บทที่ 1
แนวคิดในการจัดทำคู่มือการตรวจสอบความปลอดภัยในการทำงาน เกี่ยวกับภาวะแวดล้อมเรื่องแสง

จากนโยบายภาครัฐที่ให้ความสำคัญและส่งเสริมความก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรม เพื่อก่อให้เกิดประสิทธิผลทางด้านการผลิต วัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ นับเป็นวิสัยทัศน์ใหม่ที่มุ่งเน้นความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าและทันสมัย อย่างไรก็ตามปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งไม่สามารถมองข้ามไปได้ก็คือ ประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการจัดภาวะแวดล้อมในการทำงานที่ดีและเหมาะสมส่งผลโดยตรงกับประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากร กล่าวคือ หากบุคลากรนั้น ๆ ทำงานในภาวะแวดล้อมที่ดีและเหมาะสมจะทำให้งานนั้น ๆ สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างดี ใช้เวลาและทรัพยากรอย่างมีคุณค่า โอกาสเกิดความเสียหายหรือความล้มเหลวของงานนั้น ๆ ต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด

การจัดแสงสว่างที่เหมาะสมจัดเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการส่งเสริมให้เกิดภาวะแวดล้อมที่ดี สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย หากบริเวณสถานที่ทำงานใดมีปริมาณแสงสว่างน้อยเกินไปจะส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพ อาทิเช่น ปวดตา มึนศีรษะ การหยิบจับใช้เครื่องมือเครื่องจักรเกิดการผิดพลาดและอาจเกิดอุบัติภัยขึ้น และในทางกลับกันหากบริเวณสถานที่ทำงานใดมีปริมาณแสงสว่างมากเกินไปจะส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้า ปวดตา มึนศีรษะ กล้ามเนื้อหนังตากระตุก วิงเวียน นอนไม่หลับ ประสิทธิภาพการมองเห็นลดต่ำลง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดผลทางจิตใจ กล่าวคือ มีความเบื่อหน่ายในการทำงาน ขวัญและกำลังใจในการทำงานลดลง ดังนั้นจึงควรจัดและควบคุมระบบแสงสว่างให้มีความเหมาะสมเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างเคร่งครัด โดยสามารถแบ่งเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานของแสงสว่างออกได้อย่างคร่าว ๆ คือ เกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างในสถานประกอบการของต่างประเทศ อาทิเช่น ค่ามาตรฐานแนะนำความเข้มข้นของแสงสว่างในสถานประกอบการที่กำหนดโดยสมาคมวิศวกรรมและแสงสว่างของประเทศสหรัฐอเมริกา (Illuminating Engineering Socicty ; IES) และเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานของแสงสว่างในประเทศ

ไทย ซึ่งมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องอันได้แก่ *ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม หมวด 2 แสงสว่าง ประกาศ ณ วันที่ 12 พฤศจิกายน 2519 และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546 หมวด 2 แสงสว่าง ประกาศ ณ วันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 เป็นต้น

ผู้จัดทำมีเจตนารมณ์ที่จะรวบรวมทฤษฎีและองค์ความรู้เกี่ยวกับแสงสว่าง หลักการจัดแสงสว่างที่เหมาะสม เกณฑ์และวิธีการตรวจวัด กฎหมายที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ตลอดจนได้ทำการตรวจวัดแสงสว่างบริเวณสถานที่ทำงานจริง โดยใช้สถานที่ทำงานของผู้จัดทำ คือ บริเวณห้องทำงานอธิบดีกรมการจัดหางาน ชั้น 9 อาคารกระทรวงแรงงาน

*ปัจจุบันกระทรวงแรงงานยังคงบังคับใช้ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อมอยู่ เนื่องจากกระทรวงแรงงานได้รับการเลื่อนฐานะมาจากกรมแรงงาน ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของกระทรวงมหาดไทย แต่กฎหมายฉบับดังกล่าวยังมิได้ทำการแก้ไขปรับปรุง

บทที่ 2
ความรู้เกี่ยวกับแสงสว่าง

- ทฤษฎีของแสงสว่าง

แสงสว่าง เป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นประมาณ 380-780 นาโนเมตร (1 นาโมเมตร = 10^{-9} เมตร) ซึ่งเป็นระยะความยาวคลื่นที่มองเห็นได้ (Visible Light) การเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่นของแสงสว่างจะทำให้ตารู้สึกเห็นเป็นสีต่าง ๆ ตามความยาวคลื่นนั้น

ตาราง : แสดงความยาวคลื่นที่ทำให้มองเห็นแสงสีต่าง ๆ

ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)	สีที่มองเห็น
< 450	ม่วง
450 – 500	น้ำเงิน
500 – 570	เขียว
570 – 590	เหลือง
> 610	แดง

พลังงานแสงที่เปล่งออกมาจะถูกถ่ายทอดไปด้วยความเร็วแสงที่สุญญากาศ คือ 300×10^6 เมตร/วินาที โดยความยาวคลื่นและความเร็วจะขึ้นกับตัวกลางที่แสงเคลื่อนผ่าน แต่ความถี่ของแสงคงที่ดังความสัมพันธ์

$$v = \frac{\lambda \upsilon}{n}$$

เมื่อ v = ความเร็วคลื่นในตัวกลาง

λ = ความยาวคลื่นในสุญญากาศ

υ = ความถี่

n = ค่าสัมประสิทธิ์การหักเหของตัวกลาง

- **นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่าง**

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง ควรทราบนิยามศัพท์ที่จำเป็นในการศึกษาเกี่ยวกับแสงสว่าง ดังนี้

1. แคนเดลา (Candela, cd) เป็นหน่วยวัดความเข้มแสงสว่างในระบบสากล หมายถึง แหล่งกำเนิดที่เป็นจุดที่ให้ความเข้มของแสงคงที่ 1 แคนเดลาในทุก ๆ ทิศทางที่แสงสว่างปล่อยออกมา หรือ 1 แคนเดลา เป็นปริมาณฟลักซ์ที่แผ่ออกมา 1/683 วัตต์/สเตอเรเดียน ที่ความยาวคลื่น 555 นาโมมิเตอร์ หรือความถี่ 540×10^{12} เฮิรตซ์ในอากาศ

2. ฟลักซ์แสงสว่าง (Luminous Flux, F) คือ ปริมาณแสงสว่างที่ผ่านพื้นที่หนึ่งในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็นลูเมน (Lumens) ซึ่งเป็นหน่วยอนุพันธ์ของระบบสากล

3. ปริมาณการส่องสว่างหรือความเข้มของการส่องสว่าง (Illuminance, E) คือ ฟลักซ์ของแสงที่ตกกระทบต่อพื้นที่ที่กำหนด มีหน่วยเป็น ลูเมน/ตารางฟุต แต่ถ้าหน่วยวัดพื้นที่ผิวเป็นตารางเมตร หน่วยวัดของปริมาณการส่องสว่างจะเป็น ลักซ์ (Lux) หรือ ลูเมน/ตารางเมตร

4. ฟุตแคนเดิล (Footcandle) หรือฟุตเทียน หมายถึง แสงสว่าง 1 ลูเมน ตกลงอย่างเท่าเทียมกันบนพื้นที่ 1 ตารางฟุต มีค่าเท่ากับ 10.76 ลักซ์

5. ความเข้มแสง หรือกำลังเทียน (Luminous Intensity, I) คือ ผลของปริมาณของแสงสว่างที่ออกจากต้นกำเนิดแสงเปล่งออกมาในทิศทางหนึ่งเป็นหนึ่งหน่วยมุมแท่ง (Solid angle) ใน 1 วินาที มีหน่วยเป็นแคนเดลา (เดิมเป็น ลูเมน/สเตอเรเดียน)

6. ฟุตแลมเบอร์ท (Footlambert) คือ ฟลักซ์แสง 1 ลูเมน สะท้อนออกมาจากพื้นที่ผิว 1 ตารางฟุตของวัตถุ หรือพื้นที่ผิวใดที่สะท้อนแสงออกมาอย่างเท่าเทียมกันด้วยอัตรา 1 ลูเมน/ตารางฟุต จะมีค่าความสว่างเท่ากับ 1 ฟุตแลมเบอร์ท ไม่ว่าจะมองดูจากทิศทางใดก็ตาม

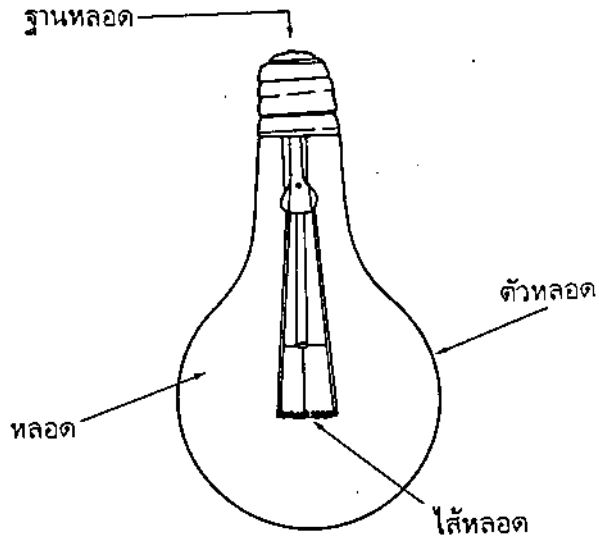
- **แหล่งของแสงสว่าง**

แหล่งกำเนิดของแสงสว่างมี 2 แหล่ง คือ

1. แสงสว่างจากธรรมชาติ (Natural Lighting) แหล่งกำเนิดของแสงสว่างในธรรมชาติที่สำคัญ คือ ดวงอาทิตย์ การใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์อย่างเหมาะสมจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก

2. แสงสว่างจากการประดิษฐ์ (Artificial Lighting) เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่างที่มนุษย์ได้ประดิษฐ์คิดค้นโดยอาศัยธรรมชาติและเทคโนโลยี ได้แก่ หลอดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ คือ

2.1 หลอดไฟฟ้าชนิดไส้หลอด (incandescent lamp) ผู้คิดและประดิษฐ์ คือ เอดิสัน



ภาพแสดงให้เห็นส่วนต่าง ๆ ของหลอดไฟฟ้าชนิดไส้หลอด

2.1.1 ไส้หลอด เป็นส่วนที่จ่ายแสง ซึ่งจะขึ้นกับอุณหภูมิของไส้หลอด โลหะที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการทำไส้หลอด คือ ทังสเตน เพราะมีจุดหลอมเหลวสูง

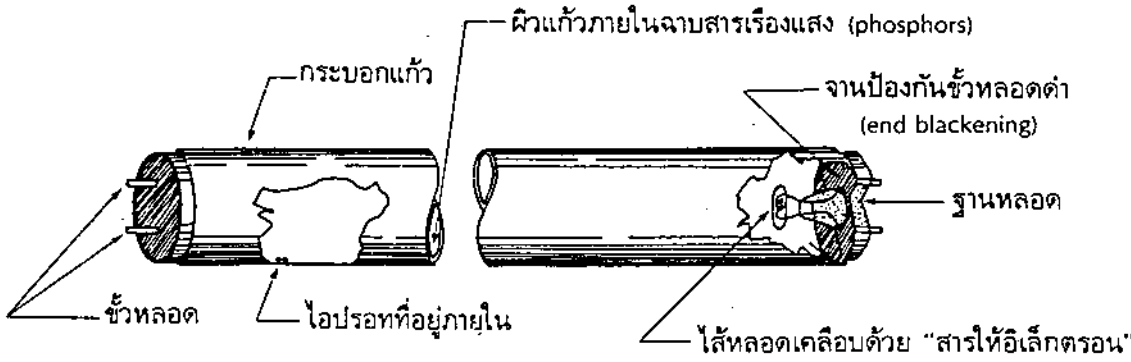
2.1.2 ตัวหลอด ทำจากแก้วหลายชนิดตามความเหมาะสม หรือลักษณะการนำไปใช้งาน หลอดแก้วต้องมีคุณสมบัติทนทานต่อความร้อน มีรูปร่างหลายแบบ

2.1.3 ฐานหลอด มีหน้าที่ยึดตัวหลอดและเป็นส่วนต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า ทำจากอะลูมิเนียมหรือทองแดง ฐานหลอดมีหลายแบบเช่นแบบเขี้ยว เกลียว เป็นต้น

2.1.4 ก๊าซที่เติมในหลอด ในสมัยก่อนภายในหลอดจะผลิตให้เป็นสุญญากาศ ต่อมาได้ปรับปรุงประสิทธิภาพของหลอดโดยการเพิ่มอุณหภูมิ จึงมีการเติมก๊าซเฉื่อยเข้าไปเพื่อไม่ให้เกิดปฏิกิริยาเคมีกับไส้หลอด เช่น ก๊าซอาร์กอน ก๊าซอาร์กอนกับไนโตรเจน หรือก๊าซคริปตอน เป็นต้น

หลอดไฟชนิดไส้หลอด จะมีอายุใช้งานประมาณ 1,000 ชั่วโมง และในปัจจุบันยังมีการพัฒนารูปแบบให้มีประสิทธิภาพการใช้งานดียิ่งขึ้น แต่ราคาค่อนข้างแพง เช่น หลอดออสแรม เป็นต้น

2.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent lamp) เป็นหลอดที่บรรจุด้วยไอปรอท มีการทำงานโดยอะตอมของไอปรอทได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นจากพลังงานไฟฟ้า และเมื่อคายพลังงานออกมาเป็นแสงอุลตร้าไวโอเลตจะไปกระทบกับสารที่เคลือบผิวจำพวกผง ฟลูออเรสเซนต์ทำให้เกิดการเรืองแสงขึ้น



ภาพแสดงส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์

2.2.1 ตัวหลอด โดยปกติจะเป็นหลอดกลมยาว หรือโค้งเป็นวงกลม

2.2.2 ฐานหลอด ในการใช้งานจะต้องต่อหลอดเข้ากับแบลลัสต์และวงจรไฟฟ้า ทางฐานหลอด การสร้างฐานหลอดจะมีลักษณะขึ้นอยู่กับวงจรที่ต้องการ เช่น bipin หรือ single pin เป็นต้น

2.2.3 ที่ยึดหลอด มีหน้าที่ยึดหลอด จะมีแบบตามลักษณะความยาวและรูปร่างของหลอด

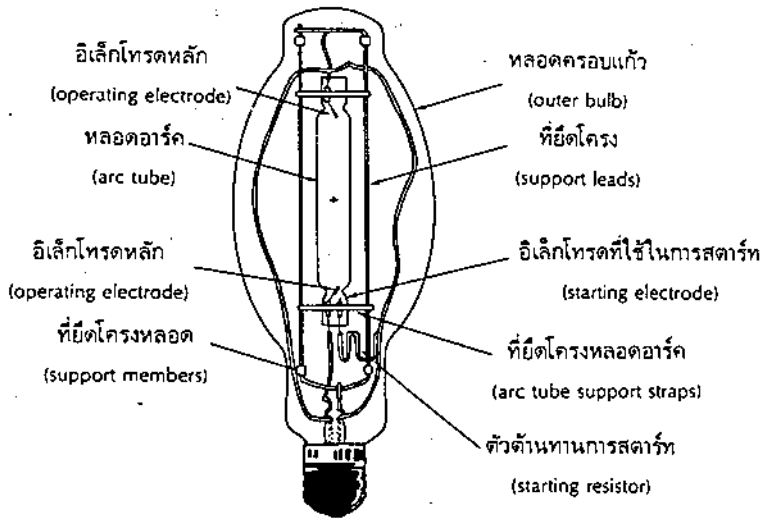
2.2.4 ฟอสเฟอร์ การที่หลอดจะเปล่งแสงสีใดออกมานั้นขึ้นอยู่กับฟอสเฟอร์ที่เคลือบอยู่ภายใน โดยขณะปกติสารที่เคลือบจะมีลักษณะใส หรือเป็นสีขาวเหมือนกัน แต่ในขณะทำงานสารที่เคลือบจะให้พลังงานรังสีสเปคตรัมต่างกัน

ส่วนประกอบอื่นที่ทำให้เกิดแสงสว่าง

1. แบลลัสต์ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ แกนเหล็กและขดลวดทำหน้าที่เพิ่มแรงดัน ขณะเริ่มเปิดสวิตซ์ไฟและจำกัดกระแสไฟฟ้าเมื่อหลอดทำงาน

2. สตาร์ทเตอร์ ทำหน้าที่ในการสตาร์ทหลอด ต้องมีแบลลัสต์ช่วยในการปรับแรงดันไฟฟ้าให้สูงพอที่จะให้ไอปรอทเกิดการแตกตัว และยังควบคุมให้กระแสไฟฟ้าไหลคงที่อีกด้วย วิธีการสตาร์ทนั้นมีหลายวิธีคือ แบบอุ่นไส้หลอดก่อน (preheat start) ต่อมาพัฒนาให้มีการแบบสตาร์ททันทีทันใด (instant start) ซึ่งต้องใช้แรงดันสูงกว่าแบบแรก และปัจจุบันมีวิธีสตาร์ทที่ทันสมัยคือ การสตาร์ทเร็ว (rapid start) โดยการอุ่นขั้วลบ (cathod) อยู่ตลอดเวลาทำให้ไม่ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าสูง

