

บทที่ 3

การวัดแสงสว่างในที่ทำงาน

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่องหลักเกณฑ์วิธีดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับแสงสว่างภายในสถานประกอบกิจการระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการได้กำหนดให้นายจ้างจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับแสงสว่างภายในสถานประกอบกิจการในสภาวะที่เป็นจริงของสภาพการทำงานอย่างน้อยปีละ 1 ครั้งกรณีที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรอุปกรณ์กระบวนการผลิตวิธีการทำงานหรือการดำเนินการใดๆที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับแสงสว่างหรือการดำเนินการใดๆที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับแสงสว่างให้นายจ้างดำเนินการจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเพิ่มเติมภายใน 90 วัน นับจากวันที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงให้ตรวจวัดความเข้มของแสงสว่างในสถานประกอบกิจการทุกประเภทกิจการโดยให้ตรวจวัด “บริเวณพื้นที่ทั่วไป” บริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตที่ลูกจ้างทำงานและบริเวณที่ลูกจ้างต้องทำงานโดยใช้สายตามองเฉพาะจุดหรือต้องใช้สายตาคู่กับที่ในการทำงานในสภาพการทำงานปกติและในช่วงเวลาที่มีแสงสว่างตามธรรมชาติน้อยที่สุดการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างภายในอาคารวิธีการตรวจวัดโดยทั่วไปมี 2 วิธีคือวัดที่จุดทำงานและวัดแบบค่าเฉลี่ยของพื้นที่ทั่วไป

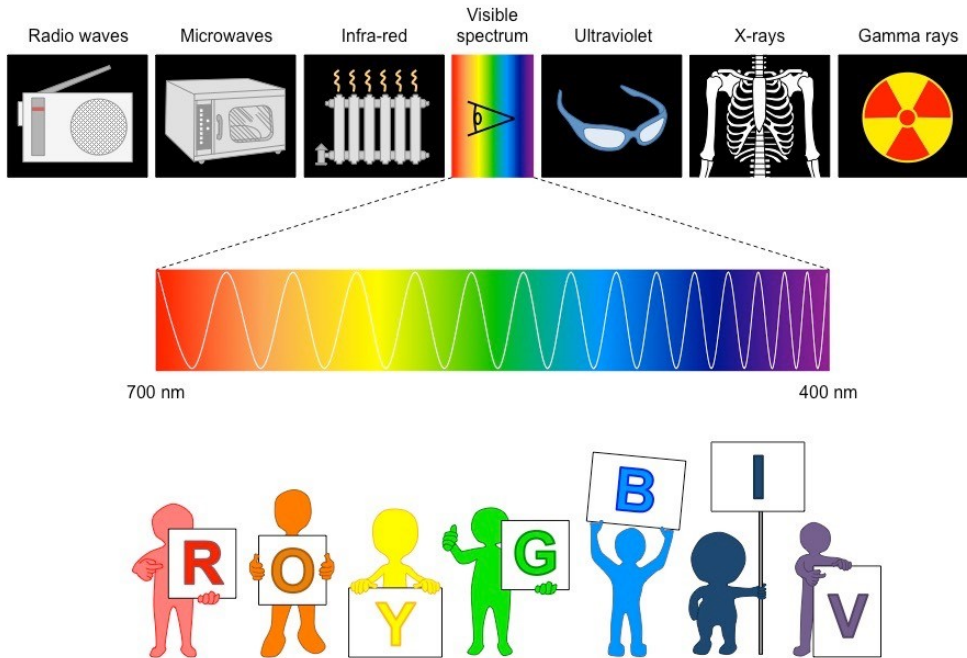
ความสำคัญของแสงสว่าง

แสงสว่างมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตปัจจุบัน นอกจากการใช้ประโยชน์ของแสงสว่างในการมองเห็น อันเป็นกลไกของระบบประสาทสัมผัสหนึ่งที่ทำให้มนุษย์รับรู้และประมวลผล โดยเป็นการสื่อสารทางภาพยังสามารถนำมาใช้ในรูปแบบอื่นๆ เช่น การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการขับเคลื่อน หรือทำให้เครื่องจักร อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ทำงาน เป็นต้น จึงนับว่าแสงสว่างเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่ทำให้เกิดกิจกรรมการดำเนินการ การปฏิบัติงานต่างๆ เป็นได้ด้วยดี

แสงสว่าง เป็นพลังงานรูปหนึ่งซึ่งประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดินทางจากดวงอาทิตย์มายังพื้นผิวโลก มีย่านความยาวคลื่นต่างๆมากมาย ทั้งที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและมองไม่เห็น ซึ่งแสงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible Light) ซึ่งมีความยาวคลื่นประมาณ 380-780 นาโนเมตร เมื่อตกกระทบวัตถุจะสะท้อนเข้าสู่ดวงตาทำให้มองเห็นวัตถุต่างๆได้ การเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่นของแสงสว่างจะทำให้ตาเห็นเป็นสีต่างๆ ตามความยาวคลื่นนั้น (ภาพที่ 3.1)

ความเข้มของแสงสว่างหรือปริมาณการส่องสว่าง (Illuminance) หมายถึง ปริมาณแสงสว่างที่ตกกระทบลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่กำหนดหน่วยวัดความเข้มแสง มีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux) หรือ ฟุตเทียน (Foot Candle) โดยที่ 1 ฟุตเทียน = 10.76 ลักซ์

แหล่งกำเนิดแสง มี 2 แหล่ง คือแสงสว่างจากธรรมชาติ (Natural Lighting) แหล่งกำเนิดของแสงสว่างในธรรมชาติที่สำคัญคือ ดวงอาทิตย์ และแสงสว่างจากการประดิษฐ์ (Artificial Lighting) เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่างที่มนุษย์ได้ประดิษฐ์คิดค้นโดยอาศัยธรรมชาติและเทคโนโลยี่ เช่น หลอดไส้ หลอดโซเดียม หลอดแสงจันทร์ หลอดเรืองแสง เป็นต้น



ภาพที่ 3.1 ความยาวคลื่นต่างๆที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและมองไม่เห็น
ที่มา: Bioninja, (2018)

พื้นฐานด้านทฤษฎีเกี่ยวกับแสงสว่าง

แสงสว่างเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีลักษณะเป็นคลื่น สามารถเคลื่อนที่ได้เหมือนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีคุณสมบัติที่ทำให้ตามนุษย์สามารถมองเห็นแสงสว่างสีต่างๆ ได้ การที่มนุษย์สามารถมองเห็นแสงสีต่างๆ ได้ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสงสว่างสีที่ตกกระทบตาว่าอยู่ที่ช่วงความยาวคลื่นของแสงสว่างที่เท่าไร ดังนั้นจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับแสงสว่างซึ่งจะทำให้สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสม มีรายละเอียดดังนี้

1. สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับการมองเห็น

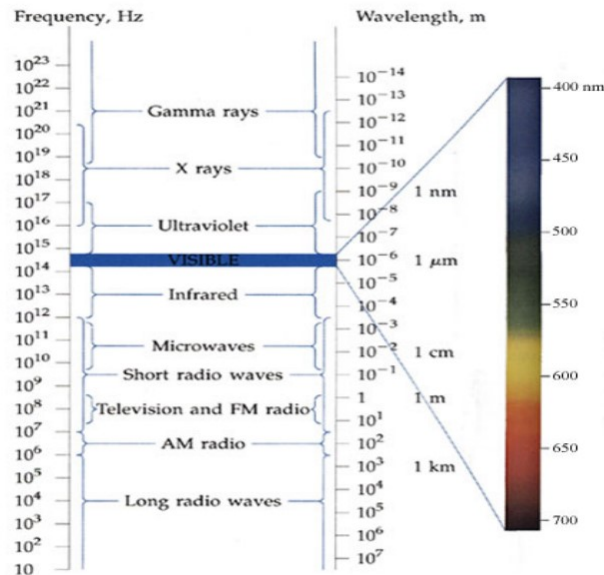
กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน (2564) สรุปเกี่ยวกับว่าสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วง ตามความยาวของคลื่นดังนี้ คือ ช่วงความยาวคลื่นยาว (Long-Wave

Radiation) ช่วงความยาวคลื่นแสง (Visible Light) และช่วงความยาวคลื่นสั้น (ShortWave Radiation) ช่วงความยาวคลื่นยาว (Long-Wave Radiation) เริ่มตั้งแต่ช่วงความยาวคลื่นยาวมาก เช่น พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นวิทยุความยาวคลื่นยาว (ใช้ในระบบสื่อสารสำหรับเรือดำน้ำ) รวมถึงคลื่นวิทยุความยาวคลื่นสั้นกว่านี้ ได้แก่ คลื่นวิทยุและคลื่นโทรทัศน์ไมโครเวฟ และรังสีอินฟราเรดช่วงความยาวคลื่นสั้น (Short-Wave Radiation) เป็นช่วงที่เริ่มตั้งแต่ช่วงอลตราไวโอเล็ตซึ่งเป็นคลื่นที่ได้มาจากดวงอาทิตย์ รวมถึงรังสีเอ็กซ์ รังสีแกมมา และรังสีคอสมิกช่วงความยาวคลื่นแสง (Visible Light) เป็นช่วงความยาวที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้โดยจะมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงตั้งแต่ 380-780 nm โดยความยาวคลื่นของแสงสีต่างๆ ที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ แสดงอยู่ในตารางที่ 3.1 และภาพที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 แสดงความยาวคลื่นของแสงสีต่างๆ ที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้

สี	ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)
ม่วง	380-435
น้ำเงิน	435-500
เขียว	500-565
เหลือง	565-600
ส้ม	600-630
แดง	630-780

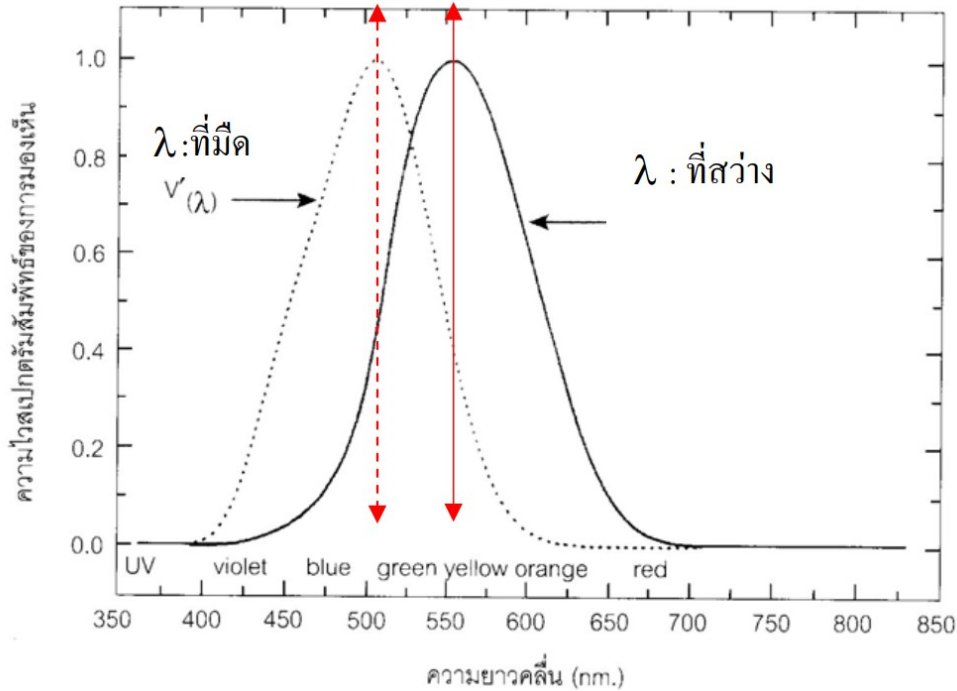
ที่มา: กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, (2564)



ภาพที่ 3.2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ที่มา: กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, (2564)

โดยที่ในที่มืดตาจะมองเห็นแสงสีน้ำเงิน-สีเขียวได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่นประมาณ 510 นาโนเมตร ในขณะที่ในที่สว่างตาจะมองเห็นความยาวคลื่นประมาณ 550 นาโนเมตร หรือแสงสีเหลืองได้ดีที่สุดดังแสดงในภาพที่ 3.3

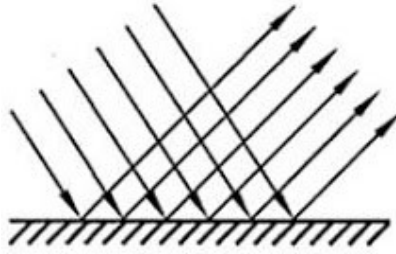


ภาพที่ 3.3 ความไวแสงต่อการมองเห็น

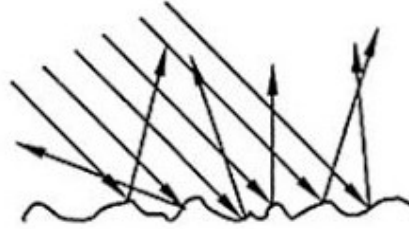
ที่มา: กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, (2564)

2. การสะท้อนของแสง

ในสภาวะปกติเมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุของแข็งหรือของเหลว จะมีแสงบางส่วนที่สะท้อนทางผิวของวัตถุนั้น ส่วนของแสงที่สะท้อนกลับนั้นมีตั้งแต่ 1% จนถึงมากกว่า 90% ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุ ถ้าพื้นผิวที่แสงตกกระทบเป็นพื้นผิวเรียบ เช่น พื้นผิวของน้ำ หรือแผ่นโลหะ แสงที่สะท้อนจะเหมือนกับแสงที่ตกกระทบทุกประการ ซึ่งเป็นไปตามกฎมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ดังแสดงในภาพที่ 3.4 และสำหรับกรณีที่แสงแสงตกกระทบกับวัตถุที่ผิวไม่สม่ำเสมอ จะทำให้เกิดการสะท้อนได้ในทุกทิศทางดังแสดงภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.4 การสะท้อนแสงของพื้นผิวเรียบ
ที่มา: Visual school online, (2563)



ภาพที่ 3.5 การสะท้อนแสงของพื้นผิวไม่เรียบ
ที่มา: Visual school online, (2563)

3. การหักเหของแสง

ในกรณีที่แสงวิ่งผ่านวัตถุโปร่งแสง เช่น แก้ว ลำแสงจะมีการหักเหไปจากแนวแสงเดิม (Refraction) ซึ่งคุณสมบัติการหักเหแสงของตัวกลางนั้นขึ้นอยู่กับค่าดัชนีการหักเหแสง (Refraction Index) ค่าดัชนีการหักเหแสง คือ อัตราส่วนระหว่างค่าความเร็วแสงในอากาศต่อค่าความเร็วแสงที่เดินทางผ่านตัวกลางนั้นๆ

มุมของแสงที่ตกกระทบต่อมุมของแสงที่หักเหเป็นไปตามกฎของ Snell's Law ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อนสามารถหาได้จากสมการที่ (3.1)

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \dots \dots \dots (3.1)$$

เมื่อ n_1, n_2 คือ ดัชนีการหักเหของแสงของตัวกลางที่ 1 และ 2
 θ_1, θ_2 คือ มุมตกกระทบของแสงและมุมหักเหของแสง

4. หน่วยวัดทางแสง

หน่วยวัดทางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ตามลักษณะการใช้งานทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าแสงสว่างที่สำคัญมีด้วยกัน 4 ตัวแปร ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ปริมาณ หน่วยวัดและสัญลักษณ์ทางแสง

ปริมาณทางแสง	หน่วยวัดทางแสง	สัญลักษณ์
ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux)	ลูเมน (lm)	Φ
ความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity)	แคนเดลลา (cd)	I
ความส่องสว่าง (Illuminance)	ลักซ์ (lux)	E
ความสว่าง (Luminance)	แคนเดลลาต่อตารางเมตร (cd/m ²)	L

ที่มา: กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, (2564)

4.1 ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux : Φ) คือ กำลังงานแสงทั้งหมดที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดแสงใน 1 วินาทีคูณด้วยตัวคูณค่าความไวของตามนุษย์ มีหน่วยเป็นลูเมน (lumen) ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก สมการที่ (3.2) ค่าฟลักซ์การส่องสว่างสำหรับหลอดไฟชนิดต่างๆ แสดงอยู่ในตารางที่ 3.3

$$\Phi = 683 \int \frac{780}{380} \rho(\lambda) V(\lambda) d\lambda \dots \dots \dots (3.2)$$

เมื่อ Φ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)

Λ คือ ความยาวคลื่นแสง (m)

