

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 13080:2020
IEC TR 62778:2014**

Xuất bản lần 1

**HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG TCVN 13079-1 (IEC 62471)
ĐỂ ĐÁNH GIÁ NGUY HIỂM ÁNH SÁNG XANH CHO
CÁC NGUỒN SÁNG VÀ ĐÈN ĐIỆN**

*Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard
to light sources and luminaires*

HÀ NỘI – 2020

Mục lục**Trang**

Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa	5
4 Quy định chung	11
5 Phổ, nhiệt độ màu và nguy hiểm ánh sáng xanh	13
6 Gói LED, môđun LED, bóng đèn và đèn điện	19
7 Luồng thông tin phép đo	20
8 Phân loại nhóm rủi ro	25
Phụ lục A (tham khảo) – Quan hệ về hình học giữa bức xạ, độ chiếu xạ và cường độ bức xạ	26
Phụ lục B (tham khảo) – Sự phụ thuộc của t_{max} vào khoảng cách đối với một nguồn sáng nhất định	28
Phụ lục C (tham khảo) – Tổng hợp các khuyến cáo để hỗ trợ áp dụng nhất quán TCVN 13079-1 (IEC 62471) nhằm đánh giá nguy hiểm ánh sáng xanh cho các nguồn sáng và đèn điện	30
Phụ lục D (tham khảo) – Đánh giá chi tiết các mảng và nhóm các nguồn sáng sơ cấp, bao gồm các gói LED	34
Thư mục tài liệu tham khảo	40

Lời nói đầu

TCVN 13080:2020 hoàn toàn tương đương với IEC TR 62778:2014;

TCVN 13080:2020 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E1
Máy điện và khí cụ điện biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất
lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Hướng dẫn áp dụng TCVN 13079-1 (IEC 62471) để đánh giá nguy hiểm ánh sáng xanh cho các nguồn sáng và đèn điện

Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra phân loại và hướng dẫn liên quan đến đánh giá nguy hiểm ánh sáng xanh của tất cả các sản phẩm chiếu sáng có phát xạ chính nằm trong phổ nhìn thấy (380 nm đến 780 nm). Bằng cách tính quang và phổ, các phép đo an toàn quang sinh học như mô tả trong TCVN 13079-1 (IEC 62471) sẽ cho biết về sản phẩm và, nếu sản phẩm này được thiết kế là các bộ phận hợp thành của sản phẩm chiếu sáng cấp cao hơn, thì về cách thức thông tin có thể truyền tải từ sản phẩm là bộ phận hợp thành (ví dụ gói LED, môđun LED hoặc bóng đèn) đến sản phẩm chiếu sáng cấp cao hơn (ví dụ đèn điện).

Tổng hợp các khuyến cáo để hỗ trợ việc áp dụng TCVN 13079-1 (IEC 62471) cho các nguồn sáng và đèn điện để đánh giá nguy hiểm ánh sáng xanh được cho trong Phụ lục C.

CHÚ THÍCH: Các tiêu chuẩn an toàn sản phẩm HID và LED được kỳ vọng sẽ tham chiếu đến tiêu chuẩn này.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

TCVN 8095 (IEC 60050), *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế*

TCVN 12236:2018 (CIE S 017/E:2011), *Từ vựng chiếu sáng quốc tế*

TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006), *An toàn quang sinh học của bóng đèn và hệ thống bóng đèn*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Hiệu suất nguy hiểm ánh sáng xanh của bức xạ ánh sáng (blue light hazard efficacy of luminous radiation)

$K_{B,v}$

Tỷ số giữa đại lượng nguy hiểm ánh sáng xanh và đại lượng quang tương ứng.

CHÚ THÍCH 1: Hiệu suất nguy hiểm ánh sáng xanh của bức xạ ánh sáng được thể hiện bằng W/lm.

CHÚ THÍCH 2: Đại lượng $\Phi_\lambda(\lambda)$ trong công thức dưới đây có thể được thay bằng $L_\lambda(\lambda)$ hoặc $E_\lambda(\lambda)$.

$$K_{B,v} = \frac{\int \Phi_\lambda(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda}{K_m \cdot \int \Phi_\lambda(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}$$

trong đó $K_m = 683 \text{ lm/W}$.

CHÚ THÍCH 3: $K_{B,v} = L_B/L = E_B/E$.