2.2 หลอดเมอคิวรี (mercury lamp) เป็นหลอดก๊าซที่ปลดปล่อยประจุไฟฟ้าชนิดความเข้มของก๊าซสูง (high intensity discharge lamp) ชนิดหนึ่ง คือ แสงที่เปล่งออกมาไม่ได้ขึ้นอยู่กับความร้อนที่ไส้หลอดแต่ขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าที่วิ่งผ่านบรรยากาศของไอ



ภาพแสดงส่วนประกอบของหลอดเมอคิวรี่

2.3.1 หลอดแก้ว ประกอบด้วยหลอด 2 อัน คือ

1) หลอดอาร์ค (arc tube) จะอยู่ข้างในของหลอดครอบแก้ว ในหลอดอาร์คจะมีตัวนำกระแสไฟฟ้า (electrode) ไอปรอท และก๊าซที่ใช้ในการสตาร์ท หลอดอาร์คจะทำจากผลึกควอทซ์

2) หลอดครอบแก้ว หลอดนี้จะเป็นหลอดที่อยู่ภายนอก ล้อมรอบหลอดอาร์ค ทำหน้าที่ป้องกันหลอดอาร์คและเป็นตัวกรองรังสีอุลตร้าไวโอเลตที่ไม่ต้องการออกไป และช่วยในการระบายความร้อน

2.3.2 ตัวนำกระแสไฟฟ้า ใช้เป็นตัวทำให้เกิดแสงสว่างจากการที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านช่องว่างระหว่างตัวนำกระแสไฟฟ้า ตัวนำกระแสไฟฟ้ามักทำด้วยทังสเตน ตัวนำกระแสไฟฟ้าของหลอดเมอคิวรี ประกอบด้วย 3 อัน อิเล็กโทรดหลัก (operating electrode) 2 อัน และอิเล็กโทรดที่ใช้ในการสตาร์ท (starting electrode) ซึ่งจะต่ออนุกรมอยู่กับตัวต้านทานที่ใช้ในการสตาร์ท (starting resistor)

2.3.3 ตัวต้านทานที่ใช้ในการสตาร์ท ทำหน้าที่ในการสตาร์ทหลอดในช่วงแรก เมื่อหลอดสว่างกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านด้านนี้น้อยมาก เนื่องจากก๊าซภายในหลอดเกิดการไอออนไนซ์ลดลง ทำให้ความต้านทานลดลง กระแสไฟฟ้าจึงไหลผ่านทางด้านอิเล็กโทรดหลักมากกว่า

2.3.4 ก๊าซที่ใช้ในหลอดเมอคิวรี มักใช้ไอปรอทหรืออาร์กอนเติมในหลอดอาร์ค ส่วนหลอดครอบแก้วจะใช้ไนโตรเจนเติมเพียงเล็กน้อย เพื่อเป็นฉนวนความร้อน

2.3.5 ฟอสเฟอร์ จะถูกใช้เคลือบไว้ที่ผิวด้านในของครอบแก้ว ซึ่งทำหน้าที่กรองรังสีอุลตราไวโอเลต พร้อมทั้งแสดงคุณภาพของแสงที่เปล่งออกมาให้เป็นสีตามชนิดของฟอสเฟอร์ที่เคลือบอยู่

2.3.6 ที่ยึดโครงหลอดอาร์ค จะทำหน้าที่ยึดหลอดอาร์คกับฐานหลอด และยึดตัวต้านทานที่ใช้ในการสตาร์ทกับหลอดอาร์ค

2.3.7 ฐานหลอด ส่วนใหญ่เป็นแบบเกลียว เนื่องจากหลอดมีขนาดใหญ่และต้องรับน้ำหนักมาก

ส่วนประกอบอื่น คือ แบลลัสต์ มีหน้าที่จำกัดกระแสไฟและในขณะที่สตาร์ทจะทำหน้าที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูง เพื่อที่จะเกิดการอาร์คในหลอดอาร์ค

หลอดเมอคิวรีมีหลายชนิด ดังเช่น หลอดเมอคิวรีกระเปาะใส ใช้ในโรงงานเหล็กกล้า ถนนและไฟกลางแจ้ง หลอดฟลูออเรสเซนต์-เมอคิวรี ใช้ในโรงยิมเนเซียม ธนาคาร ห้องที่มีเพดานสูง หลอดเมอคิวรี-รีเฟลคเตอร์ ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ใช้เป็นไฟสาด หรือใช้ในสถานที่ที่มีการบำรุงรักษาที่มีปัญหามาก หลอดใช้งานตามวัตถุประสงค์ เช่น ใช้ในการเตือนภัย ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น

2.4 หลอดโซเดียม เป็นหลอดก๊าซที่ปลดปล่อยประจุไฟฟ้าประเภทหนึ่ง ซึ่งให้แสงสว่างโดยการนำไฟฟ้าผ่านไอของโซเดียม มี 2 ชนิด คือ หลอดโซเดียมความดันสูง ใช้กับถนน ไฟสาดตึก หลอดโซเดียมความดันต่ำจะให้แสงสีเหลือง จึงไม่เหมาะสมกับงานที่ต้องการความแตกต่างของสี

2.5 หลอดเรืองรอง (glow lamp) ใช้สำหรับแสดงการทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ และอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

2.6 หลอดซินโครเนียม ใช้เป็นต้นกำเนิดแสงเล็ก ๆ

2.7 หลอดระยะอาร์คสั้น (short arc lamp) ใช้ในการเป็นแหล่งกำเนิดแสงอาทิตย์เทียมเพื่อใช้ทดสอบในห้องทดลอง

- แสงสว่างกับการมองเห็น

แสงสว่างเป็นสิ่งที่สำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะถ้าปราศจากแสงสว่างการมองเห็นก็จะเกิดขึ้นไม่ได้ แม้ตาจะไม่บอดก็ตาม แสงสว่างจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการมอง รับรู้ ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องในสมัยก่อนดวงอาทิตย์นับเป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่างที่ยิ่งใหญ่ของมนุษย์ แต่ก็เป็นประโยชน์เฉพาะในเวลากลางวันเท่านั้น ดังนั้น มนุษย์จึงพยายามเสาะแสวงหาแสงประดิษฐ์ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการมองเห็นเพิ่มขึ้น

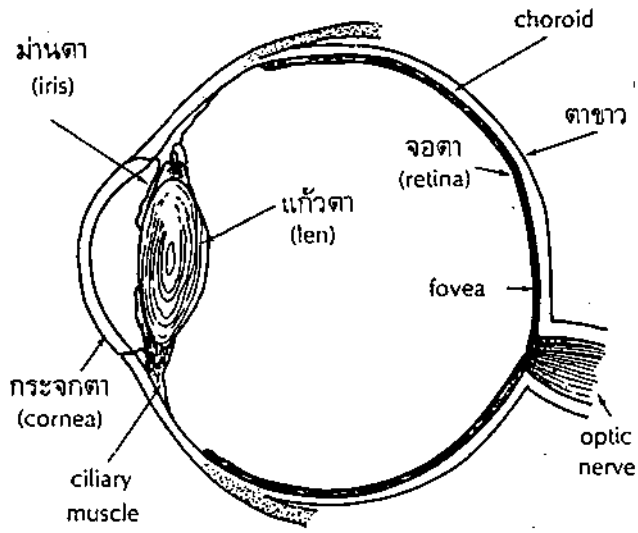
นอกจากแสงสว่างซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการมองเห็นของมนุษย์แล้ว ยังมีปัจจัยสำคัญอื่น ๆ ที่ช่วยในการมองเห็น คือ

1. ความสามารถในการมองเห็นของดวงตา
2. ความสว่างของวัตถุ (bright)
3. ขนาดและรูปร่างของวัตถุ

4. ความแตกต่างระหว่างวัตถุกับฉาก (contrast)
5. การเคลื่อนที่ของวัตถุ
6. สี

1. ความสามารถในการมองเห็นของดวงตา

1.1 ส่วนประกอบของดวงตา



ภาพแสดงส่วนประกอบของดวงตา

ส่วนประกอบของดวงตาที่สำคัญมี 3 ส่วน คือ

1.1.1 องค์ประกอบภายนอก ส่วนนอกของลูกตาจะมีลักษณะแข็ง ส่วนที่เป็นสีขาว เรียกตากขาว (Sclera) มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 22 มิลลิเมตร หนาประมาณ 1 มิลลิเมตร ตาขาวจะยอมให้แสงผ่านทางช่องที่อยู่ด้านหน้าซึ่งเรียกว่า กระจกตา (cornea) มีรูปร่างคล้ายเลนส์นูน รัศมีประมาณ 8 มิลลิเมตร และมีการสะท้อนแสงซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 1.37 ด้านหลังกระจกตาจะมีช่องว่าง ซึ่งมีน้ำหล่อเลี้ยงเรียก น้ำหลังกระจกตา (aqueour humor) ส่วนของกระจกตาไม่มีเลือดมาเลี้ยง แต่ได้รับสารอาหารจากน้ำหลังกระจกตา ซึ่งมีการถ่ายเททุก ๆ 4 ชั่วโมง

1.1.2 รูม่านตา (pupil) ด้านหลังของน้ำหลังกระจกตาคือ ม่านตา (iris) แสงจะผ่านม่านตาทางรูม่านตา ม่านตาประกอบด้วยกล้ามเนื้อที่บอบบาง ซึ่งสามารถเปลี่ยนขนาดของรูม่านตาได้ตามขนาดของแสงที่ผ่าน ซึ่งจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-8 มิลลิเมตร การปรับขนาดจะเป็นไปโดยอัตโนมัติ ภายใน 10 วินาที ถ้าแสงน้อยรูม่านตาจะขยายกว้างขึ้น แสงมากรูม่านตาจะหดลง ปฏิกิริยาของรูม่านตาหากไม่เกิดขึ้นแสดงว่าสมองถูกระทบกระเทือน นอกจากปฏิกิริยาอันเนื่องจากแสงแล้ว ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขยายของรูม่านตาอาจเกิดจากยาก็ได้ หรือกรณีมีความสนใจสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นพิเศษ รูม่านตาจะขยายถึงร้อยละ 30 ของเส้นผ่านศูนย์กลางปกติ

1.1.3 เลนส์หรือแก้วตา (lens) เมื่อแสงผ่านรูม่านตามาแล้วจะพบเลนส์ เลนส์มีสัมประสิทธิการสะท้อนแสงประมาณ 1.40 เลนส์ช่วยในการปรับภาพที่อยู่ในระยะต่าง ๆ ของตาให้เห็นชัดขึ้น โดยอาศัยกล้ามเนื้อที่ยึดดวงตาเรียกว่า แอคคอมโมเดชั่น (accommodation) ซึ่งเลนส์จะถูกเปลี่ยนรูปร่างไปตามกล้ามเนื้อที่ยึดดวงตา คือ เมื่อกล้ามเนื้อผ่อนคลายเลนส์จะแบน เมื่อกล้ามเนื้อตึงเลนส์จะหนา

การเกิดแอคคอมโมเดชั่นบ่อย ๆ โดยเฉพาะการมองวัตถุที่ใกล้เกินไปจะทำให้เกิดเมื่อยตาได้ นอกจากนี้อายุก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การแอคคอมโมเดชั่นลดลง เนื่องจากเลนส์และกล้ามเนื้อที่ยึดดวงตาสูญเสียความยืดหยุ่น ดังตารางแสดงระยะวัตถุที่ใกล้ที่สุดที่ดวงตาจะเกิดแอคคอมโมเดชั่น เพื่อรับภาพได้

ด้านหลังเลนส์จะมีน้ำหล่อเลี้ยง (vitreous humor) และมีจอตา (retina) ทำหน้าที่เป็นจอรับแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุ

ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของระยะวัตถุที่ใกล้ที่สุดที่ดวงตาจะรับภาพได้ชัด

อายุ (ปี)	ระยะใกล้ที่สุด (ซ.ม.)
10	7
20	10
30	14
40	22
50	40
60	200

1.2 การมองเห็นของดวงตา เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ สามารถเปรียบเทียบได้กับกล้องถ่ายรูป ดังตาราง

ตารางเปรียบเทียบอวัยวะของดวงตากับกล้องถ่ายรูปในการทำให้เกิดภาพ

เหตุการณ์หรือสิ่งที่เกี่ยวข้อง	กล้องถ่ายรูป	อวัยวะของดวงตา
สิ่งห่อหุ้ม	ตัวกล้อง (box)	ตาขาวและเยื่อโลหิตฝอยของตา (choriod)
สิ่งที่รับแสงสว่าง	ฟิล์ม	จอตา
สิ่งที่ควบคุมความเข้มของแสง	ไดอะแฟรม	ม่านตา
กลไกที่ป้องกันไม่ให้แสงเข้า	ชัตเตอร์	เปลือกตา
สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสง	เลนส์และอากาศ	กระจกตาและน้ำหลังกระจกตา แก้วตา
สิ่งที่ช่วยในการปรับภาพให้ชัดเจน	เลนส์กับฟิล์ม	การเกิดแอคคอมโมเดชั่น
การเห็นเป็นรูปภาพ	ล้างฟิล์มในห้องมืด	สมองส่วนบน (cortex of the brain)

เมื่อแสงสว่างผ่านกระจกตก น้ำหลังกระจกตา รูม่านตา เลนส์ ไปจนถึงจอตาซึ่งมีเซลล์รีอดและโคน แสงสว่างจะทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดสัญญาณประสาทไปรีอดและโคนที่จอตา จะเกิดปฏิกิริยาโดยอาศัยแสงสว่างเป็นตัวกระตุ้นการผลิตสัญญาณไฟฟ้า ผ่านไปยังเส้นใยประสาทที่ต่อเชื่อมกันอยู่ไปยังสมองส่วนบน ในที่ที่มีความสว่าง การมองเห็นจะใช้ระยะเวลาน้อยกว่าในที่ที่มืด เพราะเซลล์โคนเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ขณะอยู่ในที่ที่มีแสงสว่างส่วนในที่มืดเป็นเซลล์รีอดจะทำหน้าที่ แต่จะใช้เวลามากกว่าเซลล์โคน เพราะสารในเซลล์รีอดจะถูกทำลายโดยแสงสว่างได้ง่าย จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ช้า ซึ่งอาจใช้เวลาถึง 30 นาที หรือถึง 1 ชั่วโมงได้

ปัญหาของตาที่ให้ความสามารถในการมองเห็นลดลง เช่น ตาอักเสบจากฝุ่น ควัน และแบคทีเรีย อาการเมื่อยตาจากการที่ได้รับแสงสว่างที่จ้าเกินไปมาก ๆ สายตาสั้น ตาไม่สู้แสง (nystagmus) ทำให้ลูกตาเคลื่อนไหวไปมาควบคุมไม่ได้ เนื่องจากเป็นอาการแสดงของระบบประสาทอยู่นอกอำนาจจิตใจ ดวงตาเห็นภาพซ้อนเนื่องจากกล้ามเนื้อตาผิดปกติหรือได้รับอันตรายที่ดวงตา ตาบอดสีทำให้ไม่สามารถแยกสีได้ ส่วนใหญ่พบบอดสีแดง เขียว ตาบอดชั่วคราวจากได้รับแสงจ้าเกินไป หรือมีการเปลี่ยนระดับความเข้มของแสงจากการปรับตัวในที่มืด

2. ความสว่างของวัตถุ

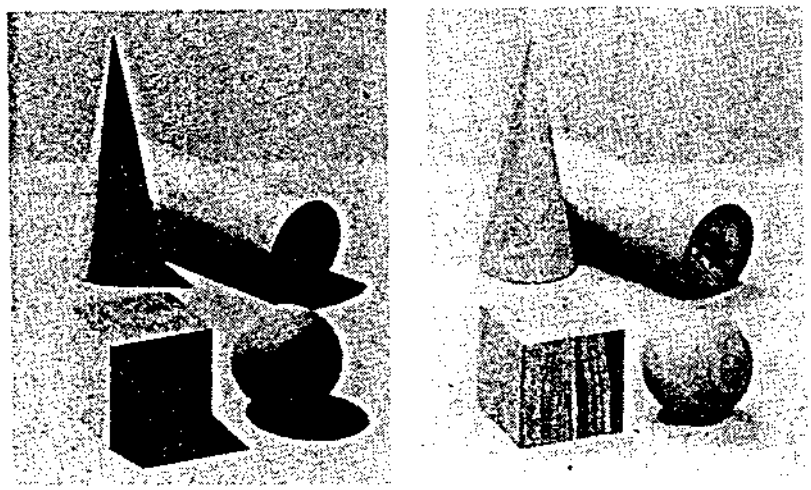
ความสว่างของวัตถุก็คือ ปริมาณการส่องแสงสว่างที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิวของวัตถุ ซึ่งพื้นผิวที่สว่างจะมีการส่องสว่างมากกว่าพื้นผิวที่มืด ดังนั้น วัตถุที่มีความสว่างจะมองเห็นได้ก่อน ทั้งนี้จะขึ้นกับปริมาณของแสงสว่างภายนอกที่ส่องมายังวัตถุนั้นและสัดส่วนของแสงที่หักเหในระดับที่ตามองเห็นด้วย

