

2-6 ระบบแสงสว่าง (Lighting System)

2-6.1 ระบบแสงสว่างคืออะไร?

- (1) หลักการให้แสงสว่าง
- (2) หน่วยวัดที่เกี่ยวกับแสง

2-6.2 ชนิดและ ส่วนประกอบหลักของระบบแสงสว่างประกอบด้วยอะไรบ้าง?

- (1) หลอดไฟฟ้า
- (2) บัลลาสต์
- (3) โคมไฟฟ้า

2-6.3 การเลือกใช้ระบบแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพทำอย่างไร?

- (1) การออกแบบระบบแสงสว่าง
- (2) มาตรฐานความสว่าง
- (3) การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง
- (4) การเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีการสูญเสียต่ำ
- (5) การเลือกใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

2-6.4 การประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง

- (1) การใช้แสงธรรมชาติตอนกลางวัน
- (2) การลดจำนวนหลอดไฟเพื่อลดแสงสว่างที่มากเกินไป
- (3) การเน้นแสงสว่างเฉพาะจุดที่ทำงาน
- (4) การลดแรงดันไฟฟ้าการส่องสว่าง
- (5) บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
- (6) บัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง
- (7) การเปลี่ยนใช้หลอดประสิทธิภาพสูง
- (8) การเลือกใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

2-6.5 การตรวจ วินิจฉัย การบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อการอนุรักษ์พลังงานทำอย่างไร ?

- (1) การตรวจ วินิจฉัย ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
- (2) การบำรุงรักษาระบบแสงสว่าง เพื่อการประหยัดพลังงาน

2-6.1 ระบบแสงสว่างคืออะไร?

นิยามของแสง	E	=	F/A
เมื่อ	E	คือ	ค่าความสว่างเฉลี่ยบนพื้นที่ใดๆ (lux)
	F	คือ	ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกลงบนพื้นที่นั้นๆ (lumen)
	A	คือ	ขนาดของพื้นที่ (m ²)

(1) หลักการให้แสงสว่าง

มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) เพื่อให้การทำงานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ไฟส่องโต๊ะทำงาน 2) ช่วยสร้างความปลอดภัย เช่น ไฟตามแนวรั้ว 3) เพื่อความสวยงามและสร้างบรรยากาศที่เหมาะสม เช่น ไฟส่องรูปภาพ วิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสมแบ่งเป็น 3 วิธี คือ

1. การให้แสงสว่างทั่วพื้นที่ เป็นวิธีการให้แสงสว่างจากโคมไฟที่ติดตั้งกระจายอย่างสม่ำเสมอบนเพดานทำให้มีความสว่างเกือบเท่ากันตลอดพื้นที่ ข้อดีคือออกแบบได้ง่ายไม่จำเป็นต้องทราบตำแหน่งทำงานที่แน่นอน และสามารถย้ายตำแหน่งที่ทำงานได้อย่างอิสระ ข้อเสียคือเป็นวิธีการให้แสงสว่างที่สิ้นเปลืองพลังงานสูง

2. การให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ เป็นวิธีการให้แสงสว่างโดยการออกแบบให้สอดคล้องกับการทำงานในแต่ละพื้นที่ จึงทำให้ประหยัดพลังงานกว่าวิธีแรก ข้อเสียคือ ทำให้การย้ายตำแหน่งพื้นที่ทำงานไม่อิสระ เหมาะสำหรับโรงงานที่มีกระบวนการผลิตที่ติดตั้งตายตัวหรือไม่มีกระบวนการโยกย้ายตำแหน่ง

3. การให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่ง เป็นวิธีการให้แสงสว่างที่ประหยัดพลังงานที่สุดและเสริมสำหรับงานที่ต้องการปริมาณแสงในระดับสูงให้สำหรับผู้ปฏิบัติงานสูงหรือสายตามืดปรกติ โดยการติดตั้งโคมไฟในบริเวณที่อยู่ใกล้ผู้ทำงานหรือชิ้นงานเพื่อให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการ แต่ต้องควบคุมทิศทางและความสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสบายในการใช้สายตา

(2) หน่วยวัดที่เกี่ยวข้องแสง

1. ฟลักซ์การส่องแสง (Lumilux Flux: Φ หรือ F) คือปริมาณแสงทั้งหมดที่แผ่กระจายลงมาจากแหล่งกำเนิดแสงในทุกทิศทาง โดยมีหน่วยเป็นลูเมน (Lumen,lm)

2. ความเข้มข้นของการส่องแสง (Luminous Intensity: I) คือปริมาณแสงทั้งหมดที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงลงไปพื้นที่ที่กำหนดโดยแนวมุมมองและระยะทาง มีหน่วยวัดเป็นแคนเดลา (Candela,cd)

3. ความสว่าง (Illuminance: E) คือปริมาณแสงของแหล่งกำเนิดแสงที่ตกกระทบลงพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยมีหน่วยวัดเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือลักซ์ (lm/m^2 or lux,lx)

4. ความส่องสว่าง (Luminance: L) คือค่าที่แสดงความสว่างที่ตามนุษย์ได้รับในขณะที่กำลังมองพื้นที่ที่มีการแผ่กระจายแสงหรือพื้นที่ที่ได้รับแสงและสะท้อนออกมา มีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตร(cd/m^2)

5. กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า (Lamp Power: W) คือค่าของพลังงานที่หลอดไฟฟ้าใช้เพื่อทำให้เกิดแสงสว่างตามค่าต่าง ๆ ที่ระบุไว้ของผู้ผลิต มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt, W)

6. ประสิทธิภาพแสง (Luminous Efficiency) คืออัตราส่วนของค่าฟลักซ์ การส่องสว่างที่แหล่งกำเนิดแสงปล่อยออกมาต่อค่ากำลังไฟฟ้าที่เราใส่ลงไป มีหน่วยเป็นลูเมนต่อวัตต์ (Lumen per watt,lm/W)

(3) มาตรฐานความถูกต้องของสีในการใช้งาน

ตารางที่ 2-6.1. การใช้งานกลุ่มความถูกต้องของสี (Bureau of Energy Efficiency, 2005)

กลุ่มความถูกต้องของสี	ความถูกต้องของสีโดยทั่วไป (Ra)	การใช้งานทั่วไป
1A	Ra > 90	ที่ต้องการใช้ค่าความถูกต้องของสี เช่น ตรวจสอบสีของการพิมพ์
1B	80 < Ra < 90	ที่จำเป็นต้องมีการพิจารณาหรือต้องการความถูกต้องของสีที่ดี โดยเหตุผลด้านภาพลักษณ์
2	60 < Ra < 80	เมื่อใดก็ตามที่ต้องการใช้ความถูกต้องของสีปานกลาง
3	40 < Ra < 60	เมื่อใดก็ตามที่ความถูกต้องของสีมีความสำคัญเพียงเล็กน้อยแต่ก็ไม่อาจยอมรับการผิดเพี้ยนของสีได้
4	20 < Ra < 40	เมื่อใดก็ตามที่ความถูกต้องของสีไม่ใช่เรื่องสำคัญและสามารถยอมรับการผิดเพี้ยนของสีได้

2-6.2 ชนิดและ ส่วนประกอบหลักของระบบแสงสว่างประกอบด้วยอะไรบ้าง?