3.2

Hiệu suất nguy hiểm ánh sáng xanh của bức xạ (blue light hazard efficiency of radiation)

η_B

Tỷ số giữa đại lượng nguy hiểm ánh sáng xanh và đại lượng bức xạ tương ứng.

CHÚ THÍCH 1: Đại lượng $\Phi_\lambda(\lambda)$ trong công thức dưới đây có thể được thay bằng $L_\lambda(\lambda)$ hoặc $E_\lambda(\lambda)$.

$$\eta_B = \frac{\int \Phi_\lambda(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda}{\int \Phi_\lambda(\lambda) \cdot d\lambda}$$

3.3

Nhiệt độ màu tương quan (correlated colour temperature)

CCT

Nhiệt độ của bức xạ Planck có màu gần với màu liên quan đến phân bố phổ cho trước trên sơ đồ trong đó (dựa trên vật quan sát tiêu chuẩn CIE 1931) tọa độ u' , $2/3 v'$ của quỹ đạo Planckian và kích thích thử nghiệm được mô tả.

CHÚ THÍCH 1: Nhiệt độ màu tương quan được thể hiện bằng độ kelvin (K).

CHÚ THÍCH 2: Không nên sử dụng khái niệm về nhiệt độ màu tương quan nếu màu của nguồn thử nghiệm khác biệt nhiều hơn $\Delta C = \left[(u'_t - u'_p)^2 + \frac{4}{9} (v'_t - v'_p)^2 \right]^{1/2} = 5 \times 10^{-2}$ so với bức xạ Planck, trong đó u'_t , v'_t liên quan đến nguồn thử nghiệm, u'_p , v'_p liên quan đến bức xạ Planck.

CHÚ THÍCH 3: Nhiệt độ màu tương quan có thể được tính bằng chương trình máy tính tìm kiếm tối thiểu đơn giản mà sẽ tìm nhiệt độ Planck cho chênh lệch màu nhỏ nhất, giữa màu thử nghiệm và quỹ đạo Planck, hoặc ví dụ bằng phương pháp do Robertson, A. R. khuyến cáo "Tính toán nhiệt độ màu tương quan và nhiệt độ phân bố", J. Opt. Soc. Am. 58, 1528-1535, 1968. (Lưu ý rằng các giá trị trong một số bảng trong tài liệu tham khảo này chưa được cập nhật).

[NGUỒN: CIE S 017/E:2011, 17-258, có sửa đổi – không viện dẫn đến T_{cp}]

3.4

Độ rọi (tại một điểm trên bề mặt) (illuminance <at a point of a surface>)

E

Tỷ số giữa quang thông $d\Phi$ tới một phần tử của bề mặt chứa một điểm và diện tích dA của phần tử đó.

CHÚ THÍCH: Độ rọi được thể hiện bằng lm/m^2 hoặc lx .

[NGUỒN: IEC 60050-845:1987, 845-01-38, có sửa đổi – Bỏ đi một nửa định nghĩa]

3.5

Độ chiếu xạ được lấy trọng số theo ánh sáng xanh (blue light weighted irradiance)

E_B

Độ chiếu xạ được lấy trọng số theo phổ với hàm trọng số phổ ánh sáng xanh như định nghĩa trong TCVN 13079-1 (IEC 62471).

CHÚ THÍCH: Độ chiếu xạ được lấy trọng số theo ánh sáng xanh được thể hiện bằng W/m^2 .

3.6

Ngưỡng độ rọi (threshold illuminance)

E_{thr}

Giá trị ngưỡng độ rọi mà khi thấp hơn giá trị đó nguồn sáng có thể không bao giờ gây ra thời gian phơi nhiễm $t_{max} < 100$ s, bất kể giá trị L_B của nguồn sáng là bao nhiêu.

CHÚ THÍCH 1: Ngưỡng độ rọi có thể được tính bằng cách lấy giá trị E_B đối với $t_{max} = 100$ s, khi đó $E_B = 1 \text{ W/m}^2$, và chia E_B cho giá trị $K_{B,v}$ ứng với phổ của nguồn sáng.

CHÚ THÍCH 2: Ngưỡng độ rọi được thể hiện bằng lm/m^2 hoặc lx .