3. ขนาดและรูปร่างของวัตถุ

การมองเห็นจะขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุเป็นสำคัญคือ ถ้ามีขนาดใหญ่ ก็จะมองเห็นได้ง่ายกว่าวัตถุที่มีขนาดเล็ก ในระยะห่างที่เท่ากันและวัตถุที่ขนาดและรูปร่างเท่ากัน หากมองที่ระยะทางแตกต่างกัน หรือมุมในการมอง (visual angle) ต่างกัน ก็จะเห็นวัตถุเล็กเมื่อมองจากระยะไกล แต่เมื่อมองในระยะใกล้วัตถุนั้นก็จะมองเห็นใหญ่ขึ้น

4. ความแตกต่างระหว่างวัตถุกับฉาก

ความแตกต่างระหว่างวัตถุที่มองและฉาก มีความสัมพันธ์ต่อความรู้สึกในการมองเห็น คือ ฉากที่มืดจะให้ความรู้สึกในการมองเห็นน้อยกว่าฉากที่สว่าง หรือกล่าวได้ว่าเมื่อมีแสงสว่างเท่า ๆ กันแล้ว การมองเห็นจะดีกว่าในกรณีที่มีความแตกต่างระหว่างวัตถุและฉากมาก ดังภาพ



ภาพแสดงความแตกต่างระหว่างวัตถุกับฉาก

5. การเคลื่อนที่ของวัตถุ

การมองเห็นไม่สามารถที่จะเกิดขึ้นทันทีทันใดได้ แต่จะขึ้นอยู่กับระยะเวลา ความสามารถในการมองเห็นของตา จะดีหรือไม่ก็อยู่ที่ระดับของการเคลื่อนไหว การเคลื่อนไหวของวัตถุที่จะมองหากเร็วมากจนกระทั่งตาไม่สามารถจะติดตามการเคลื่อนไหวได้ ทำให้เห็นภาพไม่ชัดเจนบอกรายละเอียดของภาพไม่ได้ เช่น ภาพรถยนต์ที่แล่นด้วยความเร็วสูง

6. สี

การมองเห็นสีนั้นอธิบายโดยทฤษฎี 2 ทฤษฎี

ทฤษฎีที่ 1 คือ Young Helmholtz Theory ซึ่งกล่าวได้ว่าสีต่าง ๆ กัน ถูกผสมสีโดยแสง 3 สี คือ แดง เหลือง น้ำเงิน และอวัยวะรับสีก็จะแยกสีเหล่านี้ออกไปโดยการรับรู้ของความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน

ทฤษฎีที่ 2 ก็คือ Hering Opponent-Color Theory ซึ่งกล่าวได้ว่า สีต่าง ๆ ประกอบด้วยสีทุกสี คือ แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน ขาวและดำ โดยถือว่าความสามารถในการเห็นนั้น ถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีสมาชิก 2 สี คือ น้ำเงิน-เหลือง เขียว-แดง และขาว-ดำ

ความสำคัญของสีจะเกี่ยวข้องกับการมองก็คือ สีแต่ละสีจะสะท้อนแสงได้ไม่เท่ากัน กลุ่มสีอ่อนจะสะท้อนแสงได้มากกว่า ทำให้วัตถุสีอ่อนมีความสว่างมากกว่าพวกที่มีสีเข้ม ทั้งนี้จะขึ้นกับความแตกต่างระหว่างวัตถุกับฉากด้วย

นอกจากปัจจัยที่จะเกี่ยวข้องกับการมองเห็นที่สำคัญก็คือแสงสว่าง ความสามารถในการมองเห็นของดวงตา ความสว่างของวัตถุ ขนาด ความแตกต่างระหว่างวัตถุกับฉาก การเคลื่อนที่ของวัตถุและสีดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องคือ สภาพแวดล้อมขณะนั้น เช่น ความชื้นของอากาศ การมีฝุ่นละออง สภาพบรรยากาศแจ่มใสหรือไม่ก็นับว่ามีผลต่อการมองทั้งสิ้น

- มาตรฐานแสงสว่าง

เกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานของแสงสว่างตามประกาศกระทรวงมหาดไทยเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม หมวด 2 แสงสว่าง

ข้อ 7 ภายในสถานที่ประกอบการที่ให้ลูกจ้างทำงาน ดังต่อไปนี้

(1) งานที่ไม่ต้องการความละเอียด เช่น การขนย้าย การบรรจุ การบด การเกลี่ยวัตถุชนิดหยาบ เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 50 ลักซ์

(2) งานที่ต้องการความละเอียดเล็กน้อย เช่น การผลิตหรือการประกอบชิ้นงานอย่างหยาบ ๆ การสีข้าว การสางฝ้าย หรือการปฏิบัติงานขั้นแรกในกระบวนการอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 100 ลักซ์

ข้อ 8 ณ ที่ที่ให้ลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงาน ดังต่อไปนี้

(1) งานที่ต้องการความละเอียดปานกลาง เช่น การเย็บผ้า การเย็บหนัง การประกอบภาชนะ เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 200 ลักซ์

(2) งานที่ต้องการความละเอียดสูงกว่าที่กล่าวใน (1) แต่ไม่ถึง (3) เช่น การกลึงหรือแต่งโลหะ การซ่อมแซมเครื่องจักร การตรวจตราและทดสอบผลิตภัณฑ์ การตกแต่งหนังสัตว์และผ้าฝ้าย การทอผ้า เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์

(3) งานที่ต้องการความละเอียดมากเป็นพิเศษ และต้องใช้เวลาทำงานนาน เช่น การประกอบเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก นาฬิกา การเจียระไนเพชร พลอย การเย็บผ้าที่มีสีมืดทึบ เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 1,000 ลักซ์

ข้อ 9 ถนนและทางเดินภายนอกอาคารในบริเวณสถานที่ประกอบการ ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 20 ลักซ์

ข้อ 10 ในโกดังหรือห้องเก็บวัสดุ ทางเดิน เฉลียง และบันไดในบริเวณสถานที่ประกอบการต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 50 ลักซ์

ข้อ 11 ให้นายจ้างป้องกันมิให้มีแสงตรงหรือแสงสะท้อนของดวงอาทิตย์หรือเครื่องกำเนิดแสงที่มีแสงจ้าส่องเข้าตาลูกจ้างในขณะทำงาน ในกรณีที่ไม่อาจป้องกันได้ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้าง ซึ่งทำงานในลักษณะเช่นว่านั้นสวมใส่แว่นตา หรือกระบังหน้าลด

แสงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหมวด 4 ตลอดเวลาที่ทำงาน (หมวด 4 ดูรายละเอียดได้จากภาคผนวก)

ข้อ 12 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานในถ้ำ อุโมงค์ หรือในที่ที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอ สวมหมวกแข็งที่มีอุปกรณ์ส่องแสงสว่างตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหมวด 4 ตลอดเวลาที่ทำงาน (หมวด 4 ดูรายละเอียดได้จากภาคผนวก)

เกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงานของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2546 หมวด 2 แสงสว่าง

ข้อ 5. ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องป้องกันมิให้มีแสงตรง หรือแสงสะท้อนส่องเข้าตาคนงานในการปฏิบัติงาน

ข้อ 6. ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องจัดให้มีแสงสว่างเพียงพอแก่การทำงานอย่างทั่วถึงสามารถมองเห็นสิ่งกีดขวาง และส่วนที่อาจก่อให้เกิดอันตรายจากการเคลื่อนไหวของเครื่องจักร หรืออันตรายจากไฟฟ้า ตลอดจนบันไดขึ้นลงและทางออกในเวลามีเหตุฉุกเฉินอย่างชัดเจน ตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

(1) ลานถนนและทางเดินนอกอาคารโรงงาน ความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่น้อยกว่า 20 ลักซ์ (LUX) หรือ 2 ฟุต-แคนเดิล (Foot Candle)

(2) บริเวณทางเดินในอาคารโรงงาน ระเบียง บันได ห้องพักผ่อน ห้องพักฟื้นของพนักงาน ห้องเก็บของที่มิได้มีการเคลื่อนย้าย ความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่น้อยกว่า 50 ลักซ์

(3) บริเวณการปฏิบัติงานที่ไม่ต้องความละเอียด ได้แก่ บริเวณการสีข้าว สางฝ้าย หรือการปฏิบัติงานขั้นแรกในกระบวนการอุตสาหกรรมต่าง ๆ และบริเวณจุดขนถ่ายสินค้า ป้อมยาม ลิฟท์ ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าและบริเวณตู้เก็บของ ห้องน้ำและห้องส้วม ความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่น้อยกว่า 100 ลักซ์

(4) บริเวณการปฏิบัติงานที่ต้องการความละเอียดน้อยมาก ได้แก่ งานหยาบ ที่ทำที่โต๊ะ หรือเครื่องจักร ชิ้นงานมีขนาดใหญ่กว่า 750 ไมโครเมตร (0.75 มิลลิเมตร) การตรวจงานหยาบด้วยสายตา การนับ การตรวจเช็คสิ่งของที่มีขนาดใหญ่ และบริเวณพื้นที่ในโกดัง ความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่น้อยกว่า 200 ลักซ์

(5) บริเวณการปฏิบัติงานที่ต้องการความละเอียดน้อย ได้แก่ บริเวณที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานรับจ่ายเสื้อผ้า การทำงานไม้ที่มีชิ้นงานขนาดปานกลาง งานบรรจุน้ำลงขวดหรือกระป๋อง งานเจาะรู ทากาว หรือเย็บเล่มหนังสือ ความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์ ในบริเวณการปฏิบัติงานที่มีขนาดของชิ้นงานตั้งแต่ 125 ไมโครเมตร (0.125 มิลลิเมตร) ได้แก่ งานเกี่ยวกับงานประจำในสำนักงาน เช่น งานพิมพ์ดีด เขียนและอ่าน งานประกอบรถยนต์และตัวถัง การทำงานไม้อย่างละเอียด ความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่น้อยกว่า 400 ลักซ์

(6) บริเวณการปฏิบัติงานที่ต้องการความละเอียดปานกลาง ได้แก่ งานเขียนแบบ งานระบายสี พ่นสีและตกแต่งสีอย่างละเอียด งานพิสูจน์อักษร งานตรวจสอบขั้นสุดท้ายในโรงงานผลิตรถยนต์ ความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่น้อยกว่า 600 ลักซ์

(7) บริเวณการปฏิบัติงานที่ต้องการความละเอียดสูง โดยมีขนาดของชิ้นงานตั้งแต่ 25 ไม่โครเมตร (0.025 มิลลิเมตร) ได้แก่ บริเวณที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการตรวจสอบงานละเอียด เช่น การปรับเทียบมาตรฐานความถูกต้องและความแม่นยำของอุปกรณ์ การระบายสี พ่นสี และตกแต่งชิ้นงานที่ต้องการความละเอียดมากเป็นพิเศษ งานย้อมสี ความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่น้อยกว่า 800 ลักซ์ ในบริเวณการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการตรวจสอบ การตัดเย็บเสื้อผ้าด้วยมือ การตรวจสอบและตกแต่งสินค้าสิ่งทอ สิ่งถักหรือเสื้อผ้าที่มีสีอ่อนขั้นสุดท้ายด้วยมือ การคัดแยกและเทียบสีหนังที่มีสีเข้ม การเทียบสีในงานย้อมผ้า ความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่น้อยกว่า 1200 ลักซ์

(8) บริเวณการปฏิบัติงานที่ต้องการความละเอียดสูงมาก ได้แก่ งานละเอียดที่ต้องทำบนโต๊ะหรือเครื่องจักร เช่น ทำเครื่องมือและแม่พิมพ์ที่มีรายละเอียดขนาดเล็กกว่า 25 ไมโครเมตร (0.025 มิลลิเมตร) งานตรวจสอบตรวจวัดชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กหรือชิ้นงานที่มีส่วนประกอบขนาดเล็ก งานซ่อมแซมสินค้า สิ่งทอ สิ่งถักที่มีสีอ่อน งานตรวจสอบและตกแต่งชิ้นส่วนของสินค้าสิ่งทอ สิ่งถักที่มีสีเข้มด้วยมือ ความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่น้อยกว่า 1600 ลักซ์

(9) บริเวณการปฏิบัติงานที่ต้องการความละเอียดสูงมากเป็นพิเศษ ได้แก่ การปฏิบัติงานเกี่ยวกับการตรวจสอบชิ้นงานที่มีขนาดเล็กมาก การเจียระไนเพชร การทำนาฬิกาข้อมือในกระบวนการที่มีขนาดเล็ก การถัก ซ่อมแซมเสื้อผ้า ถุงเท้าที่มีสีเข้ม ความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่น้อยกว่า 2400 ลักซ์

ข้อ 7. ความเข้มของการส่องสว่าง ณ ที่ปฏิบัติงานหรือลักษณะการปฏิบัติงานนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในข้อ 6 ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องจัดให้มีความเข้มของการส่องสว่างเทียบเคียงไม่ต่ำกว่าหลักเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้

เกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างในสถานประกอบการของต่างประเทศ

ค่ามาตรฐานแนะนำความเข้มข้นของแสงสว่างในสถานประกอบการที่กำหนดโดยสมาคมวิศวกรรมและแสงสว่างของประเทศสหรัฐอเมริกา (Illuminating Engineering Society ; IES)

ประเภทงาน	ความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)
1. งานทั่วไปภายในอาคาร (IES1983)	
งานที่ทำในสถานที่โล่งที่ล้อมรอบด้วยที่มืด	20-50
งานที่ทำในสถานที่ทำงานและทำเป็นครั้งคราว	100-200
งานที่ใช้สายตาและชิ้นงานขนาดใหญ่หรือมีสีตัดกัน	200-500
งานที่ใช้สายตาและชิ้นงานขนาดเล็กหรือมีสีใกล้เคียงกัน	500-1,000
งานที่ใช้สายตาและชิ้นงานขนาดเล็กมากหรือมีสีกลมกลืนกัน	1,000-2,000
งานที่ใช้สายตาและชิ้นงานขนาดเล็กมากหรือมีสีกลมกลืนและทำเป็นระยะเวลานาน ๆ	2,000-5,000
งานที่ต้องการความพิถีพิถัน	5,000-10,000

ประเภทงาน	ความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)
2. งานเย็บผ้า (IES1983)	
ผ้าที่มีสีเข้ม	1,000-2,000
ผ้าที่มีสีอ่อน – สีเข้มปานกลาง	500-1,000
ผ้าที่มีสีตัดกัน, งานเย็บที่ใช้ด้ายเส้นใหญ่	200-500
3. งานบนโต๊ะ (งานเขียน, พิมพ์, อ่าน, วาด) (IES1983)	
งานเขียนอ่านทั่วไป	200-500
งานยากและทำเป็นเวลานาน	500-1,000
4. งานตรวจสอบ (IES1981)	
งานทั่วไป	540
งานค่อนข้างยาก	1,100
งานยาก	2,200
งานยากมาก	5,400
งานยากที่สุด	10,800
5. งานผลิตเครื่องมือไฟฟ้า (IES1981)	
งานชุบ	540
ฉนวน : การม้วนขดลวด, การทดสอบ	1,100
6. ห้องเก็บของ (IES1981)	
ไม่พลุกพล่าน	54
พลุกพล่าน	
ของที่มีขนาดใหญ่	110
ของที่มีขนาดปานกลาง	220
ของที่มีขนาดเล็ก	540

ประเภทงาน	ความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)
7. งานผลิตเหล็กและเหล็กกล้า (IES1983)	
บริเวณเตาไฟ	
บริเวณที่เก็บวัตถุดิบ	100
หลุมขี้โลหะ	200
บริเวณที่ทำแม่พิมพ์	50
บริเวณผสม	300
บริเวณเผาเหล็ก	100
บริเวณโรงกลิ้งเหล็ก	
รีดแผ่นเหล็ก	300
ทำท่อ, ลวด	500
โรงชุบ	
ชุบโลหะ, ดีบุก	500
ห้องเครื่องยนต์	300
บริเวณตรวจสอบ	
แผ่นโลหะ	1,000
แผ่นดีบุกและพื้นผิวอื่น ๆ	2,000
8. งานผลิตเครื่องจักร, เครื่องยนต์ (IES1983)	
งานประกอบชิ้นส่วนรถยนต์, เครื่องยนต์, ห้องควบคุม, หล่อชิ้นงานขนาดใหญ่	700
งานประกอบโครงรถยนต์, หล่อชิ้นงานขนาดกลาง, งานตรวจสอบและงานตัดแก้ว, งานซ่อมเครื่องยนต์	1,000
งานตรวจสอบงานละเอียด, การเปรียบเทียบสี, งานตรวจสอบงานละเอียดมาก เช่น รอยแตกใน งานหล่อ	2,000

ประเภทงาน	ความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)
9. งานเกี่ยวกับสารเคมี (IES1983)	320
10. งานหล่อ (IES1981)	
งานเผาโลหะ (เตาเผา)	320
งานสร้างแกนละเอียด	1,100
งานสร้างแกนหยาบ	540
งานทำแม่พิมพ์ขนาดปานกลาง	1,100
งานทำแม่พิมพ์ขนาดใหญ่	540
งานตรวจสอบงานละเอียด	5,400
งานตรวจสอบงานหยาบ	1,100
11. งานประกอบชิ้นส่วน (IES1981)	
งานหยาบ (มองเห็นได้ง่าย)	320
งานหยาบ (มองเห็นได้ยาก)	540
งานหยาบปานกลาง	1,100
งานละเอียด	5,400