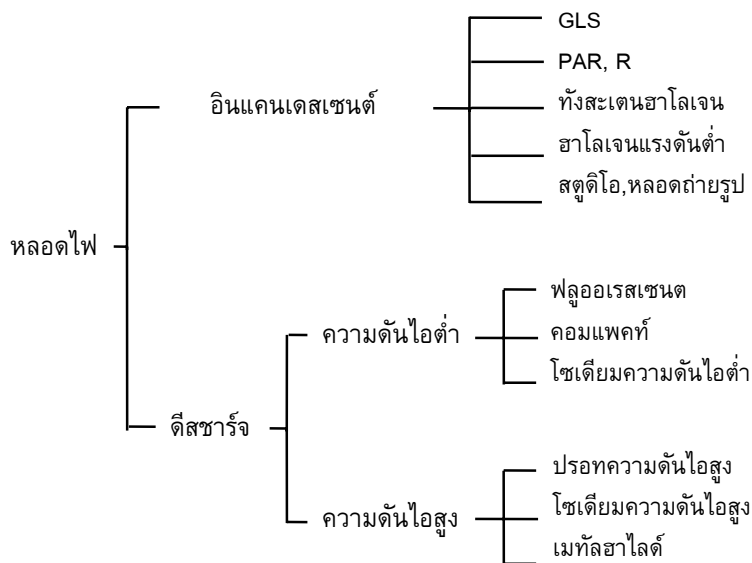
ส่วนประกอบหลักของระบบแสงสว่างประกอบด้วย 1) หลอดไฟฟ้า 2) บัลลาสต์ 3) โคมไฟฟ้า

(1) หลอดไฟฟ้า

1. หลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือหลอดมีไส้

2. หลอดปล่อยประจุ เป็นหลอดที่ไม่ต้องใช้ไส้หลอด เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดคอมแพคท์ หลอดปรอท ความดันไอสูง หลอดโซเดียมความดันไอต่ำสูงและสูง หลอดเมทัลฮาไลด์

การแบ่งชนิดของหลอดดังกล่าวข้างต้น สามารถเขียนให้เห็นเป็นไดอะแกรม ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2-6.2 ไดอะแกรมแสดงประเภทของหลอด

(2) หลักการทำงานของบัลลาสต์ (Operating Principal of Ballast)

เป็นอุปกรณ์จำเป็นที่ต้องมีอยู่ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้หลอดไฟประเภทฟลูออเรสเซนต์และประเภทหลอดคายประจุความดันสูง มีหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปที่หลอดไฟให้มีค่าเหมาะสม สม่ำเสมอตามแต่ละประเภทหลอดแต่ละชนิด แต่ละรุ่น แต่ละขนาด บัลลาสต์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. บัลลาสต์แกนเหล็ก (Magnetic ballast)









บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา




บัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง

2. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic ballast)



ชนิดของหลอดไฟ	ช่วงกำลังที่มี (วัตต์,W)	คุณสมบัติของหลอด					
		ปริมาณแสงที่ให้ (ลูเมน, lm)	ความเข้มการส่องสว่าง (แคนเดลา, Cd)	ประสิทธิภาพของการส่องสว่าง (ลูเมน/วัตต์, lm/W)	อุณหภูมิสี (เคลวิน, K)	ดัชนีความถูกต้องของสี	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)
1. หลอดอินแคนเดสเซนต์ หลอดไส้ธรรมดา 	15 - 200	90 - 3,150		5 - 12	2,500 - 2,700	100	1,000
หลอดไส้ฟลักซ์การส่องสว่างสูง -ชนิดมีตัวสะท้อนแสง 	25 - 300	210 - 1,300	180 - 40,000	8 - 13	2,500	100	1,000
หลอดไส้ทั้งสเตน-ฮาโลเจน - แร่งตันปกติ - แร่งตันต่ำ 	40 - 2,000 5 - 150	490 - 44,000 60 - 3,200	300 - 48,000 (เฉพาะที่มีตัวสะท้อนแสง)	12 - 22 12 - 22	2,800 3,000		1,500 - 3,000 2,000 - 3,000
2. หลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา 							
- ชนิดตรง (T8)	10 - 58	450 - 4,600		45 - 80	2,700 - 6,500	60 - 80	8,000 - 10,000
- ชนิดกลม (T9)	22 - 40	1,350 - 2,800		60 - 70	2,700 - 6,500	60 - 80	5,000 - 8,000
หลอดฟลูออเรสเซนต์ฟลักซ์การส่องสว่าง 							
- ชนิดตรง (T8)	18 - 58	1,300 - 5,200		73 - 93	2,700 - 6,500	80 - 90	8,000 - 10,000
- ชนิดตรง (T5)	14 - 54	1,300 - 5,200		90 - 93	2,700 - 6,500	80 - 90	10,000 - 12,000
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ 							
- ชนิดมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัว	5 - 23	200 - 1,500		40 - 65	2,700 - 6,500	80 - 90	7,500 - 10,000
- ชนิดมีบัลลาสต์แกนเหล็กในตัว	9 - 25	350 - 1,200		35 - 50	2,700 - 6,500	80 - 90	7,500 - 10,000
- ชนิดไม่มีบัลลาสต์ในตัว	5 - 55	250 - 3,200		40 - 80	2,700 - 6,500	80 - 90	7,500 - 10,000

ชนิดของหลอดไฟ	ช่วงกำลังที่มี (วัตต์,W)	คุณสมบัติของหลอด					
		ปริมาณแสงที่ให้ (ลูเมน, lm)	ความเข้มการส่องสว่าง (แคนเดลา, Cd)	ประสิทธิภาพของการส่องสว่าง (ลูเมน/วัตต์, lm/W)	อุณหภูมิสี (เคลวิน, K)	ดัชนีความถูกต้องของสี	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)
หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ 	18 - 180	1,800 - 32,000		100 - 180	2,000	0 - 20	22,000 - 24,000
3. หลอดปล่อยประจุความดันไอสูง หลอดไอปรอทแบบใช้บัลลาสต์ หลอดไอปรอทแบบไม่ใช้บัลลาสต์ 	50 - 1,000 80 - 160	1,800 - 58,000		30 - 60	3,000 - 4,200	40 - 60	20,000 - 24,000
หลอดโซเดียมความดันไอสูง 	35 - 1,000	2,400 - 130,000		70 - 130	2,000 - 2,200	30 - 50	18,000 - 24,000
หลอดเมทัลฮาไลด์ 	35 - 2,000	2,400 - 240,000		60 - 120	2,900 - 6,000	60 - 90	8,000 - 15,000

- หมายเหตุ
1. กรณีที่เลือกใช้หลอดของผลิตภัณฑ์ใดให้ยึดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นั้นเป็นเกณฑ์
 2. อายุการใช้งานในตาราง หมายถึง อายุการใช้งานที่กำหนดวิธีการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. หรือ IEC
 3. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลอดไฟ (ช่วงตั้งแต่ 1.5 นิ้ว ซึ่งก็คือ 12/8 นิ้ว สำหรับ T12 ถึง 0.625 นิ้ว หรือ 5/8 นิ้ว ของหลอด T5) ความมีประสิทธิภาพ

อ้างอิงจากสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย <http://www.tieathai.org>

2.1 บัลลาสต์แกนเหล็ก

ที่ใช้งานกันทั่วไปจะเป็นชนิดความเหนียวนำ แกนเหล็กประกอบมาจากแผ่นเหล็กนำมาเรียงกันและพันรอบด้วยขดลวดทองแดง มีการสูญเสียพลังงาน 9-13 วัตต์ แล้วแต่คุณภาพของวัสดุแกนเหล็ก ขดลวดที่นำมาใช้และขนาดกำลังของหลอดไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้บัลลาสต์มีอุณหภูมิขณะใช้งานอยู่ในช่วง 55-70°C ภายหลังมีการปรับปรุงวัสดุแกนเหล็กและขดลวดให้มีคุณภาพดีขึ้นที่เรียกว่าบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ ซึ่งมีการสูญเสียพลังงานไม่เกิน 6 วัตต์ ส่วนอุณหภูมิขณะใช้งาน 35-50°C

