

ร่าง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานการตรวจวัดแสงสว่างในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

สมาคมอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน

และ

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
มาตรฐานการตรวจวัดแสงสว่างในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

สมาคมอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน
420/1 อาคาร 2 ชั้น 6 ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะ
สาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนราชวิถี แขวงทุ่งพญาไท
เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 0 2644 4068

และ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 0 2202 3300

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานการตรวจวัดแสงสว่างในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

1. ขอบข่าย (scope)

มาตรฐานนี้กล่าวถึงวิธีการตรวจวัดเพื่อประเมินความสว่างในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานในบริเวณนั้น ๆ ด้วยวิธีการตรวจวัดนี้ช่วยให้นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน หรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถประเมินและวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในการทำงาน และพิจารณาแนวทางในการคุ้มครองสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานต่อไปได้

มาตรฐานการตรวจวัดความสว่างในสิ่งแวดล้อมการทำงานนี้ ได้อ้างอิงผลการศึกษาและข้อกำหนดบางส่วนในเอกสารซึ่งแสดงไว้ในบรรณานุกรม ทั้งนี้ไม่รวมถึงการแก้ไขปรับปรุงมาตรฐานเหล่านี้ในโอกาสต่อไป อย่างไรก็ตาม ผู้ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานนี้ควรพิจารณาใช้เอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2. คำและบทนิยาม (term and definition)

2.1. ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous flux, Φ) หน่วย ลูเมน (lm) คือ กำลังแสง (light power) ที่เปล่งออกจากแหล่งแสงหรือที่ผิวของแหล่ง ค่าของฟลักซ์การส่องสว่างได้จากการประเมินรังสีตามมาตรฐานความไวของตาต่อสเปกตรัมแถบสี

2.2. ความเข้มการส่องสว่าง(ของแหล่งแสง) (Luminous intensity, I) หน่วย แคนเดลล่า (cd) คือ ฟลักซ์การส่องสว่างต่อหน่วยมุมแ่ง (สเตอเรเดียน) ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง นั่นคือ แหล่งแสง 1 แคนเดลาเปล่งฟลักซ์ของการส่องสว่าง 1 ลูเมน/สเตอเรเดียน

สเตอเรเดียน คือ หน่วยของมุมแ่งที่เกิดจากทรงกลมที่มีรัศมี 1 เมตร หากเจาะพื้นที่ผิวทรงกลมเป็นวงกลมพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะได้มุมที่ปลายกรวยซึ่งมีจุดยอดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมหรือมุมแ่ง 1 สเตอเรเดียน [สเตอเรเดียน (Ω) = A (พื้นที่)/r²]

2.3. ความส่องสว่าง (Luminance, L) หน่วย แคนเดลล่า/ตร.ม. (cd/ m²) หรือฟุตแลมเบิร์ต พลังงานของแสงที่เปล่งหรือสะท้อนออกมาจากแหล่งแสงต่อหน่วยพื้นที่ของแหล่งแสง ความส่องสว่าง (L) ในหน่วยแคนเดลล่า/ตร.ม. ของวัตถุผิวด้านอย่างสมบูรณ์ (ไม่สะท้อนแสง) คำนวณได้จาก

$$L = (\zeta \times E)/\pi$$

เมื่อ E คือ ความสว่างบนพื้นผิวมีหน่วยเป็น ลักซ์

ζ คือ การสะท้อนแสงที่ผิวของวัสดุ

2.4. ความสว่าง (Illuminance, E) หน่วย ลักซ์ (lx ; $1 lx = 1$ ลูเมน/ตร.เมตร) แสงที่จุดศูนย์กลางทรงกลมซึ่งมีรัศมี 1 เมตร สาดส่องเป็นมุม 1 สเตอเรเดียน บนพื้นที่ 1 ตารางเมตร ที่พื้นผิวทรงกลม (1 ลูเมน/สเตอเรเดียน) ทำให้เกิดความสว่าง 1 ลูเมน/ตร.ม. (1 ลักซ์)

ความหนาแน่นของฟลักซ์การส่องสว่างตกลงที่พื้นที่หนึ่ง ค่าเฉลี่ยความสว่างบนพื้นผิวที่แสงตกกระทบคำนวณโดยหารฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกลงมาด้วยพื้นที่ที่แสงตกกระทบ

$$E = \Phi/A$$

ความสว่างบนพื้นผิวที่จุดหนึ่ง ห่างจากแหล่งซึ่งมีความเข้มการส่องสว่าง (I) เป็นระยะทาง (d) และทำมุมตกกระทบ (θ) การส่องสว่าง คำนวณได้จากสูตร

$$E = (I \times \cos \theta)/d^2$$

2.5. การสะท้อนแสง (Reflectance, ζ) อัตราส่วนของฟลักซ์การส่องสว่างที่สะท้อนจากผิววัสดุต่อฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบผิววัสดุนั้น นั่นคือ $\zeta = \Phi_r / \Phi_o$

