บทที่ 3 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.1 องค์ประกอบของระบบ

ระบบไฟฟ้ าแสงสว่าง ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้เกิดความสว่างกับพื้นที่ใช้งานเช่น สำนักงาน , ทางเดิน , ถนน เป็นต้น ดังนั้น หลักการที่สำคัญในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง คือการติดตั้งุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสว่างเพียงพอกับความต้องการของแต่ละพื้นที่ โดยระบบไฟฟ้าแสงสว่างมี 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1. หลอดไฟฟ้า (Lamp) เป็นอุปกรณ์หรือแหล่งกำเนิดแสงแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1.1 หลอดประเภทเผาไส้ (Incandescent Lamp)

1.2 หลอดประเภทปล่อยประจุ (Discharge Lamp) เช่นหลอด Fluorescent, หลอด Mercury และหลอด Metal Halide

2. บัลลาสต์ (Ballast) เป็นอุปกรณ์ ช่วยในการจุดติดหลอดไฟ ใช้ในหลอดไฟประเภทปล่อยประจุ

3. โคมไฟฟ้า (Luminaire) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมหรือกระจายแสงจากหลอดไฟให้ไปในทิศทางที่ต้องการและมีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของหลอด

รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.2 นิยามประสิทธิภาพหรือสมรรถนะพลังงาน

3.2.1 ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux : ϕ)

ฟลักซ์การส่องสว่าง หมายถึง ปริมาณแสงทั้งหมดที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิด มีหน่วยเป็น Lumen (lm)

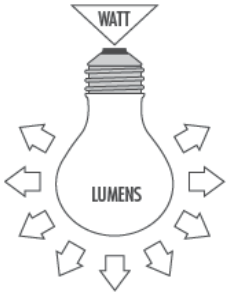
รูปที่ 3.2 ปริมาณแสงที่ออกจากหลอดไฟ

3.2.2 ความเข้มแสงสว่าง (Illuminance : E)

ความเข้มแสงสว่าง หมายถึง ปริมาณแสง (Luminous Flux) ต่อหน่วยพื้นที่ที่รับแสง มีหน่วยเป็น lux หรือ Lumen/Sq.m.

3.2.3 ประสิทธิผลของหลอดไฟ (Luminous Efficacy) เป็นอัตราส่วน ระหว่างปริมาณแสงของหลอดไฟกั บกำลังไฟฟ้าที่ใช้ มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อวัตต์ (Lumen/Watt)

$$Luminous\ Efficacy = \frac{Luminous\ Flux}{Power}$$ มีหน่วยเป็น $Lumen/Watt$



รูปที่ 3.3 ปริมาณแสงของหลอดไฟต่อกำลังไฟฟ้า

3.2.4 สมรรถนะของระบบแสงสว่าง (Lighting Performance)

ประสิทธิภาพหรือสมรรถนะของระบบแสงสว่าง ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ในภาพรวมของพื้นที่ที่ใช้ระบบแสงสว่าง เป็นอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง กับพื้นที่ในบริเวณที่ใช้ระบบแสงสว่าง

$$Lighting\quad Performance = \frac{Power}{Area}$$ มีหน่วยเป็น $Watt/Sq.m.$

ประสิทธิภาพหรือสมรรถนะของทั้ง 2 วิธี (3.2.3 และ 3.2.4) มีความแตกต่างกัน คือ

Luminous Efficacy พิจารณาเฉพาะหลอดไฟ โดยหลอดไฟที่มีประสิทธิภาพหรือสมรรถนะสูง หมายถึง หลอดไฟที่ต้องมีค่า Luminous Efficacy สูง

Lighting Performance พิจารณาเป็นพื้นที่ ดังนั้นการออกแบบระบบแสงสว่างที่เหมาะสม คือเลือกหลอดไฟที่มีค่า Luminous Efficacy สูง และเลือกโคมไฟที่มีประสิทธิภาพสูง และเลือกบัลลาสต์ที่มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียต่ำ ซึ่งจะทำให้มีค่า Lighting Performance ที่ดี(ค่าต่ำ) แต่ต้องคำนึงถึง ระดับความเข้มแสงสว่าง (Illuminance) ต้องไม่น้อยกว่ามาตรฐาน

3.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

3.3.1 ความเข้มแสงสว่าง (Illuminance)

สามารถอ้างอิงได้จาก

1. กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการ บริหารและการจัดการด้านความปลอด ภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549

ตารางมาตรฐานค่าความเข้มแสงสว่าง

ประเภท	ประเภทของพื้นที่	ค่าความเข้มแสงสว่างมากกว่า (Lux)
พื้นที่ทั่วไปของอาคาร	ทางเข้าห้อโถง หรือห้องพักรอ	200
	ทางเดินในพื้นที่สัญจรหนาแน่น	50
	บันได	50
	พื้นที่ทั่วไป	300
	ห้องคอมพิวเตอร์	400
	ห้องประชุม	300
	ห้องสุขา	100
โรงน้ำตาล	พื้นที่ทั่วไป	200
โรงพิมพ์	ห้องเครื่องจักร	400
	บริเวณกระบวณการผลิตทั่วไป	400
โรงงานไม้	บริเวณกระบวนการผลิตทั่วไป	200
โรงงานผลิตเหล็ก	บริเวณบ่อชุบและเตาอบ	100
	บริเวณกระบวนการนำเหล็กเข้าอบ	200
	บริเวณการรีดเย็น รีดร้อน	300
โรงงานเครื่องปั่นดินเผา	บริเวณกระบวนการบด การคัดแยก และห้องเผา	200
	บริเวณกระบวนการปั๊มขึ้นรูป การอัด การทำความสะอาดและการตกแต่ง	300

2. ความเข้มแสงสว่างในอาคารตามมาตรฐาน CIE, IES, BS (International Standard)

ตารางเปรียบเทียบความเข้มแสงสว่างในอาคารตามมาตรฐาน CIE, IES, BS (International Standard)

พื้นที่ต่างๆ	CIE	IES	BS
ห้องประชุม	300-500-750	200-300-500	750W
ห้องเขียนแบบ	500-750-1000	500-750-1000	750W
ห้องทำงานทั่วไป	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องคอมพิวเตอร์	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องสมุด	300-500-750	200-300-500	500W
ร้านค้าในอาคารพานิชย์	500-750	500-750-1000	500W
เคานเตอร์	200-300-500	200-300-500	200W
ห้องเก็บของ	100-150-200	100-150-200	150S
ห้องล็อบบี้หรือบริเวณต้อนรับ	100-150-200	100-150-200	150S
ห้องน้ำ	100-150-200	100-150-200	150S
ทางเดิน	50-100-150	100-150-200	100S
บันได	100-150-200	100-150-200	150F
ลิฟท์	100-150-200	100-150-200	150F

หมายเหตุ มาตรฐานของ BS

ตัวเลข คือ ค่าความเข้มแสงสว่าง

ตัวหนังสือ คือ ตำแหน่งของความเข้มแสงสว่าง (W = Working Plane , S = Switch , F = Floor)

3. ความเข้มแสงสว่างในโรงงานตามมาตรฐาน CIE, IES, BS (International Standard)