$\rho(\lambda)$ คือ กำลังงานของแสงที่ความยาวคลื่น λ เมตร

$V(\lambda)$ คือ ความไวของตามนุษย์ที่ความยาวคลื่น λ เมตร

ตารางที่ 3.3 ฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า

ชนิด	ฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
หลอดอินแคนเดสเซนต์	1380	100
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	1200	20
หลอดฟลูออเรสเซนต์	2650	36
หลอดโซเดียมความดันสูง	48000	400
หลอดโซเดียมความดันต่ำ	32500	180
หลอดปรอทความดันสูง	6700	125
หลอดเมทัลฮาไลด์	155000	1800

ที่มา: กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, (2564)

4.2 ประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Efficacy) คืออัตราส่วนของปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงต่อกำลังไฟฟ้า (วัตต์) ที่ป้อนให้แก่หลอด มีหน่วยเป็นลูเมนต่อวัตต์ ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (3.3)

$$Efficacy = \frac{\theta}{\rho} \dots\dots\dots(3.3)$$

เมื่อ Efficacy คือ ประสิทธิภาพการส่องสว่าง (lm/W)

θ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)

ρ คือ กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่แหล่งกำเนิดแสง (W)

จากตารางที่ 3.3 จะเห็นได้ว่าหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์จะประหยัดพลังงานมากกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ประมาณ 4-5 เท่า หากต้องการประหยัดพลังงานด้านระบบไฟฟ้าแสงสว่างแล้ว จากตารางที่ 3.4 ควรใช้หลอดไฟที่มีค่าประสิทธิภาพการส่องสว่างสูงอย่างไรก็ตามการเลือกชนิดของหลอดไฟฟ้าก็ควรคำนึงถึงคุณสมบัติที่แตกต่างกันของหลอดแต่ละชนิดด้วยเช่น หากไม่คำนึงถึงเรื่องความถูกต้องของสีหลอดโซเดียมความดันต่ำเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดในแง่ของการประหยัดพลังงาน

ตารางที่ 3.4 ประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า

ชนิด	ประสิทธิภาพการส่องสว่าง (lm/W)
หลอดอินแคนเดสเซนต์	13.8
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	60
หลอดฟลูออเรสเซนต์	73.6
หลอดโซเดียมความดันสูง	120
หลอดโซเดียมความดันต่ำ	180.6
หลอดปรอทความดันสูง	53.6
หลอดเมทัลฮาไลด์	86.1

ที่มา: กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, (2564)

4.3 ความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity: I) คือ ความหนาแน่นของฟลักซ์ส่องสว่างในทิศทางหนึ่ง (ปริมาณแสงต่อมุมตัน) มีหน่วยเป็นแคนเดลา (cd) ดังแสดงได้จากสมการที่ (3.4)

$$I = \frac{d\theta}{d\omega} \dots\dots\dots(3.4)$$

เมื่อ I คือ ความเข้มการส่องสว่าง (cd)

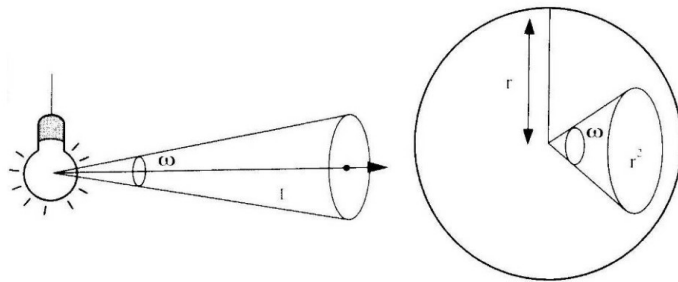
θ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)

ω คือ มุมตัน (Solid Angle) มีหน่วยเป็น Steradians (sr)

โดยที่มุมตัน (Solid Angle) หมายถึงมุมที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลม และขนาดของมุมตันหาได้จากขนาดพื้นที่ผิวของทรงกลมที่รองรับหารด้วยรัศมียกกำลังสอง ดังแสดงดังภาพที่ 3.6 โดยที่ค่าของ ω สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3.5)

$$\omega = \frac{A}{r^2} \dots\dots\dots(3.5)$$

เมื่อพิจารณามุมตันรอบทรงกลม จะได้ (sr) และหากพิจารณามุมตันรอบครึ่งทรงกลม จะได้ (sr)



ภาพที่ 3.6 มุมตัน

ที่มา: e-Industrial Technology Center, (2564)

4.4 ความส่องสว่าง (Illuminance : E) คือ ปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วยหรือฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วยมีหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางเมตร หรือลักซ์ (lux, lx) และความส่องสว่างของพื้นที่หรือบริเวณทำงานที่ระยะห่างของดวงโคมต่างๆ กัน ดังแสดงในภาพที่ 3.7-3.8 สามารถหาได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มการส่องสว่างและค่าความส่องสว่างคำนวณได้จากดังสมการที่ (3.6-3.8)

$$E = \frac{\Phi}{A\omega} \dots\dots\dots(3.6)$$

$$E_A = \frac{I}{H^2} \dots\dots\dots(3.7)$$

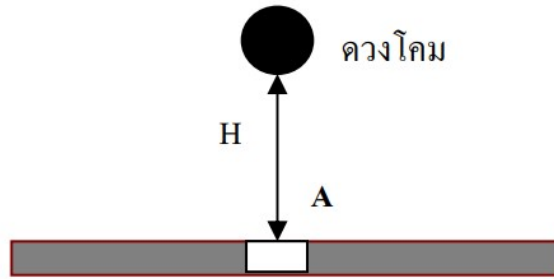
เมื่อ E คือ ความส่องสว่าง (lux, lx)

Φ คือ ฟลักซ์การส่องสว่าง (lm)

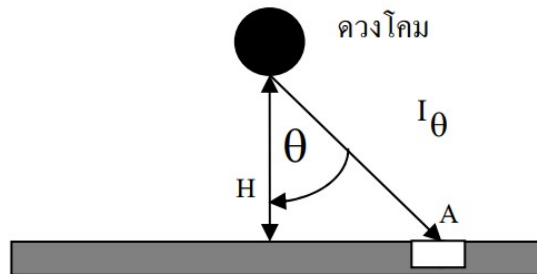
A คือ พื้นที่ที่แสงตกกระทบ (m²)

E_A คือ ความส่องสว่างที่จุด A (lux, lx)

H คือ ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดแสงหรือดวงโคมถึงพื้นที่ (m)



ภาพที่ 3.7 ดวงโคมกับระยะห่าง
ที่มา: ศุภวิชญ์ บุญลี, (2560)



ภาพที่ 3.8 ดวงโคมกับระยะห่าง (แสงไม่ตั้งฉาก)
ที่มา: ศุภวิชญ์ บุญลี, (2560)

$$EIA = \frac{I_{\theta} \cos 3\theta}{H^2} \dots\dots\dots(3.8)$$

เมื่อ I_{θ} คือ ค่าความเข้มการส่องสว่างในทิศทางการมอง (cd)
 θ คือ มุมที่แสงทำกับเส้นปกติ (degree)

ค่าความส่องสว่าง ได้มีหน่วยงานสากลคือ International Commission on Illuminance (CIE) ได้กำหนดค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมแต่ละประเภทซึ่งค่าความส่องสว่างในตารางได้กำหนดเป็น 3 ค่า โดยค่าที่นิยมใช้คือค่าตรงกลางหรือค่าเฉลี่ยอย่างไรก็ตามค่าความส่องสว่างสามารถปรับเพิ่มหรือลดลงได้ตามปัจจัยดังต่อไปนี้

ค่าความส่องสว่างควรจะเพิ่มขึ้นสำหรับกรณีดังนี้คือ งานที่ทำเป็นงานที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากการใช้สายตาในการปฏิบัติกิจกรรมหรือผู้ปฏิบัติกิจกรรมมีการเคลื่อนที่ความผิดพลาดในการมองเห็นก่อให้เกิดความเสียหายที่ร้ายแรงความถูกต้องและแม่นยำของการทำงานเป็นสิ่งที่สำคัญมาก

ความสามารถในการมองเห็นของผู้ปฏิบัติงานต่ำกว่าปกติ ชี้นงานที่ทำมีขนาดเล็กมากหรือมีความเปรียบต่างต่ำ (Low Contrast) และเวลาที่ใช้ปฏิบัติกิจกรรมนานกว่าปกติมาก

ค่าความส่องสว่างสามารถลดลงได้สำหรับกรณีดังนี้ คือ ชี้นงานที่ทำมีขนาดใหญ่มากหรือมีความเปรียบต่างสูง (High Contrast) และโอกาสที่จะปฏิบัติกิจกรรมมีน้อยมาก

4.5 ความสว่าง (Luminance: L) คือความเข้มการส่องสว่างจากพื้นผิวในทิศทางที่กำหนดต่อพื้นที่ผิวที่ปรากฏ หรือหมายถึงความสว่างที่สะท้อนออกมาจากวัตถุมีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตร (cd/m^2) คำนวณได้จากดั่งสมการที่ (3.9)

$$L = \frac{I}{A_p} \dots\dots\dots(3.9)$$

เมื่อ L คือ ความสว่าง (cd/m^2)

I คือ ความเข้มการส่องสว่าง (cd)

A_p คือ พื้นที่ผิวที่ปรากฏ (m^2)

หากแสงที่ตกกระทบวัตถุมีปริมาณที่เท่ากัน ค่าความสว่าง (L) ที่สะท้อนออกมาจากวัตถุไม่จำเป็นที่จะต้องมีค่าที่เท่ากันเนื่องจากวัตถุแต่ละชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่ไม่เท่ากัน โดยค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุและสีของวัตถุ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุตามชนิดและสีและของวัตถุแสดงอยู่ในตารางที่ 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.5 สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุตามชนิดของวัตถุ

ชนิด	สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง
กระจกใส	0.06-0.08
อิฐแดง	0.05-0.25
คอนกรีต	0.15-0.40
ปูนปลาสเตอร์	0.80

ที่มา: กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, (2564)

ตารางที่ 3.6 สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุตามสีของวัตถุ

สี	สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง
ดำ	0.04
น้ำเงินเข้ม	0.05-0.10
เทาเข้ม	0.10-0.15
แดงเข้ม	0.10-0.15
ส้ม	0.25-0.35
เขียว	0.25-0.35
ฟ้าอ่อน	0.40-0.45
ชมพู	0.45-0.50
เหลืองอ่อน	0.55-0.65
ครีม	0.70-0.80
ขาว	0.70-0.80

ที่มา: กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, (2564)

ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความส่องสว่าง (E) และ ความสว่าง (L) คำนวณได้จากสมการที่ (3.10)

$$L = \frac{\rho E}{\pi} \dots\dots\dots(3.10)$$

เมื่อ ρ คือ สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุ

E คือ ความส่องสว่าง (lux)

จากสมการที่ 3.10 จะเห็นได้ว่าวัตถุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงสูง จะให้ค่าความสว่างที่สูงกว่า ดังนั้น หากต้องการประหยัดพลังงานด้านระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ก็ควรที่จะใช้สีอ่อนทาสีห้อง รวมถึงเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องก็ควรมีสีอ่อนเช่นเดียวกัน

4.6 แสงบาดตา (Glare) หมายถึง แสงที่ทำให้ผู้มองเกิดความไม่สะดวกสบายในการมอง หรือทำให้มองเห็นวัตถุได้ยากหรือไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้อย่างสิ้นเชิง ดังนั้น ในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างผู้ออกแบบจะต้องพยายามออกแบบให้มีแสงบาดตาเกิดขึ้นให้น้อยที่สุด โดยทั่วไปแล้วแสงบาดตาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือแสงบาดตาโดยตรงและแสงบาดตาสะท้อน แสงบาดตาโดยตรงเป็นแสงบาดตาที่เกิดขึ้นโดยทั่วไป โดยอาจเกิดจากการจัดวางตำแหน่งดวงโคมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งแสงบาดตาโดยตรงยังแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ แสงบาดตาแบบไม่สามารถมองเห็นได้ กล่าวคือมีแสงบาดตามากจนกระทั่งไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้อย่างสิ้นเชิง หรือสูญเสียสภาพการมองเห็น อีกประเภทหนึ่งคือแสงบาดตาแบบไม่สบายตา ซึ่งก็คือเกิดแสงบาดตาขึ้นแต่ยังสามารถมองเห็นวัตถุได้แต่มองเห็นด้วยความยากลำบากรวมทั้งการมองเห็นดังกล่าวยังเกิดความไม่สบายตาอีกด้วย แสงบาดตาสะท้อนเป็นแสงบาดตา

ที่เกิดจากสะท้อนของพื้นผิวในบริเวณทำงานกับแหล่งกำเนิดแสงอื่นๆในบริเวณทำงาน หรือแสงธรรมชาติ แสงบาดตาชนิดนี้จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลงเนื่องจากเกิดความล้าในการมอง

4.7 ความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง (Illuminance Uniformity: U) ในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ดี จำเป็นที่จะต้องพิจารณาเรื่องของความสม่ำเสมอของความส่องสว่างในบริเวณด้วยโดยค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง พิจารณาได้จากอัตราส่วนของค่าความส่องสว่างต่ำสุดต่อค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในบริเวณที่พิจารณา คำนวณได้จากดังสมการที่ (3.11)

$$U = \frac{E_{min}}{E_{avg}} \dots\dots\dots(3.11)$$

โดยค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับการส่องสว่างภายในอาคาร คือไม่น้อยกว่า 0.8 ในขณะที่ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับการส่องสว่างภายนอกอาคารไม่ควรต่ำกว่า 0.3 นอกจากนี้แล้วระดับความส่องสว่างของบริเวณโดยรอบ มีผลต่อการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ดีเช่นกัน ซึ่งโดยนิยามแล้วบริเวณโดยรอบควรมีความกว้างอย่างน้อยด้านละ 2 เมตรจากขอบบริเวณปฏิบัติการ ดังนั้นระดับความส่องสว่างของบริเวณโดยรอบจึงต้องสัมพันธ์กับระดับความส่องสว่างของบริเวณปฏิบัติการ ซึ่งจะให้เกิดการกระจายความส่องสว่างที่สมดุลในขอบเขตของการมองเห็นที่เหมาะสมด้วย ทั้งนี้ระดับความส่องสว่างของบริเวณโดยรอบอาจมีค่าต่ำกว่าระดับความส่องสว่างของบริเวณปฏิบัติการ แต่จะต้องไม่น้อยกว่าระดับความส่องสว่างที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความส่องสว่างของบริเวณโดยรอบและบริเวณปฏิบัติการ

ระดับความส่องสว่างบริเวณปฏิบัติการ (ลักซ์)	ระดับความส่องสว่างต่ำสุดของบริเวณโดยรอบ (ลักซ์)
≥750	500
500	300
300	200
≤200	เหมือนกับระดับความส่องสว่างบริเวณปฏิบัติการ

ที่มา: กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, (2564)

4.8 อุณหภูมิสี (Color Temperature) คือ วิธีการที่ใช้อธิบายลักษณะสมบัติทางสีของแหล่งกำเนิดแสง โดยเปรียบเทียบกับการแผ่รังสีของวัตถุดำที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีการดูดซับความร้อนได้สมบูรณ์เช่น สีที่ปรากฏจากหลอดไส้จะคล้ายกับการแผ่รังสีของวัตถุดำที่มีความร้อน 3000 องศาเคลวิน (3000 K) หรือเรียกว่าหลอดไส้มีอุณหภูมิสี 3000 K

4.9 ดัชนีบอกความถูกต้องของสี (Color Rendering Index หรือCRI) คือ ดัชนีที่ใช้บอกความถูกต้องของสีซึ่งเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงอ้างอิงเช่น แสงอาทิตย์ เพื่อดูผลในการมองเห็นสีของวัตถุจากแหล่งกำเนิดแสงนั้นๆ ว่าใกล้เคียงกับการมองเห็นสีของวัตถุจากอาทิตย์มากน้อยเพียงใด ถ้าใกล้เคียงหรือเท่ากับแสงจากดวงอาทิตย์ ดัชนีบอกความถูกต้องของสีจะมีค่าเท่ากับ100

4.10 มาตรฐานระดับความส่องสว่าง ค่าระดับความส่องสว่างเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน หากผู้ออกแบบใช้ค่าความส่องสว่างสูงเกินความจำเป็นจะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์แต่ในทางกลับกันหากผู้ออกแบบใช้ค่าความส่องสว่างต่ำกว่าที่ควรจะเป็นจะทำให้สภาพการมองเห็นลดลงกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานอีกด้วย ดังนั้นค่าความส่องสว่างจึงควรอยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย ได้จัดทำข้อแนะนำระดับความส่องสว่างสำหรับพื้นที่และกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคารไว้ โดยได้แบ่งประเภทของพื้นที่และกิจกรรมไว้ทั้งหมด 31 ประเภท (ศึกษาเพิ่มเติมได้จาก <https://www.tieathai.org/>)