การสะท้อนขึ้นกับทิศทางที่แสงตกกระทบ (ยกเว้นสำหรับวัสดุผิวด้าน) และการกระจายของแถบรังสีแสง

2.6. แสงจ้า (Glare) แสงที่รบกวนหรือทำให้สูญเสียการมองเห็น เนื่องจากมีแสงที่สว่างมาก ๆ เมื่อเทียบกับแสงสว่างในบริเวณรอบ ๆ ที่สายตามองอยู่

2.7. แสงสะท้อนที่จ้า (Reflected glare) แสงจ้าที่เกิดจากการสะท้อนของแสงเมื่อกระทบวัตถุขั้ดมันหรือเคลือบเงา

2.8. แสงกระพริบ (Flicker) การมองเห็นแสงเป็นช่วง ๆ หรือสลับระหว่างเห็นและไม่เห็น หรือการปรากฏของแสงเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

2.9. ลานสายตา (Visual field) พื้นที่หรือขอบเขตที่สายตาสามารถมองเห็นได้ในตำแหน่งหนึ่ง ๆ

2.10. รอบ ๆ ลานสายตา (Visual environment) พื้นที่ทั้งหมดที่สามารถมองเห็นจากตำแหน่งหนึ่งโดยการเคลื่อนไหวศีรษะและตาไปรอบ ๆ

2.11. ระบบงาน (Work system) ระบบงานประกอบด้วยคนและอุปกรณ์ในกระบวนการทำงาน ในพื้นที่งานภายใต้สภาวะที่กำหนดโดยลักษณะงาน

2.12. พื้นที่งาน (Work space) ปริมาตรเนื้อที่สำหรับคนหนึ่งคนหรือมากกว่าหนึ่งคนในระบบงานเพื่อทำงานหนึ่งให้เสร็จ

- 2.13. พื้นี่หน้างาน (Work plane) พื้นี่ระนาบซึ่งถูกใช้จริงสำหรัการทำงานหนึ่ง ๆ
- 2.14. พื้นี่หน้างานอ้างอิง (Reference work plane) พื้นี่ในแนวระนาบซึ่งใช้ในกรคำนวณค่าความสว่างเฉลี่ย ในการออกแบบ
 ในพื้นี่กำหนดให้เท่ากับ 0.85 เมตรจากพื้น (สหรัฐอเมริกา เท่ากับ 0.76 เมตร และประเทศอังกฤษ เท่ากับ 0.7 เมตร สำหรังานสำนักงาน)
- 2.15. ระบบการติดตั้งหลอดไฟทั่วไป (General lighting) ระบบการติดตั้งหลอดไฟที่ออกแบบมาเพื่อให้พื้นี่ทั้งหมดมีความสว่างเท่ากัน
- 2.16. ระบบการติดตั้งหลอดไฟในพื้นที่ที่กำหนด (Localized lighting) ระบบการติดตั้งหลอดไฟที่ออกแบบเพื่อควมสว่างภายในอาคาร เพื่อให้พื้นี่หนึ่งมีความสว่างมากกว่าพื้นี่หนึ่งหรือส่วนอื่น ๆ
- 2.17. ระบบการติดตั้งหลอดไฟเฉพาะที่ (Local lighting) ระบบการติดตั้งหลอดไฟเพื่อให้ควมสว่างสำหรัการทำงานหนึ่ง ๆ ที่ต้องใช้สายตาเป็นพิเศษ ซึ่งเพิ่มเติมและควบคุมแยกจากแสงสว่างทั่วไป

3. ข้อกำหนด (Requirement)

3.1. หลักการตรวจวัด

แสงสว่างที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้ทำงานได้ไม่สะดวกและก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ รวมทั้งเป็นอันตรายต่อสายตา ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น ได้แก่

- 1) ปัจจัยงาน เช่น ลักษณะผิวและขนาดของวัตถุ ระยะห่างระหว่างวัตถุและสายตา ความแตกต่างของสีของวัตถุและฉาก ความเร็วและการเคลื่อนไหวของวัตถุ และสีของวัตถุ
- 2) ปัจจัยคน เช่น ข้อจำกัดของตา อายุ การปรับสายตา การรับรู้ความลึกของภาพ ความสามารถในการแยกแยะสี
- 3) องค์ประกอบของพื้นที่งาน (Work space variables) ได้แก่ พื้นี่งานที่จำกัดการมองเห็น พื้นี่งานที่จำกัดการเคลื่อนไหวของร่างกาย และข้อกำหนดด้านความปลอดภัย และ
- 4) ลักษณะของแสงสว่าง เช่น ความเข้มของการส่องสว่าง องค์ประกอบของแสง แสงจ้า แสงกระพริบ