ตารางเปรียบเทียบความเข้มแสงสว่างในโรงงานตามมาตรฐาน CIE, IES, BS (International Standard)

พื้นที่ต่างๆ	CIE	IES	BS
งานทั่วไป	150-200-300	200-300-500	200
งานหยาบ	200-300-500	500-750-1000	300
งานละเอียดปานกลาง	300-500-750	1000-1500-2000	500
งานละเอียด	500-750-1000	2000-3000-5000	750
งานละเอียดมาก	1000-1500-2000	5000-7500-10000	1000

หมายเหตุ มาตรฐานของ BS

ตัวเลข คือ ค่าความเข้มแสงสว่าง

ตัวหนังสือ คือ ตำแหน่งของความเข้มแสงสว่าง (W = Working Plane , S = Switch , F = Floor)

3.3.2 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด(W/sq.m.) หรือสมรรถณะของระบบแสงสว่าง(Lighting Performance) สามารถอ้างอิงได้จากกฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 โดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

- การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ
- การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร ต้องให้ได้ระดับความ เข้มแสงสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้นกำหนด
- อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ล ะประเภทของอาคารไม่เกินค่าดังต่อไปนี้

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
• สำนักงาน สถานศึกษา	14
• ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ อาคารชุมนุมคน โรงมหรสพ	18
• โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	12

- สำหรับอาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ค่าในตารางตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ส่วนนั้นๆ

3.4 แนวทางการสำรวจและการเก็บข้อมูลวิเคราะห์ประสิทธิภาพ

ผลลัพธ์ที่ต้องการจากการดำเนินการคือ

- ฐานข้อมูลระบบไฟฟ้ าแสงสว่างขององค์กร เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินสัดส่วนพลังงานไฟฟ้า หรือประเมินศักยภาพในการปรับปรุง
- ค่าความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ (lux) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง
- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (W/sq.m.) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง

3.4.1 การสำรวจข้อมูลในระบบแสงสว่าง ข้อมูลที่ควรบันทึกมีดังนี้

- พื้นที่ของห้อง หรือพื้นที่ในบริเวณที่ติดตั้งระบบแสงสว่าง (Sq.m.)
- รายละเอียดของหลอดไฟ ชนิดบัลลาสต์ และลักษณะของโคมไฟ
- เวลา เปิด-ปิด ใช้งาน (Hr/day)
- จำนวนวันที่เปิดใช้งานต่อปี (Day/yr)
- %การเปิด หรือ %การใช้งานหลอดไฟ (%)
- ค่าความเข้มแสงสว่างจากเครื่องมือวัด (lux)
- รายละเอียดอื่นๆ เช่นมีศักยภาพในการปรับปรุงหรือไม่ หรือสามารถนำแสงธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้หรือไม่

โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถบันทึกลงในแบบฟอร์ม “ตารางบันทึกข้อมูลระบบแสงสว่าง”

ตารางบันทึกข้อมูลระบบแสงสว่าง

ชั้นที่	สถานที่ / บริเวณ	พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	โคมไฟ			หลอดไฟ				บัลลาสต์		เวลา (XX:XX)		ชั่วโมง (hr/day)	จำนวนวัน (วัน/ปี)	% การเปิด	ความส่องสว่างเฉลี่ย (lux)	กำลังไฟฟ้าติดตั้ง (W)	กำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (W/Sq.m.)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)
			ลักษณะการติดตั้ง	แผ่นสะท้อนแสง	ฝาครอบโคม	ชนิด	Watt	หลอดต่อโคม	จำนวนโคม	ชนิด	Watt loss	เวลาเปิด	เวลาปิด							
			1	2	3	4				5										

หมายเหตุ

1 : ลักษณะการติดตั้ง
- ติดลอย
- ฝังฝ้า
- แขวน

2 : แผ่นสะท้อนแสง
- ไม่มี
- สีขาว
- อลูมิเนียมเงา

3 : ฝาครอบโคม
- ไม่มี
- Acrylic
- ตระแกรงอลูมิเนียม

4 : ชนิดหลอด
- A1 หลอดฟลูออเรสเซนต์
- A2 หลอดอินแคนเดสเซนต์
- A3 หลอดทังสเตนแฮโลเจน
- A4 หลอดคอมแพ็กต์ฟลูออเรสเซนต์
- A5 หลอดไอปรอทความดันสูง (หลอดแสงจันทร์)
- A6 หลอดเมทัลแฮไลด์
- A7 หลอดไอโซเดียมความดันสูง
- A8 LED
- Other อื่นๆ (ให้ระบุชนิดหลอด)

5 : ชนิดบัลลาสต์
- NB บัลลาสต์แบบแกนเหล็กธรรมดา
- LB บัลลาสต์แบบแกนเหล็กประหยัดพลังงาน
- EB บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
- No ไม่มี Ballast

จากข้อมูลการสำรวจ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สามารถนำมาคำนวนประสิทธิภาพ และสมรรถนะได้ดังนี้

1. หาค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด

$$LP = \frac{P}{A}$$

โดยที่

LP = Lighting Performance คืออัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าติดตั้งต่อพื้นที่ (Watt/Sq.m.)

P = กำลังไฟฟ้าของระบบแสงสว่างที่ติดตั้ง (Watt)

A = พื้นที่ในบริเวณที่ติดตั้งระบบแสงสว่าง (Sq.m.)

2. หาค่ากำลังไฟฟ้าของระบบแสงสว่างที่ติดตั้ง

$$P = (L+B) \times N$$

โดยที่

L = ขนาดกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ (Watt)

B = ขนาดกำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์ (Watt) โดยบัลลาสต์แต่ละชนิดมีค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่นหลอดฟลูออเรสเซนต์

บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา = กำลังไฟฟ้าสูญเสีย = 10W

บัลลาสต์แกนเหล็กประหยัดพลังงาน = กำลังไฟฟ้าสูญเสีย = 6W

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ = กำลังไฟฟ้าสูญเสีย = 1-2W

N = จำนวนหลอดไฟที่ติดตั้งทั้งหมด (หลอด)

3.4.2 วิธีการตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง อ้างอิงจากแนวปฏิบัติตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และ สภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 การตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง (Illumination Measurement)

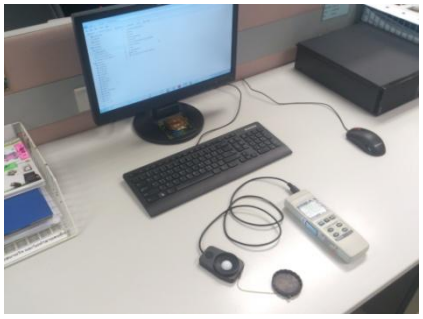
การตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง ให้ทำการตรวจวัด “บริเวณพื้นที่ทั่วไป ” บริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ ในกระบวนการผลิตและบริเวณที่ทำงานโดยใช้สายตามองเฉพาะจุด หรือต้องใช้สายตาอยู่กับที่ในการทำงานในสภาพการทำงานปกติและในช่วงเวลาที่มีแสงสว่างตามธรรมชาติน้อยที่สุด

การตรวจวัดความเข้มแสงสว่างภายในอาคารหรือโรงงาน โดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ

- การวัดแบบจุด หรือตรวจวัดที่จุดทำงาน
- การวัดค่าเฉลี่ย หรือตรวจวัดแบบค่าเฉลี่ยของพื้นที่ทั้งหมด

1. การวัดแบบจุด (Spot Measurement)

เป็นการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างบริเวณที่ผู้ใช้งานต้องทำงาน โดยใช้สายตาเฉพาะจุดหรือต้องใช้สายตาอยู่กับที่ในการทำงาน ให้ตรวจวัดในจุดที่สายตากระทบชิ้นงานหรือจุดที่ทำงานของ ผู้ใช้งาน (Point of Work) โดยวางเครื่องวัดแสงในแนวระนาบเดียวกับชิ้นงาน หรือพื้นผิวที่สายตาตกกระทบ แล้ว วอ่านค่าความเข้มแสงสว่าง เพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน



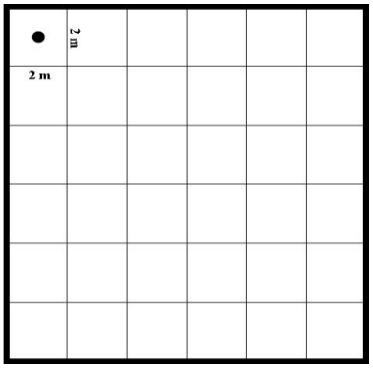
รูปที่ 3.4 การวัดแบบจุด

2. การวัดค่าเฉลี่ยของพื้นที่ทั้งหมด (Area Measurement)

เป็นการตรวจวัดความเข้ม แสงสว่างในบริเวณพื้นที่ทั้งหมดภายใน อาคารหรือโรงงาน เช่น ทางเดิน และบริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตที่ผู้ใช้งานทำงาน

การตรวจวัดแบบนี้สามารถทำได้สองวิธี คือ

2.1 การตรวจวัดโดยพิจารณาจากพื้นที่ ที่ทำการสำรวจ โดย แบ่งพื้นที่ทั้งหมดออก เป็นส่วนๆ แต่ละส่ วนมีพื้นที่ 2x2 ตารางเมตร และถือเครื่องวัดแสงในแนวระนาบสูงจากพื้น 30 นิ้ว (75 เซนติเมตร) แล้วอ่านค่า (ในขณะที่วัดนั้นต้องมิให้เงาของผู้วัดบังแสงสว่าง) ดำเนินการซ้ำที่ส่วนอื่นๆ แล้วนำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.5 การแบ่งพื้นที่วัดความเข้มแสงสว่าง

2.2 การตรวจวัดโดยพิจารณาตำแหน่ง โคมไฟ หากรูปแบบการติด โคมไฟฟ้ามีลักษณะที่แน่นอนซ้ำๆ กัน สามารถวัดความเข้มแสงสว่างในจุดที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ ที่มีแสงตกกระทบในลักษณะเดียวกัน ตามวิธีการวัดแสงและการคำนวณค่าเฉลี่ยของ IES Lighting Handbook 1981 (Reference Volume) หรือเทียบเท่า การวัดในลักษณะนี้ช่วยให้จำนวนจุดตรวจวัดน้อยลงได้ ซึ่งจะพิจารณาเป็น 6 กรณี ดังนี้

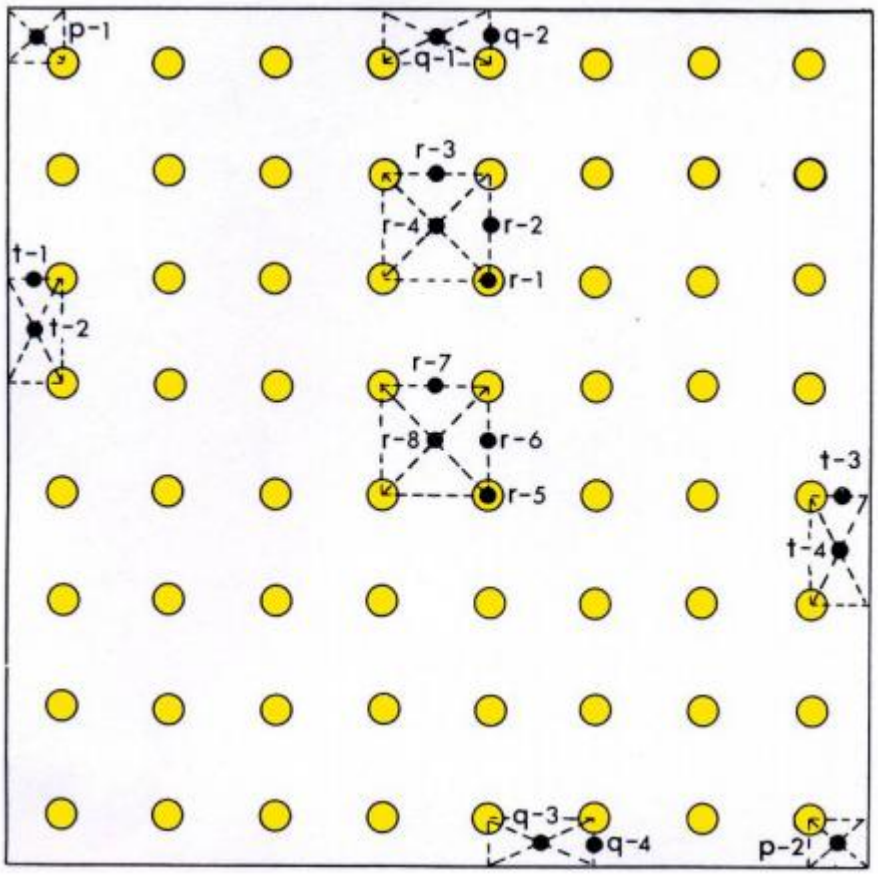
ก.1 โคมไฟมีระยะห่างระหว่าง โคมเท่ากันและมีจำนวนแถวมากกว่า 2 แถว (Symmetrically Spaced Luminaries in Two of More Rows) ดังที่แสดงเป็นตัวอย่างในรูป

$$\text{ความเข้มแสงสว่างเฉลี่ย} = \frac{[R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P]}{NM}$$

โดย

N = จำนวนโคมไฟต่อแถว

M = จำนวนแถว



รูปที่ 3.6 ระยะห่างระหว่างโคมไฟเท่ากันและมีจำนวนแถวเท่ากับหรือมากกว่า 2 แถว

โดย

r1 – r8 = ความเข้มแสงสว่างระหว่างหลอดไฟส่วนในและกลางห้องและ R = ค่าเฉลี่ยของ r1-8

q1 – q4 = ความเข้มแสงสว่างระหว่างหลอดไฟกับขอบข้างห้องและ Q = ค่าเฉลี่ยของ q1-4

t1 – t4 = ความเข้มแสงสว่างระหว่างหลอดไฟกับหัว-ท้ายห้องและ T = ค่าเฉลี่ยของ t1-4

p1,p2 = ความเข้มแสงสว่างระหว่างหลอดไฟกับมุมห้องและ P = ค่าเฉลี่ยของ p1 และ p2

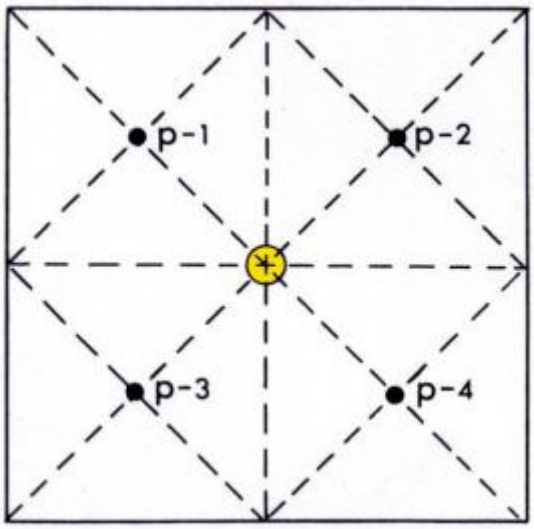
แทนค่า R, Q, T, P, N และ M ตามสูตร จะได้ค่าเข้มแสงสว่างเฉลี่ย