4.11 การคำนวณความส่องสว่างแบบลูเมน (Lumen Method) เหมาะสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในบริเวณที่ต้องการความสม่ำเสมอของแสงทั่วทั้งพื้นที่เช่น สำนักงาน สถาบันการศึกษาหรือโรงเรียน เป็นต้น ซึ่งการคำนวณแบบลูเมนนี้จะรวมผลของการสะท้อนแสงของเพดาน กำแพง และพื้นด้วย ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3.12)

$$E = \frac{N \times \Phi_L \times UF \times MF}{A} \dots\dots\dots(3.12)$$

เมื่อ E คือ ค่าความส่องสว่างเฉลี่ย (lux)

N คือ จำนวนโคม

Φ_L คือ ฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดต่อโคม (lm)

MF คือ ตัวประกอบการบำรุงรักษา (Maintenance Factor)

UF คือ ตัวประกอบการใช้งานของโคม (Utilization Factor)

A คือ พื้นที่ (m^2)

ค่าตัวประกอบการบำรุงรักษาเป็นค่าที่ขึ้นเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับ การบำรุงรักษาหลอดไฟฟ้า หลอดไฟที่ไม่ได้ทำความสะอาดจะมีฝุ่นละอองมาเกาะ มีผลทำให้แสงที่ออกมาจากโคมมีปริมาณลดน้อยลง นอกจากนี้แล้วปริมาณแสงที่ลดลงขึ้นอยู่กับความเสื่อมของหลอดไฟ (Lamp Lumen Depreciation: LLD) และเนื่องมาจากความสกปรกของโคมไฟ (Luminaire Dirt Depreciation: LDD) อีกด้วยดังแสดงในรูปที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ตัวประกอบการบำรุงรักษา

ประเภทของห้อง	ค่าตัวประกอบการบำรุงรักษา
สะอาด	0.8
ปานกลาง	0.7
สกปรก	0.6

ที่มา: กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, (2564)

ความสกปรกของหลอดไฟและโคมไฟ ก่อให้เกิดการสูญเสียแสงอย่างมาก ส่วนใหญ่เกิดจากความสกปรกเนื่องจากการสะสมของฝุ่นละอองบนหลอดไฟหรือบริเวณผิวหน้าของโคมไฟ โคมไฟที่มีลักษณะเปิดกว้างและติดตั้งอยู่บนที่สูง จะมีโอกาสเกิดการสะสมของฝุ่นละอองมากกว่าโคมไฟที่ติดตั้งในที่ที่มีการระบายอากาศที่ดี ความสกปรกของห้องมีส่วนทำให้เกิดการสูญเสียทางแสงได้เช่นกัน เนื่องจากฝุ่นละอองที่สะสมอยู่บนเพดานและผนังห้องจะทำให้ประสิทธิภาพของการสะท้อนแสงลดลง สำหรับความเสื่อมของหลอดไฟ มีสาเหตุมาจากการที่ความส่องสว่างที่ได้จากหลอดไฟทั้งหมดจะลดลงตามอายุการใช้งาน ซึ่งอัตราการลดลงจะขึ้นอยู่กับชนิดของหลอดไฟ ค่าตัวประกอบการบำรุงรักษาที่เหมาะสม

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการมองเห็น

การจัดการเรื่องแสงสว่างมีวัตถุประสงค์หลักสามประการ คือ เพื่อความปลอดภัยในการมองเห็น สิ่งอันตรายต่างๆ ได้อย่างชัดเจน เพื่อถนอมสายตาจากแสงที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป และเพื่อประสิทธิภาพในการทำงานให้มีความถูกต้องแม่นยำ ดังนั้นการจัดการแสงสว่างต้องจัดให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยไม่ทำให้เกิดปัญหากับผู้ปฏิบัติการ การออกแบบแสงสว่างที่ดีนั้นไม่ใช่คำนึงถึงแต่คุณภาพการมองเห็นได้ชัดเจนเท่านั้น แต่ยักรวมถึง ความสบายตาของผู้ปฏิบัติงานด้วย ที่ต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยคือ

1. ความสว่าง (Illuminance)

ความสว่าง คือ ปริมาณแสงหรือฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกลงบนพื้นผิวต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยใช้แทนด้วยสัญลักษณ์ E หน่วย คือ ลักซ์ (lx) หนึ่งลักซ์เท่ากับหนึ่งลูเมนต่อตารางเมตร (lumen/m^2)

2. ความส่องสว่าง (Luminance)

สัญลักษณ์ L มีหน่วย คือ แคนเดลาต่อตารางเมตร (Candela/m^2) ความส่องสว่าง คือความเข้มการส่องสว่างที่สะท้อนจากพื้นที่หนึ่งหน่วยของพื้นผิว หรือการเปล่งแสงออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง เช่น หลอดไฟ หรือจอภาพการกระพริบของแสงจะทำให้เกิดความเด่น สะดุดตามากขึ้นและแสงกลางวันช่วยเพิ่มการมองเห็น

3.พลังงานของแสงที่เปล่งออกมาต่อวินาที

เรียกว่า ลูเมน คือหนึ่งวัตต์ของกำลังไฟฟ้าที่แผ่ออกมาที่ความยาวคลื่น 555 นาโนเมตร มีค่าเท่ากับ 683 ลูเมน

4.แสงแยงตา

มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือมุมของสายตาทิ่มมองไปยังหลอดไฟ ลักษณะโคมไฟที่ครอบหลอดไฟได้มากน้อยเท่าไร ทิศทางของแสงที่มายังผู้มองหรือทิศทางของแสงที่ไปทางเดียวกับการมอง

6. สีของแสงและสีของวัตถุ

สีของแสงที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของแสงจากหลอดไฟชนิดต่างๆ ส่วนสีของวัตถุนั้นต้องพิจารณาสีที่ตัดกันรวมถึงสีโดยรอบบริเวณนั้นด้วย ที่มีผลต่อการมองเห็น รวมถึงขนาดของวัตถุ ความเร็วของวัตถุ ความแวววาวของวัตถุ

7.การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาที่ต้องพิจารณาอายุของหลอดไฟ เช่น หลอดไฟที่มีอายุการใช้งานมายาวนาน ความสว่างและความส่องสว่างจะมีไม่เท่ากับหลอดไฟที่เพิ่งใช้งาน รวมถึงฝุ่นละอองที่หลอดไฟและโคมสะท้อนจะมีค่าความสว่างและความส่องสว่างจะมีไม่เท่าเช่นกัน

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการมองเห็น เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบระบบแสงสว่าง เพราะนอกจากจะสร้างความปลอดภัยในการมองเห็นสิ่งอันตรายต่างๆ ได้อย่างชัดเจนแล้ว ยังทำให้เกิดความสบายตาของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งยังสามารถนอมสายตาของผู้ปฏิบัติงานได้

แสงสว่างที่มีผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงาน

การมองเห็นจะเกิดขึ้นไม่ได้หากไม่มีแสงสว่าง ณ วัตถุ หรือบริเวณที่ต้องการมอง นอกจากแสงสว่างซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการมองเห็นของมนุษย์แล้ว ยังมีปัจจัยสำคัญอื่นๆ ที่ช่วยในการมองเห็น เช่น ความสามารถในการมองเห็นของดวงตา ความสว่างของวัตถุ ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนวัตถุ ขนาดและรูปร่างของวัตถุ ความแตกต่างระหว่างวัตถุกับฉาก การเคลื่อนที่ของวัตถุและสีของวัตถุ เป็นต้น ผลกระทบของแสงสว่างต่อผู้ปฏิบัติงานสามารถจำแนกได้ 7 ลักษณะ ดังนี้

1. แสงสว่างน้อยเกินไป

จะมีผลเสียต่อตาทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากเกินไป โดยบังคับให้ม่านตาเปิดกว้างเพราะการมองเห็นนั้นไม่ชัดเจน ต้องใช้เวลาในการมองเห็นรายละเอียดนั้น ทำให้เกิดการเมื่อยล้าของตาที่ต้องเพ่งปวดตา มึนศีรษะ ประสิทธิภาพและขวัญกำลังใจในการทำงานลดลง การหยิบจับ ใช้เครื่องมือเครื่องจักรผิดพลาดหรืออาจจะไปสัมผัสวัตถุส่วนที่เป็นอันตรายทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้น

2. แสงสว่างที่มากเกินไป

แสงจ้าที่เกิดจากการแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง (Direct Glare) หรือแสงจ้าที่เกิดจากการสะท้อนแสง (Reflected Glare) จากวัสดุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม เช่น ผ้าม่านห้องเครื่องมือเครื่องจักรโต๊ะทำงาน เป็นต้น จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความไม่สบายใจเมื่อยล้า ปวดตา มีน้ตริษะ กล้ามเนื้อหนังตากระตุกวิงเวียนนอนไม่หลับ การมองเห็นแย่ง นอกจากนี้นี้ยังก่อให้เกิดผลทางจิตใจคือเบื่อหน่ายในการทำงาน ขวัญและกำลังใจในการทำงานลดลงเป็นผลทำให้เกิดอุบัติเหตุได้เช่นเดียวกัน

3.อันตรายจากแสงเหมือมัวง

ซึ่งจะทำให้หยันตาอักเสบ ตาแดง หรือเยื่อตาในชั้นตาตาอาจถูกทำลายทำให้ขุ่นมองเห็นไม่ชัดจะพบในงานเชื่อมโลหะ การฆ่าเชื้อโรคโดยแสงเหมือมัวง งานเกษตรกลางแจ้ง งานก่อสร้างกลางแจ้ง งานถนนอาหาร

4. อันตรายจากแสงใต้แดง

ช่วงคลื่นของแสงใต้แดงที่ยาวจะถูกกลืนไว้หมดโดยตาดำ ทำให้ตาขุ่น ส่วนช่วงคลื่นของแสงใต้แดงที่สั้นกว่าจะส่องผ่านตาดำและถูกดูดกลืนโดยเลนส์จนเกิดเป็นต้อกระจกจากความร้อน (Heat Cataract) นอกจากแสงใต้แดงอาจจะทะลุทะลวงถึงจอภาพ (Retina) ของนัยน์ตา ทำให้เซลล์ของเรตินาตายได้ทำให้ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดจะพบในงานอุตสาหกรรมเป่าแก้ว งานหล่อหลอมโลหะ งานเชื่อมชนิดต่างๆ และการอบสี เป็นต้น

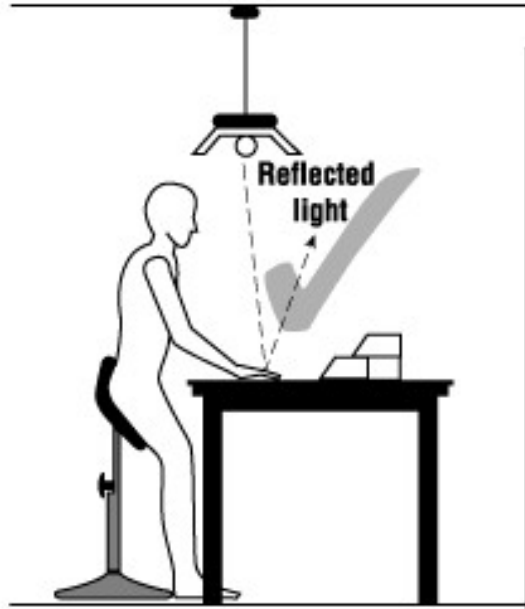
5. อันตรายจากแสงในช่วงคลื่นของความถี่วิทยุโทรทัศน์

ช่วงคลื่นนี้จะทำอันตรายต่อเลนส์ของนัยน์ตามากที่สุดเพราะมีการดูดกลืนของรังสีวิทยุทำให้เกิดความร้อนสูง ซึ่งนัยน์ตาจะมีการไหลเวียน หรือถ่ายเทความร้อนที่ไม่เพียงพอทำให้เซลล์ของนัยน์ตาเกิดการขุ่นมัวได้เร็วทำให้เป็นตาต้อได้

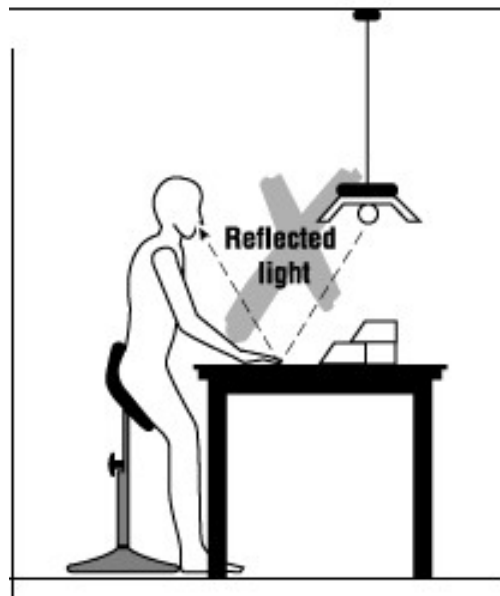
6. แสงจ้า

แสงจ้า คือ จุดหรือพื้นที่ที่มีแสงจ้าเกิดขึ้นในระยะของเวลาลานสายตา (Visual Field) ทำให้ตาู้สึกว่ามีแสงสว่างมากเกินไปกว่าตาที่จะปรับได้เป็นสาเหตุของความรำคาญไม่สุขสบาย หรือความสามารถในการมองเห็นลดลง โดยแสงจ้ามี่ 2 ชนิด คือ

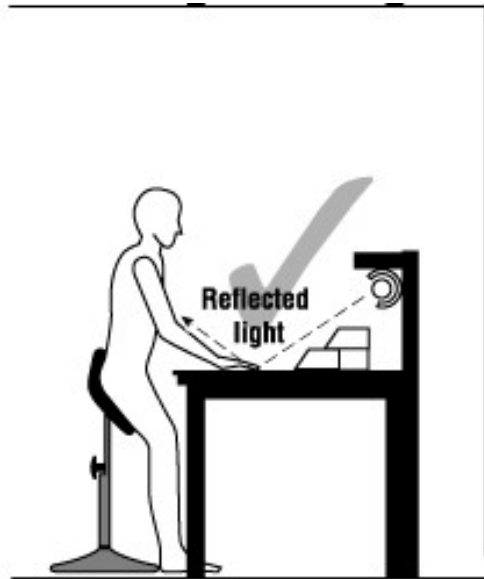
6.1 แสงจ้าตาโดยตรง (Direct Glare) เกิดจากแหล่งกำเนิดที่แสงสว่างจ้าในระยะลานสายตา ซึ่งอาจเกิดจากแสงสว่างที่ส่องผ่านหน้าต่าง หรือแสงสว่างที่เกิดจากดวงไฟติดตั้ง การลดแสงจ้าจากหน้าต่าง ทำได้โดยติดผ้าม่าน ที่บังตา บานเกร็ด ต้นไม้หรือไม้เลื้อยต่างๆเปลี่ยนจากกระจกใสเป็นกระจกฝ้าเปลี่ยนทิศทางของโต๊ะและการนั่งทำงานโดยให้แสงสว่างเข้าด้านข้างหรือนั่งหันหลังให้หน้าต่างแทนการหันหน้าไปหาแสงการใช้คอมพิวเตอร์ที่ครอบลึทพอควรขอบด้านในทาสีเข้มและผิวดำ ติดตั้งคอมพิวเตอร์ไฟต่ำพอเพื่อว่าแสงจ้าที่พื้นผิวจะถูกหลบหายไป แต่ก็ให้มีระดับสูงพอที่จะช่วยในการส่องสว่าง



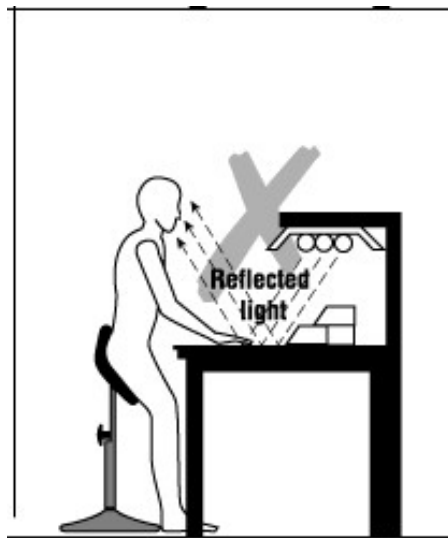
ภาพที่ 3.9 การติดตั้งหลอดไฟทำให้ไม่มีแสงสะท้อนมารบกวนสายตา
ที่มา: Canadian Centre for Occupational Health & Safety, (2016)



