ชั่วโมงต่อวัน ประกอบด้วย หลอดฮาโลเจน ขนาด 50 วัตต์ จำนวน 210ชุด และหลอดคอมแพค อี27 จำนวน 300ชุด รวม 510 ชุด

3) หลอดที่มีจำนวนใช้งาน 20 ชั่วโมงต่อวัน ประกอบด้วย หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด36 วัตต์ จำนวน 70 ชุดและหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด18วัตต์ จำนวน10ชุด รวม 80 ชุด รวมเป็นจำนวนหลอดทั้งสิ้น 2,294ชุด

รวมเป็นจำนวนหลอดไฟแสงสว่างที่โรงแรมประสงค์จะเปลี่ยนทั้งสิ้น 2,294 ชุด การปรับปรุงเป็นการนำมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟแสงสว่างมาใช้ โดยชนิดของหลอดไฟที่เลือกคือ หลอดแอลอีดี ชนิด/ประเภท และขนาดจะพิจารณาจากหลอดเดิมที่ใช้งานอยู่ ซึ่งจะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานลงได้และจากข้อมูลผู้ผลิตความสว่างที่ได้จากหลอดประหยัดเหล่านี้ยังคงเดิมหรือไม่น้อยกว่าเดิม

2. แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผล (Measurement & Verification)

จากมาตรฐานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการอนุรักษ์พลังงาน (Measurement and Verification; M&V) อ้างอิงจากมาตรฐานของ IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล โดยมาตรฐานนี้ได้แบ่งวิธีการในการวิเคราะห์หาผลประหยัดจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ออกได้เป็น 4 รูปแบบ ตามความเหมาะสมและข้อจำกัดของการดำเนินการแต่ละมาตรการ 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 **เลือกใช้ รูปแบบ A** เป็นแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์

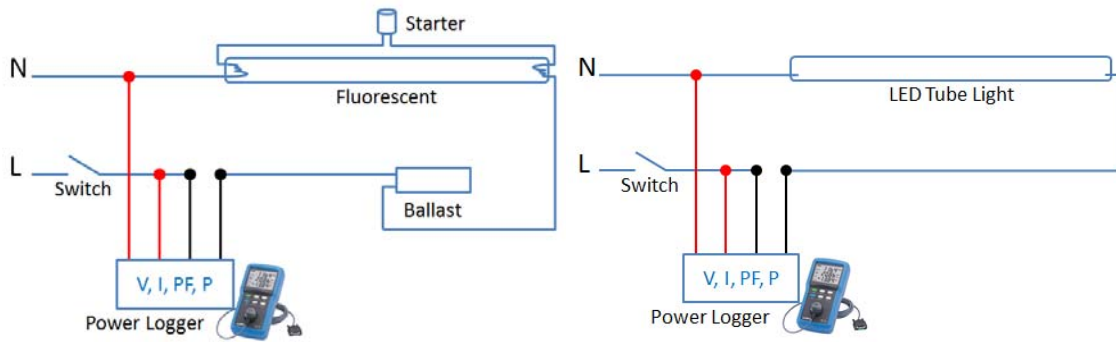
แนวทางการวิเคราะห์ผลประหยัดจะพิจารณาจากการสุ่มตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย(kW) ก่อนและหลังการปรับปรุงของหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดและชนิด โดยมีตัวแปรควบคุมคือ แรงดันไฟฟ้า(Volt) และค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้าเดิมและหลอดแอลอีดีที่นำมาใช้แทนที่ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาคือค่าความสว่างต้องใกล้เคียงกันแตกต่างกันไม่เกิน 10% (พิจารณาในส่วนของค่าความสว่างในพื้นที่ปฏิบัติงานเป็นสำคัญ ในส่วนของการประดับตกแต่ง เพื่อความสวยงามจะไม่ถูกนำค่าความสว่างมาพิจารณาประกอบ เนื่องจากความสว่างไม่ใช่ปัจจัยหลักในการใช้งานในพื้นที่ดังกล่าว สำหรับสถานประกอบการนี้)

ทั้งนี้ในการคำนวณ M&V Unit จะนำค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยก่อน และหลังการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกัน โดยพลังงานไฟฟ้าปีฐานจะ คำนวณจากจำนวนหลอดไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และชั่วโมงการทำงานต่อปี (สมมติฐานให้ชั่วโมงการทำงานต่อปีเท่ากันทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง)

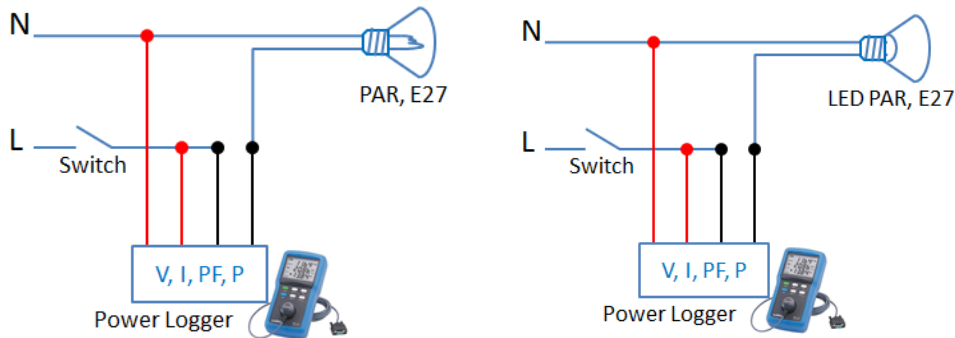
2.1 วิธีการตรวจวัด

1) สำหรับค่าความส่องสว่าง M&V Unit จะสุ่มตรวจความส่องสว่างแบบชั่วขณะในแต่ละพื้นที่ตามวิธีการตรวจวัดที่ได้มาตรฐาน ตำแหน่งการตรวจวัดจะทำการวัดในพื้นที่ตัวอย่างที่ทำการเปลี่ยนหลอดไว้ โดยก่อนและหลังการปรับปรุงถูกตรวจวัดในตำแหน่งเดียวกัน เนื่องจากสถานประกอบการเป็นสถานที่พักตากอากาศ ต้องคำนึงถึงความสะดวก และความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้บริการเป็นสำคัญ