ก.2 โคมไฟดวงเดียวติดกลางห้อง (Symmetrically Located Single Luminaries) ทำการวัดสี่จุด (p-1, p-2, p-3 และ p-4) แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย จาก

ความเข้มแสงสว่างเฉลี่ย = $\frac{[p1+p2+p3+p4]}{4}$

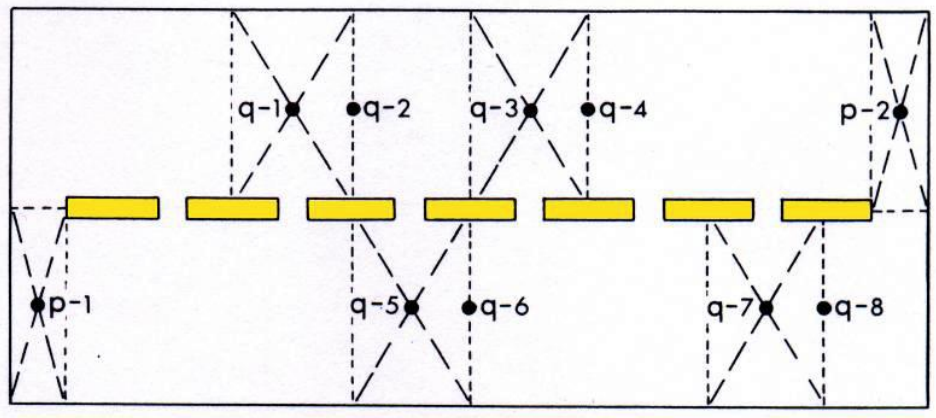
เมื่อ p = จุดที่ทำการวัด

ขั้นตอนในการตรวจวัด คือ อ่านค่า p ทั้ง 4 จุด แทนค่าตามสูตรจะได้ค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.7 ไฟดวงเดียวติดกลางห้อง

ก.3 โคมไฟติดตั้งแถวเดียวกลางห้อง (Single Row of Individual Luminaries) ดังรูป



รูปที่ 3.8 โคมไฟติดตั้งแถวเดียวกลางห้อง

ความเข้มแสงสว่างเฉลี่ย = $\frac{[Q(N-1)+P]}{N}$

เมื่อ N = จำนวนโคมไฟ

Q = ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากจุด q1-q8

P = ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากจุด p1 และ p2

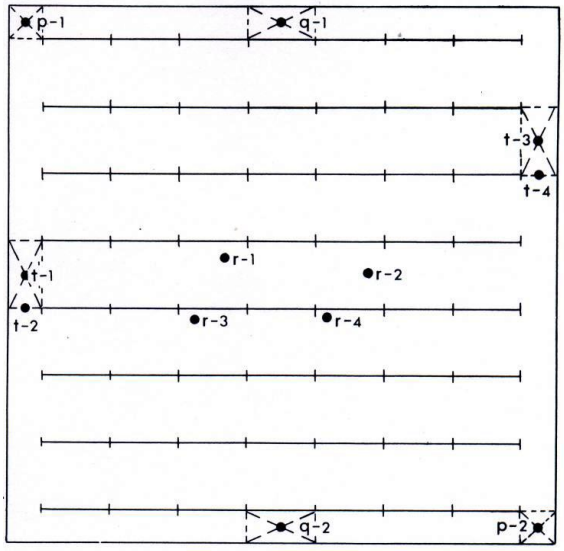
ขั้นตอนในการตรวจวัด คือ

อ่านค่า q ทั้ง 8 จุด (q-1 ถึง q-8) แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า Q

อ่านค่า p ทั้ง 2 จุด (p1 และ p2) แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า P

แทนค่า Q, P และ N ตามสูตร จะได้ค่าเฉลี่ย

ก.4 โคมไฟติดตั้งแบบต่อเนื่องมากกว่าหรือเท่ากับ 2 แถว (Two or More Continuous Rows of Luminaries) ดังรูป



รูปที่ 3.9 โคมไฟติดตั้งแบบต่อเนื่องมากกว่าหรือเท่ากับ 2 แถว

ความเข้มแสงสว่างเฉลี่ย = $\frac{[RN(M-1)+QN+T(M-1)+P]}{M(N+1)}$

เมื่อ N = จำนวนหลอดไฟต่อแถว

M = จำนวนแถว

R = ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากจุด r1-r4

P = ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากจุด p1-p2

Q = ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากจุด q1-q2

ขั้นตอนในการตรวจวัด คือ

อ่านค่า r ทั้งหมด 4 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า R

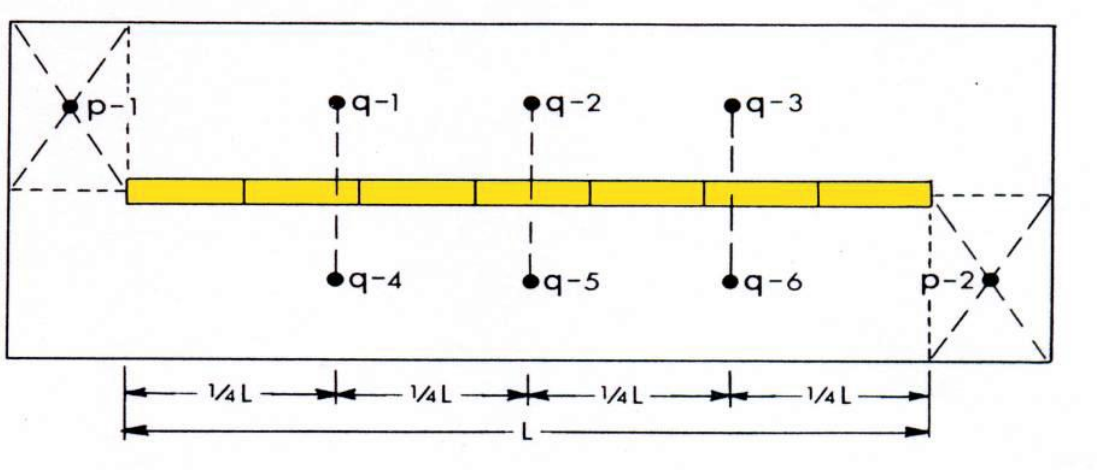
อ่านค่า q ทั้ง 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า Q