- หลักการจัดแสงสว่างในสถานประกอบการ

การจัดแสงสว่างในสถานประกอบการ โดยทั่วไปจะมีวัตถุประสงค์ให้การมองเห็นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความสุขสบาย สะดวกในการมองเห็น และในแง่เศรษฐกิจก็คือ การนำพลังงานมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดงบประมาณ

การจัดแสงสว่างในสถานประกอบการมีหลักในการพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. ลักษณะของห้องทำงาน
2. คุณภาพและปริมาณของแสงสว่าง
3. การเลือกระบบแสงสว่างและแหล่งกำเนิดแสงสว่าง

4. การควบคุมแสงสว่าง
5. ภาวะเศรษฐกิจ

1. ลักษณะของห้องทำงาน

ลักษณะของห้องทำงานนับเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการที่จะนำรายละเอียดไปใช้เป็นข้อพิจารณาในการกำหนดความสว่างให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดการมองเห็นที่ดี การจัดสภาพแวดล้อมในการมองเห็นเพื่อให้เกิดความรู้สึกสบายและอยากทำงาน สีของห้องหรือผู้จัดห้องทำงานควรมีความรู้เกี่ยวกับสี และค่าการสะท้อนแสงของสีแต่ละสีด้วย ดังแสดงในตาราง

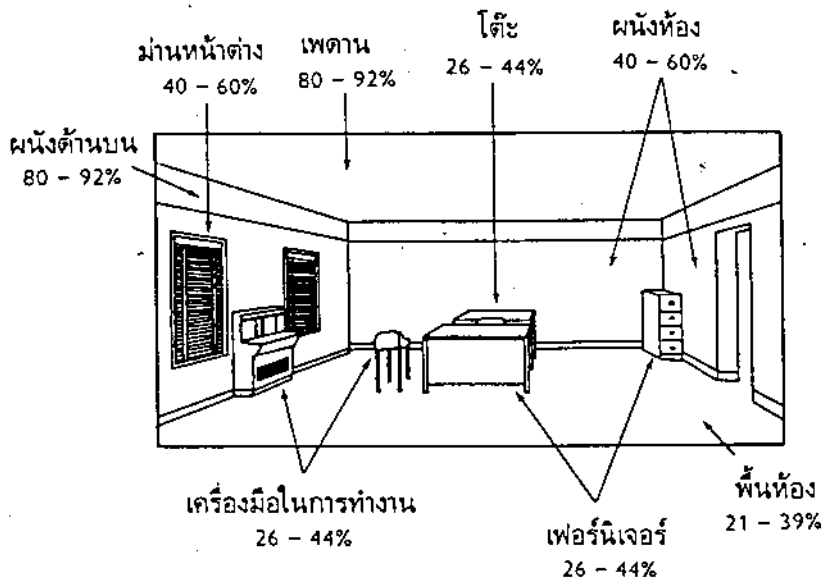
ตารางแสดงผลของความรู้สึกที่มนุษย์มีต่อสี

สี	ความรู้สึกในเรื่องระยะทาง	ความรู้สึกเกี่ยวกับอุณหภูมิ	ความรู้สึกทางด้านจิตใจ
ฟ้า	ห่าง กว้าง	เย็น	สงบ
เขียว	ห่าง กว้าง	เย็นจนถึงกลาง	สงบมาก
แดง	ใกล้ แคบ	อบอุ่น	ไม่สงบ กระตุ้นมาก
ส้ม	ใกล้มาก	อบอุ่นมาก	ตื่นเต้น
เหลือง	ใกล้	อบอุ่นมาก	ตื่นเต้น
น้ำตาล	ใกล้มาก	ปานกลาง	ตื่นเต้น
ม่วง	ใกล้มาก	เย็น	ก้าวร้าว ไม่สงบ

ตารางแสดงค่าการสะท้อนของสีและวัตถุ

สีและวัสดุ	การสะท้อน (%)
ขาว	100
อะลูมิเนียม กระดาษสีขาว	80 – 85
สีงาช้าง สีเหลืองส้ม	70 – 75
เหลืองเข้ม สีโอ๊ก เขียว น้ำเงิน ชมพูอ่อน และครีม	60 – 65
เขียวขุ่น เทาอ่อน ชมพู ส้มเข้ม และน้ำเงินเทา	50 – 55
ฝุ่นชอล์ก สีไม้ ฟ้าคราม	40 – 45
สีซีเมนต์	30 – 35
แดงเข้ม เขียวแบบหญ้า เขียวใบไม้ น้ำตาล	20 – 25
น้ำตาลแดง น้ำตาลดำ น้ำเงินดำ เทาดำ	10 – 15
ดำ	0

การเลือกใช้สีควรพิจารณาถึงความประสานกัน ไม่ควรใช้สีโทนเดียวกันทั้งหมด ในการพิจารณาการสะท้อนแสงนั้น เพดานควรเลือกสีหรือวัสดุที่ให้ค่าการสะท้อนแสงที่สูง ๆ เพื่อให้มีการสะท้อนแสงตกมาที่ผนังให้มากขึ้น ผนังห้องนับเป็นแหล่งกำเนิดแสงรอง ควรให้มีอัตราการสะท้อนแสงร้อยละ 40 – 60 เป็นต้น ดังการแสดงค่าการสะท้อนแสงที่ควรจะเป็นของห้องทำงานไว้ตามภาพ



ภาพแสดงค่าการสะท้อนแสงของห้องและเฟอร์นิเจอร์

สภาพของห้องทำงานเมื่อแยกตามวัตถุประสงค์จะแบ่งเป็น

1.1 พื้นที่ใช้งาน เป็นสถานที่สำคัญที่สุดในการออกแบบแสงสว่าง เพื่อให้เกิดมองเห็นงานที่ดี

1.2 ห้องโชว์หรือห้องแสดง เป็นสถานที่ที่ต้องทำให้เกิดความน่าสนใจและนำเสนอสิ่งที่จะแสดงหรือขาย เช่น ห้องโชว์หน้าร้าน จึงต้องใช้ระดับความสว่างในการส่องไปที่สินค้านั้นค่อนข้างสูง

1.3 พื้นที่ภายในบ้าน เป็นห้องใช้ประโยชน์ทั่วไปที่ต้องการความสว่างที่สุขสบาย

1.4 พื้นที่ติดต่อ เช่น ทางเข้า ทางผ่าน เฉลียงและบันได มีวัตถุประสงค์เพื่อความปลอดภัย และเป็นการชี้แนวทาง ฉะนั้น แสงสว่างในแนวตั้งจะมีความสำคัญมากกว่าในแนวนอน

2. คุณภาพและปริมาณของแสงสว่าง

2.1 คุณภาพของแสง ผู้ออกแบบแสงสว่างจำเป็นต้องรู้และเข้าใจความรู้สึกในการมองเห็น หรือทราบว่ามนุษย์มองเห็นได้อย่างไร จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการออกแบบที่ดีจะเป็นไปตามสภาวะการมอง โดยแสงสว่างรอบ ๆ กับแสงสว่างที่ชิ้นงานควรมีความสัมพันธ์กัน ค่าของแสงสว่างที่ใช้ควรให้ความรู้สึกที่ดีในการมอง เช่น การใช้สายตาได้ดี มองสบายตา ง่ายต่อการมองเห็น ปฏิบัติด้วยความปลอดภัย เป็นต้น

คุณภาพของแสงสว่างที่ไม่ดีจะสังเกตได้ง่าย ดังนี้

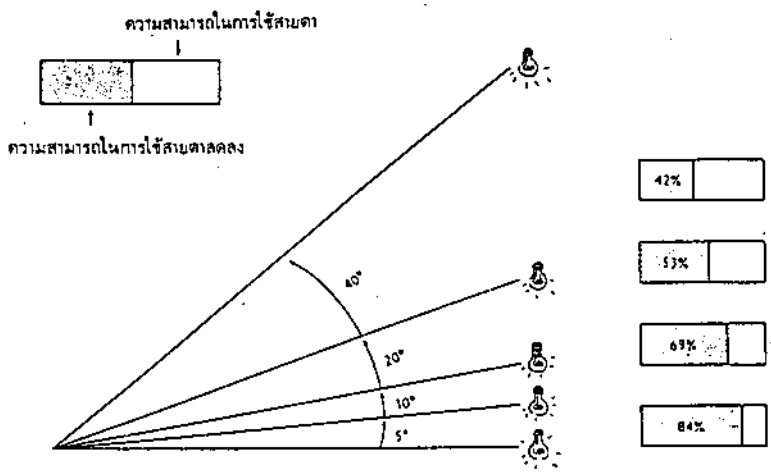
2.1.1 แสงพร่าตา (glare) คือ ความรู้สึกของตาที่มีต่อแสงในลานสายตา (visual field) ซึ่งสว่างมากเกินว่าที่ตาจะปรับได้ เป็นเหตุของความรำคาญ ไม่สุขสบายหรือความสามารถในการมองเห็นลดลง แบ่งเป็น

1) แสงพร่าตาโดยตาง (direct glare) เกิดจากแห่งกำเนิดที่สว่างมาก ทำให้เกิดการรบกวนสายตา เช่น แสงจากดวงไฟโดยตรง หรือแสงจากหน้าต่างที่ไม่มีม่านบังแสง สามารถลดแสงพร่าตานี้ได้โดย

ก. ลดความสว่างของแหล่งกำเนิด หรืออุปกรณ์ไฟ

ข. ลดพื้นที่ที่มีแสงพร่าตาผ่านเข้ามา เช่น ถ้าผ่านเข้ามาทางหน้าต่างก็ปิดม่านหรือปิดหน้าต่าง เป็นต้น

ค. เพิ่มมุมระหว่างแหล่งกำเนิดแสงพร่าตาและแนวในการมองเป็น 45 – 85 องศา (ดังภาพ)



ภาพแสดงการเกิดแสงพร่าตาโดยตรง ซึ่งมีผลทำให้ความสามารถในการใช้สายตาลดลง (%)

ง. เพิ่มความสว่างของพื้นรอบ ๆ เช่น เพิ่มจำนวนดวงไฟของแหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดแสงพร่าตา

2) แสงพร่าตาโดยการสะท้อน (reflected glare) เกิดจากเมื่อแสงตกกระทบบนพื้นผิวต่าง ๆ เช่น วัตถุผิวมันและสะท้อนมาเข้าตา แสงพร่าตาชนิดนี้จะก่อให้เกิดความรำคาญมากกว่าแสงพร่าโดยตรง เพราะอยู่ใกล้สายตาและไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ การลดแสงพร่าตาโดยการสะท้อนสามารถกระทำได้โดย

ก. แหล่งกำเนิดแสงควรกำหนดให้พอเพียงกับการมองเห็น ตามชนิดของงานและบริเวณพื้นที่รอบ ๆ และให้แสงตกลงบนจุดที่ทำงานสอดคล้องกับสายตา หรือใช้ฝาครอบดวงไฟ

ข. หากไม่สามารถลดแสงสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงได้ ควรจะต้องปรับตำแหน่งแหล่งกำเนิดแสงให้มีทิศทางออกไปจากสายตา โดยให้อยู่ในมุม 0 – 45 องศา

ค. เลือกใช้ผิววัสดุที่มีการสะท้อนแสงต่ำ

ง. ใช้แว่นกันแสง

จ. ทำฉากป้องกันแสง

3) แสงพร่าตาจากกกระจาย (diffusion glare) เกิดจากการที่มีแสงมาที่งานจากหลาย ๆ แหล่ง ทำให้เกิดเงารบกวนได้ โดยเฉพาะแสงในแนวตั้ง ตกมายังส่วนของเครื่องมือ จะทำให้เกิดเงา จึงควรมีการป้องกันเงาที่จะเกิดขึ้นโดยเพิ่มแสงสว่างขึ้น

2.1.2 คุณภาพของสีและแหล่งกำเนิดแสง ดังที่กล่าวแล้วในข้อ 1 ว่าลักษณะของสีจะทำให้เกิดความรู้สึกแตกต่างกัน จึงต้องคำนึงถึงในการจัดแสงสว่างด้วย

2.2 ปริมาณของแสงสว่าง ในการจัดแสงสว่างจะมีหลักในการกำหนดการส่องสว่างให้เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งเป็นหน้าที่ของวิศวกรแสงสว่างในการคิดและคำนวณ

3. การเลือกระบบแสงสว่างและแหล่งกำเนิดแสงสว่าง

3.1 การเลือกระบบแสงสว่าง ผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบลักษณะของการปฏิบัติงาน รสนิยมของผู้ใช้ รวมทั้งภาวะเศรษฐกิจ ระบบแสงสว่างที่สามารถเลือกใช้มี 2 ชนิด

3.1.1 การจัดระบบแสงสว่างโดยอาศัยแสงสว่างจากธรรมชาติ แสงธรรมชาติเป็นแสงสว่างที่ไม่ต้องซื้อหาและมีอยู่อย่างเหลือเฟือในเวลากลางวัน ในการพิจารณาจัดแสงสว่างโดยวิธีนี้เป็นลำดับแรก เนื่องจากประหยัดค่าใช้จ่าย แต่เนื่องจากแสงธรรมชาติเป็นแสงที่ไม่แน่นอน และไม่สามารถกำหนดชนิดของความส่องสว่างได้ การที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ควรคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1) ความแตกต่างของปริมาณแสงและทิศทางในการส่องสว่างซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละระยะเวลา

2) การกระจายของความสว่างในบรรยากาศอาจมีสิ่งกีดขวางต่อการกระจายของแสงได้ในบางฤดูกาล เช่น การมีเมฆ บรรยากาศมืดคลึ้ม หรือสภาพที่มีฝุ่นละออง ควันจากมลพิษต่าง ๆ

3) ความแตกต่างของความเข้มของแสงอาทิตย์ในช่วงเช้าและเย็นความเข้มของแสงจะน้อย หรือในช่วงของบรรยากาศที่มืดคลึ้มก็สามารถทำให้แสงลดความเข้มลงไปได้

4) สภาพของสิ่งแวดล้อม เช่น สภาพที่ดิน ทิวทัศน์ และสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ซึ่งอาจจะเกิดผลดีในกรณีช่วยสะท้อนให้แสงมากขึ้น หรือเกิดผลลบได้คือ อาจบดบังแสงสว่างที่จะเข้าภายในตัวอาคารที่ต้องการแสง

5) ทิศทางของตัวอาคาร การวางทิศทางของตัวอาคารเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง ซึ่งการออกแบบให้มีช่องรับแสง เช่น หน้าต่าง จะก่อให้เกิดประโยชน์ คือ

ก. เป็นทางเข้าของแสงสว่าง และกำหนดการกระจายของแสง

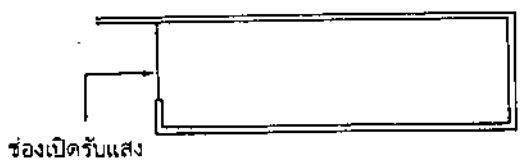
ข. ช่วยให้สายตาของผู้ปฏิบัติงานได้มีโอกาสผ่อนคลายโดยการมองออกไปภายนอก

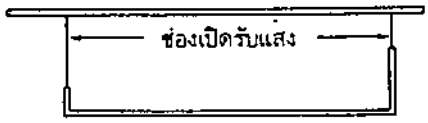
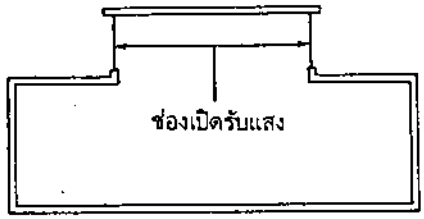
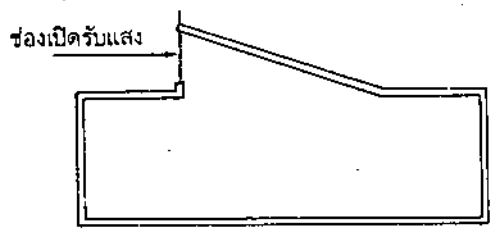
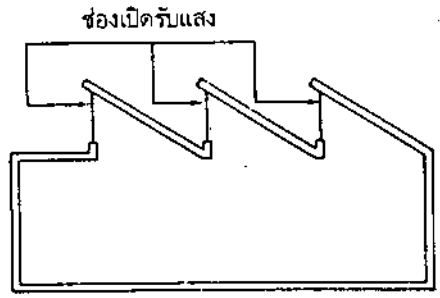
ค. ลดข้อจำกัดของความรู้สึกของมนุษย์ที่ว่าอยู่แต่เพียงภายในอาคารเท่านั้น แต่มีหน้าต่างให้สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอก

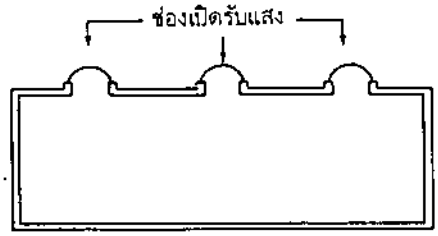
หลักในการวางทิศทางของอาคารโดยทั่วไป จะไม่หันอาคารด้านที่มีช่องรับแสงไปทางทิศตะวันออก หรือทิศตะวันตกเพราะจะทำให้เกิดปัญหาจากแสงพร่าตาได้ในช่วงเช้าและเย็น

การจัดแสงสว่างโดยใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ มี 2 ลักษณะ คือ ให้แสงเข้าด้านข้าง (sidelighting) และให้แสงเข้าด้านบน (toplighting) ดังตาราง