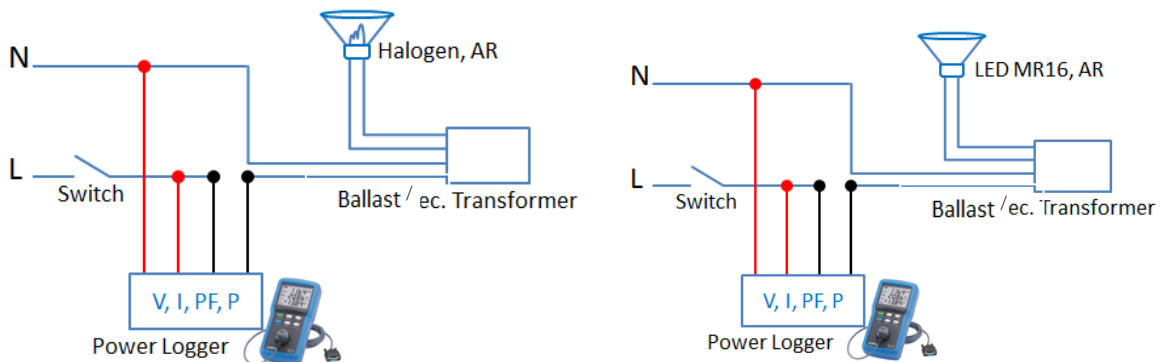
2) ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าแบบชั่วขณะเป็นรายหลอด (Individual) ไม่น้อยกว่า 10% ของจำนวนหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิด/ประเภทที่เปลี่ยนและการสุ่มตรวจชั้นต่ำต้องไม่น้อยกว่า 10 ชุด ตัวอย่างเช่น หลอดไฟฟ้าประเภทที่เปลี่ยนมีจำนวนน้อยกว่า 10 ชุด ให้ทำการตรวจวัด 100% หรือในกรณีจำนวนหลอดไฟฟ้า 10% ของจำนวนหลอดที่เปลี่ยนมีจำนวนน้อยกว่า 10 ชุด ให้ยึดถือข้อกำหนดขั้นต่ำของการสุ่มตรวจไม่น้อยกว่า 10 ชุดเป็นเกณฑ์ ส่วนแผนภาพแสดงตำแหน่งตรวจวัดหลอดไฟฟ้าประเภทต่างๆ แสดงดังรูปที่ 1 ถึง รูปที่ 4 และแสดงตำแหน่งการตรวจวัดค่าความส่องสว่างไว้ในรูปที่ 5



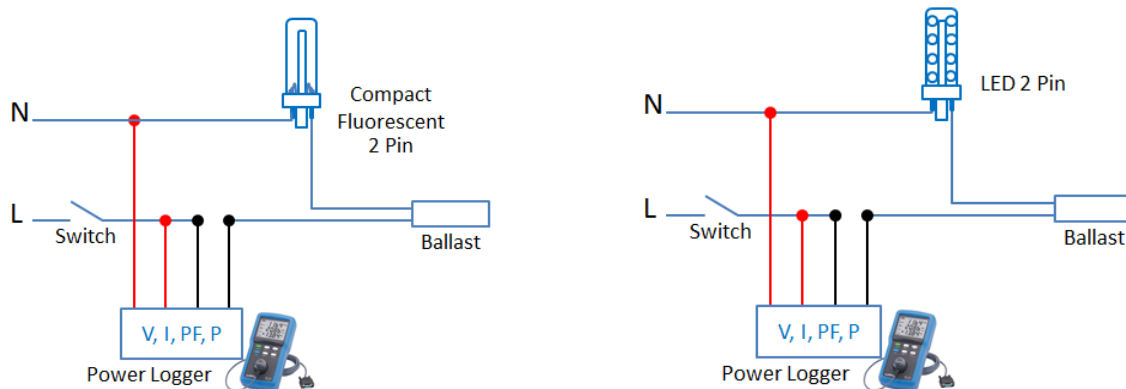
รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18W และ36W ก่อนการปรับปรุง (รูปซ้าย) และหลอดแอลอีดีหลังการปรับปรุงขนาดและกำลังตามรายละเอียดใน EPC (รูปขวา)



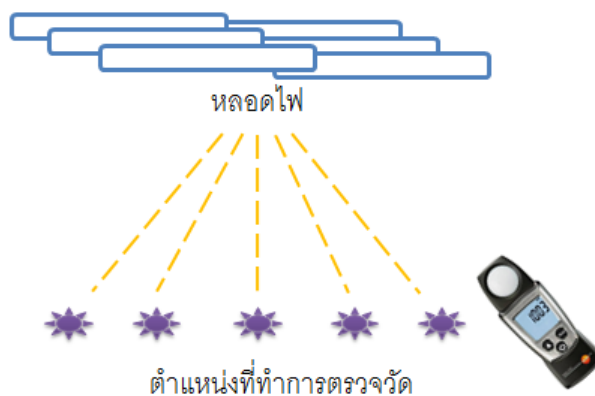
รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งการตรวจวัดหลอดพาร์20,พาร์38, คอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ อี27, อินแคนเดสเซนต์ อี27 ก่อนการปรับปรุง (รูปซ้าย) และหลอดแอลอีดีหลังการปรับปรุง ขนาดและกำลังตามรายละเอียดใน EPC (รูปขวา)



รูปที่ 3 แสดงตำแหน่งการตรวจวัดหลอดฮาโลเจน ขนาด 35W, 50W, เออาร์70, เออาร์111 ก่อนการปรับปรุง (รูปซ้าย) และหลอดแอลอีดี เอ็มอาร์16และเออาร์ หลังการปรับปรุง ขนาดและกำลังตามรายละเอียดใน EPC (รูปขวา)



รูปที่ 4 แสดงตำแหน่งการตรวจวัดหลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ 2 พินก่อนการปรับปรุง (รูปซ้าย) และหลอดแอลอีดี 2 พินหลังการปรับปรุง ขนาดและกำลังตามรายละเอียดใน EPC (รูปขวา)



รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งการตรวจวัดความสว่าง(LUX) ของหลอดไฟ ณ บริเวณ จุดตรวจวัดเดิม ทั้งก่อนและหลัง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด

ตารางที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดและคุณลักษณะขั้นต่ำของเครื่องมือ

ลำดับ	ชื่อเครื่องมือ	ลักษณะที่ต้องมี
1	เครื่องวิเคราะห์ค่ากำลังไฟฟ้า (Power Quality Analyzer)	สามารถตรวจวัดค่าความถี่(Hz), แรงดันไฟฟ้า (V), กระแสไฟฟ้า (A), ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF), กำลังไฟฟ้า(kW) แบบต่อเนื่องได้
2	เครื่องวัดค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้า (Lux Meter)	สามารถวัดค่าความสว่าง(Lux) ได้