ภาพที่ 3.10 การติดตั้งหลอดไฟให้มีแสงสะท้อนมารบกวนสายตา
ที่มา: Canadian Centre for Occupational Health & Safety, (2016)



ภาพที่ 3.11 การติดตั้งหลอดไฟในมุมต่ำเมื่อต้องการเน้นผิวชิ้นงานเป็นพิเศษ
ที่มา: Canadian Centre for Occupational Health & Safety, (2016)

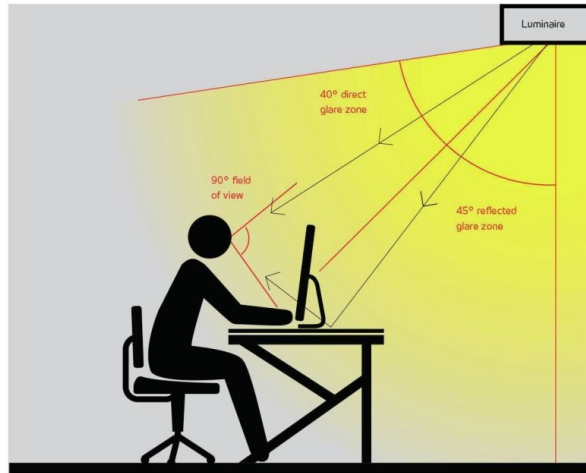


ภาพที่ 3.12 การติดตั้งหลอดไฟหลายหลอดทำให้มีแสงสะท้อนมารบกวนสายตา
ที่มา: Canadian Centre for Occupational Health & Safety, (2016)

6.2 แสงจ้าจากการสะท้อน (Reflected Glare) เกิดจากเมื่อแสงตกกระทบบนพื้นผิวต่างๆ เช่น วัตถุผิวมันและสะท้อนมาเข้าตา แสงจ้าชนิดนี้จะก่อให้เกิดความรำคาญมากกว่าแสงจ้าโดยตรง

การลดแสงจ้าจากการสะท้อนทำได้โดยการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของแหล่งแสงการลดความสว่างของแหล่งแสงการเลือกใช้วัสดุที่มีการสะท้อนแสงต่ำการทำพื้นหลังข้างเคียงให้สว่างกว่าโดยจัดวางให้พื้น/วัสดุผิวสีอ่อนอยู่ด้านหลัง

Direct and Reflected Glare



ภาพที่ 3.13 Direct and Reflected Glare
ที่มา: Hanley Wood Media, Inc., (2016)

7. การเกิดเงา

เงา เป็นอุปสรรคต่อการทำงานอย่างยิ่ง บริเวณที่มีเงามืดบนพื้นผิวของชิ้นงาน จะทำให้การทำงานลำบากยากยิ่งขึ้นมองไม่เห็นขีดคุณภาพของงานแฉ่งเมื่อยตาและอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ การหลีกเลี่ยงการเกิดเงา ทำได้โดยการวางผังโต๊ะในลักษณะที่สามารถหลีกเลี่ยงบริเวณที่จะเกิดเงาจัดกลุ่มดวงไฟสำหรับกลุ่มต่างๆของเครื่องจักรใช้แสงสะท้อนเพื่อหลีกเลี่ยงแสงจ้าจัดทิศทางของแสงให้ดีขึ้นดูแลความสะอาดและเพิ่มจำนวนหน้าต่างและช่องแสง เป็นต้น

การจัดสภาพแวดล้อม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการมองเห็นอย่างชัดเจนถูกต้อง และเกิดความสบาย จึงเป็นเรื่องที่ต้องมีการจัดการแสงสว่างให้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะงานนั้นๆ โดยแสงสว่างนั้นต้องมีปริมาณความเข้มข้นแสงที่เหมาะสมและมีคุณภาพสำหรับการมองเห็น งานบางชนิดที่มีขนาดเล็กมากหรือต้องการความละเอียดสูง ก็จำเป็นต้องใช้แสงสว่างที่มีความเข้มข้นมากกว่างานที่มีขนาดใหญ่หรือประกอบหยาบๆ และแสงสว่างนั้นต้องมีคุณภาพ ไม่ก่อการส่องสว่างที่รบกวนตาและลานสายตา นอกจากนั้นแสงสว่างยังมีอันตรายอื่นของแสงที่ไม่อยู่ในช่วงของความยาวคลื่นที่มองเห็นได้แสงสว่างมีผลกระทบต่อผู้ทำงาน

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจและวิเคราะห์ปริมาณแสงสว่าง

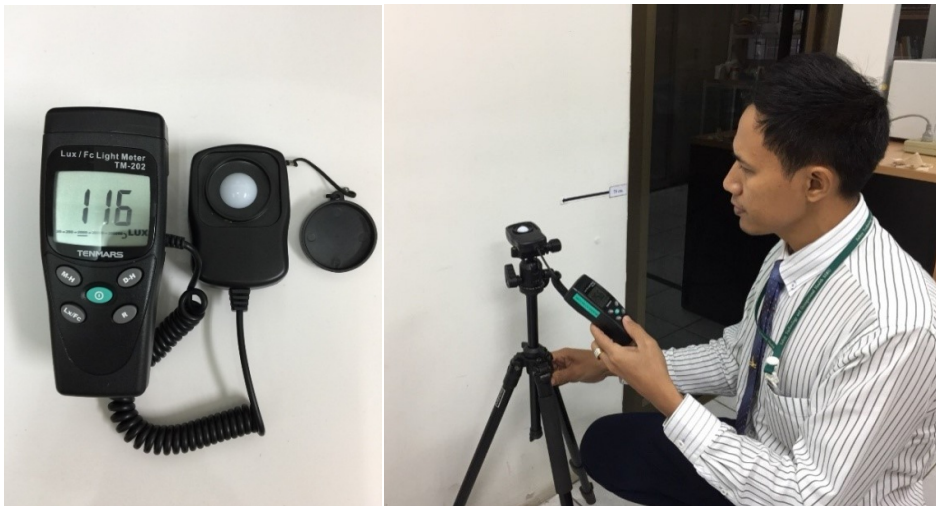
เครื่องวัดแสง (Lux Meter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาณแสงสว่างของการตกลงบนวัตถุในพื้นที่เฉพาะ หรือการวัดความเข้มที่ความสว่างปรากฏต่อสายตามนุษย์อย่างเหมาะสมลักษณะสามารถกำหนดได้ง่ายๆ ว่าเป็นหน่วยของการวัดความสว่างเครื่องวัดแสงที่แม่นยำ หน่วยความสว่างของแสงเรียกว่าลักซ์ (lx หรือ Lux) มีค่าเท่ากับหนึ่งลูเมนต่อตารางเมตรและค่าลักซ์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสว่างโดยพิจารณาจากระยะทางทิศทางและสภาพแวดล้อม ลูเมนหนึ่งอันคือการฉายรังสีแสงที่มองเห็นได้อย่างแท้จริงของแหล่งกำเนิดแสงซึ่งเทียบเท่ากับแคนเดลาหนึ่งอันต่อการวัดมุมสามมิติหรือแคนเดลาหนึ่งอันต่อสเตเดียน โดยพื้นฐานแล้วมันคือผลลัพธ์ของเทียนทั่วไปหนึ่งอัน แม่นยำยิ่งกว่านั้นแคนเดลาจะระบุว่าเป็น “แหล่งกำเนิดของการแผ่รังสีโมโนโครมของความถี่ 540×10^{12} เฮิร์ตซ์ และมีความเข้มของการแผ่รังสีในทิศทางที่ $1/683$ วัตต์ต่อ Steradian”

1. ลักษณะทั่วไปของเครื่องมือวัด

โดยมีส่วนประกอบหลักๆอยู่ 2 ส่วน คือ

1.1 ตัวรับแสง (Sensor) มีลักษณะเป็น Photocell ที่ทำด้วยแก้วหรือพลาสติก ด้านในเคลือบด้วยสารซิลิกอนหรือเซเลเนียม ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ถ้าความเข้มแสงสว่างมาก พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นก็จะมากตามไปด้วยเป็นสัดส่วนกัน เนื้อตัวรับแสงจะมีตัวครอบโค้ง (Opal Glove) ที่มีคุณลักษณะ Cosine-Corrected ที่จะช่วยให้สามารถรับแสงได้ทุกทิศทาง โดยปรับให้มีมุมตกกระทบทุกมุมเป็น 90 องศา

1.2 ตัวอ่านค่า (Meter) ทำหน้าที่รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากเซลล์รับแสงมาแสดงค่าบนหน้าจอเป็นความเข้มแสงสว่างซึ่งมีหน่วยเป็นลักซ์หรือฟุตแคนเดิล



ภาพที่ 3.14 เครื่องมือตรวจวัดปริมาณแสงสว่าง (Lux Meter) และการติดตั้งกับขาตั้ง (Tripod)

ระดับความสูง 75 เซนติเมตร

2. การสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจและวิเคราะห์ปริมาณแสงสว่าง

การสอบเทียบเครื่องวัดแสงก่อนการเก็บตัวอย่างทุกครั้งนั้นอาจจะทำได้ยาก เนื่องจากข้อจำกัดในการหาหลอดไฟมาตรฐาน จึงมีการปรับค่าความถูกต้องของเครื่องมือโดยการปรับศูนย์ (Zero Adjustment) ซึ่งทำโดยการหาวัตถุสีดำที่ปิดครอบบริเวณตัวรับแสง (Sensor) ให้สนิท แล้วให้เครื่องอ่านค่าออกมาเป็น 0 ลักซ์ ถ้าไม่ได้ให้ทำการกดที่ปุ่ม Zero เพื่อทำการปรับให้เครื่องอ่านค่าออกมาเป็น 0 การสอบเทียบมาตรฐานทางแสงสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ คือ

2.1 มาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standard) เป็นการสอบเทียบโดยใช้วัตถุดำคือแพลทตินัม ซึ่งจะถูกให้ความร้อนจนละลายและมีอุณหภูมิสูงกว่า 2045 เคลวิน แล้วจึงค่อยๆลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ จนแพลทตินัมถึงจุดแข็งตัว อุณหภูมิจะเริ่มคงที่ ทำให้สามารถใช้อุณหภูมิที่จุดนี้เป็นอุณหภูมิที่ให้กำเนิดรังสีที่ใช้เป็นมาตรฐานทางแสงได้

2.2 มาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary Standard) เป็นการสอบเทียบโดยใช้หลอดไฟมาตรฐานที่สร้างขึ้นเป็นพิเศษ มีความแข็งแรงกว่าหลอดที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งานทั่วไป โดยเฉพาะการจับยึดใส่หลอด ต้องมั่นคงแข็งแรง กระจายแก๊วกลมและไส สะอาด ปราศจากริ้วรอย และมีการสัมผัสทางไฟฟ้าที่ดี

2.3 มาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard) เป็นการสอบเทียบโดยใช้หลอดไฟมาตรฐานอ้างอิงของห้องปฏิบัติการ โดยหลอดไฟจะสร้างขึ้นเป็นพิเศษ มีคุณลักษณะเช่นเดียวกับหลอดมาตรฐานทุติยภูมิ แต่ลักษณะรูปร่างของหลอดไฟจะแตกต่างกันไปตามมาตรฐานที่ใช้เป็นแนวทาง

2.4 มาตรฐานการใช้งาน (Working Standard) เป็นการสอบเทียบโดยใช้หลอดไฟฟ้าที่มีคุณลักษณะที่ดีจากในตลาดหรือจากโรงงาน แล้วนำไปสอบเทียบกับหลอดมาตรฐานอ้างอิง ก็จะสามารถนำมาใช้งานเป็นหลอดไฟมาตรฐานการใช้งานได้

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแสงสว่างหรือความเข้มแสงสว่าง ซึ่งต้องสามารถวัดความเข้มแสงสว่างได้ตั้งแต่ 0 ถึงมากกว่า 10,000 ลักซ์ต้องเลือกใช้เครื่องวัดแสงที่ตรงตามข้อกำหนดของกฎหมาย ที่ระบุให้ใช้เครื่องวัดแสงที่มีคุณลักษณะตาม CIE 1931 หรือ ISO/CIE 10527 หรือเทียบเท่า เช่น JIS Z 8701 หรือ ดีกว่า (โดยเซลรับแสงต้องมีคุณลักษณะ Cosine-Corrected เพื่อปรับค่าของแสงที่ไม่ได้ตกตั้งฉากกับ Photo Cell และต้องมี Color Corrected ตามมาตรฐาน CIE) เครื่องมือวัดความเข้มของแสงสว่างซึ่งอ่านค่าเป็น ลักซ์ (ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง พ.ศ.2559 ออกตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2559)

การวัดและการคำนวณแสงสว่างในที่ทำงาน

ในการวัดแสงสว่างต้องพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้ได้กล่าวมาแล้วด้วย เครื่องมือที่ใช้วัดแสงสว่างที่เรียกว่า ลักซ์มิเตอร์ เป็นการวัดแสงที่ตกกระทบบนวัตถุ หรือความเข้มของแสงเพียงอย่างเดียว โดยที่หัววัดรับแสงสว่างจะรับแสงสว่างรอบๆ หัววัด แต่ไม่สามารถรับแสงหรือความสว่างด้านหลังหรือด้านล่างของหัววัดได้ เช่นถ้าต้องการวัดแสงบนโต๊ะทำงานว่ามีความเข้มของแสงเท่าไร เพียงพอต่อการมองเห็นหรือไม่ แสงที่วัดได้เป็นแสงที่ตกกระทบบนพื้นผิวของโต๊ะ เมื่อวางหัววัดบนโต๊ะ หัววัดจะรับแสงที่มาจากแหล่งต่างๆที่ตกกระทบบนโต๊ะ หัววัดนี้ไม่สามารถวัดแสงด้านใต้หัววัดที่อยู่ระหว่างหัววัดกับผิวโต๊ะได้ ดังนั้นปัจจัยของสีบนพื้นโต๊ะ ความแวววาว ความเรียบไม่เรียบของโต๊ะ ที่เป็นปัจจัยในการมองเห็นจะไม่รวมอยู่ในวิธีการวัดแบบนี้ ซึ่งโดยความเป็นจริงแล้ว การวัดแสงสว่างเพื่อมองเห็นที่มีประสิทธิภาพจะต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับลักษณะต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้ว

1. การวัดแสงเฉพาะจุดและการวัดแสงเฉลี่ย

อย่างไรก็ตามในที่นี่จะแสดงวิธีวัดแสงที่ระบุไว้ใน ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์วิธีการดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์ สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงภายในสถานประกอบกิจการ ระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการให้เป็นไปตามกฎหมาย ที่ระบุความเข้มของแสงอยู่สองบริเวณคือ แสงสำหรับบริเวณพื้นที่และบริเวณที่ลูกจ้างต้องทำงานโดยใช้สายตามองเฉพาะจุดหรือต้องใช้สายตายุ่งกับที่ในการทำงาน ดังนั้นจึงแบ่งการวัดแสงเป็นสองวิธีหลักๆ คือ

1.1 การวัดแสงเฉพาะจุดที่ใช้สายตามองเฉพาะจุด (Spot Measurement) เป็นการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างบริเวณที่ลูกจ้างต้องทำงานโดยใช้สายตาเฉพาะจุดหรือต้องใช้สายตายุ่งกับที่ในการทำงาน ตรวจวัดในจุดที่สายตาทะลุขึ้นงานหรือจุดที่ทำงานของคนงาน (Point of Work) ถ้าสืบสนว่าควรจะวางหัววัดไว้ที่ไหน ให้ใช้หลักการพื้นฐานคือ มองที่จุดไหนให้วัดที่จุดนั้นโดยวางเครื่องวัดแสงในแนวระนาบเดียวกับชิ้นงาน หรือพื้นผิวที่สายตาทะลุกระทบ โดยต้องระวังไม่ให้เกิดเงาจากผู้วัดบังแสงที่ตกลงบนหัววัดแล้วอ่านค่า