อ่านค่า t ทั้ง 4 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า T

อ่านค่า p ทั้ง 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า P

แทนค่า R, Q, T, P, M และ N ตามสูตร จะได้ค่าเฉลี่ย

ก.5 โคมไฟติดตั้งแบบต่อเนื่องแถวเดียว (Single Rows of Continuous Luminaries) ดังรูป



รูปที่ 3.10 โคมไฟติดตั้งแบบต่อเนื่องแถวเดียว

ความเข้มแสงสว่างเฉลี่ย = $\frac{[QN+P]}{N+1}$

เมื่อ N = จำนวนโคมไฟ

P = ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากจุด p1-p2

Q = ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากจุด q1-q6

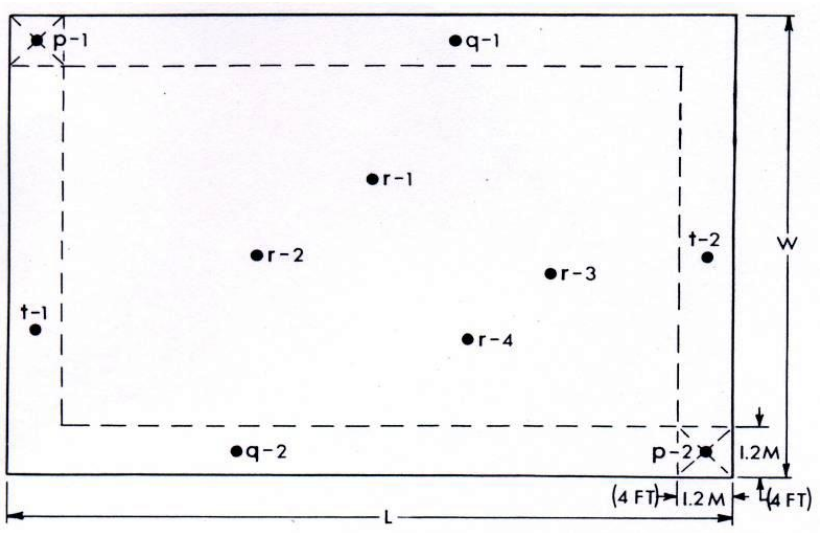
ขั้นตอนในการตรวจวัด คือ

อ่านค่า q ทั้ง 6 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า Q

อ่านค่า p ทั้ง 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า P

แทนค่า Q, P และ N ตามสูตรจะได้ค่าเฉลี่ย

ก.6 โคมไฟติดกระจายบนเพดาน (Luminaries or Louver all Ceiling) ดังรูป



รูปที่ 3.11 โคมไฟติดกระจายบนเพดาน

ความเข้มแสงสว่างเฉลี่ย = $\frac{[R(L-8)(W-8)+8Q(L-8)+8T(W-8)+64P]}{WL}$

เมื่อ W = ความกว้างของห้อง

L = ความยาวของห้อง

R = ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากจุด r1-r4

Q = ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากจุด q1-q2

P = ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากจุด p1-p2

T = ค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากจุด t1-t2

ขั้นตอนในการตรวจวัด คือ

อ่านค่า r ทั้ง 4 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า R

อ่านค่า q ทั้ง2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า Q

อ่านค่า t ทั้ง2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า T

อ่านค่า p ทั้ง 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า P

แทนค่า R, Q, T, P, W และ L ตามสูตรจะได้ค่าเฉลี่ย

3.5 ตัวอย่างการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ชั้นที่	สถานที่ / บริเวณ	พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	โคม			หลอดไฟ				บัลลาสต์		เวลา (XX:XX)		ชั่วโมง (hr/day)	จำนวนวัน (วัน/ปี)	% การเปิด	ความส่องสว่างเฉลี่ย (lux)	กำลังไฟฟ้าติดตั้ง (W)	กำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (W/sq.m)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/ปี)
			ลักษณะการติดตั้ง	แผ่นสะท้อนแสง	ฝาครอบโคม	ชนิด	Watt	หลอดต่อโคม	จำนวนโคม	ชนิด	Watt loss	เวลาเปิด	เวลาปิด							
	พื้นที่ Office	340	ฝังฝ้า	อลูมิเนียมเงา	ตะแกรง	A1	36	3	36	NB	10	8:00	17:00	9	300	80%	450	3,974	11.69	10,731
	ห้องประชุม	20	ฝังฝ้า	อลูมิเนียมเงา	ตะแกรง	A1	18	2	20	EB	0	8:00	17:00	9	300	20%	500	144	7.20	389
	ทางเดิน	20	ฝังฝ้า	อลูมิเนียมเงา	ตะแกรง	A4	36	1	5	NB	10	8:00	17:00	9	300	80%	200	184	9.20	497
	Ofiice ชั้น 2	400	ฝังฝ้า	อลูมิเนียมเงา	ตะแกรง	A1	36	3	36	EB	0	8:00	17:00	9	300	80%	400	3,110	7.78	8,398
	พื้นที่การผลิต Line M1	100	แขวน	อลูมิเนียมเงา	ไม่มี	A6	150	1	10	NB	20	00:00	24:00	24	300	80%	350	1,360	13.60	9,792
			แขวน	สีขาว	ไม่มี	A1	36	1	10	NB	10	00:00	24:00	24	300	80%	350	368		2,650
	พื้นที่การผลิต Line M2	150	แขวน	อลูมิเนียมเงา	ไม่มี	A6	150	1	12	NB	20	00:00	24:00	24	300	80%	400	1,632	10.88	11,750
			แขวน	สีขาว	ไม่มี	A1	36	1	15	NB	10	00:00	24:00	24	300	80%	401	552		3,974
	Store	200	แขวน	อลูมิเนียมเงา	ไม่มี	A5	250	1	15	NB	20	8:00	17:00	9	300	80%	402	3,240	16.20	8,748
	พื้นที่ใช้สอยของอาคารเท่ากับ	1,230	sq.m. (ไม่รวมลานจอดรถ)															14,565	11.84	56,929

หมายเหตุ :

1 : ลักษณะการติดตั้ง
- ติดลอย
- ฝังฝ้า
- แขวน

2 : แผ่นสะท้อนแสง
- ไม่มี
- สีขาว
- อลูมิเนียมเงา

3 : ฝาครอบโคม
- ไม่มี
- Acrylic
- ตระแกรงอลูมิเนียม

4 : ชนิดหลอด
- A1 หลอดฟลูออเรสเซนต์
- A2 หลอดอินแคนเดสเซนต์
- A3 หลอดทังสเตนแฮโลเจน
- A4 หลอดคอมแพ็กต์ฟลูออเรสเซนต์
- A5 หลอดไอปรอทความดันสูง (หลอดแสงจันทร์)
- A6 หลอดเมทัลแฮไลด์
- A7 หลอดไอโซเดียมความดันสูง
- A8 LED
- Other อื่นๆ (ให้ระบุชนิดหลอด)

5 : ชนิดบัลลาสต์
- NB บัลลาสต์แบบแกนเหล็กธรรมดา
- LB บัลลาสต์แบบแกนเหล็กประหยัดพลังงาน
- EB บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
- No ไม่มี Ballast