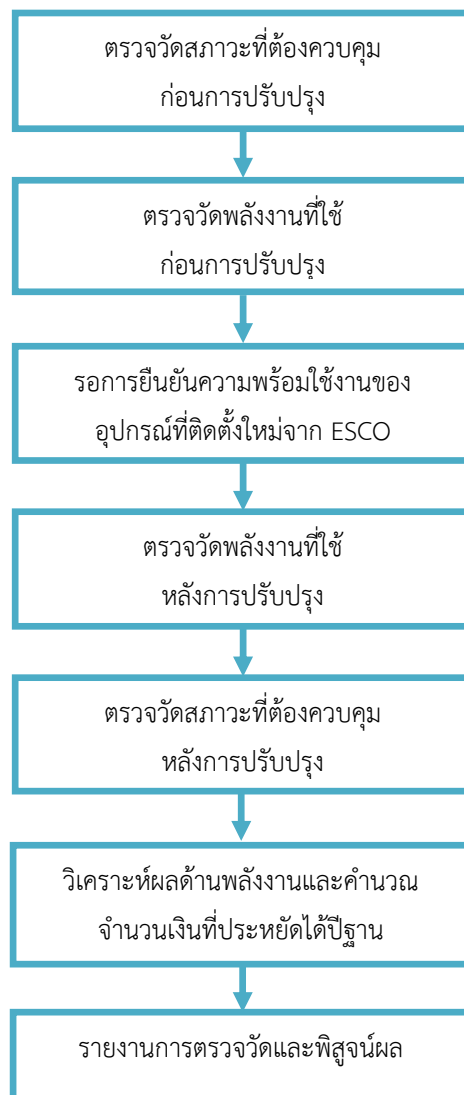
2.3 การเตรียมพื้นที่ก่อนการตรวจวัด

ตารางที่ 2 การเตรียมพื้นที่ตรวจวัดโดยสถานประกอบการ

ลำดับ	รายการพื้นที่	สภาพพื้นที่ที่ต้องการ
1	แหล่งพลังงานไฟฟ้าเพื่อป้อนเครื่องมือตรวจวัด	มีแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220V
2	สถานที่ที่ใช้ในการตรวจวัดค่าความสว่าง	โรงแรมอำนวยความสะดวกโดยจัดเตรียมสถานที่ตัวอย่างที่มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าตามมาตรการโดยห้องที่เตรียมนี้ สามารถให้ M&V เข้าตรวจวัดค่าความสว่างได้โดยสะดวก

3. ขั้นตอนและข้อมูลการตรวจวัด

สำหรับขั้นตอนในการตรวจวัด M&V Unit ได้กำหนดขั้นตอนการตรวจวัดสำหรับมาตรการติดตั้งหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน LED ของ สถานประกอบการ ไว้ดังนี้



3.1 ตัวแปรหลัก

ตัวแปรหลัก คือ ข้อมูลการตรวจวัดหรือค่าพารามิเตอร์หลักต่างๆ ที่นำไปใช้ในการคำนวณผลประหยัด มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ตัวแปรหลักสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ผล

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

3.2 ตัวแปรควบคุมหรือสภาวะที่ต้องควบคุม (Controlled Conditions)

ตัวควบคุม คือ พารามิเตอร์ในการใช้งานหรือ พฤติกรรมการใช้งานอุปกรณ์ เครื่องจักรที่มีอิทธิพลต่อค่าความสิ้นเปลืองพลังงาน หรืออาจเป็นพารามิเตอร์ที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตหรือมาตรฐานความปลอดภัยในการใช้งานของแต่ละอุปกรณ์ ดังนี้

ตารางที่ 4 ตัวแปรควบคุมสำหรับใช้ในการควบคุมภาระงาน

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

หมายเหตุ: ถ้าค่าความสว่างในช่วงระหว่างการตรวจวัด Baseline และ Final ต่างกันเกิน 10 % แล้วสถานประกอบการยอมรับในค่าความสว่างที่เกิดขึ้น การคำนวณผลประหยัดจะยึดผลต่างค่ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าเป็นหลัก

3.3 ข้อมูลจากสถานประกอบการที่ใช้ในการคำนวณ

ตารางที่ 5 ข้อมูลที่ได้จากสถานประกอบการ

ลำดับ	ตัวแปร	ค่าสมมติฐาน
1	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้ากลุ่ม A	$h_A/d = 7$ ชม./วัน
2	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้ากลุ่ม A ปีฐาน	$H_A = 2,555$ ชม./ปี
3	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้ากลุ่ม B	$h_B/d = 9$ ชม./วัน
4	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้ากลุ่ม B ปีฐาน	$H_B = 3,285$ ชม./ปี
5	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้ากลุ่ม C	$h_C/d = 20$ ชม./วัน
6	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้ากลุ่ม C ปีฐาน	$H_C = 7,300$ ชม./ปี

หมายเหตุ: ข้อมูลในตารางนำมาจากชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้า ตามการใช้งานจริงของสถานประกอบการ

3.4 การคำนวณระดับการใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับปรุง

การคำนวณระดับการใช้พลังงานจะใช้สัญลักษณ์แทนตัวแปรต่างๆ และคำนวณตามสมการดังตารางนี้

3.4.1 คำนวณระดับการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย
1.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดฮาโลเจน ขนาด 35 Wรวมวงจร	P_{H35}	kW
2.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดฮาโลเจน ขนาด 50 W รวมวงจร	P_{H50}	kW
3.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดเออาร์70รวมวงจร	P_{AR70}	kW
4.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดเออาร์111 รวมวงจร	P_{AR111}	kW
5.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดพาร์20	P_{Pr20}	kW
6.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดพาร์38	P_{Pr38}	kW
7.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดคอมแพค 2 ฟิน รวมวงจร	P_{C2Pin}	kW
8.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดอินแคนเดสเซนต์ อี27	P_{IE27}	kW
9.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดอินคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ อี27	P_{CE27}	kW
10.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดอินคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ อี27ขนาด 5W	P_{CE5}	kW
11.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 W รวมวงจร	P_{FL18}	kW
12.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 Wรวมวงจร	P_{FL36}	kW
13.	จำนวนหลอดฮาโลเจน ขนาด 35 Wกลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{H35-d}	หลอด