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> • ราคาต่ำ และอายุใช้งานยาวนานมาก (20 ปี) • ทนต่อสภาพแวดล้อม เช่น แรงดันไม่คงที่อุณหภูมิสูง • ช่างติดตั้งได้อย่างคุ้นเคยและหาซื้อได้ทั่วไป 	<ul style="list-style-type: none"> • มีการสูญเสียพลังงานสูงประมาณ 6-13 W • เกิดความร้อนสู่สภาพแวดล้อมสูง และมีเสียงคราง • มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำ (PF = 0.27-0.52) • ใช้เวลา 2-3 วินาที จึงให้แสงสว่าง และมีการกระเพื่อม • มีการกระพริบเมื่อหลอดไฟฟ้า บัลลาสต์ หรือสตาร์ทเตอร์เสื่อม ทำให้เปลืองไฟ อาจทำให้เกิดไฟไหม้ได้เพราะกระแสสูงผิดปกติ ทำให้ชุดขดลวดร้อนผิดปกติ

2.2 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

คืออุปกรณ์ที่ใช้คู่กับหลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่อทดแทนบัลลาสต์แบบแกนเหล็ก โดยอาศัยหลักการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงในการลดกำลังสูญเสียของบัลลาสต์ แต่ยังสามารถที่จะควบคุมกระแสที่ผ่านหลอดและจุดหลอดได้ในตอนเริ่มต้นโดยไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ โดยทั่วไปแล้วจะมีค่าตัวประกอบกำลังต่ำต้องใช้ อุปกรณ์ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง ซึ่งจะถูกต้องระหว่างแหล่งจ่ายไฟ และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังถูกออกแบบให้อยู่ในรูปขดลวด เหนียวนำหรือวงจรรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> • ลดการสูญเสียพลังงานที่ตัวบัลลาสต์ประมาณ 8-9 วัตต์ (สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 W และ 36 W) • มีค่าตัวประกอบกำลังสูง (โดยทั่วไป PF>0.96) • ให้แสงสว่างทันที ไม่มีการกระเพื่อม และหรี่แสงได้ • มีวงจรควบคุมตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าเมื่อผิดปกติ • การเสื่อมของหลอดลดลง อายุใช้งานนานขึ้น • ลดความร้อนสู่สภาพแวดล้อม ลดเสียงคราง น้ำหนักเบา ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ภายนอก ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงได้ 	<ul style="list-style-type: none"> • ราคาสูง และอายุการใช้งานสั้น • มีข้อจำกัดในการใช้งานในสถานที่ที่มีอุณหภูมิสูงมีฝุ่นละอองน้ำ ไขมัน หรือแรงดันไม่คงที่ • มีข้อที่ต้องระมัดระวังในการเลือกซื้อ และการเลือกใช้ให้เหมาะสมต่อลักษณะการใช้งาน • มีข้อเสียเรื่องสิ่งแวดล้อมที่ขยะอิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถ Recycle ได้เหมือนขยะจากบัลลาสต์แกนเหล็ก

(3) โคมไฟฟ้า

นอกจากทำหน้าที่ยึดหลอดและอุปกรณ์ประกอบ เช่นบัลลาสต์แล้ว ยังมีหน้าที่สำคัญ คือ ควบคุมทิศทางแสงให้กระจายไปตกบนพื้นที่ทำงานที่ต้องการ คุณสมบัติสำคัญในการเลือกใช้ ได้แก่ 1) ประสิทธิภาพโคมไฟ สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ ความเสื่อมจากโคมไฟสกปรก 2) กราฟแสดงการกระจายความเข้มส่องสว่าง 3) การป้องกันแสงจ้า ความปลอดภัย ความยากง่ายในการซ่อมบำรุง

1. โคมไฟตามชนิดของหลอดไฟฟ้าที่ใช้ แบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ โคมไฟที่ใช้กับหลอดอินแคนเดสเซนต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ และใช้กับหลอด HID

2. โคมไฟตามลักษณะการติดตั้ง ได้แก่ โคมไฟแบบห้อย แบบฝังเพดาน แบบยึดติดกับเพดาน
3. โคมไฟตามลักษณะการกระจายแสง ได้แก่ ชนิดกระจายแสงลง ชนิดกึ่งกระจายแสงลง ชนิดกระจายแสงแบบรอบด้าน ชนิดกระจายแสงแบบขึ้น-ลง ชนิดกึ่งกระจายแสงขึ้นชนิดกระจายแสงขึ้น

3.1 โคมดาวนไลท์ ใช้กับหลอดอินแคนเดสเซนต์ หลอดฮาโลเจน และหลอด CFL ส่วนมาติดตั้งไว้ที่ฝ้าเพดานเพื่อความสวยงาม

3.2 โคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีทั้งโคมเปลือยและโคม แบบมีแผ่นสะท้อนแสงด้านหลัง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสะท้อนแสง

3.3 โคมไฮเบย์ บางครั้งเรียกว่า โคมโรงงาน เป็นโคมสำหรับติดตั้งหลอด HID เหมาะสำหรับติดตั้งบริเวณหลังคาโรงงานที่มีความสูงมากๆ

3.4 โคมไฟส่องอาคาร มักใช้กับหลอด HID ชนิด Double ended ใช้สำหรับส่องภายนอกของตัวอาคาร

โคมไฟฟ้าที่ใช้กันแพร่หลายทั้งในโรงงานและอาคาร ได้แก่ โคมไฟสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมีการพัฒนาให้มีความมีประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงจากหลอดไฟฟ้า และเพิ่มประสิทธิภาพความสว่างให้มากขึ้น เรียกว่าโคมประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะไม่ดูดกลืนและกักแสงไว้แต่จะช่วยสะท้อนความสว่างให้กลับลงมายังพื้นที่ใช้งานได้เกือบเท่าตัว ทำให้ลดจำนวนหลอดแสงสว่างลงได้ในขณะที่ความสว่างคงเดิม เช่น จากเดิมใช้หลอดไฟฟ้า 4 หลอดต่อโคม จะลดลงเหลือ 2 หลอดต่อโคม โดยที่แสงสว่างที่ส่องลงมายังใกล้เคียงกับของเดิม

แผ่นสะท้อนแสงต้องมีการขึ้นรูปที่เหมาะสมเพราะมีส่วนสำคัญกับประสิทธิภาพของโคม บางครั้งแผ่นสะท้อนแสงที่พบขึ้นรูปไม่ดีทำให้มุมการสะท้อนแสงโฟกัสไปที่หลอดทำให้อุณหภูมิของหลอดเพิ่มขึ้น อายุการใช้งานหลอดลดลง และให้แสงแยกว่าโคมที่ไม่มีแผ่นสะท้อนแสงก็ได้

2-6.3 การเลือกใช้ระบบแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพอย่างไร?