ดังได้กล่าวมาแล้ว ในมาตรฐานนี้จะกล่าวถึงเฉพาะการตรวจวัดเพื่อประเมินควมสว่างในสิ่งแวดล้อมการทำงาน เท่านั้น อย่างไรก็ตาม ผู้ทำการประเมินหรือวิเคราะห์สภาพแวดล้อมการทำงานควรตระหนักถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นที่กล่าวมาข้างต้นนี้ด้วย

3.2. เครื่องมือตรวจวัด

ในการตรวจวัดแสงซึ่งเป็นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทตา นั้นค่าที่ต้องการวัด คือ ความสว่าง ซึ่งเป็นหลักการส่องสว่างที่ตกกระทบผิววัตถุ หน่วยวัดในที่นี้คือ ลักซ์ เครื่องวัดความสว่าง คือ Illuminance Photometer เครื่องมือที่ใช้ต้องมีคุณลักษณะเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 10527 หรือเทียบเท่า เช่น JIS Z 8701 หรือดีกว่า และมีช่วงการใช้งานอย่างน้อยระหว่าง 0 ถึง 10,000 ลักซ์

3.3. วิธีการตรวจวัด

3.3.1. เปิดและอุ่นเครื่องมือตามคู่มือการใช้งานของผู้ผลิต

3.3.2. ปรับศูนย์ (Zeroing) ก่อนเริ่มวัดความสว่างต้องปรับเครื่องวัดให้อ่านค่าที่ศูนย์ โดยใช้ฝาครอบหรือวัสดุสีดำทึบแสงปิด photo cell ไม่ให้แสงผ่านเข้าไปถึง หากค่าที่อ่านได้ไม่เท่ากับศูนย์ให้ปรับมิเตอร์ให้อ่านค่าศูนย์ก่อน

3.3.3. การตรวจวัดความสว่าง มี 2 วิธี คือ

3.3.3.1. การวัดความสว่างที่พื้นที่หน้างาน (Spot measurement) โดยวางเซลล์รับแสง (Photo cell) ในระนาบเดียวกับชิ้นงาน หรือพื้นผิวที่สายตาตกกระทบ แล้วอ่านค่าและบันทึกผลในแบบบันทึก (ภาคผนวก 1)

3.3.3.2. การตรวจวัดความสว่างเฉลี่ย สามารถวัดได้สองวิธี คือ

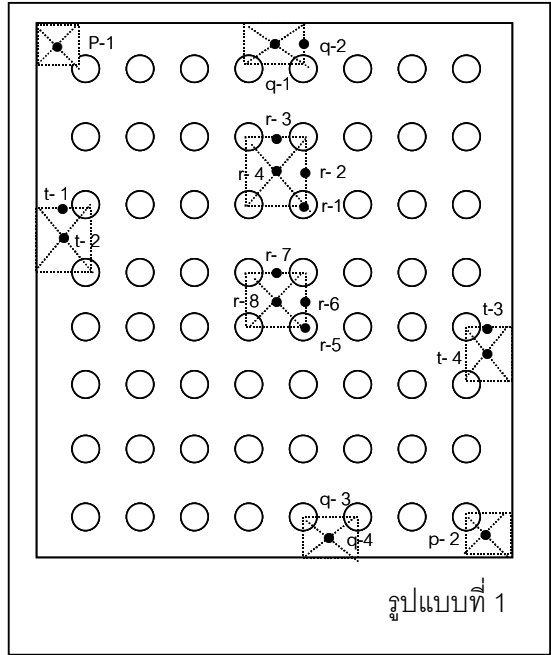
- 1) แบ่งพื้นที่ทั้งหมดออกเป็น 2 x 2 ตารางเมตร ถือเซลล์รับแสงในแนวระนาบสูงจากพื้นประมาณ 0.85 เมตร (พื้นที่หน้างานอ้างอิง) แล้วจึงอ่านค่า
- 2) หากการติดตั้งหลอดไฟในพื้นที่ที่ต้องการตรวจวัดมีลักษณะที่แน่นอนซ้ำ ๆ กัน สามารถวัดแสงในจุดที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีแสงตกกระทบในลักษณะเดียวกันได้ การวัดในลักษณะนี้ช่วยให้จำนวนจุดตรวจวัดน้อยลงได้

ในขณะที่วัดความสว่างด้วยวิธีใดๆก็ตามต้องมีให้เงาของผู้วัดบังแสงสว่างที่ตกลงบนเซลล์รับแสง

3.3.4. ลักษณะการติดตั้งหลอดไฟในพื้นที่ทั่วไปและการตรวจวัดความสว่าง ในข้อ

3.3.3.2 2)