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย
14.	จำนวนหลอดฮาโลเจน ขนาด 50 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{H50-A}	หลอด
15.	จำนวนหลอดเออาร์70กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{AR70-A}	หลอด
16.	จำนวนหลอดเออาร์111 กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{AR111-A}$	หลอด
17.	จำนวนหลอดพาร์20 กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{PAR20-A}$	หลอด
18.	จำนวนหลอดพาร์38 กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{PAR38-A}$	หลอด
19.	จำนวนหลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ 2 พิน กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{C2Pm-A}	หลอด
20.	จำนวนหลอดแคนเดสเซนส์ อี27 กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{IE27-A}	หลอด
21.	จำนวนหลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ อี27 กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{CE27-A}	หลอด
22.	จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{FL36-A}	หลอด
23.	จำนวนหลอดฮาโลเจน ขนาด 50 W กลุ่ม B (9 ชม./วัน)	N_{H50-B}	หลอด
24.	จำนวนหลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ กลุ่ม B (9 ชม./วัน)	N_{CE27-B}	หลอด
25.	จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 W กลุ่ม C (20 ชม./วัน)	N_{FL18-C}	หลอด
26.	จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 Wกลุ่ม C (20 ชม./วัน)	N_{FL36-C}	หลอด
27.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้ากลุ่มA(7 ชม./วัน)ปีฐาน	H_A	h/y
28.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้ากลุ่มB (9 ชม./วัน)ปีฐาน	H_B	h/y
29.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้ากลุ่มC (20 ชม./วัน)ปีฐาน	H_C	h/y
30.	ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างก่อนการปรับปรุง	$E_{PRE} = [(P_{H50} \times N_{H50-A} \times H_A)$ $+ (P_{H50} \times N_{H50-A} \times H_A)$ $+ (P_{AR70} \times N_{AR70-A} \times H_A)$ $+ (P_{AR111} \times N_{AR111-A} \times H_A)$ $+ (P_{PAR20} \times N_{PAR20-A} \times H_A)$ $+ (P_{PAR38} \times N_{PAR38-A} \times H_A)$ $+ (P_{C2Pm} \times N_{C2Pm-A} \times H_A)$ $+ (P_{IE27} \times N_{IE27-A} \times H_A)$	$\frac{kWh}{y}$

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย
		$+(P_{CE27} \times N_{CE27-A} \times H_A)$ $+(P_{FL36} \times N_{FL36-A} \times H_A)]$ $+[(P_{HE30} \times N_{HE30-B} \times H_B)$ $+(P_{CE9} \times N_{CE27-B} \times H_B)]$ $+[(P_{FL18} \times N_{FL18-C} \times H_C)$ $+(P_{FL36} \times N_{FL36-C} \times H_C)]$	

3.4.2 การคำนวณระดับการใช้พลังงานหลังการปรับปรุง

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย
1.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี เอ็มอาร์16 ขนาด 3 Wรวมวงจร	P_{LMR3}	kW
2.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี เอ็มอาร์16 ขนาด 4 Wรวมวงจร	P_{LMR4}	kW
3.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี เออาร์70ขนาด 5 W รวมวงจร	P_{LAR70}	kW
4.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี เออาร์111 ขนาด 7 W รวมวงจร	P_{LAR111}	kW
5.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี พาร์20ขนาด 4 W	P_{LP20}	kW
6.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี พาร์38ขนาด 15 W	P_{LP38}	kW
7.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี คอมแพค 2 ฟิน รวมวงจร	P_{L2Pin}	kW
8.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี บัลบ อี27 ขนาด 5 W	P_{L55}	kW
9.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี บัลบ อี27 ขนาด 7 W	P_{L57}	kW
10.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี บัลบ อี27 ขนาด 9 W	P_{L59}	kW
11.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี ขนาด 9 W รวมวงจร	P_{L9}	kW
12.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี ขนาด 18 Wรวมวงจร	P_{L18}	kW
13.	จำนวนหลอดแอลอีดี เอ็มอาร์16 ขนาด 3 Wกลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{LMR3-A}	หลอด
14.	จำนวนหลอดแอลอีดี เอ็มอาร์16 ขนาด 4 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{LMR4-A}	หลอด
15.	จำนวนหลอดแอลอีดี เออาร์70ขนาด 5 Wกลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{LAR70-A}$	หลอด

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย
16.	จำนวนหลอดแอลอีดี เออาร์111 ขนาด 7 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{LAR111-A}$	หลอด
17.	จำนวนหลอดแอลอีดี พาร์20ขนาด 4 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{LPar20-A}$	หลอด
18.	จำนวนหลอดแอลอีดี พาร์38ขนาด 15 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{LPar38-A}$	หลอด
19.	จำนวนหลอดแอลอีดี คอมแพค 2 ฟิน กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{L2Pm-A}	หลอด
20.	จำนวนหลอดแอลอีดี บัลบ ขนาด 7 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{LB7-A}	หลอด
21.	จำนวนหลอดแอลอีดี บัลบ ขนาด 9 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{LB9-A}	หลอด
22.	จำนวนหลอดแอลอีดีขนาด 18 Wกลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{L18-A}	หลอด
23.	จำนวนหลอดแอลอีดี เอ็มอาร์16 ขนาด 4 W กลุ่ม B (9 ชม./วัน)	N_{LMR4-B}	หลอด
24.	จำนวนหลอดแอลอีดี บัลบ ขนาด 5 W กลุ่ม B (9 ชม./วัน)	N_{LB5-B}	หลอด
25.	จำนวนหลอดแอลอีดีขนาด 9 W กลุ่ม C (20 ชม./วัน)	N_{L9-C}	หลอด
26.	จำนวนหลอดแอลอีดีขนาด 18 Wกลุ่ม C (20 ชม./วัน)	N_{L18-C}	หลอด
27.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้างุ่มA(7 ชม./วัน)ปีฐาน	H_A	h/y
28.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้างุ่มB (9 ชม./วัน)ปีฐาน	H_B	h/y
29.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้างุ่มC (20 ชม./วัน)ปีฐาน	H_C	h/y

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย
30.	ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างหลังการปรับปรุง	$E_{POST} =$ $[(P_{LMB3} \times N_{LMB3-A} \times H_A)$ $+ (P_{LMB4} \times N_{LMB4-A} \times H_A)$ $+ (P_{LAR79} \times N_{LAR79-A} \times H_A)$ $+ (P_{LAR111} \times N_{LAR111-A} \times H_A)$ $+ (P_{LPG20} \times N_{LPG20-A} \times H_A)$ $+ (P_{LPG38} \times N_{LPG38-A} \times H_A)$ $+ (P_{L2PM} \times N_{L2PM-A} \times H_A)$ $+ (P_{LB7} \times N_{LB7-A} \times H_A)$ $+ (P_{LB9} \times N_{LB9-A} \times H_A)$ $+ (P_{L18} \times N_{L18-A} \times H_A)]$ $+ [(P_{LMB4} \times N_{LMB4-B} \times H_B)$ $+ (P_{LRS} \times N_{LRS-B} \times H_R)]$ $+ [(P_{L9} \times N_{L9-C} \times H_C)$ $+ (P_{L18} \times N_{L18-C} \times H_C)]$	$\frac{kWh}{y}$