(1) การออกแบบระบบแสงสว่างให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน

การให้แสงสว่างที่ดี ทำให้ทำงานมีประสิทธิภาพระดับความเข้มแสงที่แนะนำ แสดงในตารางที่ 2-6.2 ตารางที่ 2-6.2 ระดับความสว่างที่แนะนำสำหรับประเภทต่างๆ ของการทำงาน/ กิจกรรม/ และตำแหน่งที่ตั้ง

อาคาร/พื้นที่	ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่าง(lux)
ทางเข้า:	
- ทางเข้าห้องโถง หรือห้องพักรอ	200
- บริเวณโต๊ะประชาสัมพันธ์ หรือโต๊ะติดต่อลูกค้า	400
- ประตูทางเข้าใหญ่ของสถานประกอบการ	50
- บัอมยาม	100
- จุดขนถ่ายสินค้า	100
พื้นที่สัญจร:	
- ทางเดินในพื้นที่สัญจรเบาบาง	20
- ทางเดินในพื้นที่สัญจรหนาแน่น	50
- บันได	50
ห้องฝึกอบรมและห้องบรรยายพื้นที่ทั่วไป	300
อาคารสถานีขนส่ง: ห้องจองตั๋วหรือห้องขายตั๋ว	400
ห้องคอมพิวเตอร์: บริเวณทั่วไป	400

อาคาร/พื้นที่	ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่าง(lux)
ห้องประชุม	300
งานธุรการ:	
- ห้องถ่ายเอกสาร	300
- ห้องนรภัย	100
โรงอาหาร	
- พื้นที่ทั่วไป	200
- บริเวณโต๊ะเก็บเงิน	300
โรงซักรีด: บริเวณห้องอบหรือห้องทำให้แห้ง	100
ห้องครัว:	
- พื้นที่ทั่วไป	200
- บริเวณที่ปรุงอาหารและทำความสะอาด	300
ห้องซักฟอกพนักงาน:	
- ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าและบริเวณตู้เก็บของ	100
- ห้องซักฟอก	50
ห้องปฐมพยาบาล:	
- ห้องซักฟอก	50
- ห้องตรวจรักษา	400
ห้องสุขา	100
ห้องเก็บของ	
- ห้องเก็บวัสดุขนาดใหญ่	
● เก็บรวบรวมไว้โดยไม่เคลื่อนย้าย	50
● เก็บรวบรวมไว้เพื่อการเคลื่อนย้าย	100
- ห้องเก็บวัสดุขนาดปานกลางหรือละเอียดอ่อน	
● เก็บรวบรวมไว้โดยไม่เคลื่อนย้าย	100
● เก็บรวบรวมไว้เพื่อการเคลื่อนย้าย	200

ตารางที่ 2-6.3 ระดับความสว่างที่แนะนำสำหรับลักษณะงานประเภทต่างๆ

การใช้สายตาดตามลักษณะงาน	ความเข้มของแสงสว่าง (lux)	ตัวอย่าง
งานละเอียดสูงมากเป็นพิเศษ	2,400 หรือมากกว่า	- ตรวจสอบชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก - ทำเครื่องประดับและทำนาฬิกาในการทำงานที่มีขนาดเล็ก - ถักถุงเท้า เสื้อผ้าที่มีสีเข้ม รวมทั้งซ่อมแซมสินค้าที่มีสีเข้ม
งานละเอียดสูงมาก	1,600	- งานละเอียดที่ต้องทำบนโต๊ะหรือเครื่องจักร เช่น ทำเครื่องมือและแม่พิมพ์ (ขนาดเล็กกว่า 25 ไมโครเมตร) - ซ่อมแซมสินค้าสิ่งทอ สิ่งถักที่มีสีอ่อน - ตรวจสอบและตกแต่งชิ้นส่วนสินค้า สิ่งทอ สิ่งถักที่มีสีเข้ม - วัดระยะความยาวขั้นสุดท้าย
งานละเอียดสูง	1,200	- ตรวจสอบการตัดเย็บเสื้อผ้าด้วยมือ - ตรวจสอบและตกแต่งชิ้นส่วนสินค้าสิ่งทอ สิ่งถักหรือเสื้อผ้าที่มีสีอ่อนขั้นสุดท้ายด้วยมือ - แบ่งเกรดและเทียบสีของหนังที่มีสีเข้ม

การใช้สายตามตามลักษณะงาน	ความเข้มของแสงสว่าง (lux)	ตัวอย่าง
		- เทียบสีในงานย้อมผ้า
	800	- ระบายสี ฟันสี และตกแต่งชิ้นงานที่ละเอียดมากเป็นพิเศษ - เทียบสีที่ระบายชิ้นงาน งานย้อมสี - งานละเอียดที่ทำบนโต๊ะและที่เครื่องจักร (ขนาด 25 ไมโครเมตร) ตรวจสอบงานละเอียด (เช่น ตรวจสอบความถูกต้องของสเกล กลไก และเครื่องมือที่ต้องการความถูกต้องเที่ยงตรง)
งานละเอียดปานกลาง	600	- การทำงานสำนักงานที่มีสีติดกันน้อย - งานวาดภาพหรือระบายสี ฟันสี และตกแต่งชิ้นงานที่ละเอียด - งานพิสูจน์อักษร - การตรวจสอบขั้นสุดท้ายในโรงงานผลิตรถยนต์ - งานบันทึกข้อมูลทางจอภาพ
งานละเอียดน้อย	400	- งานปานกลางที่ทำที่โต๊ะหรือเครื่องจักร (ขนาด 125 ไมโครเมตร) - งานในสำนักงาน เช่น การพิมพ์ การจัดเก็บแฟ้มหรือการเขียน - ตรวจสอบงานขนาดปานกลาง (เช่น การทำงานของเกจ เครื่องโทรศัพท์) - ประกอบรถยนต์และตัวถัง ประดิษฐ์หรือแบ่งขนาดโครงสร้างเหล็ก - ทำงานไม่อย่างละเอียดบนโต๊ะหรือที่เครื่องจักร - งานสอบถาม หรืองานประชาสัมพันธ์
	300	- การเขียนหรืออ่านกระดานดำหรือแผ่นชาร์ตในห้องเรียน - งานรับและจ่ายเสื้อผ้า งานบรรจุน้ำ งานร้านขายยา - ทำงานไม้ชิ้นงานขนาดปานกลางซึ่งทำที่โต๊ะหรือเครื่องจักร - งานทากาว เจาะรูและเย็บเล่มหนังสือ - งานเตรียมอาหาร ปูรองอาหาร และล้างจาน
งานละเอียดน้อยมาก	200	- งานหยาบที่ทำที่โต๊ะหรือเครื่องจักร (ขนาดใหญ่กว่า 750 ไมโครเมตร) การตรวจงานหยาบด้วยสายตาคาบ หรือการตรวจเช็คสิ่งของที่มีขนาดใหญ่ในห้องเก็บของ

หมายเหตุ : อ้างอิงตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียงพ.ศ. ๒๕๔๙

(2) การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

ไม่ควรใช้หลอดไส้ในการให้แสงสว่างทั่วไป ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลัก ในการติดตั้งไฟส่องลง (down light) หรือโคมฉาย ในห้องโถงใหญ่ควรใช้หลอด HID เป็นต้นกำเนิดแสงหลัก การเปลี่ยนชนิดหลอดไฟฟ้าควรคิดอย่างรอบคอบ ถึงค่าใช้จ่ายทั้งระบบ หากตัดสินใจเปลี่ยนชนิดหลอดไฟฟ้า ไม่ควรเปลี่ยนทั้งหมดทันทีทันใด ควรกำหนดพื้นที่ที่ทดลองก่อน เพื่อทดสอบผลการใช้งานจริงและการยอมรับของพนักงาน