1.2 การวัดแสงเฉลี่ย (Area Measurement) เป็นการวัดหาค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงบริเวณพื้นที่โดยรวมไม่ใช้การมองเฉพาะจุด ดังนั้นจะต้องทำการวัดแสงในบริเวณนั้นหลายๆ ตำแหน่งแล้วมาหาค่าเฉลี่ย โดยจะใช้หลักการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนๆเท่าๆกัน แล้ววัดแสงบนพื้นที่นั้นๆ นำค่าความเข้มแสงทั้งหมดที่ได้มาเฉลี่ย อาจแบ่งพื้นที่ออกเป็นขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร หรือแบ่งขนาดที่แตกต่างไปจากนี้ก็ได้อันขึ้นกับลักษณะขนาดของพื้นที่ เช่น จะแบ่งเป็น ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 1.5 เมตร หรือ ขนาดกว้าง 2.5 เมตร ยาว 2.5 เมตร โดยพิจารณาตามขนาดของพื้นที่โดยรวมทั้งหมดที่ต้องการวัดว่ามีขนาดเท่าไร เช่นพื้นที่ขนาด 100 ตารางเมตร 1500 ตารางเมตร อาจแบ่งขนาดของพื้นที่ไม่เท่ากันในการวัดแสง อย่างไรก็ตามก็ต้องระบุรายละเอียดของการแบ่งพื้นที่ไว้ในรายงานด้วยในกรณีที่มีการ

ออกแบบระบบแสงสว่างมีภาพแบบที่เป็นระบบ ที่จำแนกออกได้ 6 แบบ สามารถวัดและคำนวณระดับแสงเฉลี่ยได้ดังนี้คือ

1.2.1 แบบที่มีระยะห่างระหว่างโคมหลอดไฟเท่ากันที่มีจำนวนแถวมากกว่าสองแถว แสดงดังภาพที่ 3.15 ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3.13)

$$\text{แสงเฉลี่ย} = \frac{[R(N-1)(M-1)+Q(N-1)+T(M-1)+P]}{NM} \quad \dots(3.13)$$

เมื่อ

N เป็นจำนวนโคมไฟต่อแถวแนวนอน

M เป็นจำนวนแถวแนวนอน

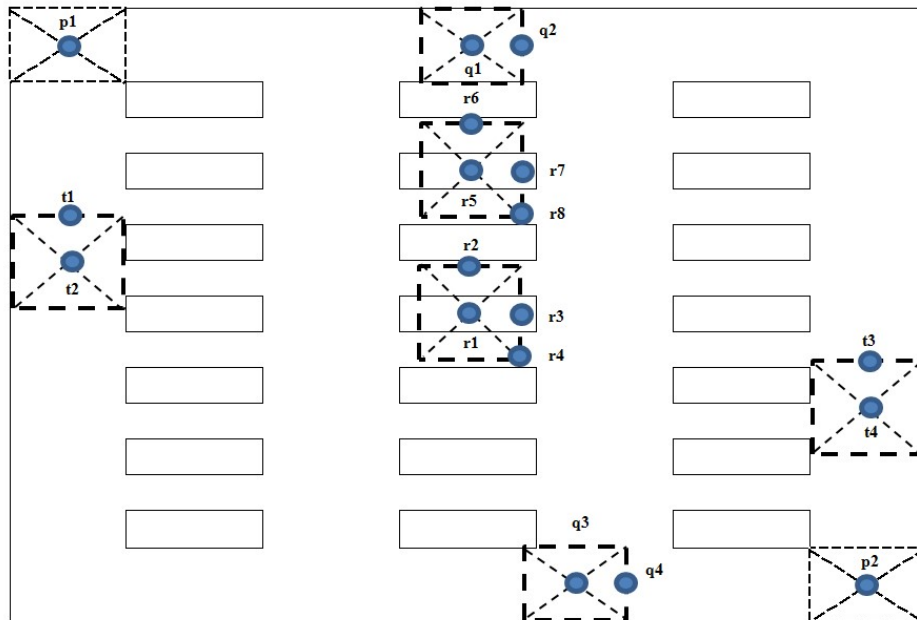
จากภาพที่ 1 มีค่า p, q, r และ t ที่แต่ละค่าเป็นตัวแทนของพื้นที่ต่างๆ ในภาพสี่เหลี่ยมนี้ p₁ และ p₂ เป็นตัวแทนของมุมห้อง นำมาหาค่าเฉลี่ยได้เป็น P

q₁ ถึง q₄ เป็นตัวแทนกึ่งกลางของพื้นที่ริมห้องด้านบนและล่าง นำมาหาค่าเฉลี่ยได้เป็น Q

r₁ ถึง r₈ เป็นตัวแทนกลางห้องและส่วนในห้องนำมาหาค่าเฉลี่ยได้เป็น R

t₁ ถึง t₄ เป็นตัวแทนกึ่งกลางของพื้นที่ริมห้องด้านซ้ายและขวา นำมาหาค่าเฉลี่ยได้เป็น T

ทำการวัดแสงของค่าต่างๆ p, q, r และ t แล้วนำไปหาค่าเฉลี่ย เมื่อได้ค่าเฉลี่ยของ P,Q,R และ T ให้แทนค่าในสมการที่ (3.1)



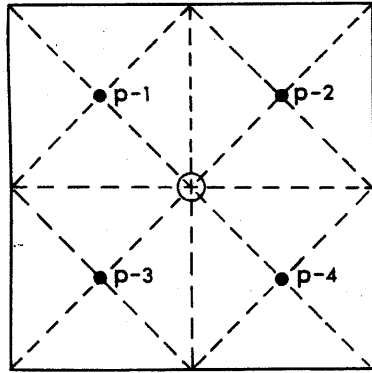
ภาพที่ 3.15 การติดไฟแบบที่มีระยะห่างระหว่างหลอดไฟเท่ากัน

มีจำนวนแถวแนวนอนมากกว่าสองแถว

ที่มา: John E. Kanfman, Jack F. Christensen, (1984)

1.2.2 แบบติดไฟดวงเดียวกลางห้อง ดังภาพที่ 3.16ดำเนินการเช่นเดียวกับในแบบที่ 1 แล้วหาค่าเฉลี่ยจาก p_1 ถึง p_4 ในสมการที่ (3.14)

$$\text{แสงเฉลี่ย} = \frac{[p_1+p_2+p_3+p_4]}{4} \dots\dots\dots (3.14)$$



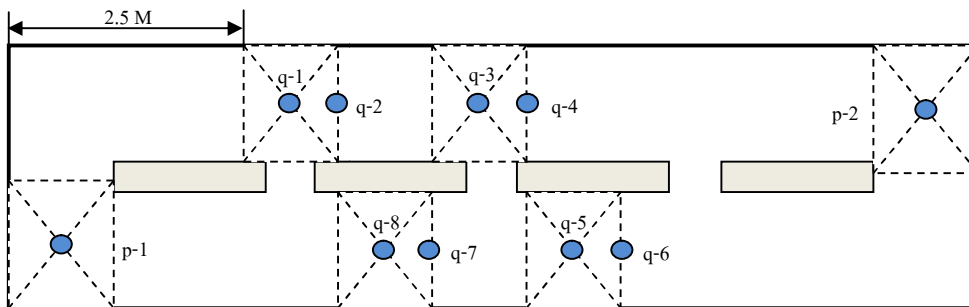
ภาพที่ 3.16 การติดไฟดวงเดียวกลางห้อง
ที่มา: John E. Kanfman, Jack F. Christensen, (1984)

1.2.3 แบบติดไฟแถวเดียวกลางห้อง ดังภาพที่ 3.17 เมื่อหาค่าเฉลี่ยของ P และ Q แล้วให้คำนวณหาค่าเฉลี่ยทั้งหมดด้วยสมการที่ (3.15)

$$\text{แสงเฉลี่ย} = \frac{[Q(N-1)+P]}{N} \dots\dots\dots(3.15)$$

เมื่อ

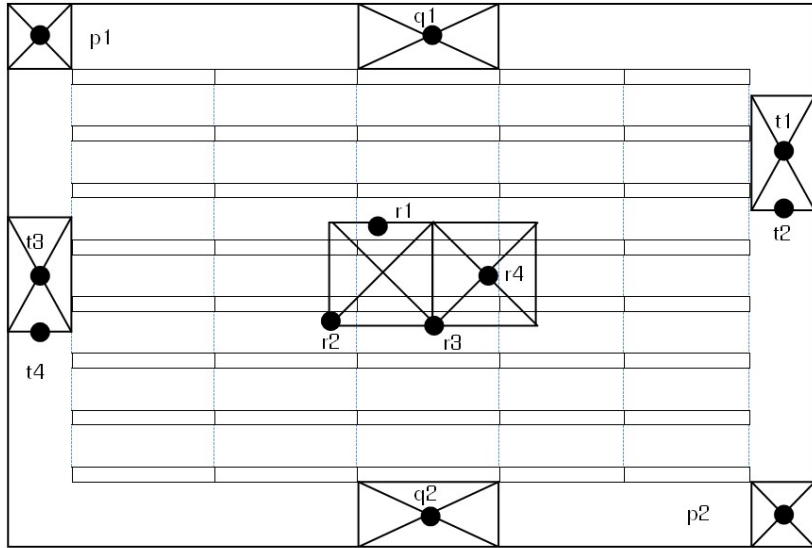
N เป็นจำนวนโคมไฟในแถวแนวนอน



ภาพที่ 3.17 การติดไฟแถวเดียวกลางห้อง
ที่มา: John E. Kanfman, Jack F. Christensen, (1984)

1.2.4 แบบตัดโคมไฟติดกันต่อเนื่องมากกว่าสองแถวในแนวระนาบ ดังภาพที่ 3.18 เมื่อ วัดค่า p, q, r และ t แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยได้ค่า P, Q, R และ T นำค่าเฉลี่ยที่ได้นี้ไปแทนค่าในสมการที่ (3.16)

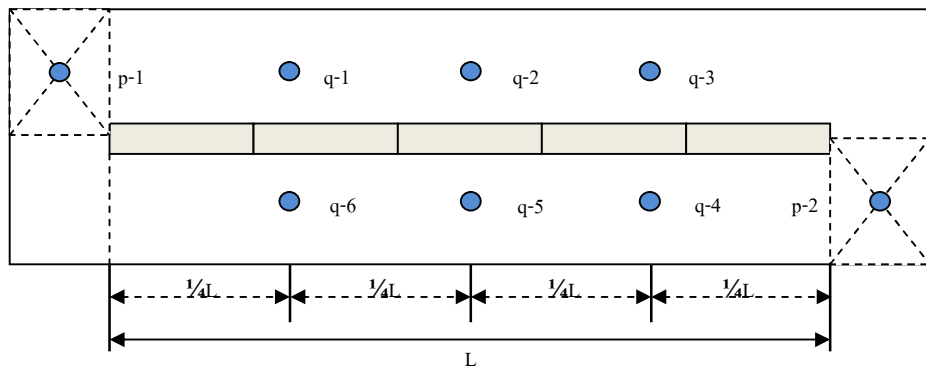
$$\text{แสงเฉลี่ย} = \frac{[RN(M-1)+QN+T(M-1)+P]}{M(N+1)} \dots\dots\dots(3.16)$$



ภาพที่ 3.18 การตัดไฟแบบโคมไฟติดกันต่อเนื่องมากกว่าสองแถวในแนวระนาบ
ที่มา: John E. Kanfman, Jack F. Christensen, (1984)

1.2.5 แบบตัดโคมไฟแบบแถวเดี่ยวต่อเนื่องกัน ดังภาพที่ 3.19 หาค่าเฉลี่ยของ P และ Q แล้วแทนค่าในสมการที่ (3.17)

$$\text{แสงเฉลี่ย} = \frac{[QN+P]}{N+1} \dots\dots\dots(3.17)$$



ภาพที่ 3.19 การตัดโคมไฟแบบแถวเดี่ยวต่อเนื่อง
ที่มา: John E. Kanfman, Jack F. Christensen, (1984)

ปฏิบัติงานทั่วทั้งพื้นที่ของห้อง ต้องเลือกวิธีการวัดแสงสว่างจากหลายๆ จุดมาเป็นตัวแทนแสงสว่าง โดยเลือกวิธีวัดแสงเฉลี่ย เป็นต้น เมื่อกำหนดวิธีการตรวจวัดได้แล้วถึงจะดำเนินการตรวจวัดแสงสว่างตามขั้นตอนดังนี้

1. การตรวจวัดแสงสว่าง

ในการเลือกใช้เครื่องวัดแสง ต้องเลือกใช้เครื่องวัดแสงที่ตรงตามข้อกำหนดของกฎหมายที่ระบุให้ใช้เครื่องวัดแสงที่มีคุณลักษณะตาม CIE 1931 หรือ ISO/CIE 10527 หรือเทียบเท่าเช่น JIS Z 8701 หรือ ดีกว่าเครื่องมือวัดแสง ประกอบด้วยหัววัดรับแสงที่ทำจากซิลิกอนที่แปลงสัญญาณจากพลังงานแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า สำหรับวิธีการวัดแสงนั้นสามารถทำได้ดังนี้

1.1 การตรวจวัดเฉพาะจุดสามารถทำการวัดได้ทันที หากเป็นการวัดค่าเฉลี่ยทั้งห้อง จำเป็นต้องมีการประเมินลักษณะหรือผังการติดตั้งหลอดไฟว่าเป็นแบบไหน (ข้อ 1.2.1-1.2.6) กรณีเป็นแบบที่ 1.2.4 ให้กำหนดจุดวัดแสง เช่น r1-r4 กำหนดขนาดของกล่องกว้าง 1.5 เมตร ยาว 1.5 เมตร แล้วกำหนดจุด r1-r4 (ภาพที่ 3.21) และกำหนด t1-t4, p1-p2 และ q1-q2 ในลักษณะเดียวกัน

1.2 เมื่อกำหนดจุดตรวจวัดเสร็จแล้วให้ศึกษาและทบทวนคู่มือการใช้เครื่องวัดแสงให้เข้าใจอีกครั้ง โดยทดสอบการใช้งานทั้งขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการตรวจวัดและตรวจสอบแบตเตอรี่ให้พร้อมใช้งาน

1.3 เปิดเครื่องวัด พร้อมตรวจสอบว่าค่าที่อ่านได้เท่ากับศูนย์ ในขณะที่ปิดฝาครอบที่หัวรับแสง หรือถ้าเครื่องวัดบางรุ่นไม่มีฝาครอบให้ใช้วัสดุทึบแสงปิดแทน

1.4 เลือกแหล่งกำเนิดแสงสว่างของหลอดไฟให้เหมาะสมตามชนิดของการออกแบบและติดตั้ง เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดฮาโลเจนหลอดไส้หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์หลอดไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์ เป็นต้น

1.5 ปรับช่วงสเกลของมิเตอร์ให้ถูกต้องเหมาะสมกับระดับแสงที่ต้องการวัด เช่น 0 ถึง 2,000 ลักซ์ 2,000 ถึง 10,000 ลักซ์ และ 10,000 ถึง 20,000 ลักซ์ เป็นต้น

1.6 วางตำแหน่งของหัวรับแสงให้ถูกต้อง เช่น ถ้าวัดแบบเฉพาะจุดให้วางหัววัดในตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติการมองวัดนั้นๆ(ภาพที่ 3.22) อาทิ ผู้ปฏิบัติการมองที่ป้ายประชาสัมพันธ์ที่ทำงานให้วางหัววัดรับแสงบนป้ายนั้น หรือวัดแสงที่โต๊ะทำงานก็ให้วางหัววัดรับแสงบนโต๊ะตรงตำแหน่งที่มองทำงาน แต่ถ้าวัดแบบหาค่าแสงเฉลี่ยของทั้งห้องให้หัวรับแสงสูงจากพื้นในตำแหน่งที่ต้องการวัด 75 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.23)

1.7 เปิดฝาครอบที่หัวรับแสงออก ค่าแสดงผลตัวเลขจะปรากฏในหน้าจอของลักซ์มิเตอร์ค่าความเข้มของแสงที่อ่านได้บนจอจะไม่นิ่ง ตัวเลขจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การวัดให้ระวังเงาที่เกิดจากผู้วัดด้วย เพราะจะทำให้ค่าที่ได้ต่ำกว่าค่าจริงให้สังเกตว่าค่าที่ได้นั้นอยู่ในช่วงใดมากที่สุดแล้วกดบันทึกค่า

1.8 การวัดกลางวันหรือกลางคืนให้ดำเนินการวัดตามสภาพความเป็นจริง เช่นถ้าขณะปฏิบัติงานเปิดหลอดไฟให้เปิดหลอดไฟไว้อย่างน้อย 20 นาทีก่อนทำการตรวจวัด ทั้งนี้เพื่อให้หลอดไฟส่องสว่างเต็มที่ถ้าวัดกลางวันแล้วมีการเปิดปิดม่าน ให้ทำการวัดและหมายเหตุเอาไว้ว่าขณะที่ทำการวัดมีสภาพเป็นอย่างไร เพราะการวัดนี้เพื่อให้เป็นไปตามกฎหมาย ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการออกแบบแสงสว่าง ว่าเป็นไปตามที่ได้ออกแบบหรือไม่ แสงกลางวันจากหน้าต่างหรือช่องแสง หรือจากหลอดไฟที่ออกแบบไว้อย่างเดียวอาจจะต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดตามกฎหมาย แต่เมื่อใช้แหล่งแสงของทั้งสองแห่งแล้วอาจทำให้ได้ค่าตามที่กฎหมายกำหนดได้