3.3.4.1 การติดตั้งหลอดไฟมีระยะห่างระหว่างหลอดเท่ากันและมีจำนวนแถวมากกว่า 2 แถว (รูปแบบที่ 1) ให้ถือเซลล์รับแสงในแนวระนาบสูงจากพื้นประมาณ 0.85 เมตร เช่นเดียวกับการวัดในข้อ 1) และอ่านค่าความสว่างในตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในภาพรูปแบบที่ 1 ค่าที่อ่านได้ทั้งหมดนำมาคำนวณด้วยสูตรที่ 1



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

เมื่อ R คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้บริเวณรอบในของห้อง (ตำแหน่ง r 8 จุด)

Q คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้ที่ด้านข้างซ้าย-ขวาของห้อง (ตำแหน่ง q 4 จุด)

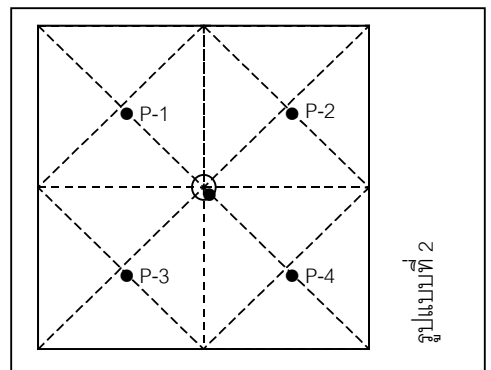
T คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้บริเวณหัวและท้ายห้อง(ตำแหน่ง t 4 จุด)

P คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้บริเวณมุมห้อง (ตำแหน่ง p 2 จุด)

N = จำนวนหลอดไฟต่อแถว

M = จำนวนแถวของหลอดไฟ

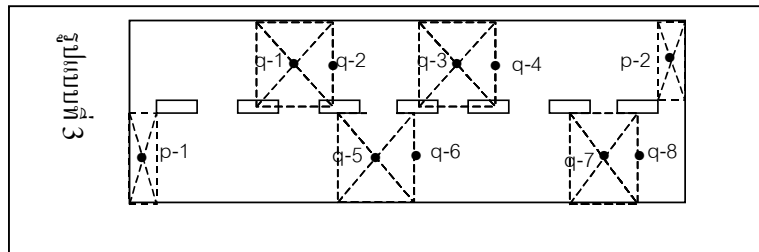
3.3.4.2. ติดตั้งหลอดไฟดวงเดียวตรงกลางห้อง (รูปแบบที่ 2) ในการตรวจวัดให้ถือเซตรับแสงในแนวระนาบสูงจากพื้นประมาณ 0.85 เมตร เช่นกัน อ่านค่าความสว่างในตำแหน่งต่าง ๆ คือ p-1, p-2, p-3 และ p-4 แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย



3.3.4.2 ติดตั้งหลอดไฟแถวเดียวกลางห้องและระยะห่างระหว่างหลอดไฟแต่ละดวงเท่า ๆ กัน (รูปแบบที่ 3) อ่านค่าความสว่างในตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในภาพรูปแบบที่ 3 โดยถือเซลล์รับแสงในแนวระนาบสูงจากพื้นประมาณ 0.85 เมตร เช่นกัน ค่าที่อ่านได้ทั้งหมดนำมาคำนวณด้วยสูตรที่ 2

$$\text{แสงเฉลี่ย} = [Q(N-1) + P] / N \dots\dots\dots(2)$$

N = จำนวนหลอดไฟ



3.3.4.3. การติดตั้งหลอดไฟแบบต่อเนื่อง ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากันและมีมากกว่า 2 แถว (รูปแบบที่ 4) ในการตรวจวัดให้ถือเซลล์รับแสงในแนวระนาบสูงจากพื้นประมาณ 0.85 เมตร เช่นกัน และอ่านค่าในตำแหน่ง r, t, q, และ p ดังแสดงในรูปแบบที่ 4 หาค่าเฉลี่ยของค่าในตำแหน่งต่าง ๆ และคำนวณค่าความสว่างเฉลี่ยจากสูตรที่ 3

$$\text{ความสว่างเฉลี่ย} = [R(N-1)(M-1)+Q(N-1) +T(M-1)+P] / NM \dots\dots(3)$$

เมื่อ R คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้บริเวณรอบในของห้อง (ตำแหน่ง r 4 จุด)

Q คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้ที่ด้านข้างซ้าย-ขวาของห้อง (ตำแหน่ง q 2 จุด)

T คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้บริเวณหัวและท้ายห้อง (ตำแหน่ง t 4 จุด)

P คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้บริเวณมุมห้อง (ตำแหน่ง p 2 จุด)