(3) การเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีการสูญเสียต่ำ

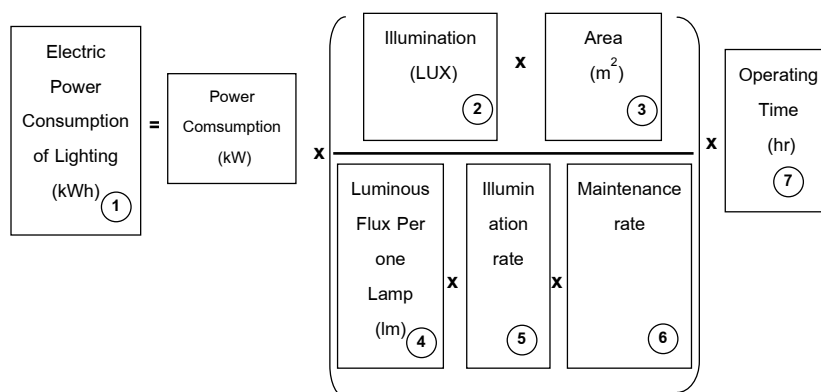
ควรเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีการสูญเสียต่ำที่สุด คือบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ แต่เนื่องจากโรงงานส่วนมากมีข้อจำกัดในเรื่อง ฝุ่นละออง และความชื้น ซึ่งจะทำให้อายุการใช้งานของบัลลาสต์สั้นลงจึงอาจใช้ได้เฉพาะแต่ในส่วนสำนักงาน โดยเฉพาะโคมไฟที่ใช้หลอดไฟฟ้าหลายหลอด

(4) การเลือกใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูง

ปัจจัยสำคัญในการเลือกโคมไฟคือสภาพพื้นที่และประเภทการทำงาน ปัจจัยแรกคือความสูงเพดาน เพราะหากเพดานมีความสูงไม่ถึง 3.5 เมตร ไม่เหมาะสมที่จะใช้โคมไฟที่ใช้กับหลอด HID ถ้ามีความสูงไม่เกิน 5 เมตร ก็จะใช้หลอด HID ได้เฉพาะหลอดขนาดเล็ก ปัจจัยเรื่องสภาพพื้นที่อีกประการคือระยะห่างของช่วงเสา จะส่งผลถึงระยะห่างของโคมไฟ และอัตราส่วนระหว่างระยะห่างของโคมไฟกับความสูงของโคมไฟ หรือค่า SC (Spacing Criteria) ของโคมไฟที่จะนำมาติดตั้ง ซึ่งค่า SC ของโคมไฟโดยทั่วไปมีค่า 1- 1.5 แต่สำหรับการทำงานที่ต้องอาศัยการมองเห็นใน 3 มิติ เช่น งานกลึง ควรจะเลือกการติดตั้งโคมไฟที่กระจายแสงกว้างมีค่า SC ค่อนข้างสูง (มากกว่า 1.5) แต่จะต้องระวังเรื่องแสงจ้าแยงตา สำหรับการเลือกใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูงนั้น ควรพิจารณาความสัมพันธ์การใช้ประโยชน์ (ถ้ามีค่าสูงก็จะใช้พลังงานน้อยลง) อันแสดงถึงปริมาณแสงที่โคมไฟส่องมาถึงพื้นที่ทำงาน ซึ่งผู้ผลิตโคมไฟจะให้ตารางมา

2-6.4 การประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างอย่างไรได้บ้าง?

การใช้พลังงานในระบบแสงสว่างสามารถพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและมาตรการปรับปรุงได้ดังนี้



หมายเลข	แนวทางในการประหยัดพลังงาน	มาตรการที่ดำเนินการ
1	ลดกำลังไฟฟ้าที่ใช้	<ul style="list-style-type: none"> ลดแรงดันไฟฟ้าการส่องสว่าง เปลี่ยนบัลลาสต์จากแกนเหล็กธรรมดาเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ หรือเป็นแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง ใช้หลอดไฟประสิทธิภาพสูง
2	ลดปริมาณของแสงจากแหล่งกำเนิด	<ul style="list-style-type: none"> ลดจำนวนหลอดไฟเพื่อลดแสงสว่างที่มากเกินไป ใช้แสงสว่างเฉพาะจุด หรี่แสงโดยใช้ระบบควบคุมที่เหมาะสม
3	ลดพื้นที่ในการใช้แสง	<ul style="list-style-type: none"> เน้นแสงสว่างเฉพาะจุดที่ทำงาน ตรวจสอบและลดพื้นที่ที่ใช้แสง
4	เพิ่มปริมาณการกระจายแสง	<ul style="list-style-type: none"> เลือกใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูง
5	เพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่าง	<ul style="list-style-type: none"> เปลี่ยนใช้หลอดประสิทธิภาพสูง พิจารณาประสิทธิภาพการสะท้อนแสงไปยังพื้นที่ใช้งาน
6	ปรับปรุงประสิทธิภาพการบำรุงรักษา	<ul style="list-style-type: none"> การตรวจสอบและการทำความสะอาด การเปลี่ยนหลอดไฟตามระยะเวลา

หมายเลข	แนวทางในการประหยัดพลังงาน	มาตรการที่ดำเนินการ
7	ชั่วโมงการทำงานลดให้มีค่าต่ำลง	<ul style="list-style-type: none"> การใช้แสงธรรมชาติตอนกลางวัน การปิดหลอดไฟที่ไม่จำเป็น การใช้ระบบควบคุมแสงสว่างที่เหมาะสม

(1) การใช้แสงธรรมชาติตอนกลางวัน

วิธีการนำแสงแดดมาใช้ภายใน มีดังนี้

- การออกแบบใช้ช่องแสงที่ดีโดยการใช้วัสดุที่มีความโปร่งแสงหรือกึ่งโปร่งแสง มาเป็นฝ้าเพดาน หลอกทำให้มีแสงสว่างที่ดีและไม่มีความจ้า และยังช่วยสกัดความร้อนจากแสงธรรมชาติออกด้วย
- ควรใช้แสงธรรมชาติจากหน้าต่างด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ควรจะมีการออกแบบที่ดีและหลีกเลี่ยงการเกิดแสงจ้า และควรใช้แผ่นบังแสงด้วยเพื่อให้ได้แสงธรรมชาติโดยที่ไม่มีแสงจ้า

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{พลังไฟฟ้าที่ลดลง} = \text{พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง} - \text{พลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง}$$

ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ

โรงงาน Econ ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 100 หลอดใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 300 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3 บาทต่อหน่วย ต้องการปรับปรุงโดยการใช้แสงธรรมชาติ ตอนกลางวัน เพื่อลดชั่วโมงการใช้งานลง 6 ชั่วโมงต่อวัน จะสามารถคิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ด้วยวิธี ดังต่อไปนี้ [วิธีการคำนวณ 1) กรอกข้อมูลลงในช่องข้อมูล ให้ครบถ้วน 2) ทำการคำนวณตามหัวข้อ 2]

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น				
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00	จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟ
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี(ก่อน)	hrB	hr/y	7,200.00	จากการใช้งานจริง
1.3 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี(หลัง)	hrA	hr/y	6,600.00	จากการใช้งานจริง
1.4 พลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าก่อน	WB	kW/Unit	0.036	จากการใช้งานจริง
1.5 จำนวนหลอดไฟฟ้า	NB	Unit	100.00	จากการใช้งานจริง
2. การวิเคราะห์ข้อมูล				
2.1 พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง $PB = (WB \times hrB \times NB)$	PB	kWh/y	25,920.00	
2.2 พลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง $PA = (WF \times hrA \times NB)$	PA	kWh/y	23,760.00	
2.3 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี $ES = (PB - PA) \times hr$	ES	kWh/y	2,160.00	
2.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง $SC = (ES \times EC)$	SC	B/y	6,480.00	