3.4.3 การคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้ (Energy Saving Calculation)

ลำดับ	ตัวแปร	หน่วย	ที่มาของข้อมูล
1.	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ “ก่อน” ปรับปรุง E_{PRE}	$\frac{kWh}{y}$	$E_{PRE} = [(P_{H35} \times N_{H35-A} \times H_A) + (P_{H50} \times N_{H50-A} \times H_A) + (P_{AR70} \times N_{AR70-A} \times H_A) + (P_{AR111} \times N_{AR111-A} \times H_A) + (P_{PAR20} \times N_{PAR20-A} \times H_A) + (P_{PAR38} \times N_{PAR38-A} \times H_A) + (P_{C2P10} \times N_{C2P10-A} \times H_A) + (P_{LB7} \times N_{LB7-A} \times H_A) + (P_{CE27} \times N_{CE27-A} \times H_A) + (P_{FL36} \times N_{FL36-A} \times H_A)] + [(P_{HR0} \times N_{HR0-B} \times H_B) + (P_{CR27} \times N_{CR27-B} \times H_B)] + [(P_{FL18} \times N_{FL18-C} \times H_C) + (P_{FL36} \times N_{FL36-C} \times H_C)]$
2.	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ “หลัง” ปรับปรุง E_{POST}	$\frac{kWh}{y}$	$E_{POST} = [(P_{LMH3} \times N_{LMH3-A} \times H_A) + (P_{LMH8} \times N_{LMH8-A} \times H_A) + (P_{LAR70} \times N_{LAR70-A} \times H_A) + (P_{LAR111} \times N_{LAR111-A} \times H_A) + (P_{LPW20} \times N_{LPW20-A} \times H_A) + (P_{LPW38} \times N_{LPW38-A} \times H_A) + (P_{L2P10} \times N_{L2P10-A} \times H_A) + (P_{LB7} \times N_{LB7-A} \times H_A) + (P_{LR9} \times N_{LR9-A} \times H_A) + (P_{L18} \times N_{L18-A} \times H_A)] + [(P_{LM24} \times N_{LM24-B} \times H_B) + (P_{LB5} \times N_{LB5-B} \times H_B)] + [(P_{L5} \times N_{L5-C} \times H_C) + (P_{L18} \times N_{L18-C} \times H_C)]$
3.	พลังงานที่ประหยัดได้ E_{saving}	$\frac{kWh}{y}$	$E_{saving} = E_{PRE} - E_{POST}$
4.	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานประหยัดได้ $E_{Save Cost}$	$\frac{Bath}{y}$	$E_{Save Cost} = E_{saving} \times C_E$

หมายเหตุ C_E คืออัตราราคาพลังงาน ณ.วันที่เซ็นสัญญา ซึ่งถูกระบุไว้ใน EPC

3.4.4 ตารางบันทึกข้อมูลกำลังไฟฟ้าและสถานะควบคุม

เพื่อเป็นการยืนยันข้อมูลที่ M&V Unit จะทำการตรวจวัด และเป็นการคุมราคาค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดไม่ให้เกิดความจำเป็น M&V Unit ได้กำหนดตารางบันทึกผลการตรวจวัดเพื่อนำเสนอสถานประกอบการและ ESCO ดังนี้

1) ตารางบันทึกกำลังไฟฟ้าใช้มิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าตรวจวัดต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิด

หลอดฮาโลเจน ขนาด 35 Wรวมวงจร					หลอดแอลอีดี เอ็มอาร์16 ขนาด 3 Wรวมวงจร				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

หลอดฮาโลเจน ขนาด 50 Wรวมวงจร					หลอดแอลอีดี เอ็มอาร์16 ขนาด 4 Wรวมวงจร				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

หลอดเออาร์70รวมวงจร					หลอดแอลอีดี เออาร์70ขนาด 5 W รวมวงจร				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

หลอดเออาร์111 รวมวงจร					หลอดแอลอีดี เออาร์111 ขนาด 7 W รวมวงจร				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

หลอดพาร์20					หลอดแอลอีดี พาร์20ขนาด 4 W				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

หลอดพาร์38					หลอดแอลอีดี พาร์38ขนาด 15 W				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

หลอดคอมแพค 2 พิน รวมวงจร					หลอดแอลอีดี คอมแพค 2 พิน รวมวงจร				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

หลอดอินแคนเดสเซนต์ อี27					หลอดแอลอีดี บัลบ์ อี27 ขนาด 7 W				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

หลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ อี27					หลอดแอลอีดี บัลบ์ อี27 ขนาด 9 W				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

หลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ อี27ขนาด 5W					หลอดแอลอีดี บัลบ์ อี27 ขนาด 5 W				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 W รวมวงจร					หลอดแอลอีดี ขนาด 9 Wรวมวงจร				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 W รวมวงจร					หลอดแอลอีดี ขนาด 18 Wรวมวงจร				
ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
ลำดับที่	V	I	Power	PF	ลำดับที่	V	I	Power	PF
	Volt	Amp	kW			Volt	Amp	kW	

2) ตารางบันทึกสถานะควบคุม

ใช้ลักซ์มิเตอร์วัดค่าความส่องสว่างโดยตรวจวัดต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดที่ระยะเดียวกันในแต่ละพื้นที่ ตัวอย่างที่ติดตั้งหลอดไฟฟ้า

หลอดใช้งานเดิม								
ก่อนการปรับปรุง								
สถานที่	ชนิด/ประเภทหลอด	จำนวน	ความส่องสว่าง (LUX)					
			1	2	3	4	5	เฉลี่ย

*** อ้างอิงตำแหน่งตามผังการตรวจวัดความส่องสว่าง ข้อจำกัดตามระบบตามวิธีการตรวจวัด

หลอดแอลอีดี								
หลังการปรับปรุง								
สถานที่	ชนิด/ประเภทหลอด	จำนวน	ความส่องสว่าง (LUX)					
			1	2	3	4	5	เฉลี่ย

*** อ้างอิงตำแหน่งตามผังการตรวจวัดความส่องสว่าง ข้อจำกัดตามระบบตามวิธีการตรวจวัด

4. การรับรองแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการใช้พลังงาน

ผู้ตรวจวัดและพิสูจน์ผลการใช้พลังงาน

ในการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการใช้พลังงานนี้จะเป็นคณะทำงานในการตรวจวัดและพิสูจน์ผลฯ โดย เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานและเป็นผู้กำหนดข้อตกลงวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการใช้พลังงาน ในฐานะผู้ได้รับมอบหมายให้ดำเนินการในนามของ ขอรับรองว่า จะทำการตรวจวัดและพิสูจน์ผลฯ ตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง หัวหน้าคณะตรวจวัดฯ/ผู้เชี่ยวชาญพลังงาน

วันที่.....