N = จำนวนหลอดไฟต่อแถว

M = จำนวนแถวของหลอดไฟ

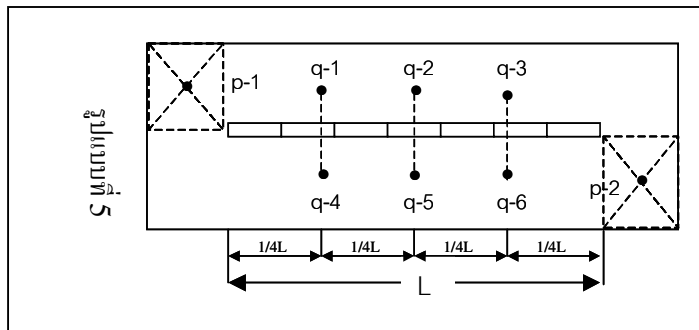
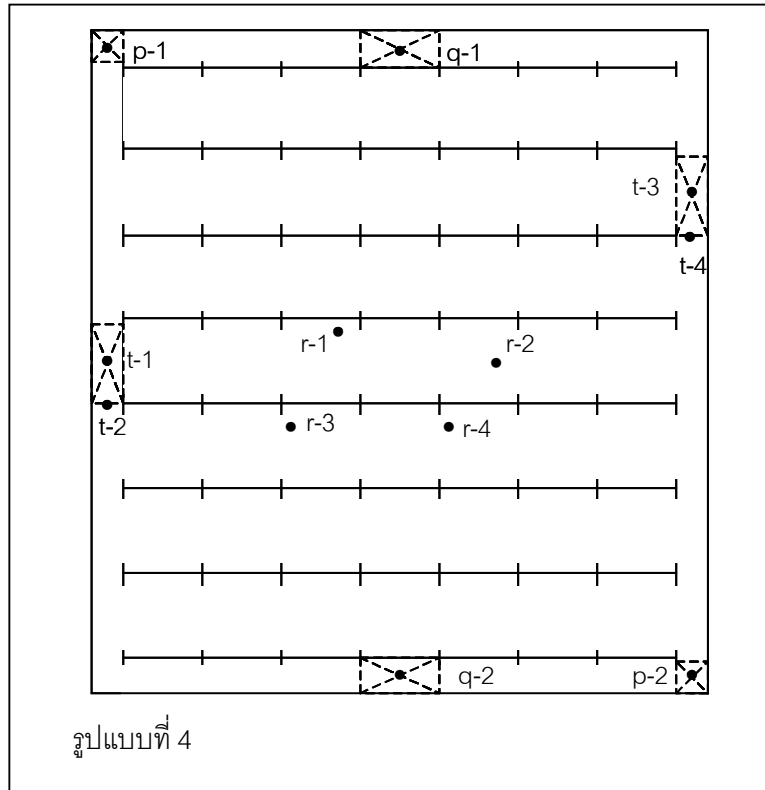
3.3.4.4. ติดตั้งหลอดไฟแถวเดียวแบบต่อเนื่อง (รูปแบบที่ 5) ในการตรวจวัดให้ถือเซลล์รับแสงในแนวระนาบสูงจากพื้นประมาณ 0.85 เมตร เช่นกัน และอ่านค่าในตำแหน่ง q และ p ดังแสดงในรูปแบบที่ 5 หาค่าเฉลี่ยของค่าที่วัดได้ในตำแหน่ง q และ p และคำนวณค่าความสว่างเฉลี่ยจากสูตรที่ 4

$$\text{ความสว่างเฉลี่ย} = [QN + P] / [N + 1] \dots\dots(4)$$

เมื่อ Q คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้ที่ด้านข้างซ้าย-ขวาของห้อง (ตำแหน่ง q 6 จุด)

P คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้บริเวณมุมห้อง (ตำแหน่ง p 2 จุด)

N = จำนวนหลอดไฟ



3.3.4.5. ติดตั้งหลอดไฟหลังแผ่นกระจกหรือวัสดุกระจายแสง (รูปแบบที่ 6) ในการตรวจวัดให้ถือเซลล์รับแสงในแนวระนาบสูงจากพื้นประมาณ 0.85 เมตร เช่นกัน และอ่านค่าในตำแหน่ง r, t, q และ p ทั้งหมด ดังแสดงในรูปแบบที่ 6 หาค่าเฉลี่ยของค่าที่วัดได้ในตำแหน่ง q และ p และคำนวณค่าความสว่างเฉลี่ยจากสูตรที่ 5

$$\text{ความสว่างเฉลี่ย} = [R(L-8)(W-8) + 8Q(L-8) + 8T(W-8) + 64P] / WL \dots(5)$$

เมื่อ R คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้บริเวณกลางห้อง (ตำแหน่ง r 4 จุด)