หมายเหตุ : การสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก = 10 W ชนิดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง = 5 W และชนิดอิเล็กทรอนิกส์ = 0 W

(2) การลดจำนวนหลอดไฟเพื่อลดแสงสว่างที่มากเกินไป

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{พลังไฟฟ้าที่ลดลง} = \text{พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง} - \text{พลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง}$$

ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ

โรงงาน Econ ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 90 หลอด ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีการใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 300 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3 บาทต่อหน่วย ต้องการปรับปรุงโดยการลดจำนวนหลอดไฟเพื่อลดแสงสว่างที่มากเกินไปความจำเป็นลงจากเดิม 30 หลอด คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ด้วยวิธีดังต่อไปนี้ [วิธีการคำนวณ 1)กรอกข้อมูลลงไปในช่วงข้อมูล 2) ทำการคำนวณตามหัวข้อ 2]

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น				
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00	จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟ
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	hr	hr/y	7,200.00	จากการใช้งานจริง
1.3 พลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า	WB	kW/Unit	0.036	จากการใช้งานจริง
1.4 จำนวนหลอดไฟฟ้าก่อน	NB	Unit	90.000	จากการใช้งานจริง
1.5 จำนวนหลอดไฟฟ้าหลัง	NF	Unit	60.00	จากการใช้งานจริง
2. การวิเคราะห์ข้อมูล				
2.1 พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง $PB = (WB \times hr \times NB)$	PB	kWh/y	23,328.00	
2.2 พลังไฟฟ้าหลังการปรับปรุง $PA = (WB \times hr \times NF)$	PA	kWh/y	15,552.00	
2.3 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี $ES = (PB - PA) \times hr$	ES	kWh/y	7,776.00	
2.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง $SC = (ES \times EC)$	SC	B/y	23,328.00	

หมายเหตุ : การสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก = 10 W ชนิดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง = 5 W และชนิดอิเล็กทรอนิกส์ = 0 W

(3) การเห็นแสงสว่างเฉพาะจุดที่ทำงาน

หมายถึงการให้แสงสว่างแก่พื้นที่ที่กำลังใช้ทำงานอยู่ โดยใช้หลอดที่ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ ในขณะที่บริเวณอื่นๆ ยังได้รับแสงสว่างในปริมาณน้อยอยู่ เช่น หลอดไฟที่ติดตั้งกับเครื่องจักรหรือโต๊ะทำงาน

(4) การลดแรงดันไฟฟ้าการส่องสว่าง

ผลกระทบของการผันแปรของแรงดันไฟฟ้าต่อแสงสว่างที่เกิดขึ้นและปริมาณการใช้พลังงานสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ความผันแปรที่คล้ายกันสังเกตได้จากหลอดไฟแบบปล่อยประจุอื่นๆ เช่น หลอดไอปรอท หลอดเมทัลฮาไลด์ และหลอดไอโซเดียม ดังนั้น การลดแรงดันไฟฟ้าแสงสว่างสามารถประหยัดพลังงานได้เช่นกัน ในหลายๆพื้นที่สายส่งจะมีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติ ดังนั้น การลดแรงดันไฟฟ้าจึงสามารถประหยัดพลังงานและสามารถผลิตแสงสว่างได้ตามอัตราที่กำหนด

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{พลังไฟฟ้าที่ลดลง} = \text{พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง} - \text{พลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง}$$

ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ

โรงงาน Econ ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 100 หลอด ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีการใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 300 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3 บาทต่อหน่วย ต้องการปรับปรุงโดยการลดแรงดันไฟฟ้าการส่องสว่าง คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ด้วยวิธีดังต่อไปนี้ [วิธีการคำนวณ 1) กรอกข้อมูลลงในช่องข้อมูลให้ครบถ้วน 2) ทำการคำนวณตามหัวข้อ 2]

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น				
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00	จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟ
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	hr	hr/y	7,200.00	จากการใช้งานจริง
1.3 พลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าก่อน	WB	kW	3.60	จากการใช้งานจริง
1.4 พลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าหลัง	WF	kW	3.20	จากการใช้งานจริง
2. การวิเคราะห์ข้อมูล				
2.1 พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง $PB = (WB \times hr)$	PB	kWh/y	25,920.00	
2.2 พลังไฟฟ้าหลังการปรับปรุง $PA = (WF \times hr)$	PA	kWh/y	23,040.00	
2.3 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี $ES = (PB - PA) \times hr$	ES	kWh/y	2,880.00	
2.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง $SC = (ES \times EC)$	SC	B/y	8,640.00	

หมายเหตุ : การสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก = 10 W ชนิดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง = 5 W และชนิดอิเล็กทรอนิกส์ = 0 W

(5) การเปลี่ยนบัลลาสต์จากแกนเหล็กธรรมดาเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

สรุปวิธีการเลือกซื้อบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ได้ดังนี้

1. ต้องเลือกซื้อชนิดของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ให้เหมาะสมกับการใช้งานเช่น ถ้าใน 1 วันมีการเปิด-ปิดไฟ มากกว่า 5 ครั้ง ควรเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีการจุดติดหลอดเป็นแบบ "อุ่นหลอด" (Preheat Start) เพราะจะทำให้ประหยัดเงินมากกว่า ถ้าใน 1 วันมีการเปิด-ปิดไฟน้อยกว่า 5 ครั้ง ควรเลือกใช้ชนิดที่มีการจุดติดหลอดแบบ"ติดทันที" (Instant Start)

2. ต้องเลือกบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ให้ถูกต้องตามขนาด เช่น 18 วัตต์ 36 วัตต์ เป็นต้น ตรงกับชนิดของไฟที่ใช้ ควรเลือกบัลลาสต์ที่ผ่านการตรวจสอบและรองรับตามมาตรฐานสากล เปรียบเทียบคุณสมบัติอื่น เช่น อายุการใช้งาน อัตราการเสียพลังงาน และควรเลือกบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณสมบัติพื้นฐานดังนี้

- มีวงจรที่สามารถกรองไฟฟ้าจากภายนอกที่จ่ายให้กับบัลลาสต์หรือกรองผลกระทบทางไฟฟ้าที่บัลลาสต์สร้างที่เราเรียกว่า "ฮาร์โมนิกส์" (Harmonics)
- ต้องมีวงจรกรอง หรือควบคุมการรบกวนคลื่นวิทยุ (RFI) และสนามแม่เหล็ก (EMI)

- ต้องมีวงจรที่สามารถรับรู้สภาพความเป็นไปของหลอดไฟหรือตัวบัลลาสต์เอง และสามารถปรับตัวให้วงจรไฟฟ้าแสงสว่างมีความสมบูรณ์ที่สุด

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{พลังไฟฟ้าที่ลดลง} = \text{พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง} - \text{พลังไฟฟ้าหลังติดตั้งบัลลาสต์ใหม่}$$

ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ

โรงงาน Econ ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 100 หลอด ใช้บัลลาสต์แกนเหล็ก จำนวน 100 ตัว มีการใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 300 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3.0 บาทต่อหน่วย ต้องการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนบัลลาสต์จากชนิดแกนเหล็กเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดได้ด้วยวิธีดังต่อไปนี้ [วิธีการคำนวณ 1)กรอกข้อมูลลงในช่องข้อมูลให้ครบถ้วน 2)ทำการคำนวณตามหัวข้อ 2]