สถานประกอบการ

บริษัท.....เป็นผู้ได้รับการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการใช้พลังงาน ยอมรับในแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผล และยินดีให้ผู้ตรวจวัดเข้ามาดำเนินการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงานตามแนวทางที่ ผู้ตรวจวัดและพิสูจน์ผลการใช้พลังงาน นำเสนอทุกประการ พร้อมกันนี้ยินดีให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานในโครงการ

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง ตัวแทนสถานประกอบการ

วันที่.....

บริษัทจัดการพลังงาน(ESCO)

ข้าพเจ้า ในฐานะผู้มีอำนาจลงนามของ ESCO คือ บริษัท..... มีความเห็นสอดคล้องกับแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผล และจะยอมรับผลการตรวจวัดและพิสูจน์ที่ผู้ตรวจวัด และพิสูจน์ผลการใช้พลังงาน ได้ทำการตรวจวัดตามแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลฯ ที่กำหนดขึ้น

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ

วันที่

5. ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนและหลังปรับปรุง

ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

5.1 ตัวแปรหลัก ก่อนการปรับปรุง

จากตรวจวัดกำลังไฟฟ้าแบบชั่วขณะเป็นรายหลอด (Individual) ไม่น้อยกว่า 10% ของจำนวนหลอด ทั้งหมดที่เปลี่ยน และไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง ในกรณีที่หลอดบางประเภทมีจำนวนน้อยกว่า 10 ชุด ให้ทำการ ตรวจวัด 100% เฉพาะประเภทหลอดที่มีจำนวนน้อยกว่า 10 ชุด

ตารางที่ 6 ผลการตรวจวัดก่อนปรับปรุง

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย	ตรวจวัดที่ละ
1.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดฮาโลเจน ขนาด 35 Wรวมวงจร	P_{H35}	kW	0.0448
2.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดฮาโลเจน ขนาด 50 W รวมวงจร	P_{H50}	kW	0.0584
3.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดเออาร์70รวม วงจร	P_{AR70}	kW	0.0321
4.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดเออาร์111 รวม วงจร	P_{AR111}	kW	0.0511
5.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดพาร์20	P_{Par20}	kW	0.0638
6.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดพาร์38	P_{Par38}	kW	0.0234
7.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดคอมแพค 2 พิน รวมวงจร	P_{C2Pin}	kW	0.0235

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย	ตรวจวัดที่ละ หลอดเฉลี่ย
8.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดอินแคนเดสเซนต์ อี27	P_{IE27}	kW	0.0497
9.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดคอมแพค ฟลูออ เรสเซนต์ อี27	P_{CE27}	kW	0.0133
10.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดคอมแพค ฟลูออ เรสเซนต์ อี27ขนาด 5W	P_{CE5}	kW	0.0073
11.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 W รวมวงจร	P_{FL18}	kW	0.0307
12.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 Wรวมวงจร	P_{FL36}	kW	0.0529
13.	จำนวนหลอดฮาโลเจน ขนาด 35 Wกลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{H35-A}	หลอด	759
14.	จำนวนหลอดฮาโลเจน ขนาด 50 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{H50-A}	หลอด	759
15.	จำนวนหลอดเออาร์70กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{AR70-A}	หลอด	20
16.	จำนวนหลอดเออาร์111 กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{AR111-A}$	หลอด	20
17.	จำนวนหลอดพาร์20 กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{Par20-A}$	หลอด	32
18.	จำนวนหลอดพาร์38 กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{Par38-A}$	หลอด	25
19.	จำนวนหลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ 2 พิน กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{C2Pin-A}$	หลอด	21
20.	จำนวนหลอดอินแคนเดสเซนต์ อี27 กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{IE27-A}	หลอด	20
21.	จำนวนหลอดอินคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ อี 27 กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{IC27-A}	หลอด	12
22.	จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{FL36-A}	หลอด	36
23.	จำนวนหลอดฮาโลเจน ขนาด 50 W กลุ่ม B (9 ชม./วัน)	N_{H50-B}	หลอด	210
24.	จำนวนหลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ กลุ่ม B (9 ชม./วัน)	N_{CE27-B}	หลอด	300

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย	ตรวจวัดที่ละเอียด
25.	จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 W กลุ่ม C (20 ชม./วัน)	N_{FL18-C}	หลอด	10
26.	จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 W กลุ่ม C (20 ชม./วัน)	N_{FL36-C}	หลอด	70
27.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้า กลุ่มA(7 ชม./วัน)ปีฐาน	H_A	h/y	2,555
28.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้า กลุ่มB (9 ชม./วัน)ปีฐาน	H_B	h/y	3,285
29.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้า กลุ่มC (20 ชม./วัน)ปีฐาน	H_C	h/y	7,300
30.	ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่าง ก่อนการปรับปรุง	$E_{PRE} = [(P_{H32} \times N_{H32-A} \times H_A)$ $+ (P_{H50} \times N_{H50-A} \times H_A)$ $+ (P_{AR70} \times N_{AR70-A} \times H_A)$ $+ (P_{AR111} \times N_{AR111-A} \times H_A)$ $+ (P_{PR20} \times N_{PR20-A} \times H_A)$ $+ (P_{PR36} \times N_{PR36-A} \times H_A)$ $+ (P_{C2PM} \times N_{C2PM-A} \times H_A)$ $+ (P_{E27} \times N_{E27-A} \times H_A)$ $+ (P_{CE27} \times N_{CE27-A} \times H_A)$ $+ (P_{FL36} \times N_{FL36-A} \times H_A)]$ $+ [(P_{H50} \times N_{H50-B} \times H_B)$ $+ (P_{CE3} \times N_{CE27-B} \times H_B)]$ $+ [(P_{FL18} \times N_{FL18-C} \times H_C)$ $+ (P_{FL36} \times N_{FL36-C} \times H_C)]$	$\frac{kWh}{y}$	296,921.0395
รวมระดับการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง**			$\frac{kWh}{y}$	296,921.0395