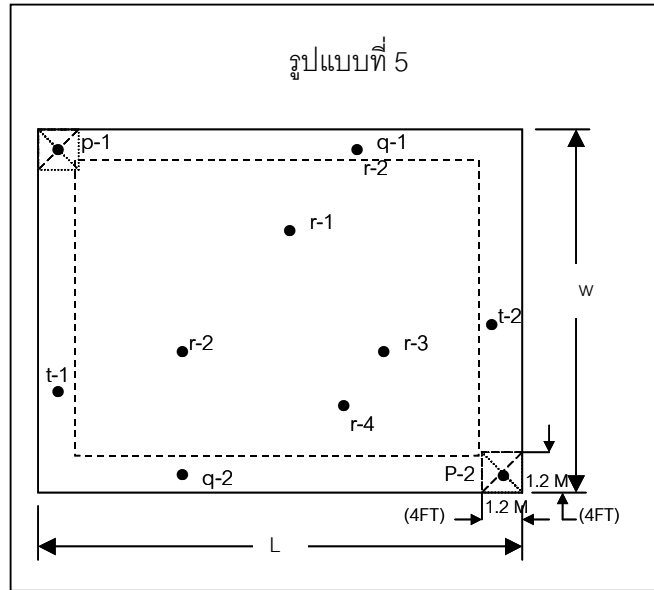
Q คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้ที่ด้านข้างซ้าย-ขวาของห้อง (ตำแหน่ง q 2 จุด)

T คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้บริเวณหัวและท้ายห้อง (ตำแหน่ง t 2 จุด)

P คือ ค่าเฉลี่ยความสว่างที่อ่านได้บริเวณมุมห้อง (ตำแหน่ง p 2 จุด)

W = ความกว้างของห้อง

L = ความยาวของห้อง



3.4. ช่วงเวลา ระยะเวลา และความถี่ในการตรวจวัด

3.4.1. ช่วงเวลาที่ทำกรตรวจวัด คือ ช่วงเวลาที่มีการทำงาน เช่น ทุกกะ ทั้งกลางวัน และกลางคืน

3.4.2. ระยะเวลาในการตรวจวัด ขึ้นกับความถี่ในการตอบสนองของเครื่องมือ

3.4.3. ความถี่ในการตรวจวัด ทุก 6 เดือน

3.5. รายงานผลการตรวจวัด

ในการรายงานผลการตรวจวัดความสว่างในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ควรระบุ ข้อมูลต่อไปนี้

- 1) สถานที่ที่ตรวจวัด เช่น โรงงาน โรงซ่อม สถานที่ทำงาน
- 2) ช่วงเวลาที่ตรวจวัด เช่น วัน เดือน ปี เวลา
- 3) ยี่ห้อ รุ่น และหมายเลขเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด
- 4) รายละเอียดผลการตรวจวัดหรือค่าที่ตรวจวัดได้
- 5) ผลการเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง
- 6) ผู้ที่ทำการตรวจวัด

ดูตัวอย่างและวิธีการนำเสนอผลการตรวจวัดในภาคผนวก 4

4. เอกสารอ้างอิง (normative reference)

- 4.1. ISO 8995 Principle of visual ergonomics – The lighting of indoor work system.
- 4.2. John E. Kanfman, Jack F. Christensen. IES Lighting Handbook, Reference Volume. 1984
- 4.3. Alex Ryer. Light Measurement Handbook, International Light. Newburyport, MA

ภาคผนวก 1

ตัวอย่างแบบบันทึกผลการตรวจวัดความสว่างที่พื้นที่ทำงาน (1)

ชื่อโรงงาน/สถานประกอบการ.....
 แผนก.....วันที่.....เวลา.....น.
 สภาพอากาศ.....
 ลักษณะห้อง : สี.....ขนาด กว้าง.....ยาว.....สูง.....
 ช่องเปิดที่แสงสามารถผ่านได้.....
 เครื่องมือตรวจวัดยี่ห้อ.....รุ่น.....หมายเลขเครื่องมือ.....
 ปรับเทียบเครื่องมือวันที่.....ผู้ทำการตรวจวัด.....
 รูปแบบของหลอดไฟ.....

จุดที่ตรวจวัด	ลักษณะงาน	ความสว่าง (ลักซ์)		หมายเหตุ
		ค่าที่วัดได้	มาตรฐาน	

บันทึกสภาพห้อง แผนผังห้องพร้อมจุดที่ติดตั้งหลอดไฟและจุดที่ตรวจวัด

ภาคผนวก 2

ตัวอย่างแบบบันทึกผลการตรวจวัดความสว่างเฉลี่ย

ชื่อโรงงาน/สถานประกอบการ.....
 แผนก.....วันที่.....เวลา.....น.
 สภาพอากาศ.....
 ลักษณะห้อง : ลี.....ขนาด กว้าง.....ยาว.....สูง.....
 ช่องเปิดที่แสงสามารถผ่านได้.....
 เครื่องมือตรวจวัดยี่ห้อ.....รุ่น.....หมายเลขเครื่องมือ.....
 เปรียบเทียบเครื่องมือวันที่.....ผู้ทำการตรวจวัด.....
 รูปแบบของหลอดไฟ.....