ตารางแสดงลักษณะการจัดแสงสว่างโดยใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ

ลักษณะการจัดแสงโดยการใช้ช่องรับแสง	รายละเอียด
1. แสงเข้าด้านข้าง 1.1 แสงเข้าด้านข้างด้านเดียว (unilateral)  	1.1 ช่องแสงระดับล่างควรอยู่ต่ำใกล้ระดับพื้นห้อง และขอบบนอยู่สูงขึ้นไปจนใกล้ระดับเพดาน เพื่อให้อีกด้านหนึ่งของห้องได้รับแสง และควรมีม่านหรืออุปกรณ์ควบคุมแสงในบางช่วงที่ส่องมารบกวนการมอง ทั้งนี้ ความกว้างของห้องจะต้องไม่มากกว่า $2-2\frac{1}{2}$ เท่า ของความสูงจากพื้นห้องถึงขอบบนของช่องเปิดรับแสง

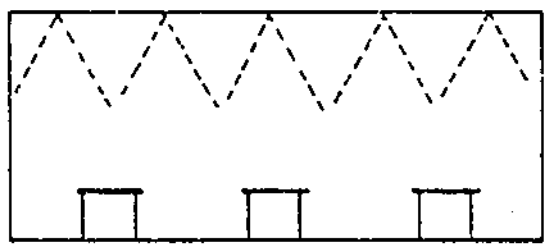
ลักษณะการจัดแสงโดยการใช้ช่องรับแสง	รายละเอียด
1.2 แสงเข้าด้านข้างทั้งสองด้าน (bilateral)  	1.2 แบบนี้สามารถขยายความกว้างของห้องได้เป็น 2 เท่าของแบบแรก แต่ก่อให้เกิดแสงพร่าตาได้มากกว่า จึงต้องควบคุมแสงบริเวณด้านที่หันเข้าหาดวงอาทิตย์
2. แสงเข้าด้านบน	
2.1 แบบรูฟมอนิเตอร์ (roof monitor)  	2.1 นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม การจัดแสงวิธีนี้ช่วยลดแสงพร่าตาให้น้อยลงกว่า 2 ชนิดแรก เพราะช่องรับแสงอยู่สูงกว่าขอบเขตสายตา
2.2 แบบเคลียร์สตอรี่ (clearstory)  	2.2 การจัดแสงโดยแบบนี้ เป็นการเสริมแบบ 1.1 ให้สามารถขยายความกว้างขวางของห้องไปได้อีก ช่องเปิดรับแสงประเภทนี้ต้องติดตั้งม่านหรืออุปกรณ์ควบคุมแสงเพื่อป้องกันแสงพร่าตา
2.3 แบบซอว์ทูธ (saw tooth)  	2.3 นิยมใช้กับอาคารของโรงงานอุตสาหกรรมที่อาคารเตี้ยแต่กว้าง

ลักษณะการจัดแสงโดยการใช้ช่องรับแสง	รายละเอียด
2.4 แบบสกายไลท์ (sky light) 	2.4 จัดแสงโดยใช้วัสดุโปร่งใส หรือโปร่งแสง มาติดตั้งบนหลังคา คล้ายดวงไฟ พร้อมทั้งมีวัสดุหรืออุปกรณ์ควบคุมมิให้แสงส่องมาโดยตรง นอกจากนี้ควรต้องคำนึงถึงการป้องกันการรั่วไหลของน้ำฝนหรือเกิดไอน้ำ จึงต้องมีการระบายอากาศที่ดี

3.1.2 การจัดระบบแสงสว่างโดยใช้แสงประดิษฐ์ ความต้องการแสงสว่างในสถานประกอบการค่อนข้างจำเป็น เพื่อใช้ทำงานและมองเห็นสภาพการทำงานของเครื่องจักร แสงธรรมชาติมักจะมีปัญหาในเรื่องสภาพบรรยากาศ และระยะเวลา ฉะนั้น แสงประดิษฐ์จะลดข้อจำกัดนี้ลงไปได้ คือ สามารถเปิดใช้ได้ตลอดเวลาตามความต้องการ การจัดระบบแสงสว่างชนิดนี้มี 3 วิธี คือ

1) การจัดแสงสว่างทั่วไป (general lighting) เป็นการจัดระบบแสงสว่างโดยการคำนวณอย่างคร่าว ๆ ถึงปริมาณแสงสว่างที่จะใช้ในพื้นที่นั้นเท่าเทียมกัน ไม่ว่าจะเคลื่อนย้ายงานไปในที่ใดของห้อง ปริมาณแสงก็จะเท่ากัน

การจัดแสงสว่างแบบนี้ต้องจัดให้ปริมาณแสงสว่างโดยเฉลี่ยของห้องเท่ากับ ปริมาณแสงสว่างที่การทำงานแต่ละจุดต้องการ



ภาพแสดงการจัดแสงสว่างทั่วไป

2) การจัดแสงสว่างเฉพาะที่ (local lighting) การจัดเตรียมแสงสว่างเฉพาะจุด สำหรับบริเวณแคบ ๆ บริเวณหนึ่ง ซึ่งการให้แสงจะต้องให้โคมไฟอยู่ใกล้ ๆ กับงาน ซึ่งการจัดแสงชนิดนี้มีข้อกำหนดว่า

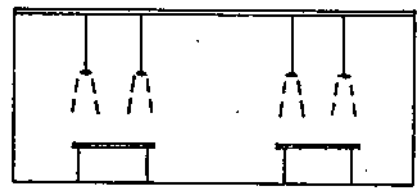
ก. เป็นงานที่ต้องการความส่องสว่างสูงตั้งแต่ 100 ลักซ์ขึ้นไป

ข. ต้องการใช้แสงในการมองชิ้นงานของงานอย่างละเอียด

ค. ไม่สามารถจะใช้แสงสว่างทั่วไปทดแทนได้

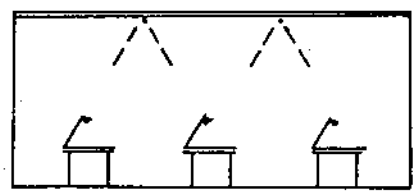
ง. สำหรับผู้ปฏิบัติงานที่มีอายุ หรือผู้ที่มีคุณภาพของการมองเห็นลดลง

จ. เป็นพื้นที่ซึ่งมีผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติงานในระยะเวลานาน



ภาพแสดงการจัดแสงสว่างเฉพาะที่

3) การจัดแสงสว่างเฉพาะที่และทั่วไป (localized general lighting) เป็นการจัดแสงทั่วไปร่วมกับการจัดตั้งโคมไฟเฉพาะที่ขึ้น เพื่อให้เห็นชิ้นงานชัดขึ้นในพื้นที่ขนาดเล็ก เช่น การเจียระไนเพชร พลอย การเขียนแบบ



ภาพแสดงการจัดแสงสว่างเฉพาะที่และทั่วไป

นอกจากการพิจารณาการจัดระบบแสงสว่างจากแสงไฟฟ้าแล้ว ส่วนประกอบที่ช่วยในการกระจายของแสงไฟ ก็คือ โคมไฟ ก็มีความสำคัญ โดยทั่วไปแบ่งโคมไฟออกเป็น 6 ชนิด ตามลักษณะการกระจายของแสงไฟ ดังรายละเอียดในตาราง

ตารางแสดงชนิดของคุณสมบัติของโคมไฟ

ชนิดของโคมไฟ	คุณสมบัติ
1. แบบโดยตรง (direct) 0 – 10% 90 – 100% 	1. เป็นโคมไฟที่ให้แสงลงด้านล่างร้อยละ 90 – 100 การกระจายแสงขึ้นอยู่กับระดับความสูงและคุณสมบัติของโคมไฟเหมาะสำหรับใช้กับบริเวณหนึ่ง ๆ เท่านั้น เพราะอาจเกิดแสงสะท้อนเข้าตา ทำให้เกิดปัญหาถ้าใช้ในบริเวณพื้นที่กว้าง ๆ
2. แบบกึ่งโดยตรง (semi-direct) 10 – 40% 60 – 90% 	2. การกระจายของแสงชนิดนี้ คือ มีแสงกระจายลงด้านล่างร้อยละ 60 – 90 และมีแสงกระจายขึ้นด้านบน ร้อยละ 10 – 40 ซึ่งคล้ายกับแบบโดยตรง นอกจากการที่มีแสงกระจายขึ้นด้านบนจะทำให้เกิดเงาน้อยลงและเพิ่มความสว่างของห้อง
3. แบบสม่ำเสมอ (uniform หรือ general diffuse) 40 – 60% 40 – 60% 	3. การกระจายของแสงรอบด้านมีปริมาณเท่า ๆ กัน คือร้อยละ 40 – 60 ดังนั้นจะมีแสงน้อยมากในแนวนอน โดยทั่วไปโคมไฟแบบโดยตรง-แบบไม่โดยตรง จะกระจายแสงได้เหมาะสมกว่าโคมไฟชนิดนี้

ชนิดของโคมไฟ	คุณสมบัติ
4. แบบโดยตรง-แบบไม่โดยตรง (direct-indirect) 40 – 60% 40 – 60% 	4. มีการกระจายแสงขึ้นด้านบนร้อยละ 40 – 60 และกระจายลงพื้นร้อยละ 40 – 60
5. แบบกึ่งโดยตรง (semi-indirect) 60 – 90% 10 – 40% 	5. มีการกระจายแสงขึ้นด้านบน ร้อยละ 60 – 40 และกระจายแสงลงด้านล่างร้อยละ 10 – 40
6. แบบไม่โดยตรง (indirect) 90 – 100% 0 – 10% 	6. ให้มีแสงกระจายขึ้นด้านบนเพดานร้อยละ 90 – 100 และกระจายลงด้านล่างร้อยละ 0 – 10 ดังนั้น ผนังเพดาน และผนังด้านบนของระบบนี้จึงต้องสามารถสะท้อนแสงเพื่อให้แสงสว่างแก่บริเวณที่ทำงานได้สูง นั่นคือ ผิวของเพดาน และผนังด้านบนจะต้องมีค่าการสะท้องสูง

4. การควบคุมแสงสว่าง

ภายในสถานที่ทำงานซึ่งมีการติดตั้งระบบไฟจำนวนมาก จำเป็นที่จะต้องมีระบบในการควบคุมแสงสว่างเพื่อประหยัดพลังงาน การควบคุมนั้นสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสม เช่น การใช้เครื่องมือควบคุมโดยแสง คือ เมื่อมีแสงจากธรรมชาติเครื่องมือนั้นก็จะปิดระบบไฟฟ้า การใช้การควบคุมโดยระบบคอมพิวเตอร์ การตั้งเวลาการเปิดปิดไฟ

การใช้โพโตเซล การลดระดับความสว่างโดยการหรีไฟเมื่อไม่ต้องการแสงสว่าง เช่น ในห้องภาพยนต์

5. ภาวะเศรษฐกิจ

การจัดแสงสว่างควรคำนึงถึงประสิทธิภาพของแสงสว่างที่พอเพียงและมีมาตรฐานทั้งปริมาณและคุณภาพ แต่ใช้พลังงานจากไฟฟ้าต่ำสุด โดยใช้หลักพื้นฐาน 6 ข้อ คือ

5.1 เลือกใช้ชนิดของแหล่งกำเนิดแสงสว่างที่ดี

5.2 เลือกใช้ดวงไฟที่มีประสิทธิภาพในการส่องสว่าง

5.3 มีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในการให้แสงสว่างอย่างสม่ำเสมอให้ดีตลอดเวลา

5.4 ออกแบบให้ได้ใช้พลังงานอย่างมีคุณภาพ

5.5 มีการควบคุมระบบการปิด – เปิด ดวงไฟ

5.6 พิจารณาผลกระทบของสิ่งแวดล้อมที่ติดตั้งดวงไฟ

จากข้อพิจารณาทั้ง 5 ข้อดังกล่าว จะเป็นหลักในการตัดสินใจจัดแสงสว่างภายในสถานประกอบการ โดยผู้ใช้ ผู้ออกแบบ และผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น ผู้ออกแบบเครื่องจักร ผู้ออกแบบติดตั้งเครื่องทำความเย็น ผู้ออกแบบการตกแต่งภายในอาคาร ร่วมกันปรึกษาหารืออย่างไรก็ตาม สิ่งที่ควรคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งก็คือ การออกแบบภายในและภายนอกอาคารควรมีความสัมพันธ์ส่งเสริมกันด้วย

- อันตรายของแสงสว่างและผลกระทบต่อสุขภาพ

แสงสว่าง มีความสำคัญอย่างมากที่จะช่วยให้ผู้ทำงานสามารถทำงานได้อย่างสะดวกสบาย ทำให้งานมีคุณภาพจากการที่สามารถมองเห็นชิ้นงานได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้เกิดผลผลิตที่มีคุณภาพและมีปริมาณเพิ่มขึ้น และลดอัตราการสูญเสียของชิ้นงานได้ ฉะนั้น การจัดแสงสว่างในสถานที่ทำงานให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมการทำงาน จึงมีความสำคัญต่อผู้ปฏิบัติงานและต่อเจ้าของสถานประกอบการ

ปัญหาของแสงสว่างที่มีผลกระทบต่อผู้ทำงาน คือ

1. แสงสว่างน้อยเกินไป จะมีผลเสียต่อตา ทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากเกินไป โดยบังคับให้ม่านตาเปิดกว้าง เพราะการมองเห็นนั้นไม่ชัดเจน ต้องใช้เวลาในการมองรายละเอียดนั้น ทำให้เกิดความเมื่อยล้าของตาที่ต้องเพ่งออกมา ปวดตา มึนศีรษะ ประสิทธิภาพและขวัญกำลังใจในการทำงานลดลง การหยิบจับ ใช้เครื่องมือเครื่องจักรผิดพลาดเกิดอุบัติเหตุขึ้น หรือไปสัมผัสถูกส่วนที่เป็นอันตราย

2. แสงสว่างที่มากเกินไป แสงจ้าตาที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง (Direct glare) หรือแสงจ้าตาที่เกิดจากการสะท้อนแสง (Reflected glare) จากวัสดุที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม เช่น ผนังห้อง เครื่องมือ เครื่องจักร โต๊ะทำงาน เป็นต้น จะทำให้ผู้ทำงานเกิดความไม่สบาย เมื่อยล้า ปวดตา มึนศีรษะ กล้ามเนื้อหนังตากระตุก วิงเวียน นอนไม่หลับ การมองเห็นแย่ลง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดผลทางจิตใจคือเบื่อหน่ายในการทำงาน ขวัญและกำลังใจในการทำงานลดลง เป็นผลทำให้เกิดอุบัติเหตุได้เช่นเดียวกัน

นอกจากอันตรายของแสงสว่างดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีอันตรายอื่นของ **แสงที่ไม่อยู่ในช่วงของความยาวคลื่นที่มองเห็นได้** อาทิเช่น

*** อันตรายจากแสงเหนือม่วง** ซึ่งจะทำให้นัยน์ตาอักเสบ ตาแดง **หรือเยื่อบุตา** ในชั้นตาดำอาจถูกทำลาย ทำให้ขุ่นมองเห็นไม่ชัด จะพบในงานเชื่อมโลหะ การฆ่าเชื้อโรคโดยแสงเหนือม่วง งานเกษตรกลางแจ้ง งานก่อสร้างกลางแจ้ง งานถนอมอาหาร

*** อันตรายจากแสงใต้แดง** ช่วงคลื่นของแสงใต้แดงที่ยาวจะถูกกลืนไว้หมดโดยตาดำ ทำให้ตาดำขุ่น ส่วนช่วงคลื่นของแสงใต้แดงที่สั้นกว่าจะส่องผ่านตาดำและถูกดูดกลืนโดยเลนส์ จนเกิดเป็นต้อกระจกจากความร้อน (Heat Cataract) นอกจากแสงใต้แดงอาจจะทะลุทะลวงถึงจอภาพ (Retina) ของนัยน์ตา ทำให้เซลล์ของเรตินาตายได้ ทำให้ไม่สามารถมองเห็นได้ชัด จะพบในงานอุตสาหกรรมเป่าแก้ว งานหล่อหลอมโลหะ งานเชื่อมชนิดต่าง ๆ และการอบสี เป็นต้น

*** อันตรายจากแสงในช่วงคลื่นของความถี่วิทยุโทรทัศน์** ช่วงคลื่นนี้จะทำอันตรายต่อเลนส์ของนัยน์ตามากที่สุด เพราะมีการดูดกลืนของรังสีวิทยุ ทำให้เกิดความร้อนสูง ซึ่งนัยน์ตาจะมีการไหลเวียน หรือถ่ายเทความร้อนที่ไม่เพียงพอ ทำให้เซลล์ของนัยน์ตา