หมายเหตุ ** ข้อมูลพลังงานไฟฟ้าต่อปี (296,921.0395kWh/y)นี้เป็นข้อมูลจากการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าที่โหลดตัวอย่างแล้วนำมาคำนวณเพื่อหาระดับการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

5.2 ตัวแปรควบคุม ก่อนการปรับปรุง

ผลการตรวจวัดค่าความส่องสว่างแบบชั่วขณะในแต่ละพื้นที่ตามวิธีการตรวจวัดที่ได้มาตรฐาน โดยตรวจวัดทุกพื้นที่ตัวอย่างที่ทำการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า

ตารางที่ 7 ผลการตรวจวัดค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง

ลำดับ	สถานที่		จำนวน	หน่วย	ค่าของข้อมูล		
					ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
1.	บ้านพัก	Halogen 35W	50	LUX	45	47	45.8
		Halogen 50W	50	LUX	59	63	60.8
2.	ห้องครัว	Fluorescent 36W	70	LUX	653	669	661.2
		Fluorescent 18W	10	LUX	86	95	89.8
3.	ห้องออกกำลังกาย	Fluorescent 36W	36	LUX	577	592	582.0
4.	ร้านอาหาร	Par38	25	LUX	55	77	65.8
		Par20	30	LUX	153	167	158.6
		Incandescent 50W	20	LUX	73	88	80.2

*** อ้างอิงตำแหน่งตามผังการตรวจวัดค่าความส่องสว่าง ข้อจำกัดตามระบุตามวิธีการตรวจวัด

ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง

5.3 ตัวแปรหลัก หลังการปรับปรุง

จากตรวจวัดกำลังไฟฟ้าแบบชั่วขณะเป็นรายโหลด (Individual) หลังการปรับปรุงจำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่า 10% ของจำนวนโหลดทั้งหมดที่เปลี่ยน และไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง ในกรณีที่โหลดบางประเภทมีจำนวนน้อยกว่า 10 ชุด ให้ทำการตรวจวัด 100% เฉพาะประเภทโหลดที่มีจำนวนน้อยกว่า 10 ชุด

ตารางที่ 8 ผลการตรวจวัดหลังการปรับปรุง

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย	ตรวจวัดทีละ
1.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของโหลดแอลอีดี เอ็มอาร์ 16 ขนาด 3 Wรวมวงจร	P_{LMBH}	kW	0.0112
2.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของโหลดแอลอีดี เอ็มอาร์ 16 ขนาด 4 Wรวมวงจร	P_{LMBH}	kW	0.0131

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย	ตรวจวัดที่ละหลอดเฉลี่ย
3.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี เออาร์70 ขนาด 5 W รวมวงจร	P_{LAR70}	kW	0.0133
4.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี เออาร์ 111 ขนาด 7 W รวมวงจร	P_{LAR111}	kW	0.0156
5.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี พาร์20 ขนาด 4 W	P_{LPar20}	kW	0.0052
6.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี พาร์38 ขนาด 15 W	P_{LPar38}	kW	0.0150
7.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี คอมแพค 2 พิน รวมวงจร	P_{LCPin}	kW	0.0079
8.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี บัลบ อี 27 ขนาด 5 W	P_{L27}	kW	0.0057
9.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี บัลบ อี 27 ขนาด 7 W	P_{L27}	kW	0.0073
10.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี บัลบ อี 27 ขนาด 9 W	P_{L27}	kW	0.0090
11.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี ขนาด 9 W รวมวงจร	P_{L9}	kW	0.0095
12.	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดแอลอีดี ขนาด 18 Wรวมวงจร	P_{L18}	kW	0.0189
13.	จำนวนหลอดแอลอีดี เอ็มอาร์16 ขนาด 3 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{LMB3-A}	หลอด	759
14.	จำนวนหลอดแอลอีดี เอ็มอาร์16 ขนาด 4 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{LMB4-A}	หลอด	759
15.	จำนวนหลอดแอลอีดี เออาร์70ขนาด 5 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{LAR70-A}$	หลอด	20
16.	จำนวนหลอดแอลอีดี เออาร์111 ขนาด 7 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{LAR111-A}$	หลอด	20
17.	จำนวนหลอดแอลอีดี พาร์20ขนาด 4 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{LPar20-A}$	หลอด	32
18.	จำนวนหลอดแอลอีดี พาร์38ขนาด 15 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{LPar38-A}$	หลอด	25

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย	ตรวจวัดที่ละเอียด
19.	จำนวนหลอดแอลอีดี คอมแพค 2 พิน กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	$N_{L2P2M-A}$	หลอด	21
20.	จำนวนหลอดแอลอีดี บัลบ ขนาด 7 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{L2P7-A}	หลอด	20
21.	จำนวนหลอดแอลอีดี บัลบ ขนาด 9 W กลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{L2P9-A}	หลอด	12
22.	จำนวนหลอดแอลอีดีขนาด 18 Wกลุ่ม A (7 ชม./วัน)	N_{L18-A}	หลอด	36
23.	จำนวนหลอดแอลอีดี เอ็มอาร์16 ขนาด 4 W กลุ่ม B (9 ชม./วัน)	N_{LMR4-B}	หลอด	210
24.	จำนวนหลอดแอลอีดี บัลบ ขนาด 5 W กลุ่ม B (9 ชม./วัน)	N_{L5B-B}	หลอด	300
25.	จำนวนหลอดแอลอีดีขนาด 9 W กลุ่ม C (20 ชม./วัน)	N_{L9-C}	หลอด	10
26.	จำนวนหลอดแอลอีดีขนาด 18 Wกลุ่ม C (20 ชม./วัน)	N_{L18-C}	หลอด	70
27.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้า กลุ่มA(7 ชม./วัน)ปีฐาน	H_A	h/y	2,555
28.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้า กลุ่มB (9 ชม./วัน)ปีฐาน	H_B	h/y	3,285
29.	จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟฟ้า กลุ่มC (20 ชม./วัน)ปีฐาน	H_C	h/y	7,300
30.	ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่าง หลังการปรับปรุง	$E_{POST} =$ $[(P_{L2P2M} \times N_{L2P2M-A} \times H_A)$ $+ (P_{L2P7} \times N_{L2P7-A} \times H_A)$ $+ (P_{L2P9} \times N_{L2P9-A} \times H_A)$ $+ (P_{L18} \times N_{L18-A} \times H_A)$ $+ (P_{L2P4} \times N_{L2P4-B} \times H_B)$ $+ (P_{L5B} \times N_{L5B-B} \times H_B)$ $+ (P_{L9} \times N_{L9-C} \times H_C)$ $+ (P_{L18} \times N_{L18-C} \times H_C)]$	$\frac{kWh}{y}$	77,800.7720

ลำดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์/สูตร	หน่วย	ตรวจวัดที่ละเอียด
		$+(P_{L2P1a} \times N_{L2P1a} \times H_A)$ $+(P_{L2P7} \times N_{L2P7} \times H_A)$ $+(P_{L2P9} \times N_{L2P9} \times H_A)$ $+(P_{L18} \times N_{L18} \times H_A)$ $+[(P_{L2R1} \times N_{L2R1} \times H_B)$ $+(P_{L2R3} \times N_{L2R3} \times H_B)]$ $+[(P_{L9} \times N_{L9} \times H_C)$ $+(P_{L18} \times N_{L18} \times H_C)]$		
รวมระดับการใช้พลังงานหลังปรับปรุง**			$\frac{kWh}{y}$	77,800.7720

หมายเหตุ ** ข้อมูลพลังงานไฟฟ้าต่อปี (77,800.7720kWh/y) นี้เป็นข้อมูลจากการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าจากหลอดตัวอย่างแล้วนำมาคำนวณเพื่อหาระดับการใช้พลังงานหลังการปรับปรุง

5.4 ตัวแปรควบคุม หลังการปรับปรุง

ผลการตรวจวัดค่าความส่องสว่างแบบชั่วขณะในแต่ละพื้นที่ตามวิธีการตรวจวัดที่ได้มาตรฐาน โดยตรวจวัดทุกพื้นที่ตัวอย่างที่ทำการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าหลังการปรับปรุงได้ค่าดังนี้
ตารางที่ 9 ผลการตรวจวัดค่าความส่องสว่างหลอดไฟฟ้าหลังการปรับปรุง(แอลอีดี)

ลำดับ	สถานที่		จำนวน	หน่วย	ค่าของข้อมูล		
					ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
1.	บ้านพัก	LED MR16 3W	50	LUX	44	68	55.6
		LED MR16 4W	50	LUX	56	68	61.0
2.	ห้องครัว	LED Tube 18W	70	LUX	681	693	687.0
		LED Tube 9W	10	LUX	101	112	106.8
3.	ห้องออกกำลังกาย	LED Tube 18W	36	LUX	615	630	620.2
4.	ร้านอาหาร	LED Par38	25	LUX	65	76	70.4
		LED Par20	30	LUX	153	166	160.4
		LED Bulb 7W	20	LUX	77	89	81.8

*** อ้างอิงตำแหน่งตามผังการตรวจวัดความส่องสว่าง ข้อจำกัดตามระบุตามวิธีการตรวจวัด

6. การวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน

ตารางที่ 10 ผลวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน

ลำดับ	ตัวแปร	หน่วย	ผลจากการตรวจวัดและคำนวณผลลัพธ์ทางพลังงาน
1.	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ “ก่อน” ปรับปรุง E_{PRE}	$\frac{kWh}{y}$	$E_{PRE} = 296,921.0395$
2.	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ “หลัง” ปรับปรุง E_{POST}	$\frac{kWh}{y}$	$E_{POST} = 77,800.7720$
3	พลังงานที่ประหยัด ได้ E_{saving}	$\frac{kWh}{y}$	$E_{saving} = E_{PRE} - E_{POST} = 219,120.2675$
4	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ประหยัดได้ $E_{Save Cost}$	$\frac{Bath}{y}$	$E_{Save Cost} = E_{saving} \times C_E = 832,657$

หมายเหตุ อัตราค่าไฟฟ้า ณ.วันเซ็นสัญญา 3.8 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง(ตาม EPC)

สรุป

จากผลจากการตรวจวัดและคำนวณผลการประหยัดของมาตรการเปลี่ยนหลอดแอลอีดี แทนหลอดเดิม ซึ่งได้แก่หลอดฮาโลเจน 35W หลอดฮาโลเจน 50W หลอดเออาร์ 70 หลอดเออาร์111 หลอดพาร์20 หลอดพาร์38 หลอดคอมแพค 2 พิน หลอดอินแคนเดสเซนต์ อี27 หลอดคอมแพค อี27 หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36W รวมทั้งสิ้น 2,294 ชุด มีผลรวมระดับการใช้พลังงานก่อนปรับปรุงเท่ากับ **296,921.0395** กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี และเมื่อ ESCO ได้เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าชนิด LED ตรงตามรายละเอียดที่ระบุไว้ใน EPC ระดับการใช้พลังงานหลังปรับปรุงมีค่าเท่ากับ **77,800.7720** กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ดังนั้นเมื่อใช้งานตามชั่วโมงการทำงานที่ระบุไว้ใน EPC จะสามารถประหยัดได้ **219,120.2675** กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นผลการประหยัด 73.80% โดยมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยใกล้เคียงและดีกว่าก่อนปรับปรุง

7. การรับรองรายงานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดพลังงาน

ผู้ตรวจวัดและพิสูจน์ผลการใช้พลังงาน

ข้าพเจ้า ในฐานะผู้ได้รับมอบหมายให้ดำเนินการในนามของ ซึ่งเป็นผู้ตรวจวัดและพิสูจน์ผลการใช้พลังงานของ
ขอรับรองว่า ผลตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดพลังงานในรายงานฉบับนี้ เป็นไปตามข้อตกลงการตรวจวัดและพิสูจน์ผลที่น่าเสนอ

ลงชื่อ
(.....)

ตำแหน่ง หัวหน้าคณะตรวจวัดฯ/ผู้เชี่ยวชาญพลังงาน
วันที่

สถานประกอบการ

ข้าพเจ้า ในฐานะผู้ได้รับมอบหมายให้มีอำนาจลงนามของ ขอรับรองรายงานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดพลังงาน ว่าคณะทำงานตรวจวัดและพิสูจน์ผลฯ ได้ดำเนินการตามหลักเกณฑ์และพิสูจน์ผลประหยัดพลังงานตามข้อตกลงที่น่าเสนอมา

ลงชื่อ.....
(.....)

ตำแหน่ง ตัวแทนสถานประกอบการ
วันที่.....

บริษัทจัดการพลังงาน(ESCO)

ข้าพเจ้า..... ในฐานะผู้มีอำนาจลงนามของ ESCO คือ บริษัท.....
ยอมรับผลประหยัดที่เกิดขึ้นตามรายงานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดพลังงาน ที่คณะทำงานตรวจวัดและพิสูจน์ผลฯ ได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ผลฯ ตามแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลฯ ที่ได้นำเสนอมา

ลงชื่อ.....
(.....)

ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ
วันที่