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น				
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00	จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟ
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	hr	hr/y	7,200.00	จากการใช้งานจริง
1.3 พลังไฟฟ้าของบัลลาสต์ก่อน	WB	kW/Unit	0.010	จากการใช้งานจริง
1.4 จำนวนบัลลาสต์ก่อน	NB	Unit	100.000	จากการใช้งานจริง
1.5 พลังไฟฟ้าของบัลลาสต์หลัง	WF	kW/Unit	0.000	จากการใช้งานจริง
1.6 จำนวนบัลลาสต์หลัง	NF	Unit	100.00	จากการใช้งานจริง
2. การวิเคราะห์ข้อมูล				
2.1 พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง $PB = (WB \times hr \times NB)$	PB	kWh/y	7,200.00	
2.2 พลังไฟฟ้าหลังการปรับปรุง $PA = (WF \times hr \times NF)$	PA	kWh/y	0.00	
2.3 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี $ES = (PB - PA) \times hr$	ES	kWh/y	7,200.00	
2.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง $SC = (ES \times EC)$	SC	B/y	21,600.00	

หมายเหตุ : การสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก = 10 W ชนิดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง = 5 W และชนิดอิเล็กทรอนิกส์ = 0 W

(6) การเปลี่ยนบัลลาสต์จากแกนเหล็กธรรมดาเป็นบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{พลังไฟฟ้าที่ลดลง} = \text{พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง} - \text{พลังไฟฟ้าหลังติดตั้งบัลลาสต์ใหม่}$$

ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ

โรงงาน Econ ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 100 หลอด ใช้บัลลาสต์แกนเหล็ก จำนวน 100 ตัว มีการใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 300 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3 บาทต่อหน่วย ต้องการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนบัลลาสต์จากชนิดแกนเหล็กเป็นบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง คิดพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงด้วยวิธีดังนี้ [วิธีการคำนวณ 1) กรอกข้อมูลลงในช่องข้อมูลเบื้องต้นให้ครบถ้วน 2) ทำการคำนวณตามหัวข้อ 2]

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น				
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00	จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟ
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	hr	hr/y	7,200.00	จากการใช้งานจริง
1.3 พลังไฟฟ้าของบัลลาสต์ก่อน	WB	kW/Unit	0.010	จากการใช้งานจริง
1.4 จำนวนบัลลาสต์ก่อน	NB	Unit	100.00	จากการใช้งานจริง
1.5 พลังไฟฟ้าของบัลลาสต์หลัง	WF	kW/Unit	0.005	จากการใช้งานจริง
1.6 จำนวนบัลลาสต์หลัง	NF	Unit	100.00	จากการใช้งานจริง
2. การวิเคราะห์ข้อมูล				
2.1 พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง $PB = (WB \times hr \times NB)$	PB	kWh/y	7,200.00	
2.2 พลังไฟฟ้าหลังการปรับปรุง $PA = (WF \times hr \times NF)$	PA	kWh/y	3,600.00	
2.3 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี $ES = (PB - PA) \times hr$	ES	kWh/y	3,600.00	
2.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง $SC = (ES \times EC)$	SC	B/y	10,800.00	

หมายเหตุ : การสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก = 10 W ชนิดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง = 5 W และชนิดอิเล็กทรอนิกส์ = 0 W

(7) การเปลี่ยนใช้หลอดประสิทธิภาพสูง

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{พลังไฟฟ้าที่ลดลง} = \text{พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง} - \text{พลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง}$$

ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ

โรงงาน Econ ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 100 หลอด ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 300 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3 บาทต่อหน่วย ต้องการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนใช้หลอดประสิทธิภาพสูง หลังการปรับปรุงลดจำนวนหลอดที่ใช้งานลงจากเดิม 10 หลอด คิดพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ด้วยวิธีดังนี้ [วิธีการคำนวณ 1) กรอกข้อมูลลงในช่องข้อมูลให้ครบถ้วน 2) ทำการคำนวณตามหัวข้อ 2]

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น				
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00	จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟ
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	hr	hr/y	7,200.00	จากการใช้งานจริง
1.3 พลังไฟฟ้าหลอดไฟฟ้าก่อน	WB	kW/Unit	0.036	จากการใช้งานจริง
1.4 จำนวนหลอดไฟฟ้าก่อน	NB	Unit	100.00	จากการใช้งานจริง
1.5 พลังไฟฟ้าหลอดไฟฟ้าหลัง	WF	kW/Unit	0.036	จากการใช้งานจริง
1.6 จำนวนหลอดไฟฟ้าหลัง	NF	Unit	90.00	จากการใช้งานจริง
2. การวิเคราะห์ข้อมูล				
2.1 พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง				

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
PB = (WB x hr x NB)	PB	kWh/y	25,920.00	
2.2 พลังไฟฟ้าหลังการปรับปรุง PA = (WF x hr x NF)	PA	kWh/y	23,328.00	
2.3 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี ES = (PB-PA) x hr	ES	kWh/y	2,592.00	
2.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง SC = (ES x EC)	SC	B/y	7,776.00	

หมายเหตุ : การสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก =10 W ชนิดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง = 5 W และชนิดอิเล็กทรอนิกส์ = 0 W

(8) การเลือกใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{พลังไฟฟ้าที่ลดลง} = \text{พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง} - \text{พลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง}$$

ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ

โรงงาน Econ ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 90 หลอดใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีการใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 300 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3 บาทต่อหน่วย ต้องการปรับปรุงโดยการเลือกใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง หลังจากปรับปรุงลดจำนวนหลอดที่ใช้งานลงจากเดิม 30 หลอด คิดพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงด้วยวิธีดังนี้ [วิธีการคำนวณ 1) กรอกข้อมูลลงในช่องข้อมูลให้ครบถ้วน 2) ทำการคำนวณตามหัวข้อ 2]

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น				
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00	จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟ
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	hr	hr/y	7,200.00	จากการใช้งานจริง
1.3 พลังไฟฟ้าหลอดไฟฟ้าก่อน	WB	kW/Unit	0.036	จากการใช้งานจริง
1.4 จำนวนหลอดไฟฟ้าก่อน	NB	Unit	90.000	จากการใช้งานจริง
1.5 พลังไฟฟ้าหลอดไฟฟ้าหลัง	WF	kW/Unit	0.036	จากการใช้งานจริง
1.6 จำนวนหลอดไฟฟ้าหลัง	NF	Unit	60.00	จากการใช้งานจริง
2. การวิเคราะห์ข้อมูล				
2.1 พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง PB = (WB x hr x NB)	PB	kWh/y	23,328.00	
2.2 พลังไฟฟ้าหลังการปรับปรุง PA = (WF x hr x NF)	PA	kWh/y	15,552.00	
2.3 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี ES = (PB-PA) x hr	ES	kWh/y	7,776.00	
2.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง SC = (ES x EC)	SC	B/y	23,328.00	

หมายเหตุ : การสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก =10 W ชนิดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง = 5 W และชนิดอิเล็กทรอนิกส์ = 0 W

2-6.5 การตรวจ วิจัย การบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อการอนุรักษ์พลังงานอย่างไร ?