เกิดการขุ่นมัวได้เร็ว ทำให้เป็นตาต้อได้

- **ประเภทอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง**

สำหรับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างนั้น ดูเหมือนว่ากิจการทุกประเภทกิจการจำเป็นต้องใช้แสงสว่างในการส่องสว่างในการทำงาน ความเข้มแสงสว่างจะเพียงพอกับงานที่ทำอยู่หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะงาน/ประเภทของงานนั้น ๆ ซึ่งส่วนมากมักปฏิบัติงานในสถานประกอบการ งานทั่วไปที่ทำในอาคาร เช่น งานเย็บผ้า งานเขียน พิมพ์ อ่าน วาด งานตรวจสอบ งานผลิตเครื่องไฟฟ้า ผลิตเหล็กและเหล็กกล้า (บริเวณเตาไฟ บริเวณโรงกลิ้งเหล็ก) โรงชุบ งานผลิตเครื่องจักร เครื่องยนต์ งานเกี่ยวกับสารเคมี งานหล่อ งานประกอบชิ้นส่วน เป็นต้น งานบางประเภทต้องการความละเอียดมากในการปฏิบัติงานจึงย่อมต้องการปริมาณความเข้มแสงมากกว่างานที่ต้องการความประณีตหรือต้องการความละเอียดในงานปานกลางหรือเล็กน้อย และเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานจึงได้มีมาตรฐานแนะนำความเข้มของแสงสว่างของแต่ละประเภทงานไว้สำหรับใช้ในการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้มีสภาพการทำงานที่เหมาะสมตามลักษณะงานที่ต้องใช้แสงสว่างในการปฏิบัติงาน อาทิเช่น

งานบางประเภทที่ต้องการแสงสว่างมากเป็นพิเศษ เช่น งานเย็บผ้าหรืองานตรวจสอบผ้าสีทึบ/สีเข้ม งานเจียระไน การประกอบอุปกรณ์/ชิ้นส่วนขนาดเล็ก เช่น นาฬิกา วงจรไฟฟ้า เป็นต้น

งานที่ต้องการแสงสว่างมาก เช่น งานกลึง งานตกแต่ง งานตรวจสอบคุณภาพต่าง ๆ งานซ่อมแซม การอ่านและการเขียน เป็นต้น

งานที่ต้องการแสงสว่างปานกลาง เช่น งานเย็บผ้า งานประกอบชิ้นส่วนที่มีขนาดปานกลาง งานตัดหรือเลื่อย เป็นต้น

งานที่ต้องการแสงสว่างน้อย เช่น การสีข้าว การสางข้าว การเตรียมวัตถุดิบเบื้องต้น เพื่อรอเข้ากระบวนการผลิต เป็นต้น นอกจากนี้มีงานบางประเภทที่ไม่ต้องการแสงสว่าง หรือต้องการแสงสว่างน้อยมาก เช่น งานในห้องมืด ห้องถ่ายรังสีต่าง ๆ เป็นต้น

- **วิธีการตรวจวัดและประเมินผล**

เนื่องจากมาตรฐานหรือข้อเสนอแนะทางด้านแสงสว่างนั้น กำหนดออกมาในรูปของความเข้มของแสงสว่าง ซึ่งหมายถึงปริมาณแสงสว่างที่ตกกระทบลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ ดังนั้น เครื่องมือที่ใช้วัดแสงสว่าง จึงต้องเป็นเครื่องมือวัดระดับความเข้มของแสงสว่างด้วย เครื่องมือวัดระดับความเข้มของแสงสว่างจัดอยู่ในเครื่องมือประเภทอ่านค่าได้โดยตรง (Direct Reading)

เครื่องมือวัดระดับความเข้มของแสงสว่างมีอยู่หลายชนิด ซึ่งมีขีดความสามารถที่แตกต่างกันทั้งในด้านความละเอียดของการวัด การวัดในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการตรวจวัดนั้น ๆ แต่ในที่นี้ขอกล่าวถึงเครื่องมือวัดระดับความเข้มของแสงสว่างแบบง่าย ๆ ใช้งานสะดวก บำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก การปรับความถูกต้อง (Calibration) ของเครื่องมือไม่ต้องกระทำบ่อยและไม่ซับซ้อน ราคาไม่แพง และหาซื้อในท้องตลาดได้ง่าย ซึ่งเครื่องวัดดังกล่าวเรียกว่า พอร์ทเทเบิ้ล ลักซ์มิเตอร์ (Protable Lux Meter) หรือเรียกกันสั้น ๆ ว่า ลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter)

ลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter) เป็นเครื่องมือชนิดที่ใช้อ่านค่าโดยตรง (Direct Reading) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ

1. ส่วนที่เป็นตัวรับแสง (Sensor) ซึ่งจะมีโฟโต้เซลล์ (Photo cell) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งทั้งสองส่วนนี้แปรผันกันโดยตรง คือ เมื่อแสงสว่างที่มาตกกระทบมีความเข้มมาก ก็จะทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้ามากขึ้นด้วย Photo cell ที่มักจะประกอบด้วยสารเซเลเนียม (Selenium) เรียกว่า เซเลเนียมโฟโต้เซลล์ (Selenium Photocell) ซึ่งมีความไวต่อแสงสว่าง นอกจากนั้นในส่วนตัวของตัวรับแสงจะมีกระจกโค้ง

นูนเล็กน้อย (Opalglove) เพื่อให้ตัวรับแสงสามารถรับแสงจากทิศทางต่าง ๆ ได้รอบด้าน และเป็นการปรับมุมตกกระทบของแสงบนตัวรับแสงให้ได้ทิศทาง 90° ให้มากที่สุด

2. ส่วนที่เป็นมิเตอร์วัด ส่วนนี้จะรับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากตัวรับแสงเพื่อมาหมุนเข็มบนหน้าปัดที่มีสเกลในการอ่าน ทำให้สามารถอ่านค่าออกมาได้โดยตรงบนหน้าปัดนี้เครื่องบางชนิดสามารถวัดค่าได้หลายช่วง บางชนิดวัดออกมามีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux) บางชนิดมีหน่วยเป็นฟุตเทียน (Footcandle)

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง ประกอบด้วย

1. ลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter)
2. สายหรือไม้สำหรับวัดระยะทาง
3. แบบบันทึกข้อมูลการตรวจวัด

หน่วยที่ใช้ในการวัดความเข้มแสง

ปริมาณแสงสว่างที่ตกกระทบลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่กำหนด หากพื้นที่ที่กำหนดเป็นตารางเมตร หน่วยวัดของปริมาณการส่องสว่างนั้นจะเป็น **ลักซ์ (Lux)** หรือลูเมน/ตารางเมตร

การปรับเช็คความถูกต้องของเครื่อง (Calibration)

ปิดส่วนของตัวรับแสง (Photo cell) ไม่ให้แสงเข้าโดยครอบด้วยกล่องดำหรือปิดฝาครอบที่มีอยู่ แล้วอ่านค่ามิเตอร์จะต้องได้ศูนย์ (Zero adjustment)

ลักษณะการตรวจวัด

การตรวจวัดความเข้มแสง มี 2 แบบ คือ

1) วัดที่จุดของงาน (Work location หรือ Spot method) การวัดแบบนี้เป็นการวัดที่บริเวณของชิ้นงานหรือบริเวณที่มีการทำงานเท่านั้น ไม่ว่าตำแหน่งของการทำงานจะเป็นอย่างไรก็ให้วัดในตำแหน่งจริง ๆ นั้น ซึ่งการวัดแสงแบบนี้จะนิยมทำกันมากที่สุด

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินผลความเข้มของแสงสว่างตามลักษณะงานที่ปฏิบัติว่าเพียงพอหรือไม่

วิธีการ

* ตัวรับแสง (Photo cell) วางอยู่ระนาบเดียวกับพื้นผิวงานของผู้ปฏิบัติงานนั้น

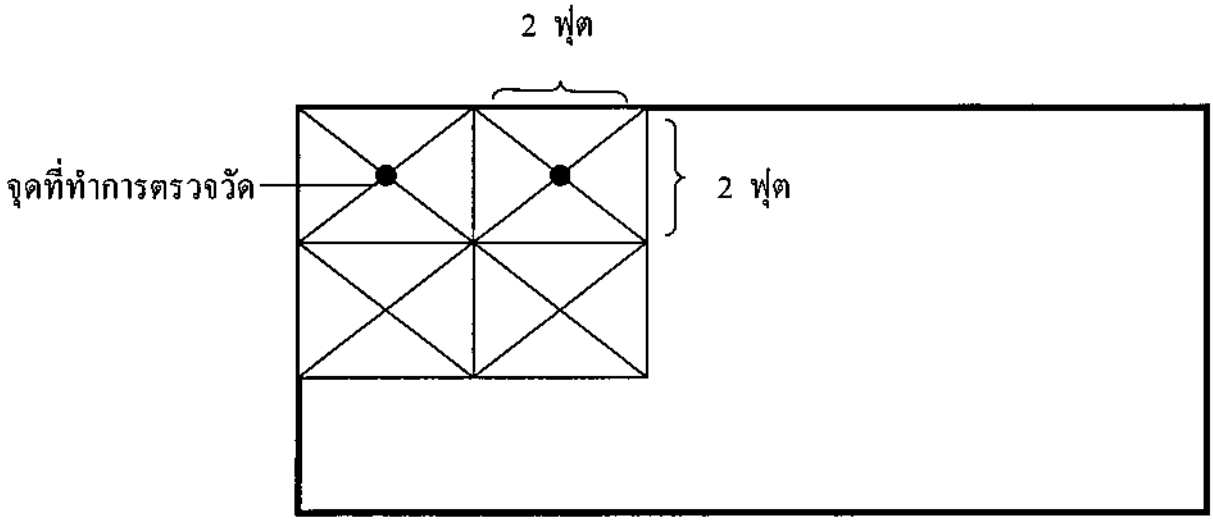
2) วัดแบบหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่นั้น ๆ ทั้งหมด เป็นการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างในบริเวณโดยรอบของห้อง ๆ นั้น จะไม่คำนึงถึงเฉพาะบริเวณที่มีการทำงาน จะทำการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างบนพื้นที่โดยรอบนั้น

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณภาพของระบบแสงสว่างว่ามีความเข้มของแสงใกล้เคียงกันหรือไม่ (Uniformity)

วิธีการ

* แบ่งพื้นที่ออกเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดประมาณ 2 x 2 ฟุต ทำการวัดแสงในสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังกล่าว

* ตัวรับแสง (Photo cell) สูงจากพื้น 30 นิ้ว ณ จุดที่เส้นทแยงมุมตัดกัน



วิธีการปฏิบัติและเทคนิคการวัดแสงสว่าง

1. ปรับเช็คความถูกต้องเครื่องวัดแสงสว่างก่อนทุกครั้ง-การปรับศูนย์ (Zero adjustment)

2. การตรวจวัดความเข้มแสงสว่างจะทำการตรวจวัดตามสภาพความเป็นจริง เช่น หากปฏิบัติงานโดยไม่เปิดไฟ แต่ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ ก็ทำการตรวจวัดตามสภาพจริงนั้น แต่หากปกติการทำงานนั้นเปิดหลอดไฟฟ้าในขณะทำงาน ให้เปิดหลอดไฟฟ้าไว้อย่างน้อย 20 นาทีก่อนทำการตรวจวัด ทั้งนี้เพื่อให้หลอดไฟส่องสว่างเต็มที่

3. ปรับมิเตอร์ มิเตอร์บางรุ่นจะมีปุ่มให้ปรับเลือกช่วงของความเข้มของแสงสว่างระดับต่าง ๆ หากไม่แน่ใจว่าระดับความเข้มของการแสงสว่างเป็นปริมาณเท่าไหร่ให้ปรับปุ่มไปช่วงของการวัดที่ระดับสูงก่อน ถ้าไม่ใช่ช่วงการวัดนั้นจึงค่อยปรับสเกลต่ำลงมา

4. ให้วาง Photo cell ตามพื้นราบของงานที่ต้องการจะตรวจวัด (Working Plane) โดยสังเกตพื้นราบของงานนั้นอยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้งฉาก ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะงาน แต่ห้ามวางตะแคง

5. ให้ Photo cell รับแสงนานประมาณ 5-10 นาที จนค่าแน่นอนจึงอ่านมิเตอร์ บันทึกผลการตรวจลงในแบบบันทึกการตรวจวัดแสงสว่าง (ตามแบบบันทึกฯ แนบท้าย)

6. ต้องวัดแสงในขณะที่ผู้ปฏิบัติงานอยู่ในลักษณะการทำงานจริง ๆ แม้การทำงานนั้นจะทำให้เกิดเงา

7. ในการวัดแสง ควรพิจารณาตำแหน่งของดวงอาทิตย์และสภาพอากาศขณะที่ทำการวัดด้วย

8. งานที่ปฏิบัติในเวลากลางวัน ต้องทำการวัดแสงในตอนกลางวัน แต่ถ้างานที่ปฏิบัตินั้นเป็นเวลากลางคืนก็ต้องทำงานตรวจวัดในเวลากลางคืน

9. บันทึกผลการตรวจวัดแสงสว่างและปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น สภาพห้อง เพดาน ดวงไฟ ความสะอาด สี สภาพอากาศขณะที่วัด เป็นต้น

10. เปรียบเทียบค่าหรือปริมาณของแสงสว่างที่วัดได้จากบริเวณต่าง ๆ กับมาตรฐานความปลอดภัยของหน่วยงานต่าง ๆ

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องวัดแสง

เครื่องมือวัดระดับความเข้มของแสงสว่าง จะมีข้อควรระวังในการใช้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและยืดอายุการใช้งานของเครื่อง ข้อควรระวังที่สำคัญ ๆ ได้แก่

1. การใช้เครื่องมือวัด ก่อนใช้ควรศึกษาคู่มือการใช้อย่างละเอียดเสียก่อนว่ามีขั้นตอนการปฏิบัติต่อเครื่องมืออย่างไร อย่าใช้วิธีทดลองทำหรือลองผิดลองถูก ซึ่งอาจจะทำให้เครื่องมือเสียหายได้

2. อย่าให้ตัวรับแสงสัมผัสกับแสงอาทิตย์โดยตรง หรือใช้ภายนอกอาคารโรงงาน ไม่ควรใช้ในที่โล่งแจ้ง (ยกเว้นเป็นเครื่องมือวัดแสงสว่างที่ใช้ภายนอกอาคารได้) หากในการใช้วัดความเข้มของแสงสว่างแล้วไม่แน่ใจว่าความเข้มของแสงสว่างจะสูงไปหรือไม่ ควรปรับช่วงการวัดไปอยู่ในช่วงการวัดที่ระดับสูงเสียก่อน แล้วจึงค่อยปรับช่วงการวัดลดต่ำลงมาเพราะหากตัวรับแสงสัมผัสกับแสงสว่างที่มีความเข้มสูงมาก ๆ จะทำให้ความไวในการรับแสงของ Selenium Photocell ลดลง และอาจเกิดปัญหาในวงจรไฟฟ้าหรือตัวมิเตอร์ได้

3. ควรทำการปรับศูนย์ (Zero adjustment) ทุกครั้งก่อนนำเครื่องออกใช้งาน

4. หลังจากการใช้งานทุกครั้งควรทำความสะอาดเครื่องมือ และจัดเก็บอย่างระมัดระวัง ต้องเก็บรักษาเครื่องมือให้ดี ปราศจากฝุ่น ความร้อน ความชื้น ไอ สารเคมีและความสั่นสะเทือน

แบบบันทึกการตรวจวัดแสงสว่าง

ชื่อบริษัท.....

ที่ตั้ง.....

วันที่ตรวจวัด.....ผู้สำรวจ.....

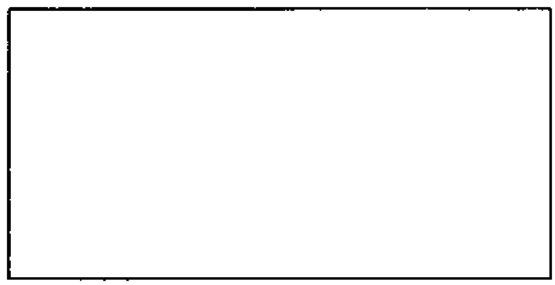
สภาพทั่วไป.....

.....

เครื่องวัดแสงยี่ห้อ.....วันที่เปรียบเทียบ.....

แผนผังห้องที่ตรวจวัด (ผังโต๊ะทำงาน, หน้าต่าง, ประตู, หลอดไฟ ฯลฯ)

กว้าง.....เมตร



ยาว.....เมตร

สีของ :

ผนัง.....

ฝ้า/เพดาน.....

พื้น.....