3.7

Mức độ phát xạ ánh sáng từ một nguồn (etendue)

Đặc tính hình học của tập hợp các tia sáng trong hệ thống quang, được tính bởi tích phân trên tất cả các vị trí trong mặt phẳng mà các tia sáng này đi qua và trên tất cả các hướng mà chúng đi vào.

CHÚ THÍCH 1: Đại lượng này được tính bằng tích của diện tích và góc khối. Nó có thể được xem là thể tích trong không gian pha. Các định luật bảo toàn vật lý cơ bản, liên quan đến 'luật thứ hai của nhiệt động' quy định rằng các thành phần quang chỉ làm thay đổi hướng của ánh sáng (thấu kính, bộ phản xạ, tất cả các cơ cấu quang tạo hình chùm tia) mà có thể không bao giờ làm giảm mức độ phát xạ ánh sáng từ một nguồn đối với một dải thông lượng cho trước.

CHÚ THÍCH 2: Mức độ phát xạ ánh sáng từ một nguồn được thể hiện bằng m^2sr .

3.8

Độ chiếu xạ (tại một điểm của bề mặt) (irradiance <at a point of a surface>)

E_e

TCVN 13080:2020

Tỷ số giữa thông lượng bức xạ $d\Phi_e$ tới một đơn vị bề mặt có chứa một điểm và diện tích dA của phần tử đó.

CHÚ THÍCH 1: Độ chiếu xạ (tại một điểm của bề mặt) được thể hiện bằng W/m^2 .

CHÚ THÍCH 2: Phân bố công suất phổ của độ chiếu xạ, là hàm của bước sóng, được xác định bằng $E_\lambda(\lambda)$.

CHÚ THÍCH 3: Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, điều quan trọng cần đề cập là khi đã biết $E_\lambda(\lambda)$ thì có thể chuyển đổi sang độ chiếu xạ (E) khi được lấy trọng số với phổ độ nhạy sáng của mắt CIE 1924 $V(\lambda)$, và chuyển đổi sang độ chiếu xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh (E) khi lấy trọng số với hàm trọng số phổ ánh sáng xanh như xác định trong TCVN 13079-1 (IEC 62471).

[NGUỒN: IEC 60050-845:1987, 845-01-37, có sửa đổi – Đưa thêm chú thích 2 và chú thích 3]

3.9

Độ chói (theo hướng cho trước, tại điểm cho trước trong bề mặt thực hoặc bề mặt tưởng tượng)
(luminance <in a given direction, at a given point of a real or imaginary surface>)

Đại lượng được xác định bởi công thức

$$L = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

trong đó $d\Phi$ là quang thông được truyền bởi chùm tia cơ sở đi qua điểm cho trước và lan truyền trong góc khối $d\Omega$ chứa hướng cho trước; dA là diện tích mặt cắt chùm tia chứa điểm cho trước; θ là góc giữa đường vuông góc với diện tích mặt cắt chùm tia và hướng của chùm tia.

CHÚ THÍCH 1: Độ chói (theo hướng cho trước, tại điểm cho trước trong bề mặt thực hoặc bề mặt tưởng tượng) được thể hiện bằng cd/m^2 .

[NGUỒN: IEC 60050-845:1987, 845-01-35, có sửa đổi – sử dụng “L” thay cho “L_v”. Bỏ chú thích]

3.10

Bức xạ lấy trọng số ánh sáng xanh (blue light weighted radiance)

L_B

Bức xạ được lấy trọng số theo phổ với hàm trọng số phổ ánh sáng xanh như xác định trong TCVN 13079-1 (IEC 62471).

CHÚ THÍCH: Bức xạ được lấy trọng số ánh sáng xanh được thể hiện bằng $W/(m^2 \cdot sr)$.

3.11

Nguồn sáng (light source)

Sản phẩm bất kỳ tạo ra ánh sáng.

VÍ DỤ: Gói LED, môđun LED, bóng đèn, đèn điện.

3.12

Đèn điện (luminaire)

Thiết bị phân bố, lọc hoặc biến đổi ánh sáng phát ra từ một hoặc nhiều bóng đèn và, ngoài bản thân bóng đèn, đèn điện còn bao gồm tất cả các bộ phận cần thiết để cố định và bảo vệ bóng đèn và, nếu cần, mạch điện phụ trợ cùng với phương tiện để nối chúng với nguồn điện.