พื้นที่ที่ตรวจวัดและ ลักษณะงาน	รูปแบบการติดตั้งหลอดไฟ	จุดที่	ค่าความสว่างที่วัดได้ (ลักซ์)	หมายเหตุ

วิธีการตรวจวัด : 2 x 2 ตารางเมตร หรือใช้สูตรการคำนวณแสงเฉลี่ย:

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

$$\text{รูปแบบที่ 2} = [P1+P2+P3+P4]/4$$

$$\text{รูปแบบที่ 3} = [Q(N-1)+P]/N$$

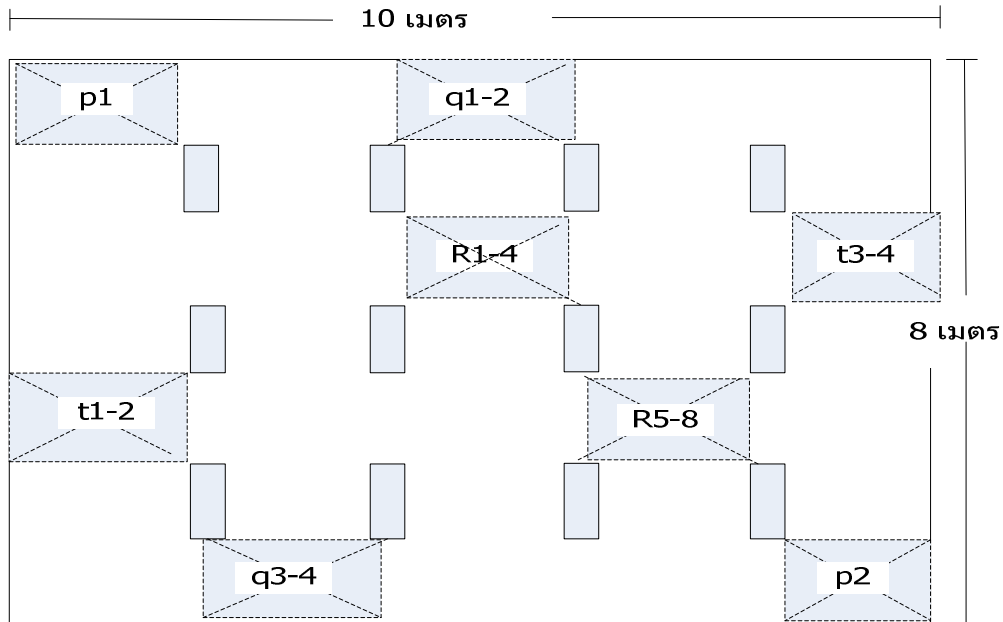
$$\text{รูปแบบที่ 4} = [R(N-1)(M-1)+Q(N-1)+T(M-1)+P] / NM$$

$$\text{รูปแบบที่ 5} = [QN+P] / [N+1]$$

$$\text{รูปแบบที่ 6} = [R(L-8)(W-8) + 8Q(L-8)+8T(W-8)+64P] / WL$$

ภาคผนวก 3
ตัวอย่างการคำนวณความสว่างเฉลี่ย

ตัวอย่างที่ 1 ห้องทำงานในสำนักงาน ขนาด กว้าง 8 เมตร ยาว 10 เมตร สูง 3.5 เมตร แพนผนัง
หลอดไฟ ดังแสดงในภาพ ความสว่างเฉลี่ยในห้องมีค่าเท่ากับเท่าไร



พื้นที่ที่ตรวจวัดและ ลักษณะงาน	รูปแบบการติดตั้งหลอดไฟ	จุดที่	ค่าความสว่างที่วัดได้ (ลักซ์)	หมายเหตุ
ห้องสำนักงาน ลักษณะงานเอกสารและ จัดเก็บแฟ้มเอกสาร	รูปแบบที่ 1	p-1	190	
		p-2	200	
		t-1	180	
		t-2	190	
		t-3	200	
		t-4	190	
		t-5	200	
		t-6	180	
		t-7	220	
		t-8	240	
		r-1	210	
		r-2	210	
		r-3	200	
		r-4	200	

พื้นที่ที่ตรวจวัด	รูปแบบการติดตั้งหลอดไฟ	จุดที่	ค่าความสว่างที่วัดได้ (ลักซ์)	หมายเหตุ
		r-5	220	
		r-6	220	
		r-7	200	
		r-8	210	
		q-1	200	
		q-2	220	
		q-3	180	
		q-4	240	
		q1	200	
		q2	22	
		q3	180	
		q4	240	
		p1	200	
		P2	200	