ตารางบันทึกผลการตรวจวัด

จุดตรวจวัด	ลักษณะงาน	ความเข้มแสงสว่าง (ลักซ์)	หมายเหตุ (ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่ม/ลดแสงสว่าง)

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

- การป้องกันและการควบคุม

การจัดให้มีแสงสว่างเหมาะสมกับการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดความปลอดภัยให้การมองเห็นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความรู้สึกสบายในการมอง และในแง่เศรษฐกิจนั้น เป็นการนำพลังงานมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพและที่สำคัญ คือ เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับสถานประกอบการ การบำรุงรักษาระบบแสงสว่างให้มีสภาพดีคงอยู่เสมอ ก็เป็นวิถีทางการป้องกันและการควบคุมในเรื่องของแสงสว่างที่เหมาะและดีที่สุด

การจัดแสงสว่างในสถานประกอบการให้มีสภาพที่เหมาะสม มีหลักในการพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. การเลือกระบบแสงสว่างและแหล่งกำเนิดแสงสว่าง
2. ลักษณะของห้องหรือพื้นที่ใช้งาน
3. คุณภาพและปริมาณของแสงสว่าง
4. การดูแลบำรุงรักษาระบบแสงสว่าง

1. การเลือกระบบแสงสว่างและแหล่งกำเนิดแสงสว่าง

แสงสว่างตามธรรมชาติ เป็นแหล่งกำเนิดของแสงสว่างที่ดีที่สุดและถูกที่สุด การจัดพื้นที่ของสถานประกอบการให้มีพื้นที่ของหน้าต่างหรือช่องแสงเข้าจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ หากต้องการนำประโยชน์จากแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ ควรให้มีพื้นที่ของหน้าต่างมากกว่า 1/3 ของพื้นที่ของสถานประกอบการ แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความร้อนที่จะเข้ามาด้วย

2. ลักษณะของห้องหรือพื้นที่ใช้งาน

ลักษณะของห้องหรือพื้นที่ใช้งาน นับเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการที่จะนำรายละเอียดไปใช้เป็นข้อพิจารณาในการกำหนดความสว่างให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดการมองเห็นที่ดี การจัดสภาพแวดล้อมในการมองเห็นเพื่อให้เกิดความรู้สึกสบายและอยากทำงาน การพิถีพิถันในการเลือกใช้สี และวัสดุในการทำเพดานและผนัง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเพิ่มการมองให้ดียิ่งขึ้น โดยจะลดการสูญเสียจากแสงสะท้อน การกระจายของแสงดีขึ้น ปกติแล้วการทาสีเพดาควรทาสีที่ใกล้เคียงกับสีขาวให้มากที่สุดและผนังไม่ควรทาสีที่มีความมันวาว ควรทาสีอ่อน ๆ

3. ปริมาณของแสงสว่างที่เพียงพอและมีคุณภาพ

ลักษณะงานแต่ละชนิด ต้องการปริมาณแสงสว่างไม่เท่ากัน ลักษณะงานที่มีความละเอียดมาก หรือมีชิ้นงานขนาดเล็กมาก หรือทำงานกับชิ้นงานที่มีสีทึบ ย่อมต้องการปริมาณแสงสว่างมากกว่างานที่มีชิ้นงานขนาดใหญ่หรือมีสีอ่อน นอกจากปริมาณแสงสว่างที่พอเหมาะกับลักษณะงานแล้ว คุณภาพของแสงสว่างก็มีความสำคัญมาก

คุณลักษณะของแสงสว่างที่ควรหลีกเลี่ยง คือ

*** การเกิดแสงจ้า (Glare)**

*** การเกิดเงา**

***การเกิดแสงจ้า (Glare)**

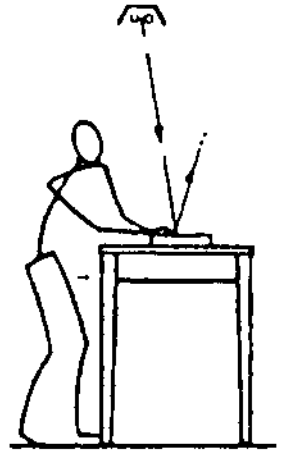
แสงจ้า (Glare) คือจุดหรือพื้นที่ที่มีแสงจ้าเกิดขึ้นในระยะของลานสายตา (Visual field) ทำให้ตารู้สึกว่ามีแสงสว่างมากเกินกว่าตาที่จะปรับได้ เป็นสาเหตุของความรำคาญ ไม่สุขสบาย หรือความสามารถในการมองเห็นลดลง

แสงจ้ามี 2 ชนิด คือ

1. แสงจ้าตาโดยตรง (Direct Glare) เกิดจากแหล่งกำเนิดที่แสงสว่างจ้าในระยะลานสายตา ซึ่งอาจเกิดจากแสงสว่างที่ส่องผ่านหน้าต่าง หรือแสงสว่างที่เกิดจากดวงไฟที่ติดตั้ง

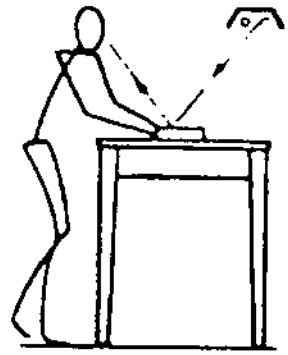
การลดแสงจ้าจากหน้าต่าง ทำได้โดย

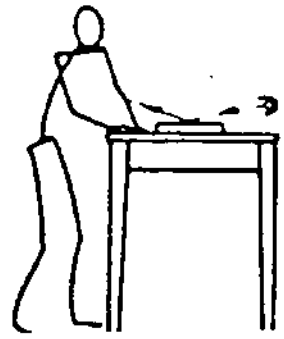
- ติดผ้าม่าน ที่บังตา บานเกร็ด ต้นไม้ หรือไม้เลื้อยต่าง ๆ
- เปลี่ยนเป็นกระจกฝ้าแทนกระจกใส
- เปลี่ยนทิศทางของโต๊ะและการนั่งทำงาน โดยให้แสงสว่างเข้าด้านข้างหรือนั่งหันหลังให้หน้าต่าง แทนการหันหน้าไปหาแสง



ตำแหน่งขอไฟเสริมที่
การติดตั้งทำให้ไม่มีแสง
สะท้อนมารบกวนสายตา

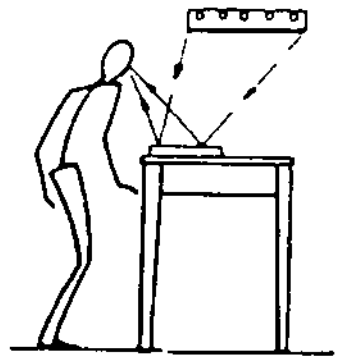
ตำแหน่งของไฟเสริมที่
การติดตั้งทำให้เกิดแสง
สะท้อนมารบกวนสายตา





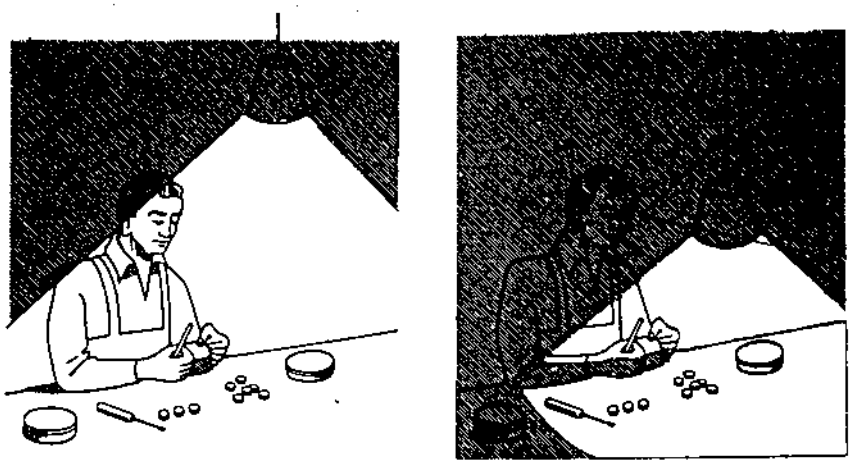
การติดตั้งไฟเสริม
ในมุมต่ำเมื่อต้องการ
เน้นพื้นผิวงานเป็นพิเศษ

การติดตั้งแผงไฟเสริมที่
มีขนาดใหญ่และมีหลอดไฟ
แสงสะท้อนเข้าตาได้



การลดแสงจ้าจากดวงไฟ ทำได้โดย

- การใช้โคมไฟ หรือที่ครอบลึกพอควร ขอบด้านในทาสีเข้มและผิวด้าน
- ติดตั้งโคมไฟให้ต่ำพอ เพื่อว่าแสงจ้าที่พื้นผิวจะถูกลบหายไป แต่ก็ให้มีระดับสูงพอที่จะช่วยในการส่องสว่าง

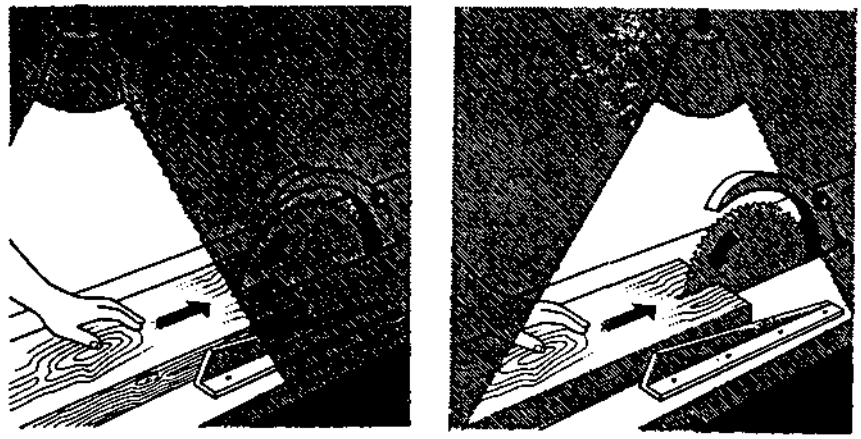


การติดตั้งโคมไฟให้มีระดับสูงที่พอเหมาะ

2. แสงจ้าจากการสะท้อน (Reflected glare) เกิดจากเมื่อแสงตกกระทบบนพื้นผิวต่าง ๆ เช่น วัตถุผิวมันและสะท้อนมาเข้าตา แสงจ้าชนิดนี้จะก่อให้เกิดความรำคาญมากกว่าแสงจ้าโดยตรง

การลดแสงจ้าจากการสะท้อน ทำได้โดย

- การปรับเปลี่ยนตำแหน่งของแหล่งแสง
- การลดความสว่างของแหล่งแสง
- การเลือกใช้ผิววัสดุที่มีการสะท้อนแสงต่ำ
- การทำฉากป้องกันแสง
- การทำแบคกราวด์ข้างเคียงให้สว่างกว่า โดยจัดวางนั้นให้พื้น/วัสดุผิวสีอ่อนให้อยู่ด้านหลัง



การเปลี่ยนตำแหน่งหลอดไฟให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน

***การเกิดเงา**

เงา เป็นอุปสรรคต่อการทำงานอย่างยิ่ง บริเวณที่มีเงามืดบนพื้นผิวของชิ้นงาน จะทำให้การทำงานลำบากยากยิ่งขึ้น มองไม่เห็นชัด คุณภาพของงานแย่ลง เมื่อยตา และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้

การหลีกเลี่ยงการเกิดเงา ทำได้โดย

- การวางผังโต๊ะในลักษณะที่สามารถหลีกเลี่ยงบริเวณที่จะเกิดเงา
- จัดกลุ่มดวงไฟสำหรับกลุ่มต่าง ๆ ของเครื่องจักร
- ใช้แสงสะท้อน เพื่อหลีกเลี่ยงแสงจ้า
- จัดทิศทางของแสงให้ดีขึ้น
- ดูแลความสะอาดและเพิ่มจำนวนหน้าต่างและช่องแสง เป็นต้น

4. การบำรุงรักษาแสงสว่าง

แม้จะมีปริมาณและคุณภาพของแสงสว่างที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานนั้นแล้ว แต่หากไม่มีการดูแลบำรุงรักษาระบบแสงสว่างอย่างเหมาะสม ความเข้มของการส่องสว่างที่ได้รับจะเหลือเพียงครึ่งเดียว และทำให้การจัดแสงสว่างที่ดำเนินการไว้ไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงานได้

สาเหตุที่ทำให้ระบบการส่องสว่างลดลง คือ

- ฝุ่น หรือสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนดวงไฟ พื้นผิวงานต่าง ๆ รวมทั้งพื้นผิวห้องด้วย อาทิเช่น ฝ้า กำแพง เพดาน หน้าต่าง ช่องแสง เป็นต้น

- อายุการใช้งานของแหล่งกำเนิดแสง เช่น ดวงไฟ-หลอดฟลูออเรสเซนต์ ก่อนที่หลอดจะขาดหรือหมดอายุ ความสว่างของหลอดจะลดลง 25-30% เมื่อเทียบกับหลอดไฟใหม่

- การนำสิ่งของต่าง ๆ วางกีดขวางทางเข้าของแสงสว่าง หรือตั้งบังทางที่แสงส่องสว่างผ่านมายังบริเวณที่ปฏิบัติงาน

ข้อแนะนำในการป้องกันอันตรายจากแสงที่ไม่อยู่ในช่วงของความคลื่นที่มองเห็นได้

1. ให้คนงานที่ต้องทำงานเกี่ยวข้องกับแสงจ้าสวมแว่นตากรองแสงรังสีในขณะทำงาน

2. สำหรับงานเชื่อมด้วยไฟฟ้านั้นควรคำนึงถึงอันตรายที่จะเกิดกับผิวหนังด้วย ดังนั้น ควรใช้เครื่องป้องกันอันตรายที่มีลักษณะเป็นกระบังหน้ามีแว่นกรองแสงรวมอยู่และควรสวมเสื้อแขนยาวและถุงมือเพื่อปกปิดผิวหนังไม่ให้สัมผัสกับรังสี

3. เมื่อคนงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับแสงจ้ามีอาการเจ็บแสบที่ตาและที่ผิวหนัง ควรให้หยุดพักจากงานนั้นเสียชั่วคราว เพื่อรักษาตัวจนกว่าจะหาย เพราะถ้ายังปล่อยให้ทำงานอยู่ต่อไปอันตรายที่เกิดจะรุนแรงมากขึ้น

4. การเลือกใช้แว่นตากันแสงและรังสี ควรจัดหาอย่างเหมาะสมและถูกต้องกับสภาพอันตราย โดยการเลือกใช้แว่นตานั้นควรคำนึงถึงขนาดความยาวคลื่นที่สามารถกั้นได้ และไม่รบกวนต่อการทำงาน รวมทั้งวิธีการบำรุงรักษาควรมีไว้ด้วย

5. การควบคุมด้านสิ่งแวดล้อมและการบริหารงานในสถานประกอบการที่มีการใช้แสงรังสี ควรจะมีการตรวจสภาพแวดล้อมและควบคุมเป็นประจำ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน จะต้องตรวจสอบบริเวณที่เสี่ยงต่ออันตรายมากที่สุด และกำหนดชั่วโมงการทำงานและวิธีการบริหารงานด้านความปลอดภัย ทั้งนี้เพื่อไม่ให้คนงานปฏิบัติงานภายใต้สภาพแวดล้อมการทำงานที่มีอันตราย

บทที่ 3

การตรวจวัดและการประเมินแสงสว่างในสถานที่ทำงานของห้องอธิบดีกรมการจัดหางาน

แบบบันทึกการตรวจวัดแสงสว่าง

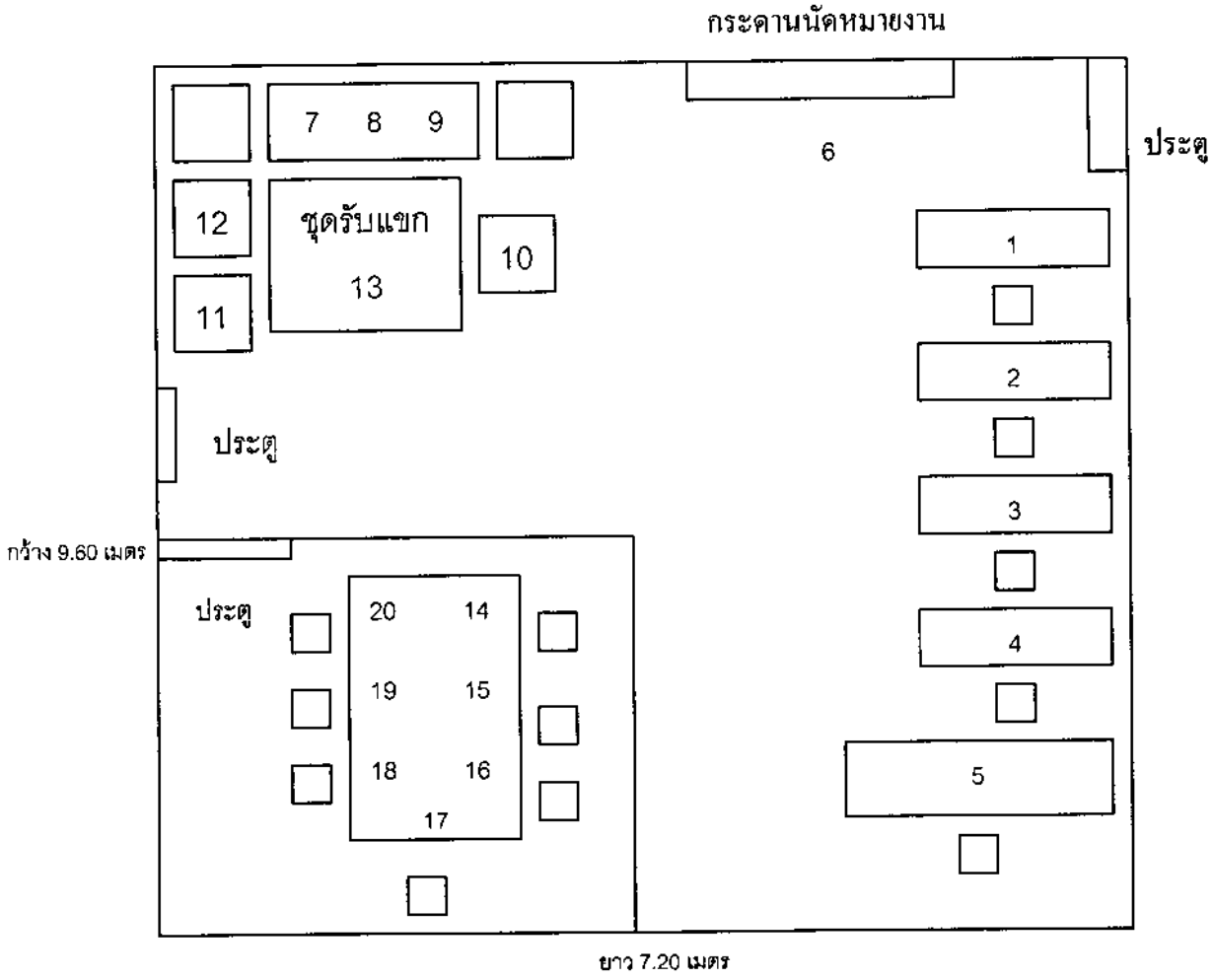
ชื่อหน่วยงาน กระทรวงแรงงาน

ที่ตั้ง หน้าห้องทำงานอธิบดีกรมการจัดหางาน ชั้น 9 สำนักอธิบดี กรมการจัดหางาน ถนนมิตรไมตรี เขตดินแดง กรุงเทพฯ 10400