1.9 ต้องวัดแสงในขณะที่ยู่ปฏิบัติงานอยู่ในลักษณะการทำงานจริงๆแม้การทำงานนั้นจะทำให้เกิดเงาในการวัดแสงควรพิจารณาตำแหน่งของดวงอาทิตย์และสภาพอากาศขณะที่ทำการวัดด้วยงานที่ปฏิบัติในเวลากลางวันต้องทำการวัดแสงในตอนกลางวันแต่ถ้างานที่ปฏิบัตินั้นเป็นเวลากลางคืนก็ต้องทำการตรวจวัดในเวลากลางคืนทำการวัด ณ เวลาใด ตอนเช้ามืด ตอนเที่ยง หรือตอนเย็น เวลาเท่าไรสภาพห้องเพดานดวงไฟความสะอาดสีสภาพอากาศขณะที่ตรวจวัดเป็นต้นให้ระบุในรายงานด้วย

1.10 ในกรณีที่ลักษณะงานบางอย่างที่ต้องมองเข้าไปข้างใน เช่น การจัดสินค้าในห้าง การซ่อมงานในตู้ไฟฟ้า หรือการประกอบตู้ที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่แสงจากเพดานส่องเข้าไปไม่ถึงในตู้ อาจจะใช้ไฟเสริมให้มีความสว่างมากขึ้น แล้ววัดว่าไฟเสริมนี้พอเพียงหรือไม่



ภาพที่ 3.21 การกำหนดจุดตรวจวัดของ r1-r4



ภาพที่ 3.22 การตรวจวัดแสงแบบเฉพาะจุด
ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)



ภาพที่ 3.23 การตรวจวัดแสงแบบเฉลี่ยทั้งห้องที่ความสูงจากพื้น 75 cm.
ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)

การวัดแสงในที่ทำงานนั้นมิวิธีการที่ไม่ซับซ้อน เพียงแต่ต้องตอบวัตถุประสงค์ในการวัดว่าวัดไปเพื่ออะไร การวัดให้เป็นไปตามกฎหมายบางครั้งก็มีข้อจำกัด ที่ไม่สามารถวัดแสงสว่างสำหรับงานบางอย่างได้ เช่น งานตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ที่ชิ้นงานอยู่ระหว่างตาของผู้ตรวจกับหลอดไฟ และคนงานต้องมองผ่านชิ้นงานทะลุไปที่หลอดไฟ เช่นการตรวจสอบขวดน้ำอัดลมที่ล้างแล้ว ว่าสะอาดหรือไม่ จะต้องมองไปที่ขวดที่แสงส่องจากด้านตรงกันข้ามเข้าตาของผู้ตรวจโดยตรง หรือการที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานมองจอคอมพิวเตอร์ ที่ไม่สามารถวัดแสงที่ออกมาจากจอภาพได้ด้วยลักซ์มิเตอร์ ต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ลูมิแนนซ์มิเตอร์ (Luminance Meter) ที่มีหน่วยของการส่องสว่าง (เปล่งแสง) คือ แคนเดลล่าต่อตารางเมตร (Cd/m^2)

2. การเปรียบเทียบกับกฎหมาย

เมื่อวัดแสงแล้ว ให้นำค่าที่อ่านได้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานความเข้มของแสงสว่างพ.ศ.2559 ออกตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2559

2.1 บริเวณที่ลูกจ้างต้องทำงานโดยใช้สายตามองเฉพาะจุดหรือต้องใช้สายตากับที่ในการทำงาน (ตารางที่ 3.9) และบริเวณโดยรอบที่ให้ลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงาน โดยสายตามองเฉพาะจุดในการปฏิบัติงาน (ตารางที่ 3.10)

2.2 การหาค่าเฉลี่ยโดยเลือกการตรวจวัดจากวิธีใดวิธีหนึ่ง และตรงกับลักษณะของสถานประกอบกิจการ ณ บริเวณพื้นที่ทั่วไปและบริเวณการผลิตภายในสถานประกอบกิจการ(ตารางที่ 3.11)

ตารางที่ 3.9 มาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง ณ บริเวณที่ลูกจ้างต้องทำงานโดยใช้สายตามองเฉพาะจุดหรือต้องใช้สายตากับที่ในการทำงาน

การใช้สายตา	ลักษณะงาน	ตัวอย่างลักษณะงาน	ค่าความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)
งานหยาบ	งานที่ชิ้นงานมีขนาดใหญ่สามารถมองเห็นได้อย่าง ชัดเจน มีความแตกต่างของสีชัดเจนมาก	<ul style="list-style-type: none"> - งานหยาบที่ทำที่โต๊ะหรือเครื่องจักร ชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่กว่า 750 ไมโครเมตร (0.75 มิลลิเมตร) - การตรวจงานหยาบด้วยสายตา การประกอบ การนับ การตรวจเช็คสิ่งของที่มีขนาดใหญ่ - การรีดเส้นด้าย - การอัดเบล การผสมเส้นใย หรือการสางเส้นใย - การซักรีด ซักแห้ง การอบ - การป้อนชิ้นรูปแก้ว เป่าแก้ว และขัดเงาแก้ว - งานตี และเชื่อมเหล็ก 	200 – 300

การใช้สายตา	ลักษณะงาน	ตัวอย่างลักษณะงาน	ค่าความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)
งานละเอียดเล็กน้อย	งานที่ขึ้นงานมีขนาดปานกลาง สามารถมองเห็นได้และมีความแตกต่างของสีชัดเจน	<ul style="list-style-type: none"> - งานรับจ่ายเสื้อผ้า - การทำงานไม้ที่ขึ้นงานมีขนาดปานกลาง - งานบรรจุน้ำลงขวดหรือกระป๋อง - งานเจาะรู ทากาว หรือเย็บเล่มหนังสือ งานบันทึกและคัดลอกข้อมูล - งานเตรียมอาหาร ปรงอาหาร และล้างจาน - งานผสมและตกแต่งขนมปัง - การทอผ้าดิบ 	300 – 400
	งานที่ขึ้นงานมีขนาดปานกลางหรือเล็ก สามารถมองเห็นได้แต่ไม่ชัดเจน และมีความแตกต่างของสีปานกลาง	<ul style="list-style-type: none"> - งานประจำในสำนักงาน เช่น งานเขียน งานพิมพ์ งานบันทึกข้อมูล การอ่านและประมวลผลข้อมูล การจัดเก็บแฟ้ม - การปฏิบัติงานที่ขึ้นงานมีขนาดตั้งแต่ 125 ไมโครเมตร (0.125 มิลลิเมตร) - งานออกแบบและเขียนแบบ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ - งานประกอบรถยนต์และตัวถัง - งานตรวจสอบแผ่นเหล็ก - การทำงานไม้อย่างละเอียดบนโต๊ะหรือที่เครื่องจักร - การทอผ้าสีอ่อน ทอละเอียด - การคัดเกรดแป้ง - การเตรียมอาหาร เช่น การทำความสะอาด การต้มฯ - การสีบด้าย การแต่ง การบรรจุในงานทอผ้า 	400 - 500
งานละเอียดปานกลาง	งานที่ขึ้นงานมีขนาดปานกลางหรือเล็ก สามารถมองเห็นได้แต่ไม่ชัดเจน และมีความแตกต่างของสีบ้าง และต้องใช้สายตาในการทำงานค่อนข้างมาก	<ul style="list-style-type: none"> - งานระบายสี ฟันสี ตกแต่งสี หรือขัดตกแต่งละเอียด - งานพิสูจน์อักษร - งานตรวจสอบขั้นสุดท้ายในโรงผลิตรถยนต์ 	500 - 600
		<ul style="list-style-type: none"> - งานออกแบบและเขียนแบบ โดยไม่ใช่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ - งานตรวจสอบอาหาร เช่น การตรวจอาหารกระป๋อง - การคัดเกรดน้ำตาล 	600 – 700
งานละเอียดสูง	งานที่ขึ้นงานมีขนาดเล็ก สามารถมองเห็นได้แต่ไม่ชัดเจน และมีความแตกต่างของสีน้อย ต้องใช้สายตาในการทำงานมาก	<ul style="list-style-type: none"> - การปฏิบัติงานที่ขึ้นงานมีขนาดตั้งแต่ ๒๕ ไมโครเมตร (0.025 มิลลิเมตร) - งานปรับเทียบมาตรฐานความถูกต้องและความแม่นยำของอุปกรณ์ - การระบายสี ฟันสี และตกแต่งชิ้นงานที่ต้องการความละเอียดมาก หรือต้องการความแม่นยำสูง - งานย้อมสี 	700 - 800
	งานที่ขึ้นงานมีขนาดเล็ก สามารถมองเห็นได้แต่ไม่ชัดเจน และมีความแตกต่างของสีน้อย ต้องใช้สายตาในการทำงานมากและใช้เวลาในการทำงาน	<ul style="list-style-type: none"> - การตรวจสอบ การตัดเย็บเสื้อผ้าด้วยมือ - การตรวจสอบและตกแต่งสิ่งทอ สิ่งถัก หรือเสื้อผ้าที่มีสีอ่อนชั้นสุดท้ายด้วยมือ - การคัดแยกและเทียบสีหนังที่มีสีเข้ม - การเทียบสีในงานย้อมผ้า 	800 - 1,200

การใช้สายตา	ลักษณะงาน	ตัวอย่างลักษณะงาน	ค่าความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)
		- การทอผ้าสี่เข็ม ทอละเอียด - การร้อยตะกร้อ	
งานละเอียดสูงมาก	งานที่ชิ้นงานมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน และมีความแตกต่างของสีน้อยมาก หรือมีสีไม่แตกต่างกัน ต้องใช้สายตาเพ่งในการทำงานมาก และใช้เวลาในการทำงานระยะเวลานาน	- งานละเอียดที่ทำที่โต๊ะหรือเครื่องจักร ชิ้นงานที่มีขนาดเล็กกว่า 25 ไมโครเมตร (0.025 มิลลิเมตร) - งานตรวจสอบชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็ก - งานซ่อมแซม สิ่งทอ สิ่งถักที่มีสีอ่อน - งานตรวจสอบและตกแต่งชิ้นส่วนของสิ่งทอ สิ่งถักที่มีสีเข้มด้วยมือ - การตรวจสอบและตกแต่งผลิตภัณฑ์สี่เข็มและสีอ่อนด้วยมือ	1,200 - 1,600
งานละเอียดสูงมากเป็นพิเศษ	งานที่ชิ้นงานมีขนาดเล็กมากเป็นพิเศษ ไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน และมีความแตกต่างของสีน้อยมากหรือมีสีไม่แตกต่างกัน ต้องใช้สายตาเพ่งในการทำงานมากหรือใช้ทักษะและความชำนาญสูง และใช้เวลาในการทำงานระยะเวลานาน	- การปฏิบัติงานตรวจสอบชิ้นงานที่มีขนาดเล็กมากเป็นพิเศษ - การเจียรระโนเพชร พลอย การทำนาฬิกาข้อมือสำหรับกระบวนการผลิตที่มีขนาดเล็กมากเป็นพิเศษ - งานทางการแพทย์ เช่น งานทันตกรรม ห้องผ่าตัด	2,400 หรือมากกว่า

ที่มา: ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, (2559)

ตารางที่ 3.10 มาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์) บริเวณโดยรอบที่ให้ลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงาน โดยสายตามองเฉพาะจุดในการปฏิบัติงาน

พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
1,000 – 2,000	300	200
มากกว่า 2,000– 5,000	600	300
มากกว่า 5,000– 10,000	1,000	400
มากกว่า 10,000	2,000	600

หมายเหตุ : พื้นที่ 1 หมายถึง จุดที่ให้ลูกจ้างทำงานโดยใช้สายตามองเฉพาะจุดในการปฏิบัติงาน
พื้นที่ 2 หมายถึง บริเวณถัดจากพื้นที่ที่ให้ลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงานในรัศมีที่ลูกจ้างเอื้อมมือถึง
พื้นที่ 3 หมายถึง บริเวณโดยรอบที่ติดพื้นที่ ๒ ที่มีการปฏิบัติงานของลูกจ้างคนใดคนหนึ่ง

ที่มา: ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, (2559)

ตารางที่ 3.11 มาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง ณ บริเวณพื้นที่ทั่วไปและบริเวณการผลิตภายในสถานประกอบกิจการ

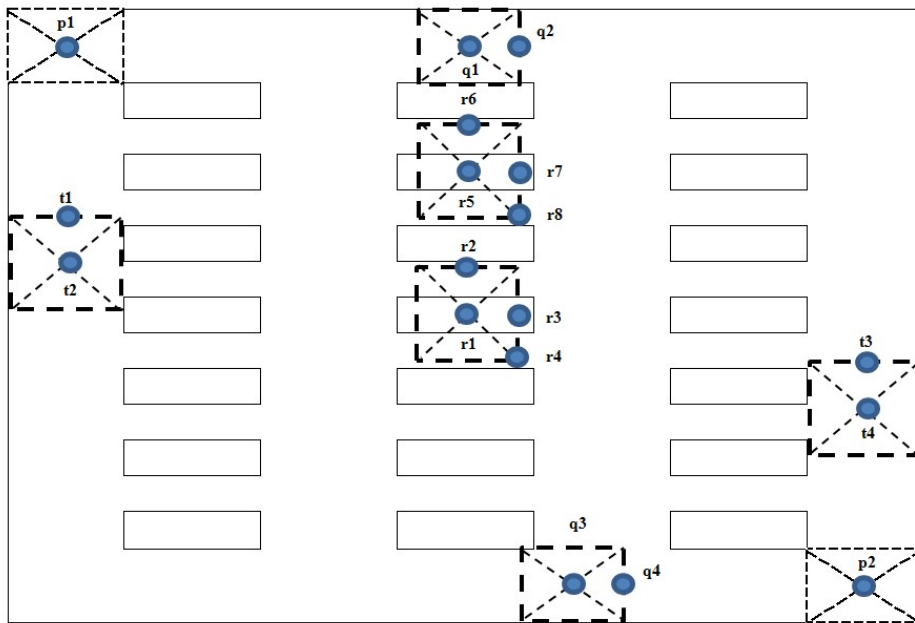
บริเวณพื้นที่และ/หรือลักษณะงาน	ลักษณะพื้นที่เฉพาะ	ตัวอย่างบริเวณพื้นที่ และ/หรือลักษณะงาน	ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)	จุดที่ความเข้มของแสงสว่างต่ำสุด (ลักซ์)
บริเวณพื้นที่ทั่วไปที่มีการสัญจรของบุคคลและ/หรือยานพาหนะในภาวะปกติ และบริเวณที่มีการสัญจรในภาวะฉุกเฉิน	ทางสัญจรในภาวะฉุกเฉิน	ทางออกฉุกเฉิน เส้นทางหนีไฟ บันไดทางฉุกเฉิน (กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินไฟดับโดยวัดตามเส้นทางของทางออกที่ระดับพื้น)	10	-
	ภายนอกอาคาร	ลานจอดรถ ทางเดิน บันได	50	25
	อาคาร	ประตูทางเข้าใหญ่ของสถานประกอบกิจการ	50	-
	ภายในอาคาร	ทางเดิน บันได ทางเข้าห้องโถง	100	50
	ลิฟท์		100	-
บริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ทั่วไป		ห้องพักผ่อนสำหรับการปฐมพยาบาล ห้องพักผ่อน	50	25
		ปั๊มน้ำมัน	100	-
		- ห้องสุขา ห้องอาบน้ำ ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า - ห้องลอบบี้หรือบริเวณต้อนรับ - ห้องเก็บของ	100	50
		โรงอาหาร ห้องปรุงอาหาร ห้องตรวจรักษา	300	150
บริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ในสำนักงาน		- ห้องสำนักงาน ห้องฝึกอบรม ห้องบรรยาย ห้องสืบค้นหนังสือ/เอกสาร ห้องถ่ายเอกสาร ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องประชุม บริเวณโต๊ะประชาสัมพันธ์ หรือติดต่อลูกค้า พื้นที่ห้องออกแบบ เขียนแบบ	300	150
บริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตหรือการปฏิบัติงาน		ห้องเก็บวัตถุดิบ บริเวณห้องอบหรือห้องทำให้แห้งของโรงซักกรีต	100	50
		- จุด/ลานขนถ่ายสินค้า - คลังสินค้า - โกดังเก็บของไว้เพื่อการเคลื่อนย้าย - อาคารหม้อน้ำ - ห้องควบคุม - ห้องสวิตช์	200	100
		- บริเวณเตรียมการผลิต การเตรียมวัตถุดิบ - บริเวณพื้นที่บรรจุภัณฑ์ - บริเวณกระบวนการผลิต/บริเวณที่ทำงานกับเครื่องจักร - บริเวณการก่อสร้าง การขุดเจาะ การขุดดิน - งานทาสี	300	150