[NGUỒN: IEC 60050-845:1987, 845-10-01, có sửa đổi – Bỏ chú thích 1 và chú thích 2]

3.13

Bộ phận quang của đèn điện (luminaire optics)

Tất cả các bộ phận hợp thành của đèn điện làm thay đổi đặc tính không gian và đặc tính về hướng của bức xạ phát ra bởi nguồn sáng sơ cấp bên trong đèn điện.

3.14

Nguồn sáng sơ cấp (primary light source)

Bề mặt hoặc vật thể phát ra ánh sáng tạo ra bởi sự biến đổi năng lượng.

CHÚ THÍCH: Với mục đích của tiêu chuẩn này, có thể đề cập đến gói LED, môđun LED, hoặc bóng đèn.

[NGUỒN: IEC 60050-845:1987, 845-07-01, có sửa đổi – Bổ sung chú thích mới]

3.15

Bức xạ (theo hướng cho trước, tại điểm cho trước trong bề mặt thực hoặc bề mặt tưởng tượng)
(radiance <in a given direction, at a given point of a real or imaginary surface>)

L_e

Đại lượng được xác định bởi công thức

$$L_e = \frac{d\Phi_e}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

trong đó $d\Phi_e$ là thông lượng bức xạ được truyền bởi chùm tia cơ sở đi qua điểm cho trước và lan truyền trong góc khối $d\Omega$ chứa hướng cho trước; dA là diện tích mặt cắt chùm tia chứa điểm cho trước; θ là góc giữa đường vuông góc với diện tích mặt cắt chùm tia và hướng của chùm tia.

CHÚ THÍCH 1: Bức xạ (theo hướng cho trước, tại điểm cho trước trong bề mặt thực hoặc bề mặt tưởng tượng) được thể hiện bằng $W/(m^2 \cdot sr)$.

CHÚ THÍCH 2: Phân bố công suất phổ của bức xạ, là hàm của bước sóng, được gọi là $L_\lambda(\lambda)$.

CHÚ THÍCH 3: Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, điều quan trọng cần đề cập là khi đã biết $L_\lambda(\lambda)$, thì có thể chuyển đổi sang độ chói (L) khi được lấy trọng số với phổ độ nhạy sáng của mắt CIE 1924 $V(\lambda)$, và chuyển đổi sang độ rọi lấy trọng số theo ánh sáng xanh (LB) khi lấy trọng số với hàm trọng số phổ ánh sáng xanh như xác định trong TCVN 13079-1 (IEC 62471).

[NGUỒN: IEC 60050-845:1987, 845-01-34, có sửa đổi – Bỏ chú thích 1 đến 5 và bổ sung các chú thích mới]

3.16

Nhóm rủi ro (risk group)

RG

Phân loại rủi ro khi sản phẩm, ở vị trí đánh giá liên quan, gây ra giá trị t_{max} nhất định, theo Bảng 1, như xác định trong TCVN 13079-1 (IEC 62471).

Bảng 1 – Tương quan giữa thời gian phơi nhiễm và nhóm rủi ro

Đánh số nhóm rủi ro	Tên nhóm rủi ro	Dải t_{max} tương ứng s
RG0	Loại trừ	> 10 000
RG1	Rủi ro thấp	100 đến 10 000
RG2	Rủi ro trung bình	0,25 đến 100
RG3	Rủi ro cao	< 0,25

3.17

Thời gian phơi nhiễm lớn nhất cho phép (maximum permissible exposure time)

t_{max}

Thời gian phơi nhiễm lớn nhất cho phép khi được tính bằng cách sử dụng công thức liên quan trong 4.3.3 và 4.3.4 của TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006).

3.18

Độ chói thực (true luminance)

Giá trị độ chói đạt được bằng cách tích phân công thức như cho trong định nghĩa độ chói, trong một diện tích nhất định của nguồn sáng, sao cho chỉ chứa bề mặt phát sáng (hoặc một phần của nó) trong tích phân, và không có phần bề mặt nào bị tối xung quanh phần phát ánh sáng của nguồn sáng.

CHÚ THÍCH: Khi thực hiện phép đo độ chói trên trường nhìn nhất định, phép đo này sẽ chỉ cho ra giá trị độ chói thực khi trường nhìn chưa chiếm đủ phần phát sáng của nguồn sáng.