ตัวอย่างการตรวจวัด

ตัวอย่างที่ 1 : วัดความเข้มแสงสว่างในพื้นที่ออฟฟิศ

รายละเอียด

รูปที่ 3.12 พื้นที่ออฟฟิศ

พื้นที่ออฟฟิศขนาด 140 sq.m. ติดตั้งโคมไฟทั้งหมด 24 โคม โดยแบ่งเป็น 4 แถวๆละ 6 โคม ซึ่งพื้นที่ออฟฟิศและการจัดวางโคมไฟมีลักษณะสมมาตร จึงเลือกใช้วิธีการวัดตามวิธีการวัดแสงและการคำนวณค่าเฉลี่ยของ IES Lighting Handbook (ก.1)

จุดที่	R	Q	T	P
1	621	562	532	528
2	514	548	516	507
3	530	509	535	
4	611	515	565	
5	621			
6	607			
7	567			
8	606			
เฉลี่ย	585	533	537	517

โดย

N = จำนวนโคมไฟต่อแถว

M = จำนวนแถว

ความเข้มแสงสว่างเฉลี่ย = $\frac{[R(N-1)(M-1)+Q(N-1)+T(M-1)+P]}{N(M)}$ lux

= $\frac{[585(4-1)(6-1)+533(4-1)+537(6-1)+517]}{4(6)}$ lux

= 566 lux

ชนิดหลอดไฟ

ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 36 W และเป็นบัลลาสต์แกนเหล็กซึ่งมีความสูญเสียแกนเหล็ก 10 W

สรุป

บริเวณพื้นที่ทำงานทั้งหมดมีค่าความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด (จากกฎกระทรวงกำหนดให้พื้นที่ทั่วไปของอาคารในส่วนห้องคอมพิวเตอร์มีค่าความเข้มแสงสว่าง ไม่น้อยกว่า 400 lux)

กำลังไฟฟ้า	=	(กำลังไฟฟ้าของหลอด + กำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์)	
		x จำนวนหลอดต่อโคม x จำนวนโคม	W
	=	(36 + 10) x 2 x 24	W
	=	2,208	W
Lighting Performance (LP)	=	15.77	W/sq.m

จากตัวอย่าง ค่า LP = 15.77 W/sq.m. สูงกว่าค่าที่ระบุในหัวข้อที่ 3.3.2 ดังนั้นจึงมีศักยภาพในการปรับปรุง โดยมีแนวทางในการพิจารณาลดการใช้พลังงานคือ

1. จำนวนโคมไฟ หรือหลอดไฟสามารถลดได้หรือไม่

2. เลือกใช้หลอดไฟที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าลดลง เช่น หลอด LED หรือ หลอด T5 28 W แต่ยังคงให้ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm) ไม่น้อยกว่าเดิม

3. เลือกใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียประมาณ 1-2 W

ตัวอย่างที่ 2 : ความเข้มแสงสว่าง

รายละเอียด

ห้องคอมพิวเตอร์ ขนาด 100 sq.m. โดยใช้หลอด ฟลูออเรสเซ นต์ T5 ขนาด 2 x 28 W และเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีกำลังไฟฟ้าสูญเสีย 1 W

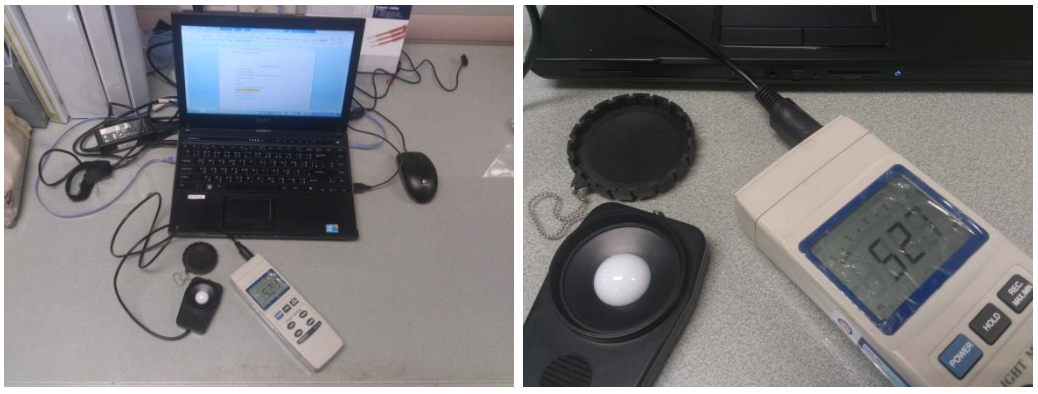
จุดที่	ความเข้มแสงสว่าง (lux)	จุดที่	ความเข้มแสงสว่าง (lux)
1	533	5	465
2	457	6	519
3	487	7	527
4	453	8	533

สรุป

บริเวณพื้นที่ทำงานทุกจุดมีค่าความเข้มแสงสว่าง มากกว่า เกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด (จาก กฎกระทรวงกำหนดให้พื้นที่ทั่วไปของอาคารในส่วนห้องคอมพิวเตอร์มีค่าความเข้มแสงสว่าง ไม่น้อยกว่า 400 lux)

กำลังไฟฟ้า	=	(กำลังไฟฟ้าของหลอด + กำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์) x จำนวนหลอดต่อโคม x จำนวนโคม	W
	=	(28 + 1) x 2 x 17	W
	=	986	W
Lighting Performance (LP)	=	9.86	W/sq.m.

จากตัวอย่างค่า LP = 9.86 W/Sq.m. น้อยกว่าค่าที่ระบุในหัวข้อ 3.3.2



รูปที่ 3.13 พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์

3.6 ตัวอย่างมาตรการที่ประสบความสำเร็จ

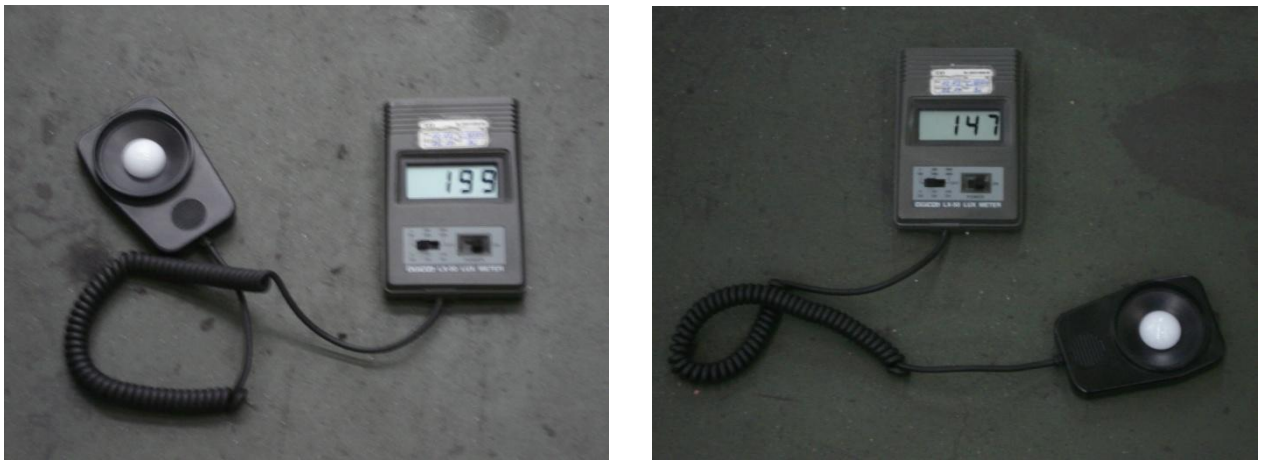
ตัวอย่างมาตรการเพื่อพิจารณาปรับปรุงประสิทธิภาพ หรือสมรรถนะพลังงานของระบบแสงสว่าง มีหลายลักษณะไม่ว่าจะเป็นด้าน House Keeping หรือ Process Improvement หรือ Machine Change ตัวอย่างของมาตรการที่ต้องแสดงถึงการคำนวณ และผลประหยัด รวมถึงมาตรการที่ไม่จำเป็นต้องคำนวณ โดยมาตรการต่างๆ ดังนี้