ที่มา: ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, (2559)

ในการวัดแสงเฉลี่ยมีข้อพึงระวังในการดำเนินการคือกฎกระทรวงนี้ในตารางที่ 3.10 เป็นระดับแสงเฉลี่ยที่ไม่ได้ระบุค่าต่ำสุดไว้ เช่นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 ลักซ์ จากการวัดแสงหลายๆ บางจุดมากกว่าหรือน้อยกว่า 100 ลักซ์ เมื่อเฉลี่ยแล้วได้ไม่ต่ำกว่า 100 ลักซ์ สมมติว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่ที่วัดแสงแล้วมีค่า 10 ลักซ์ เมื่อเฉลี่ยแล้วได้ไม่น้อยกว่าที่กฎหมายกำหนด แต่พื้นที่ร้อยละ 20 นั้นมีระดับแสงที่ต่ำมาก ซึ่งอาจจะเกิดอุบัติเหตุได้ มาตรฐานที่ระบุไว้ใน ISO 8995-1:2002(en) แนะนำไว้ว่าแสงทุกจุดในพื้นที่ที่จะต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของระดับแสงเฉลี่ย ดังนั้นผู้ปฏิบัติต้องพึงระวังในเรื่องนี้ด้วย

การวิเคราะห์ผลจากการตรวจวัดแสงเฉลี่ย

การวัดแสงเฉลี่ยให้ดำเนินการวัดโดยเลือกจาก 6 แบบ จะเลือกใช้แบบใดก็พิจารณาตามข้อกำหนดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ให้ได้ค่าเฉลี่ยที่เป็นตัวแทนแสงสว่างในห้องนั้นจริงๆ ในหัวข้อการวิเคราะห์ผลจึงจะแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ผล ที่ได้จากกรณีศึกษาจากการตรวจวัดแสงในลักษณะห้องและการจัดวางหลอดไฟ เป็นไปในลักษณะแบบที่มีระยะห่างระหว่างโคมหลอดไฟเท่ากันที่มีจำนวนแถวแนวมากกว่าสองแถว ให้เห็นแนวทางสำหรับดำเนินการการวิเคราะห์ผลที่ถูกต้อง แสดงดังภาพต่อไปนี้



การวิเคราะห์ผลกรณีตรวจวัดแสงของห้องเรียน 4243 อาคาร 42 ตึกเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จากการลักษณะการติดตั้งระบบแสงสว่างแบบที่มีระยะห่างระหว่างโคมหลอดไฟเท่ากันที่มีจำนวนแถวแนวมากกว่าสองแถวขนาดของห้องสี่เหลี่ยม 1.5x1.5 เมตร มีจำนวนโคมต่อแถว 4 โคม มีแถวจำนวน 3 แถวปริมาณแสงที่ตรวจวัด คือ

$$r_1 = 349 \quad r_2 = 323 \quad r_3 = 291 \quad r_4 = 281 \quad r_5 = 355 \quad r_6 = 279 \quad r_7 = 304 \quad r_8 = 316$$

$$q_1 = 293 \quad q_2 = 256 \quad q_3 = 267 \quad q_4 = 283$$

$$t_1 = 217 \quad t_2 = 193 \quad t_3 = 233 \quad t_4 = 241$$

$$p_1 = 231 \quad p_2 = 235$$

1. หาค่าเฉลี่ยของตัวแปร

$$R = \left[\frac{(r_1+r_2+r_3+r_4+r_5+r_6+r_7+r_8)}{8} \right]$$

$$= \left[\frac{(349+323+291+281+355+279+304+316)}{8} \right]$$

$$R = 312.25 \text{ ลักซ์}$$

$$Q = \left[\frac{(q_1+q_2+q_3+q_4)}{4} \right]$$

$$= \left[\frac{(293+256+267+283)}{4} \right]$$

$$Q = 274.75 \text{ ลักซ์}$$

$$T = \left[\frac{(t_1+t_2+t_3+t_4)}{4} \right]$$

$$= \left[\frac{(217+193+233+241)}{4} \right]$$

$$T = 221 \text{ ลักซ์}$$

$$P = \left[\frac{(p_1+p_2)}{2} \right]$$

$$= \left[\frac{(231+235)}{2} \right]$$

$$P = 233 \text{ ลักซ์}$$

2. หาค่าเฉลี่ยจากทุกตัวแปร

$$\text{แสงเฉลี่ย} = \left[\frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + p}{NM} \right]$$

$$= \left[\frac{312.25(4-1)(3-1) + 274.75(4-1) + 221(3-1) + 233}{4 \times 3} \right]$$

$$= \left[\frac{312.25(6) + 274.75(3) + 221(2) + 233}{12} \right]$$

$$= \left[\frac{1873.5 + 824.25 + 442 + 233}{12} \right]$$

$$= \left[\frac{3372.75}{12} \right]$$

$$\text{แสงเฉลี่ย} = 281.0625 \text{ ลักซ์}$$

สรุป ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานความเข้มของแสงสว่างพ.ศ. 2559 ออกตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2559 (ตารางที่ 3.11) ตรงกับบริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ในสำนักงานประเภทห้องฝึกอบรมและห้องบรรยาย ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่าง 300 ลักซ์จากการวิเคราะห์ผลการตรวจวัดแสงห้องเรียน 4243 อาคาร 42 ตึก เทคโนโลยีอุตสาหกรรมวัดแสงเฉลี่ยได้ 281 ลักซ์ปรากฏว่าค่าแสงที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างที่กฎหมายกำหนดไว้

เทคนิคการวิเคราะห์เพื่อการควบคุมแสงสว่าง

ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับแสงสว่าง ภายในสถานประกอบกิจการ ระยะเวลา และประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ ได้กำหนดให้

ข้อ 3 นายจ้างจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับแสงสว่าง ภายในสถานประกอบกิจการในสภาวะที่เป็นจริงของสภาพการทำงาน อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง กรณีที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร อุปกรณ์ กระบวนการผลิต วิธีการทำงาน หรือการดำเนินการใดๆ ที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับแสงสว่าง หรือการดำเนินการใดๆ ที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับแสงสว่าง ให้นายจ้างดำเนินการจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานฯ เพิ่มเติมภายใน 90 วันนับจากวันที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง

ข้อ 8 ให้ตรวจวัดความเข้มของแสงสว่างในสถานประกอบกิจการทุกประเภทกิจการ โดยให้ตรวจวัด “บริเวณพื้นที่ทั่วไป” บริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตที่ลูกจ้างทำงาน และบริเวณที่ลูกจ้างต้องทำงานโดยใช้สายตามองเฉพาะจุดหรือต้องใช้สายตาคู่กับที่ในการทำงาน ในสภาพการทำงานปกติและในช่วงเวลาที่มีแสงสว่างตามธรรมชาติน้อยที่สุด

จากประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานฯ ข้างต้น ผู้ประกอบมีความจำเป็นที่จะต้องจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับแสงสว่าง ภายในสถานประกอบกิจการในสภาวะที่เป็นจริงของสภาพการทำงาน โดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์เพื่อควบคุมให้เป็นไปตามกฎหมายได้ดังนี้

1. การจัดการกับแหล่งกำเนิดแสง

การจัดแสงสว่างในสถานประกอบกิจการใหม่ที่เหมาะสม มีหลักในการพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1.1 การเลือกระบบแสงสว่างและแหล่งกำเนิดแสงสว่างแสงสว่างตามธรรมชาติ เป็นแหล่งกำเนิดของแสงสว่างที่ดีที่สุดและถูกที่สุด การจัดพื้นที่ของสถานประกอบกิจการใหม่พื้นที่ของ

หน้าต่างหรือช่องแสงเข้าจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ หากต้องการนำประโยชน์จากแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ ควรให้มีพื้นที่ของหน้าต่างมากกว่า 1/3 ของพื้นที่ของสถานประกอบการนั้น แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงความร้อนที่จะเข้ามาด้วย

1.2 ลักษณะของห้องหรือพื้นที่ใช้งาน ลักษณะของห้องหรือพื้นที่ใช้งาน นับเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการที่จะนำรายละเอียดไปใช้เป็นข้อพิจารณาในการกำหนดความสว่างให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดการมองเห็นที่ดี การจัดสภาพแวดล้อมในการมองเห็นเพื่อให้เกิดความรู้สึกสบายและอยากทำงาน การพิถีพิถันในการเลือกใช้สี และวัสดุในการทาเพดานและผนัง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเพิ่มการมองเห็นให้ดียิ่งขึ้น โดยจะลดการสูญเสียจากแสงสะท้อน การกระจายของแสงดีขึ้นปกติแล้วการทาสีเพดานควรทาสีที่ใกล้เคียงกับสีขาวให้มากที่สุดและผนังไม่ควรทาสีที่มีความมันวาว ควรทาสีอ่อนๆ

1.3 ปริมาณของแสงสว่างที่เพียงพอและมีคุณภาพลักษณะงานแต่ละชนิด ต้องการปริมาณแสงสว่างไม่เท่ากัน ลักษณะงานที่มีความละเอียดมากหรือมีชิ้นงานขนาดเล็กมาก หรือทำงานกับชิ้นงานที่มีสีที่บ ย่อมต้องการปริมาณแสงสว่างมากกว่างานที่มีชิ้นงานขนาดใหญ่หรือมีสีอ่อน นอกจากปริมาณแสงสว่างที่พอเหมาะสำหรับลักษณะงานแล้ว คุณภาพของแสงสว่างก็มีความสำคัญ

2. แสงสว่างที่ควรหลีกเลี่ยง

2.1 การเกิดแสงจ้า (Glare) คือ จุดหรือพื้นที่ที่มีแสงจ้าเกิดขึ้นในระยะของลานสายตา (Visual Field) ทำให้ตาู้สึกว่ามีแสงสว่างมากเกินไปที่ตาจะปรับได้ ทำให้เกิดความรำคาญ ไม่สบายหรือความสามารถในการมองเห็นลดลง แสงจ้ามี่ 2 ชนิด คือ

2.1.1 แสงจ้าเข้าตาโดยตรง (Direct Glare) เกิดจากแหล่งกำเนิดที่แสงสว่างจ้าในระยะลานสายตา ซึ่งอาจเกิดจากแสงสว่างที่ส่องผ่านหน้าต่าง หรือแสงสว่างที่เกิดจากดวงไฟที่ติดตั้ง การแก้ปัญหาแสงจ้าโดยตรงสามารถทำได้ ดังนี้

- 1) ติดผ้าม่าน ที่บังตา บานเกร็ด ต้นไม้ หรือไม้เลื้อยต่างๆ
- 2) เปลี่ยนเป็นกระจกฝ้าแทนกระจกใส
- 3) เปลี่ยนทิศทางของโต๊ะและที่นั่งทำงาน โดยให้แสงสว่างเข้าด้านข้าง หรือนั่งหันหลังให้หน้าต่าง แทนการหันหน้าไปหาแสง แต่ต้องระวังการเกิดเงาบังแสงสว่างที่ตกกระทบขนงาน
- 4) การใช้โคมไฟ หรือที่ครอบลึกลง ควร ขอบด้านในทาสีเข้มและผิวด้าน
- 5) ติดตั้งโคมไฟให้ต่ำพอ เพื่อว่าแสงจ้าที่พื้นผิวจะถูกกลบหายไป แต่ให้มีระดับสูงเพียงพอที่จะช่วยในการส่องสว่าง

2.1.2 แสงจ้าจากการสะท้อน (Reflected Glare) เกิดจากเมื่อแสงตกกระทบบนพื้นผิวต่างๆ เช่น วัตถุผิวมันและสะท้อนมาเข้าตา แสงจ้าชนิดนี้จะก่อให้เกิดความรำคาญมากกว่าแสงจ้าโดยตรง การลดแสงจ้าจากการสะท้อน สามารถทำได้ ดังนี้

- 1) การปรับเปลี่ยนตำแหน่งของแหล่งแสง
- 2) การลดความสว่างของแหล่งแสง
- 3) การเลือกใช้ผิววัสดุที่มีการสะท้อนแสงตา

4) การทากากป้องกันแสงสะท้อน

5) การทากากหลัง (Background) ข้างเคียงให้สว่างกว่า โดยออกแบบพื้น/วัสดุผิว สีส่อนให้อยู่ด้านหลัง

2.2 การเกิดเงาเงาเป็นอุปสรรคต่อการทำงานอย่างยิ่ง บริเวณที่มีเงามีดบนพื้นผิวของชิ้นงาน จะทำให้การทำงานลำบากยิ่งขึ้น เพราะมองไม่เห็นหรือเห็นไม่ชัด คุณภาพของงานไม่ดี เมื่อเวลา และ อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ การหลีกเลี่ยงการเกิดเงา สามารถทำได้ ดังนี้

2.2.1 การวางผังโต๊ะในลักษณะที่สามารถหลีกเลี่ยงการเกิดเงาในบริเวณที่ทำงาน

2.2.2 จัดกลุ่มดวงไฟสำหรับกลุ่มต่างๆ ของเครื่องจักร

2.2.3 จัดทิศทางของแสง

2.2.4 การเพิ่มแสงสว่างจะสามารถป้องกันการเกิดเงาได้ ดังนั้น การดูแลความสะอาด และเพิ่มจำนวนหน้าต่างและช่องแสง เป็นวิธีทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มการส่องสว่างได้

การจัดแสงสว่างในสถานประกอบการกิจการใหม่ที่เหมาะสม รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมในการมองเห็นเพื่อให้เกิดความรู้สึกสบายและอยากทำงาน การพิถีพิถันในการเลือกใช้สี และวัสดุในการทา เพดานและผนังปริมาณของแสงสว่างที่เพียงพอและมีคุณภาพลักษณะงานแต่ละชนิดแสงสว่างที่ควร หลีกเลี่ยงได้แก่ การเกิดแสงจ้า (Glare) ไม่ว่าจะแสงจ้าเข้าตาโดยตรง (Direct Glare) หรือแสงจ้าจากการ สะท้อน (Reflected Glare) ทำให้ตาารู้สึกว่ามีแสงสว่างมากเกินไปที่ตาจะปรับได้ ทำให้เกิดความรำคาญ ไม่สบาย หรือความสามารถในการมองเห็นลดลง อีกทั้งควรคำนึงถึงเรื่องการเกิดเงา ซึ่งเงาเป็นอุปสรรค ต่อการทำงานอย่างยิ่ง บริเวณที่มีเงามีดบนพื้นผิวของชิ้นงานจะทำให้การทำงานลำบากยิ่งขึ้น

กรณีศึกษา

ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล (2561) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การปรับปรุงระบบแสงสว่าง ศูนย์อาหารและ บริการ 1 มหาวิทยาลัยขอนแก่นพบว่าช่วงเวลาที่ให้บริการหลักเวลา 8:00-19:00 น. เพื่อให้บริการ อาหารและร้านค้าต่างๆ ในชั้นที่ 1-3 ในช่วงเวลากลางวันให้บริการอาหารและบริการร้านค้าอื่นๆ สำหรับ ผู้ใช้อาคาร ช่วงกลางคืนกิจกรรมหลักในพื้นที่ จะเกิดขึ้นในส่วนที่นั่งอ่านหนังสือที่ชั้น 2 และ ชั้นที่ 3 นักศึกษาใช้พื้นที่เพื่อการอ่านและทำงานเรียน แต่ในช่วงเวลาสอบจะมี นักศึกษาเข้าใช้พื้นที่ เกือบเต็ม พื้นที่ สภาพปัจจุบันอาคารมีการใช้พลังงานในอาคารตลอดเวลาและเนื่องจากพื้นที่ส่วนกลางไม่ได้มีการ ปรับอากาศ ทำให้สัดส่วนการใช้พลังงานหลักเฉพาะในพื้นที่ส่วนกลางส่วนหนึ่งมาจากระบบแสงสว่าง ที่ ต้องให้ความสว่างที่เพียงพอในพื้นที่จอดรถ ทางเดิน และ พื้นที่นั่งทำกิจกรรม ทั้งเวลากลางวันและ กลางคืนลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำให้ต้องเปิดการใช้งานอาคารพร้อมกันทุกชั้น โดยไม่ได้มีการ กำหนดพื้นที่ใช้งานทำให้ หากมีผู้ใช้อาคารในบางพื้นที่จำนวนไม่มากก็มีความจำเป็นต้องเปิดไฟเพื่อให้ ความสว่างเพียงพอในงานศึกษาปัญหาของอาคารด้านแสงสว่างเบื้องต้น พบว่าในเวลากลางวัน แสง ธรรมชาติเข้าสู่อาคารจากด้านบนในโถงกลางอาคารมีการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ แต่เมื่อ