จำนวนแถวและหลอดไฟในแต่ละแถว

$$N = 4$$

$$M = 3$$

ค่าความสว่างเฉลี่ยในแต่ละบริเวณ

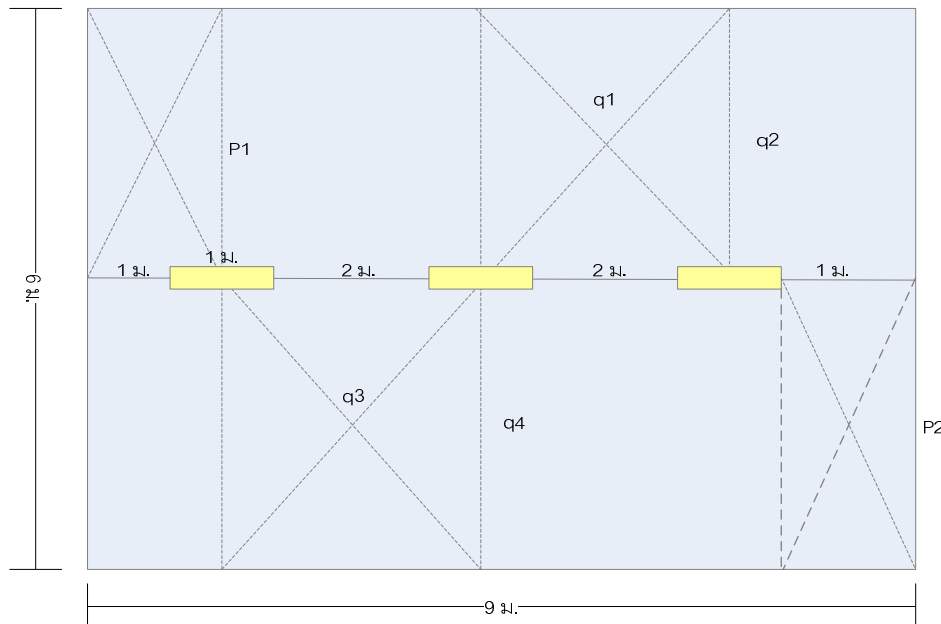
- 1) หาค่า R = $(r_1+r_2+r_3+r_4+r_5+r_6+r_7+r_8) / 8$
= $(210+210+200+200+220+220+200+210) / 8 = 208.75$
- 2) หาค่า Q = $(q_1+q_2+q_3+q_4)/4 = (200+220+180+240)/4 = 210$ ลักซ์
- 3) หาค่า P = $(p_1+p_2)/2 = (190+200)/2 = 195$ ลักซ์
- 4) หาค่า T = $(t_1+t_2+t_3+t_4)/4 = (200+220+180+240)/4 = 210$ ลักซ์

$$\begin{aligned} \text{ความสว่างเฉลี่ย} &= [R(N-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P] / NM \\ &= [208.75(4-1) + 210(4-1) + 210(2-1) + 195] / (4 \times 2) \\ &= [208.75(3)(1) + 210(3) + 210(1) + 195] / 8 \\ &= (626.25 + 630 + 210 + 195) / 8 \\ &= 1661.25 / 8 \end{aligned}$$

คำตอบ ความสว่างเฉลี่ย = 207.65 ลักซ์

ตัวอย่างที่ 2 ตัวอย่างการคำนวณความสว่างรูปแบบที่ 3

โรงงานได้มีการติดตั้งหลอดไฟในพื้นที่ห้องขนาด 6 เมตร x 9 เมตร และติดตั้งหลอดไฟ ดังแผนผังด้านล่าง และทำการวัดแสงได้เฉพาะจุดได้ผลดังตารางที่ 1 จงหาค่าแสงเฉลี่ยของพื้นที่นี้



พื้นที่ที่ตรวจวัด	รูปแบบการติดตั้งหลอดไฟ	จุดที่	ค่าความสว่างที่วัดได้ (ลักซ์)	หมายเหตุ
ห้องเก็บสินค้า จัดเก็บสินค้า และ ตรวจเช็คสินค้า	รูปแบบที่ 3	q1	200	
		q2	22	
		q3	180	
		q4	240	
		p1	200	
		P2	200	
ห้อง.....	รูปแบบที่.....			

จำนวนหลอดไฟ (N) = 3 หลอด

สูตรการคำนวณ ความสว่างเฉลี่ย = $[Q(N-1) + P]/N$

$$1) \text{ หาค่า } Q = (q_1 + q_2 + q_3 + q_4)/4 \\ = (200 + 220 + 180 + 240)/4 = 210 \text{ ลักซ์}$$

$$2) \text{ หาค่า } P = (p_1 + p_2)/2 \\ = (200 + 200) / 2 = 200 \text{ ลักซ์}$$

$$\text{ความสว่างเฉลี่ย} = [210(3-1) + 200] / 3$$

คำตอบ ความสว่างเฉลี่ย = $620 / 3 = 206.67$ ลักซ์