วันที่ตรวจวัด 17 มีนาคม 2547 ผู้สำรวจ นายวิโรจน์ จันทร์สุนทรภาส

เครื่องวัดแสงยี่ห้อ BEHA UNITEST DIGITAL : LUXMETER Cat. No. 934085 Serial No : 95083192 วันที่เปรียบเทียบ 17 มีนาคม 2547

แผนผังห้องทำงานของอธิบดีกรมการจัดหางาน



ตารางบันทึกผลการตรวจวัด
หน้าห้องทำงานอธิบดีกรมการจัดหางาน

จุดตรวจวัด	ลักษณะงาน	ความเข้มแสงสว่าง (ลักซ์)		หมายเหตุ (ระบุปัจจัย) ที่มีผลต่อการเพิ่ม/ลดแสงสว่าง
		ตรวจวัด	มาตรฐาน (ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ)	
1. บนโต๊ะทำงาน จนท.	งานหนังสือ	276	300	-
2. บนโต๊ะทำงาน จนท.	งานหนังสือ	384	300	-
3. บนโต๊ะทำงาน จนท.	งานหนังสือ	444	300	-
4. บนโต๊ะทำงาน จนท.	งานหนังสือ	266	300	-
5. จุดบริการเครื่องดื่ม	งานชงเครื่องดื่ม	212	200	-
6. กระดานนัดหมายงาน	งานหนังสือ	367	300	-
7. ที่นั่งชุดรับแขก	งานหนังสือ	236	300	-
8. ที่นั่งชุดรับแขก	งานหนังสือ	252	300	-
9. ที่นั่งชุดรับแขก	งานหนังสือ	263	300	-
10. ที่นั่งชุดรับแขก	งานหนังสือ	327	300	-
11. ที่นั่งชุดรับแขก	งานหนังสือ	339	300	-
12. ที่นั่งชุดรับแขก	งานหนังสือ	299	300	-
13. บนโต๊ะชุดรับแขก	งานหนังสือ	342	300	-
14. บนโต๊ะชุดรับแขก	งานหนังสือ	298	300	-
15. บนโต๊ะชุดรับแขก	งานหนังสือ	386	300	-
16. บนโต๊ะชุดรับแขก	งานหนังสือ	335	300	-
17. บนโต๊ะชุดรับแขก	งานหนังสือ	310	300	-
18. บนโต๊ะชุดรับแขก	งานหนังสือ	319	300	-
19. บนโต๊ะชุดรับแขก	งานหนังสือ	369	300	-
20. บนโต๊ะชุดรับแขก	งานหนังสือ	392	300	-

แบบบันทึกการตรวจวัดแสงสว่าง

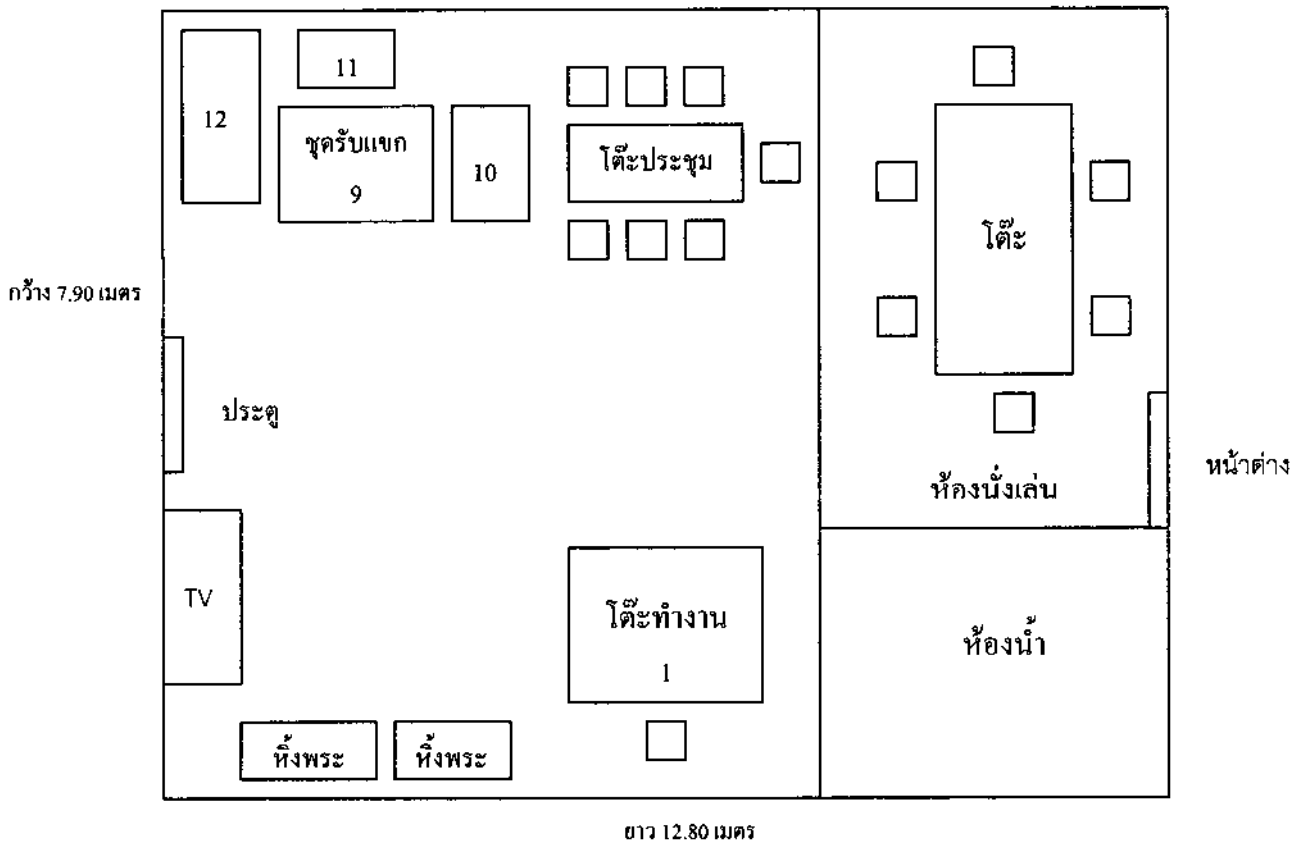
ชื่อหน่วยงาน กระทรวงแรงงาน

ที่ตั้ง ห้องทำงานอธิบดีกรมการจัดหางาน ชั้น 9 สำนักอธิบดี กรมการจัดหางาน ถนนมิตรไมตรี เขตดินแดง กรุงเทพฯ 10400

วันที่ตรวจวัด 17 มีนาคม 2547 ผู้สำรวจ นายวิโรจน์ จันทร์สุนทรภาส

เครื่องวัดแสงยี่ห้อ BEHA UNITEST DIGITAL : LUXMETER Cat. No. 934085 Serial No : 95083192 วันที่เปรียบเทียบ 17 มีนาคม 2547

แผนผังในห้องทำงานของอธิบดีกรมการจัดหางาน



สีของ :

ผนัง ขาว

ฝ้า/เพดาน ขาว

พื้น พรมสีขาว

ตารางบันทึกผลการตรวจวัด
ในห้องทำงานอธิบดีกรมการจัดหางาน

จุดตรวจวัด	ลักษณะงาน	ความเข้มแสงสว่าง (ลักซ์)		หมายเหตุ (ระบุปัจจัย) ที่มีผลต่อการเพิ่ม/ลดแสงสว่าง
		ตรวจวัด	มาตรฐาน (ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ)	
1. บนโต๊ะทำงาน	งานหนังสือ	254	300	-
2. บนโต๊ะประชุม	งานหนังสือ	322	300	-
3. บนโต๊ะประชุม	งานหนังสือ	308	300	-
4. บนโต๊ะประชุม	งานหนังสือ	273	300	-
5. บนโต๊ะประชุม	งานหนังสือ	268	300	-
6. บนโต๊ะประชุม	งานหนังสือ	240	300	-
7. บนโต๊ะประชุม	งานหนังสือ	250	300	-
8. บนโต๊ะประชุม	งานหนังสือ	272	300	-
9. บนโต๊ะชุดรับแขก	งานหนังสือ	238	300	-
10. ที่นั่งชุดรับแขก	งานหนังสือ	245	300	-
11. ที่นั่งชุดรับแขก	งานหนังสือ	261	300	-
12. ที่นั่งชุดรับแขก	งานหนังสือ	263	300	-

ผลการตรวจวัดแสงสว่างบริเวณหน้าห้องทำงานอธิบดีกรมการจัดหางาน สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

จากผลการตรวจวัดแสงสว่างบริเวณหน้าห้องทำงานอธิบดีกรมการจัดหางาน พบว่า มีเพียง 13 จุดตรวจวัด จากจำนวนทั้งสิ้น 20 จุด คือจุดตรวจวันที่ 2 3 5 6 10 11 13 15 16 17 18 19 และ 20 เท่านั้นที่มีค่าความเข้มของการส่องสว่างเป็นไปตามค่ามาตรฐานในประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม หมวด 2 แสงสว่าง ซึ่งบริเวณจุดตรวจวัดที่เหลือจำนวน 7 จุด ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานคือจุดตรวจวัดที่ 1 4 7 8 9 12 และ 14 จำเป็นที่จะต้องได้รับการพิจารณาแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้การทำงานสามารถเกิดประสิทธิภาพสูงสุดอย่างต่อเนื่อง

ผลการตรวจวัดแสงสว่างบริเวณในห้องทำงานอธิบดีกรมการจัดหางาน สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

จากผลการตรวจวัดแสงสว่างบริเวณในห้องทำงานอธิบดีกรมการจัดหางาน พบว่า มีเพียง 2 จุดตรวจวัด จากจำนวนทั้งสิ้น 12 จุด คือจุดตรวจวันที่ 2 และ 3 เท่านั้น ที่มีค่าความเข้มของการส่องสว่างเป็นไปตามค่ามาตรฐานในประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม หมวด 2 แสงสว่าง ซึ่งบริเวณจุดตรวจวัดที่เหลือจำนวน 10 จุด ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานคือจุดตรวจวัดที่ 1 4 5 6 7 8 9 10 11 และ 12 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการพิจารณาแก้ไขปรับปรุงโดยด่วน เพื่อให้ภาวะการทำงานของผู้บริหารระดับสูงสุดของกรมการจัดหางานสามารถให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดอย่างต่อเนื่อง

<u>ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข</u>

แนวทางการแก้ไขที่สามารถเป็นไปได้โดยง่ายและมีความเหมาะสมในการปฏิบัติ คือ การเปลี่ยนโคมไฟส่องสว่างซึ่งจากเดิมมีหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ จำนวน 2 หลอด ไปเป็นชนิดหลอดไฟ 3 หลอด ซึ่งจะได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ภายในห้องทำงานและประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากไม่มีการเพิ่มจำนวนของอุปกรณ์ส่วนควบต่าง ๆ อาทิเช่น สายไฟ สวิทซ์เปิด-ปิด เป็นต้น

บทที่ 4
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

แสงสว่างเป็นพลังงานที่ปล่อยออกมาในรูปของควอนตัมของพลังงาน (Quantum Energy หรือ โฟตรอน (Photon) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectium)

เพื่อให้การทำงานเกิดความปลอดภัยและประสิทธิภาพสูงสุดการจัดระดับและคุณภาพของแสงสว่างควรยึดหลักการดังนี้

- ระดับความเข้มของแสงสว่าง จะต้องเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน การใช้ความละเอียดของงาน เพื่อไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้สายตามากเกินไป และเกิดผลกระทบต่อสมรรถภาพการมองเห็นได้ โดยยึดค่าระดับความเข้มของแสงสว่างตามเกณฑ์ที่กำหนดในประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม หมวด 2 แสงสว่าง นอกจากนี้ระดับความเข้มของแสงสว่างจะต้องไม่มากเกินไปหรือมีแสงจ้า จนทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดปัญหาปวดตา
- ในด้านคุณภาพของแสงสว่าง จะต้องมีการพิจารณาปรับปรุงการจัดแสงสว่าง ทิศทางของแหล่งกำเนิดแสง เพื่อไม่ให้เกิดแสงสะท้อน แสงกระทบ
- เลือกใช้สีของแสงที่ใกล้เคียงแสงธรรมชาติและก่อให้เกิดความสบายตา โดยอาจทำการประเมินจากความรู้สึกของผู้ปฏิบัติงาน

นอกจากการจัดระดับและคุณภาพของแสงสว่างโดยตรงแล้ว ยังควรมีการพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างด้วย ได้แก่ ผนัง เพดาน พื้นห้อง รวมถึงการจัดวางวัสดุ สิ่งของในบริเวณการทำงานด้วย ทั้งนี้ อาจมีหลักดังนี้

- สีของวัตถุ สิ่งของ พื้นที่มีสีหมอง ทึบ ควรจัดให้อยู่ต่ำกว่าระดับสายตา เพื่อหลีกเลี่ยงการปะทะของแสง และป้องกันแสงจ้า ในขณะที่สีของวัตถุ สิ่งของ ผนัง เพดาน ที่มีสีสด สว่าง ควรจัดให้อยู่สูงกว่าระดับสายตาเพื่อเป็นการปรับปรุงการกระจายของแสงให้มีความทั่วถึงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- เลือกใช้สีที่ให้ความรู้สึกผ่อนคลายกับปัญหาสภาพแวดล้อมการทำงานที่มี

อยู่ เช่น สภาพแวดล้อมที่มีปัญหาความร้อน อาจจัดองค์ประกอบของสีผนัง เพดานเป็นสีฟ้าอ่อน เพื่อให้ความรู้สึกที่เย็นขึ้น เป็นต้น

- พิจารณาการใช้สัญลักษณ์สีที่สื่อเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน เช่น สีท่อ สีสายไฟ สีแบ่งพื้นที่การทำงาน สีแสดงการทำงานของเครื่องจักร สีแสดงอันตราย ฯลฯ โดยออกแบบสีพื้น ผนัง เพดาน ให้ตัดกับสัญลักษณ์สีด้านความปลอดภัยฯ ในข้างต้น เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน

การตรวจวัดแสงสว่าง หน่วยวัดเป็น LUX

เครื่องมือการตรวจวัด คือ LUX METER

<u>ขั้นตอนการให้เครื่องวัดแสงสว่าง</u>

1. ตรวจดูสภาพเครื่องมือว่าเป็นเครื่องมือที่ดีพร้อมใช้งานได้
2. เปิดสวิทซ์เครื่องมือ
3. ปรับสเกล หรือปุ่มควบคุมการทำงานต่าง ๆ ให้เหมาะสม
4. นำเครื่องไปวัด ณ จุดที่ต้องการ
5. อ่านค่า และบันทึกผล
6. ประเมินค่าที่ได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน
7. ปิดเครื่องมือหลังเลิกใช้งาน
8. ทำความสะอาดและเก็บในกระเป๋าเครื่องมือ

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

ควรมีการตรวจวัดและประเมินผลของแสงสว่างในสถานที่ทำงานของทุกหน่วยงานในสังกัดกระทรวงแรงงานเพื่อให้ได้มาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับเรื่องแสงสว่างเพื่อที่จะได้

1. เป็นตัวอย่างที่ดีให้กับหน่วยงานอื่น ๆ นำไปปฏิบัติ
2. ทำให้เจ้าหน้าที่มีประสิทธิภาพและขวัญกำลังใจในการทำงานที่ดี
3. เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งในการลดอุบัติเหตุจากการทำงาน

บรรณานุกรม

1. Illuminating Engineering Society of North American ***IES* Lighting Handbook-Application Volume.** New york, USA, 1981
2. ชัยยุทธ ชวลิตนิธิกุล สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน ***การเพิ่มผลผลิตและการปรับสถานที่ทำงาน*** กรุงเทพมหานคร, 2533
3. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ***สุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน.*** นนทบุรี, 2533
4. กองอาชีวอนามัย ***คู่มือปฏิบัติงานอาชีวสุขศาสตร์.*** 2541
5. สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน ***คู่มือการใช้เครื่องมือการตรวจสภาพแวดล้อมการทำงานในสถานประกอบการ.*** 2541
6. ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ***ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม*** ประกาศ ณ วันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2519
7. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง ***มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546*** ประกาศ ณ วันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546