- การปรับปรุงโคมไฟ โดยใช้โคมประสิทธิภาพสูง
- การปรับปรุงโคมไฟโดยใช้แผ่นสะท้อนแสง
- การเปลี่ยนชนิดหลอดฟลูออเรสเซ็นต์เป็นหลอด LED
- การเปลี่ยนชนิดหลอดฟลูออเรสเซ็นต์เป็นหลอด T5
- การลดจำนวนหลอดที่ไม่จำเป็น
- การเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กเป็นบัลลาสต์สูญเสียต่ำ
- การเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
- การเปลี่ยนหลอดไส้เป็นหลอดประหยัดพลังงาน
- การเปลี่ยนหลอดแสงจันทร์เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ High Bay
- การใช้แสงธรรมชาติ
- การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดอัตโนมัติ เช่น สวิตช์ตรวจจับการเคลื่อนไหว
- แยกสวิตซ์เป็นพื้นที่ย่อยๆในห้องทำงาน หรือทางเดิน เป็นต้น

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> : มาตรควบคุมการใช้งานระบบแสงสว่าง และการติดตั้งแผ่นหลังคาแบบโปร่งใส

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

สภาพเดิมภายในโรงงานจะมีการใช้งานหลอดไฟฟ้าประเภท “หลอดแสงจันทร์” ขนาด 400 วัตต์จำนวน 187 หลอด โดยสภาพอาคารมีแผ่นหลังคาแบบโปร่งใสบ้างบางส่วน และในระหว่างการผลิตก็จะมีหมอกควันจากการหลอมเหล็ก จึงทำให้โรงงานจำเป็นต้องเปิดไฟแสงสว่างตลอดเวลาเพื่อให้ความสว่าง



รูปที่ 3.14 ระดับความเข้มแสงสว่างก่อนการปรับปรุง

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

เนื่องจากภายในโรงงานมีการเปิดไฟ แสงสว่าง ตลอดเวลาโดยไม่มีการควบคุมเวลาการเปิด- ปิด บางบริเวณ เช่น บริเวณหลอมเหล็ก มีควันฟุ้งกระจาย และสภาพแผ่นหลังคาแบบโปร่งใส (Skylight) ค่อนข้างเก่า อีกทั้งระยะห่างระหว่างแผ่น Skylight ประมาณ 12 m ทำให้แสงสว่างจากภายนอกส่องเข้ามาได้น้อย จึงจำเป็นต้องเปิดไฟ แสงสว่าง ช่วยทำให้สูญเสียพลังงานค่อนข้างมาก ดังนั้นทางโรงงานต้องการที่จะลดการใช้พลังงานในส่วนนี้ โดยการปรับปรุงแผ่น Skylight และกำหนดเวลา , บริเวณที่จะใช้งานระบบแสงสว่าง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

- ตรวจสภาพปัจจุบันของโรงงาน และตรวจสอบเวลาการใช้งานแสงสว่าง
- กำหนดเวลาการใช้งานว่าพื้นที่บริเวณไหนสามารถที่จะลดการใช้ไฟในช่วงกลางวัน และจำเป็นต้องใช้ในเวลากลางคืน
- หลังจากปรับปรุงเสร็จแล้วให้ตรวจสอบค่าความเข้มแสงสว่าง โดยต้องไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน
- วิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้

ภาพหลังปรับปรุง

รูปที่ 3.15 ระดับความเข้มแสงสว่างหลังการปรับปรุงแผ่นหลังคาแบบโปร่งแสง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

Fl.	Area	Lamp	Set	Ballast Loss (W)	%Use	Day/Yr.	Power (kW)	Before		After	
								Hr./Day	Energy (kWh)	Hr./Day	Energy (kWh)
	Zone AE										
1	บริเวณเครื่องขัด MA	1 x 400	6	25	70%	312	1.79	24	13,403.52	0	0.00
1		1 x 400	6	25	70%	312	1.79	24	13,403.52	14	7,818.72
1	บริเวณงานรอขัด MA	1 x 400	6	25	70%	312	1.79	24	13,403.52	0	0.00
1		1 x 400	6	25	70%	312	1.79	24	13,403.52	14	7,818.72
1	บริเวณ S/P MA&MB	1 x 400	4	25	70%	312	1.19	24	8,910.72	0	0.00
1		1 x 400	2	25	70%	312	0.60	24	4,492.80	14	2,620.80
1	บริเวณเครื่องปั้นและเทเหล็ก MB	1 x 400	12	25	70%	312	3.57	24	26,732.16	0	0.00
1		1 x 400	16	25	70%	312	4.76	24	35,642.88	14	20,791.68
1	หลังเตา MB	1 x 400	2	25	70%	312	0.60	24	4,492.80	0	0.00
1		1 x 400	4	25	70%	312	1.19	24	8,910.72	14	5,197.92
	Zone EF										
1	บริเวณพื้นที่วางงานรอส่งลูกค้า	1 x 400	6	25	70%	312	1.79	24	13,403.52	0	0.00
1		1 x 400	6	25	70%	312	1.79	24	13,403.52	14	7,818.72
1	บริเวณชุด CHARGE MA	1 x 400	6	25	70%	312	1.79	24	13,403.52	14	7,818.72
1	บริเวณเทเหล็ก MA	1 x 400	8	25	70%	312	2.38	24	17,821.44	0	0.00
1		1 x 400	10	25	70%	312	2.98	24	22,314.24	14	13,016.64
1	บริเวณเครื่องปั้นและด้านหน้าเครื่องปั้น MA	1 x 400	23	25	70%	312	6.84	24	51,217.92	0	0.00
1		1 x 400	19	25	70%	312	5.65	24	42,307.20	14	24,679.20
	Zone FK										
1	บริเวณพื้นที่วางงานรอส่งลูกค้า	1 x 400	8	25	70%	312	2.38	24	17,821.44	0	0.00
1		1 x 400	8	25	70%	312	2.38	24	17,821.44	14	10,395.84
1	บริเวณยุ้งเก็บเศษเหล็ก MA	1 x 400	2	25	70%	312	0.60	24	4,492.80	0	0.00
1		1 x 400	2	25	70%	312	0.60	24	4,492.80	14	2,620.80
1	LINE MACHINE	1 x 400	8	25	70%	312	2.38	24	17,821.44	0	0.00
1		1 x 400	8	25	70%	312	2.38	24	17,821.44	14	10,395.84
1	พื้นที่ซ่อม	1 x 400	4	25	70%	312	1.19	24	8,910.72	0	0.00
1		1 x 400	5	25	70%	312	1.49	24	11,157.12	14	6,508.32
Total		-	**187**	-	-	-	**55.69**	-	**417,007**	-	**127,502**