(1) การตรวจ วิจัย ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

แนวทางการตรวจ		แนวทางการวิจัย
รายการตรวจ	ผลการตรวจ	
1. ทำความสะอาดหลอดและโคมไฟฟ้า	<input type="checkbox"/> ไม่เคยทำ <input type="checkbox"/> ทำทุก ๆ	หลอดและไฟฟ้าสกปรก ส่งผลให้ปริมาณแสงสว่างลดลง ดังนั้น หลอดและโคมที่อยู่นอกห้องปรับอากาศ ควรทำความสะอาดทุก 1 เดือน และส่วนที่อยู่ในห้องปรับอากาศ ควรทำความสะอาดทุก 6 เดือน
2. การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า	<input type="checkbox"/> เปลี่ยนเมื่อขาด <input type="checkbox"/> มีแผนการเปลี่ยนทุก ๆ	หลอดไฟฟ้าเมื่อใช้ไปจะเสื่อมสภาพลง ส่งผลให้ปริมาณแสงสว่างลดลง ดังนั้นควรเปลี่ยน
3. การใช้แสงธรรมชาติ	<input type="checkbox"/> ใช้อยู่แล้ว <input type="checkbox"/> สามารถใช้ได้ <input type="checkbox"/> ไม่สามารถใช้ได้ เพราะ.....	ควรหาแนวทางใช้แสงธรรมชาติเข้ามาช่วยในเวลา กลางวันแทนแสงประดิษฐ์ แต่ควรระมัดระวังเรื่องความร้อนจากแสงอาทิตย์ โดยควรใช้แสงสะท้อนหรือแสงในทิศที่มีความร้อนน้อย
4. มีพื้นที่ใดใช้แสงสว่างมากเกินไปจนความจำเป็นหรือไม่	<input type="checkbox"/> มีพื้นที่..... <input type="checkbox"/> ไม่มี	ควรตรวจวัดค่าความสว่างเทียบกับมาตรฐาน ถ้าสูงเกินไปควรหาแนวทางการลด เช่น ลดจำนวนหลอด
5. จำนวนสวิตช์เหมาะสมกับการใช้งานหรือไม่	<input type="checkbox"/> เหมาะสม <input type="checkbox"/> ควรเพิ่มจำนวน...ชุด	ควรติดตั้งสวิตช์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อปิดในพื้นที่หรือบริเวณที่ไม่ใช้งานหรือไม่จำเป็น
6. มีการปิดไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงเวลาที่ไม่ใช้งานหรือไม่	<input type="checkbox"/> ปิดทุกพื้นที่ <input type="checkbox"/> ปิดบางพื้นที่เพราะ... <input type="checkbox"/> ไม่ปิด	ทุกพื้นที่ควรปิดไฟฟ้าแสงสว่างขณะที่ไม่มีการใช้งานเช่น ช่วงเปลี่ยนกะ ช่วงพักกลางวัน หรือช่วงที่ไม่มีการใช้งาน
7. มีการปิดไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ที่ไม่ใช้งานหรือไม่	<input type="checkbox"/> ปิดทุกพื้นที่ <input type="checkbox"/> ปิดบางพื้นที่เพราะ... <input type="checkbox"/> ไม่ปิด	บริเวณที่ไม่ใช้งาน ควรณรงค์ให้ทุกคนช่วยกันปิด รวมทั้งติดป้ายชี้บ่งและติดสติ๊กเกอร์สีที่สวิตช์
8. หลอดไฟฟ้าที่ใช้งาน	<input type="checkbox"/> ประสิทธิภาพต่ำ.....% <input type="checkbox"/> ประสิทธิภาพสูง.....%	เปลี่ยนเป็นหลอดประสิทธิภาพสูง โดยวิเคราะห์ผลประหยัดและระยะเวลาคืนทุน และควรเปลี่ยนในพื้นที่ที่มีการเปิดใช้งานเป็นเวลานานก่อน
9. 9. บัลลัสต์ที่ใช้งาน	<input type="checkbox"/> ประสิทธิภาพต่ำ.....% <input type="checkbox"/> ประสิทธิภาพสูง.....%	เปลี่ยนเป็นบัลลัสต์ประสิทธิภาพสูง ได้แก่ แบบแกนเหล็กประสิทธิภาพสูงหรือแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิเคราะห์ผลการประหยัดและระยะเวลาคืนทุน c) ควรเปลี่ยนในพื้นที่ที่มีการเปิดใช้งานเป็นเวลานานก่อน
10. โคมไฟฟ้าที่ใช้งาน	<input type="checkbox"/> ประสิทธิภาพต่ำ....% <input type="checkbox"/> ประสิทธิภาพสูง.....%	เปลี่ยนเป็นโคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง หรือใช้แผ่นสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโคม โดยวิเคราะห์ผลการประหยัดและระยะเวลาคืนทุน และควรเปลี่ยนในพื้นที่ที่มี

แนวทางการตรวจ		แนวทางการวินิจฉัย
รายการตรวจ	ผลการตรวจ	
		การเปิดใช้งานเป็นเวลานานก่อน
11. ลดขนาดหลอดแสงจันทร์	<input type="checkbox"/> ได้จำนวน.....หลอด <input type="checkbox"/> ไม่ได้เพราะ.....	ควรลดขนาดหลอดแสงจันทร์ลงเช่น จาก 400 W เป็น 250 W โดยเฉพาะพื้นที่ที่ไม่ต้องการความสว่างมาก
12. ลดขนาดหลอดฮาโลเจนต์	<input type="checkbox"/> ได้จำนวน.....หลอด <input type="checkbox"/> ไม่ได้เพราะ.....	ควรลดขนาดหลอดฮาโลเจนต์ให้มีขนาดลดลงในบริเวณที่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงสว่างมาก
13. เปลี่ยนหลอดแสงจันทร์เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์	<input type="checkbox"/> ได้จำนวน.....หลอด <input type="checkbox"/> ไม่ได้เพราะ.....	พื้นที่ที่ไม่ต้องการความสว่างในระดับสูง ควรพิจารณาเปลี่ยนไปใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ส่องเฉพาะจุดใช้งานแทน
14. เปลี่ยนหลอดแสงจันทร์เป็นหลอดเมทัลฮาไลด์	<input type="checkbox"/> ได้จำนวน.....หลอด <input type="checkbox"/> ไม่ได้เพราะ.....	หลอดเมทัลฮาไลด์มีประสิทธิภาพแสงสูงกว่าหลอดแสงจันทร์
15. ระบบแสงสว่างภายนอกอาคารมีการติดตั้งอุปกรณ์เปิด/ปิดอัตโนมัติหรือไม่	<input type="checkbox"/> ติดตั้ง <input type="checkbox"/> ไม่ติดตั้งเพราะ.....	ควรใช้อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณแสงสว่างเพื่อสั่งการเปิด/ปิดไฟฟ้าแสงสว่างภายนอกอาคารโดยอัตโนมัติแทนการใช้งาน
16. ติดตั้งอุปกรณ์หรี่แสงอัตโนมัติหรือไม่	<input type="checkbox"/> ติดตั้ง <input type="checkbox"/> ไม่ติดตั้งเพราะ.....	พื้นที่ที่มีความสว่างมากเกินไปมาตรฐาน หรือมีแสงสว่างจากภายนอก ควรติดตั้งอุปกรณ์หรี่แสง เพื่อควบคุมปริมาณแสงสว่างให้คงที่ตลอดเวลา

(2) การบำรุงรักษาระบบแสงสว่าง เพื่อการประหยัดพลังงาน

รายละเอียดการดำเนินงาน	ระยะเวลาที่เหมาะสม
1. ทำความสะอาดหลอดไฟฟ้า	ทุกเดือน
2. ทำความสะอาดโคมไฟฟ้าและฝาครอบโคม	ทุก 3 เดือน
3. ตรวจวัดและบันทึกค่าความสว่าง (Lux)	ทุกเดือน
4. ห้องขนาดเล็กทาสีผนังใหม่	ทุกปี
5. ห้องขนาดใหญ่ทาสีผนังใหม่	ทุก 3 ปี
6. เปลี่ยนหลอดไฟฟ้า	ตามอายุการใช้งาน