พิจารณาการติดตั้งอุปกรณ์ในระบบแสงสว่างในพื้นที่ส่วนกลางและการควบคุมวงจรแสงสว่าง พบว่าไม่ได้ถูกกำหนดให้สอดคล้องกับการกระจายแสงธรรมชาติในอาคาร การใช้งานพื้นที่ชั้นที่ 1-3 ระดับความสว่างที่พบต่ำกว่ามาตรฐานการส่องสว่างเพื่อการทานอาหาร อ่านหรือเขียนหนังสือ ที่กำหนดไว้ประมาณ 200-500 lx (CIBSE, 1994: IESNA, 2003: Illuminating Engineering Association of Thailand, 2005) จากการประเมินแสงสว่างโดยสายตา ไม่พบจุดที่มีดในชั้นที่ 1-3 แต่ในชั้นที่จอดรถบรรยากาศพื้นที่ค่อนข้างมืด ส่วนในเวลากลางคืนค่าความสว่างที่ตรวจสอบพบอยู่ในช่วง 30-200 lx การใช้งานพื้นที่มีการเปิดพื้นที่ใช้งานทุกชั้นทำให้มีการใช้แสงประดิษฐ์ในทุกพื้นที่ แต่การใช้งานอาคารในเวลากลางคืนเกิดขึ้นในพื้นที่ ชั้นที่ 1-2 อย่างไรก็ตามในบางช่วงเวลาพบว่าผู้ใช้งานในพื้นที่ที่เบาบางแต่เพื่อการมองเห็นที่ดี (Visual Environment) มีการเปิดไฟในพื้นที่ เพื่อให้การส่องสว่างสม่ำเสมอและความปลอดภัย ทำให้อาจมีการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างไม่ประหยัดพลังงานในพื้นที่เหล่านี้ในบางช่วงเวลานอกจากนั้น การใช้งานพื้นที่ในเวลากลางคืนในชั้นที่ 3 มีระดับความสว่างที่ต่ำ เนื่องจากดวงโคมมีจำนวนไม่เหมาะสม และดวงโคมชำรุดงานศึกษาในบทความนี้แสดงปัญหาในระบบแสงสว่าง โดยการวิเคราะห์ด้วยการจำลองสภาพแสงของอาคารในลักษณะต่างๆ และนำเสนอแนวทางการปรับปรุงเพื่อให้แสงสว่างของอาคารศูนย์อาหารและบริการมีความเหมาะสมตามมาตรฐานเชิงปริมาณและคุณภาพ และวิธีการดำเนินการวิจัยในบทความนี้สามารถใช้เป็นแนวทางการศึกษาเพื่อปรับปรุงระบบแสงสว่างสำหรับอาคารคล้ายกันที่มีลักษณะการใช้งาน 24 ชั่วโมง

แสงธรรมชาติเพียงพอสำหรับการใช้งานในพื้นที่ในช่วงเวลากลางวัน ยกเว้นบางพื้นที่ในชั้นที่ 2 การปรับวงจรการเปิดและปิดดวงโคม ให้สอดคล้องกับการกระจายแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร จะเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบแสงสว่างได้เมื่อพิจารณาการใช้งานช่วงกลางคืน ต้องมีการปรับและเพิ่มดวงโคม 114 ดวงโคม และเพิ่มจำนวนหลอดไฟในดวงโคมเดิมเพื่อให้มีค่าความสว่างเฉลี่ยของแต่ละพื้นที่ได้ปริมาณขั้นต่ำ แนวทางการปรับปรุงด้านคุณภาพเพื่อให้ระบบแสงสว่างดีขึ้น ได้แก่ การเปลี่ยนอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ การจัดการการใช้พื้นที่ชั้นที่ 3 ให้มีการใช้งานตามช่วงเวลาและปิดการใช้ในเวลา 19:00-7:00 น. เพื่อลดการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง และการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Photovoltaic System) บนหลังคาด้านทิศใต้ ขนาดแผงละ 300 วัตต์ จำนวน 64 แผง ที่สามารถจ่ายไฟฟ้าเพื่อใช้กับดวงโคม ที่เปิดในพื้นที่ที่แสงธรรมชาติไม่เพียงพอของชั้นที่จอดรถและชั้นที่ 1 จำนวนทั้งหมด 226 โคมและใช้กับพัดลมโคจรติดผนัง ขนาด 78 วัตต์ ได้อีก 19 ตัวได้เพียงพออย่างน้อย 5 ชั่วโมง ในเวลากลางวัน

แนวทางการปรับปรุงแสงสว่าง

แนวทางการปรับปรุงเพื่อให้แสงสว่างในอาคารมีมาตรฐานที่ดี โดยการใช้หลักการปรับใช้ดวงโคมที่ติดตั้งเดิมและนำเสนอแนวทางการปรับปรุงเพื่อให้ผ่านมาตรฐานแสงสว่าง เมื่อได้ค่าแสงสว่างจากการจำลองมีโซนพื้นที่ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จะทำตามขั้นตอนในการจำลองแสงสว่างเพื่อให้ระดับแสงสว่างผ่านเกณฑ์ตามลำดับดังนี้

วิธีที่ 1 การปรับเปลี่ยนดวงโคมที่ชำรุด

วิธีที่ 2 เพิ่มจำนวนหลอดไปในดวงโคมที่สามารถติดตั้งเพิ่มเติมได้ จากการสำรวจพบจำนวนดวงโคมที่สามารถติดหลอดไฟได้ 2 หลอด ถูกติดตั้งหลอดเพียง 1 หลอดโดยใช้หลอด T5 ที่สามารถติดตั้งเพิ่มในดวงโคมเดิม

วิธีที่ 3 เปลี่ยนและเพิ่มจำนวนดวงโคมจนปริมาณความสว่างเฉลี่ยของพื้นที่ผ่านมาตรฐานแสงสว่าง โคมที่เลือกใช้ในการเพิ่ม คือโคมสะท้อนแสงแบบติดตั้งลอย ที่สามารถใส่หลอดแบบ Tube ขั้วแบบ G13 ซึ่งเป็นหลอดที่หาซื้อได้สะดวก บำรุงรักษาง่าย และ เลือกหลอด T5 28 วัตต์ เพื่อเป็นตัวแทนในของหลอด (หากมีการเปลี่ยนใช้หลอดLED ภายหลัง จะทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น)

การปรับปรุงด้านคุณภาพพิจารณา เรื่อง ประสิทธิภาพของดวงโคม ระบบ การประหยัดพลังงาน และการกระจายแสง และนอกจากนั้นการกำหนดผังโซนการใช้งานเพื่อให้สอดคล้องกับการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างเพื่อนำเสนอแนวทางการปรับปรุงด้านคุณภาพ

โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ความเข้มแสงสว่าง

โปรแกรมวิเคราะห์ความเข้มแสงสว่างสำเร็จรูปไฟล์ Excel ช่วยให้ผู้เรียนคำนวณและประมวลผลความเข้มแสงสว่างตามวิธีการของกฎหมายที่ได้ประกาศใช้กฎกระทรวง เรื่อง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559 ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว สามารถดาวน์โหลดใช้งานได้ฟรีในระบบปฏิบัติการ Windows ประกอบด้วยการวิเคราะห์ตามลักษณะของการติดตั้งหลอดไฟ 6 กรณี ตามกฎกระทรวงฯ จาก ไดรฟ์ (Google Drive) ของผู้เขียนตำรา (ตาม URL นี้ <https://shorturl.asia/smT4D>) แสดงลักษณะของโปรแกรม ดังนี้

โปรแกรมวิเคราะห์ความเข้มแสงสว่าง

ตำแหน่ง	ค่าแสง (Lux)															
r	r1	305	r2	320	r3	275	r4	300	r5	291	r6	311	r7	340	r8	257
p	p1	296	p2	274												
q	q1	314	q2	307	q3	320	q4	299	N	3	M	7				
t	t1	306	t2	315	t3	283	t4	299								

การตรวจวัดแบบที่มีระยะห่างระหว่างโคมหลอดไฟเท่ากันที่มีจำนวนแถวมากกว่าสองแถว

นำผลการตรวจวัดด้วย Light meter กรอกลงในตารางนี้ โปรแกรมจะวิเคราะห์ผลออกมาให้ในบรรทัดสุดท้าย (ช่องสีแดง)

การคำนวณ

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

$R = r1 + r2 + r3 + \dots + r8 / 8 = 299.88$
 $Q = q1 + q2 + q3 + q4 / 4 = 310$
 $T = t1 + t2 + t3 + t4 / 4 = 300.75$
 $P = p1 + p2 / 2 = 285$
 $N = 3$ $M = 7$

ผลการวิเคราะห์ = 300.38 Lux

ผลการคำนวณจากตัวแปรในตาราง

ภาพที่ 3.24 การวิเคราะห์ความเข้มแสงสว่างกรณีวัดแบบที่มีระยะห่างระหว่างโคมหลอดไฟเท่ากันที่มีจำนวนแถวมากกว่าสองแถว

จากภาพที่ 3.24 เป็นตัวอย่างการวิเคราะห์ในลักษณะแบบที่มีระยะห่างระหว่างโคมหลอดไฟเท่ากันที่มีจำนวนแถวมากกว่าสองแถว โดยนำค่าความเข้มแสงสว่างที่ได้จาก Light Meter กรอกลงในตารางประกอบด้วยค่า r = 8 ค่า t= 4 ค่า q= 4 ค่า p= 2 ค่า N= 1 ค่า M= 1 ค่าเมื่อกรอกข้อมูลเสร็จโปรแกรมจะวิเคราะห์ผลออกมาเป็นค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างของทั้งห้อง

โปรแกรมวิเคราะห์ความเข้มแสงสว่าง

ตำแหน่ง	ค่าแสง (Lux)							
r	r1	305	r2	320	r3	275	r4	300
p	p1	296	p2	274				
q	q1	314	q2	307	q3	320	q4	299
t	t1	306	t2	315	t3	283	t4	299

การตรวจวัดแบบติดโคมไฟติดกันต่อเนื่องมากกว่าสองแถวในแนวระนาบ

นำผลการตรวจวัดด้วย Light meter กรอกลงในตารางนี้ โปรแกรมจะวิเคราะห์ผลออกมาให้ในบรรทัดสุดท้าย (ช่องสีแดง)

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

R	=	$r1 + r2 + r3 + r4 / 4$	=	300.00
Q	=	$q1 + q2 / 2$	=	310
T	=	$t1 + t2 + t3 + t4 / 4$	=	300.75
P	=	$p1 + p2 / 2$	=	285
N	=	5	M	= 8
ผลการวิเคราะห์	=	451.26	Lux	

ผลการคำนวณจากตัวแปรในตาราง

ภาพที่ 3.25 การวิเคราะห์ความเข้มแสงสว่างกรณีวัดแบบติดโคมไฟติดกันต่อเนื่องมากกว่าสองแถวในแนวระนาบ

จากภาพที่ 3.25 เป็นตัวอย่างการวิเคราะห์ในลักษณะแบบที่มีการติดโคมไฟติดกันต่อเนื่องมากกว่าสองแถวในแนวระนาบโดยนำข้อมูลค่าความเข้มแสงสว่างที่ได้จาก Light Meter กรอกลงในตารางประกอบด้วยค่า r = 4 ค่า t = 4 ค่า q = 2 ค่า p = 2 ค่า N = 1 ค่า M = 1 ค่าเมื่อกรอกข้อมูลเสร็จโปรแกรมจะวิเคราะห์ผลออกมาเป็นค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างของทั้งห้อง

ผลจากการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรม สามารถนำไปประเมินกับค่ามาตรฐานตามกฎกระทรวงฯ ตามลักษณะการใช้งานพื้นที่ในแต่ละประเภทที่ได้ถูกต้องและแม่นยำ

สรุป

การจัดการแสงสว่างให้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะงานนั้นๆทำให้การมองเห็นอย่างชัดเจน ถูกต้องและเกิดความสบาย โดยแสงสว่างนั้นต้องมีปริมาณความเข้มข้นแสงที่เหมาะสมและมีคุณภาพ สำหรับการมองเห็น งานบางชนิดที่มีขนาดเล็กมากหรือต้องการความละเอียดสูง ก็จำเป็นต้องใช้แสงสว่างที่มีความเข้มมากกว่างานที่มีขนาดใหญ่หรือประกอบหยาบๆ และแสงสว่างนั้นต้องมีคุณภาพ ไม่ก่อการส่องสว่างที่รบกวนตาและลานสายตา นอกจากนั้นแสงสว่างยังมีอันตรายอื่นของแสงที่ไม่อยู่ในช่วงของความยาวคลื่นที่มองเห็นได้ แสงสว่างมีผลกระทบต่อผู้ทำงานเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแสงสว่างหรือความเข้มแสงสว่าง คือ Lux Meter ซึ่งต้องสามารถวัดความเข้มแสงสว่างได้ตั้งแต่ 0 ถึงมากกว่า 10,000 ลักซ์ต้องเลือกใช้เครื่องวัดแสงที่ตรงตามข้อกำหนดของกฎหมาย ที่ระบุให้ใช้เครื่องวัดแสงที่มีคุณลักษณะตาม CIE 1931 หรือ ISO/CIE 10527 หรือเทียบเท่าเช่น JIS Z 8701 หรือ ดีกว่าซึ่งอ่านค่าเป็น ลักซ์ (lux) แล้วนำผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานต่อไป

คำถามทบทวน

1. การตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับแสงสว่างภายในสถานประกอบกิจการ จะต้องดำเนินการเมื่อไหร่
2. การตรวจวัดความเข้มแสงสว่างภายในอาคารมีกี่วิธีอะไรบ้าง
3. แสงสว่างที่มีผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานอย่างไร
4. แสงเหนือม่วงคืออะไรและเกิดจากกิจกรรมใดบ้างจากการทำงาน
5. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจและวิเคราะห์ปริมาณแสงสว่างประกอบด้วยอะไรบ้าง
6. เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแสงสว่างหรือความเข้มแสงสว่างต้องมีคุณสมบัติอย่างไร
7. จงอธิบายวิธีการวัดแสงเฉพาะจุดที่ใช้สายตามองเฉพาะจุด (Spot Measurement)
8. จงอธิบายวิธีการวัดแสงเฉลี่ย (Area Measurement)
9. จงอธิบายขั้นตอนการการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างภายในอาคาร
10. หลังจากตรวจวัดความเข้มแสงสว่างภายในอาคารแล้วจะประเมินผลอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิชาการ. (2564). **ความรู้พื้นฐานด้านระบบแสงสว่างและแนวคิดการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่างของพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน**. กระทรวงพลังงาน. สืบค้น 24 พฤษภาคม 2564 จาก <http://www2.dede.go.th/bhrd/old/>
- การตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง. (2559). **ฝ่ายพัฒนาความปลอดภัยสถาบันความปลอดภัยในการทำงานกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน**. สืบค้น 7 มีนาคม 2559 จาก <http://www.oshthai.org/attachments/article/156/156.pdf>
- ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. (2559). **การปรับปรุงระบบแสงสว่าง ศูนย์อาหารและบริการ 1 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. วารสารสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวิจัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน ประจำปี 2561.
- นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย. (2560). **การเก็บตัวอย่างด้านอาชีวอนามัย**. สาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ศุภวิชญ์ บุญลี. (2560). **การออกแบบระบบแสงสว่าง**. สืบค้น 24 พฤษภาคม 2564 จาก <https://www.slideshare.net/suphawichbunli/l-05-79005762>
- ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560). **ภาพถ่ายเครื่องมือ**. สาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- e-Industrial Technology Center. (2564). **พื้นฐานด้านแสงสว่าง**. สืบค้น 24 พฤษภาคม 2564 จาก <http://www.9engineer.com>
- ISO 8995-1:2002(en). **Lighting of work placesPart 1: Indoor**. Retrieved, December, 5, 2017 from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8995:-1:ed-1:v1:en>
- CIE S 016/E:2005 (ISO 8995-3:2006). **Lighting of Work PlacesPart 3: Lighting Requirements for Safety and Security of Outdoor Work Places**. Retrieved, December, 5, 2017 from <https://www.iso.org/standard/70593.html>
- Visual school online (2563). **แสงและทัศนอุปกรณ์**. Retrieved, May, 25, 2021 from <http://www.168TutorOnline.com>