ผลประหยัด	=	289,505	kWh/ปี
% Safety Factor	=	70%	
ผลประหยัดจริง	=	202,654	kWh/ปี
ราคาพลังงาน	=	2.59	บาท/kWh
ผลประหยัดที่ได้	=	524,874	บาท/ปี
เงินลงทุน	=	1,198,560	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	2.28	ปี

หมายเหตุ

1. กำหนด %Use = 70% เนื่องจากสภาพเดิมอาจจะไม่ได้เปิดไฟครบทุกหลอดหรืออาจจะมีบางหลอดชำรุด

2. ก่อนปรับปรุงใช้งานแสงสว่าง 24 Hr./Day โดยหลังปรับปรุงมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ช่วงกลางวัน (8:00 - 18:00) : สามารถปิดไฟได้ตลอดเวลา

- ช่วงกลางคืน (18:00 - 8:00) : จะเปิดไฟเป็นบางบริเวณ

3. กำหนด %Safety Factor = 70% เนื่องจากอาจจะมีบางวันไม่สามารถปิดไฟช่วงกลางวันได้เช่น วันฝนตก

ตัวอย่างที่ 2 : มาตรการใช้ Photo Switch ควบคุมการเปิด-ปิดระบบแสงสว่างรอบๆ โรงงาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ในบริเวณรอบๆ โรงงาน และลานจอดรถมีการติดตั้งระบบ แสงสว่าง เพื่อให้แสงสว่าง โดยมอบหมายหน้าที่การเปิด-ปิด ให้กับเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยของโรงงาน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

เนื่องจากการเปิด- ปิด ระบบ แสงสว่าง เป็นแบบ Manual ซึ่งบางครั้งอาจจะลืมปิดไฟ แสงสว่าง ในตอนเช้า ดังนั้นทางโรงงานต้องการที่จะลดความสูญเสียนี้ลง โดยการติดตั้ง Photo Switch ควบคุมการทำงานซึ่งจะส่งผลให้สามารถลดเวลาการใช้งานที่เกินความจำเป็นได้โดยเฉลี่ยประมาณวันละ 2 ชั่วโมง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

- สำรวจบริเวณที่จะติดตั้ง Photo Switch
- ดำเนินการติดตั้ง และวัดกำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน
- คำนวณผลประหยัด
- ภาพหลังปรับปรุง

ภาพหลังการปรับปรุง

รูปที่ 3.16 การติดตั้ง Photo Switch เพื่อควบคุมแสงสว่างภายนอกอาคาร

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

Area	Lamp	Set	Hr./Day	Day/Yr.	Before		Save
					Power (kW)	Energy (kWh)	Energy (kWh)
โคมถนนด้านข้าง Boiler Rm.	1 x 400	3	14	365	1.190	6,081	869
โรงจอดรถ	2 x 36	4	14	365	0.362	1,850	264
ไฟรั้ว	1 x 23	14	14	365	0.317	1,618	231
ป้อมยาม 2	1 x 400	2	14	365	0.793	4,054	579
ป้อมยาม 2	1 x 400	1	14	365	0.397	2,027	290
ป้อมยาม 2	1 x 250	1	14	365	0.280	1,433	205
ทางเข้า Office	1 x 250	1	14	365	0.289	1,477	211
โรงจอดรถ หน้าทางเข้า Office	2 x 36	15	14	365	1.580	8,074	1,153
Air Comp. Rm.	2 x 36	9	14	365	0.855	4,369	624
Air Comp. Rm.	1 x 400	2	14	365	0.911	4,655	665
โรงจอดรถ (ป้อมยามทางเข้า)	2 x 36	9	14	365	0.920	4,701	672
ไฟรั้ว	1 x 23	21	14	365	0.456	2,330	333
ไฟส่องป้าย	1 x 250	2	14	365	0.538	2,749	393
โรงจอดรถ Canteen	2 x 36	26	14	365	1.970	10,067	1,438
Total	-	-	-	-	10.858	55,484	7,926

หมายเหตุ

1. กำหนดให้หลังปรับปรุงสามารถการใช้งานลงได้ 2 hr./พื้นที่/วัน
2. กำหนด Safety Factor เท่ากับ 80% เนื่องจากอาจมีบางวันที่จำเป็นต้องเปิดไฟเวลากลางวัน เช่น วันที่ฝนตก

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 7,926 kWh/ปี

กำหนด Safety Factor เท่ากับ 80 %

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จริง = 7,926 x 80% kWh/ปี

= 6,341 kWh/ปี

ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 2.85 บาท/kWh

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = 2.85 x 6,341 บาท/ปี

= 18,072 บาท/ปี

เงินลงทุน = 16,678 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = 16,678 / 18,072

= 0.92 ปี

<u>ตัวอย่างที่ 3</u> : มาตรการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซ็นต์เป็นหลอด LED

ลักษณะความเป็นมา

ระบบแสงสว่างในพื้นที่ขายเดิมใช้หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ขนาด 110 W โดยติดตั้ง 2 หลอด ต่อ 1 โคม ปิดใช้งานตั้งแต่เวลา 9:00 น. – 23:00 น. หรือ 14 ชม. ต่อวัน 365 วันต่อปี

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

เนื่องจากหลอดฟลูออเรสเซ็นต์เดิมมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างทางคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานจึงมีแนวคิดที่จะเปลี่ยนเป็นหลอด LED ขนาด 43 W ทั้งหมด โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

- สำรวจจำนวนหาจำนวนโคมไฟฟ้าที่สามารถปรับปรุงได้
- วิเคราะห์ผลประหยัดและขออนุมัติงบประมาณจากผู้บริหาร
- ดำเนินการปรับปรุง

สภาพหลังปรับปรุง

หลังปรับปรุงพื้นที่ขายมีปริมาณความเข้มแสงสว่างเพิ่มขึ้น

รูปที่ 3.17 การติดตั้ง LED

ก่อนปรับปรุง

ชนิด	ขนาด	จำนวน	%Use	กำลังไฟฟ้า (kW)	ชั่วโมงทำงาน/วัน	วันทำงาน/ปี	พลังงานไฟฟ้า (kWh)
หลอด FL.	110	2,000	70%	154	14	365	786,940

หลังปรับปรุง

ชนิด	ขนาด	จำนวน	%Use	กำลังไฟฟ้า (kW)	ชั่วโมงทำงาน/วัน	วันทำงาน/ปี	พลังงานไฟฟ้า (kWh)
หลอด LED.	43	2,000	100%	86	14	365	439,460

ผลประหยัด

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	347,480	kWh/ปี
กำหนด Safety Factor เท่ากับ 80 %			
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จริง	=	347,480 x 80%	kWh/ปี
	=	277,984	kWh/ปี
ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 4.00 บาท/kWh			
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	=	4.00 x 277,984	บาท/ปี
	=	1,111,936	บาท/ปี
เงินลงทุน	=	3,000,000	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	3,000,000 / 1,111,936	
	=	2.70	ปี