3.19

Bức xạ thực (true radiance)

Giá trị bức xạ khi có được bằng cách tích phân công thức như cho trong định nghĩa về độ bức xạ, trên một diện tích nguồn sáng sao cho chỉ bề mặt phát sáng (hoặc một phần của bề mặt phát sáng) được tính đến trong tích phân và không có phần bề mặt nào bị tối xung quanh phần phát sáng của nguồn sáng.

CHÚ THÍCH: Khi phép đo bức xạ được thực hiện trên một trường nhìn nhất định thì nó sẽ chỉ đưa ra giá trị bức xạ thực khi trường nhìn không điền đầy phần phát sáng của nguồn sáng.

3.20

Gói LED (LED package)

Một linh kiện điện đơn lẻ về cơ bản chứa một hoặc nhiều đế LED, có thể có các phần tử quang và các giao diện nhiệt, cơ và điện.

CHÚ THÍCH 1: Linh kiện này không chứa khối điều khiển của bộ điều khiển, không chứa đầu đèn và không được nối trực tiếp với điện áp nguồn.

CHÚ THÍCH 2: Gói LED là linh kiện rời rạc và một phần của môđun LED. Đối với cấu tạo đơn giản của gói LED, xem Phụ lục A của IEC 62504.

3.21**Cơ cấu quang thứ cấp (secondary optics)**

Cơ cấu quang không phải một phần của bản thân gói LED.

3.22**Khoảng cách ngưỡng (threshold distance)**

d_{thr}

Khoảng cách từ nguồn sáng mà ở khoảng cách đó độ rọi tạo ra bởi nguồn sáng bằng giá trị E_{thr} của nguồn sáng đó.

4 Quy định chung

TCVN 13079-1 (IEC 62471) là một tiêu chuẩn ngang toàn diện, mô tả tất cả các nguy hiểm về sức khỏe liên quan đến bức xạ quang nhân tạo, từ các phần cực tím, nhìn thấy và hồng ngoại của phổ. Tiêu chuẩn này đề cập riêng đến nguy hiểm mô tả trong 4.3.3 và 4.3.4 của TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006). Nguy hiểm này được gọi là nguy hiểm ánh sáng xanh lên võng mạc vì nó là hiệu ứng chủ yếu gây ra bởi phần sáng xanh của phổ nhìn thấy, có tác động gây hồng tiêm ẩn cho võng mạc. Các hiệu ứng này được mô tả trong Điều A.3 của TCVN 13079-1 (IEC 62471).

Vì tác động lên võng mạc nên nó là hàm số không chỉ của tổng lượng ánh sáng tới mắt mà còn phụ thuộc vào kích cỡ của nguồn sáng tạo ra ánh sáng đó. Các nguồn sáng càng lớn tạo ra hình ảnh trên phần càng lớn của võng mạc, và do đó tạo ra độ chiếu xạ trên võng mạc thấp hơn các nguồn nhỏ hơn sinh ra cùng một lượng ánh sáng theo hướng của mắt người quan sát. Điều 4.3.3 của TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006) có tính đến điều này bằng cách lấy quan hệ giữa thời gian phơi nhiễm lớn nhất cho phép, t_{max} , với bức xạ của nguồn sáng. Bức xạ (đơn vị: $W/(m^2 \cdot sr)$) là đại lượng mô tả cường độ bức xạ, là công suất bức xạ phát theo hướng nhất định, chia cho diện tích biểu kiến của nguồn sáng khi quan sát từ cùng hướng đó. Trong hệ thống tạo hình ảnh, ví dụ như mắt, độ chiếu xạ cục bộ trên mặt phẳng hình ảnh (đối với mắt là trên võng mạc) tỷ lệ thuận với bức xạ của nguồn.

Chỉ khi nguồn sáng quá nhỏ để tạo ra hình ảnh sắc nét, hoặc khi nó quá nhỏ đến mức sẽ không cố định được lên cùng một phần của võng mạc đủ lâu để có thể gây hư hại bất kỳ, giá trị bức xạ không phải là giá trị thích hợp. Trong trường hợp này, phải áp dụng 4.3.4 của TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006), khi đó độ chiếu xạ lên đồng tử được sử dụng là giá trị tỷ lệ thuận với độ chiếu xạ hiệu quả lên võng mạc.

Câu hỏi đặt ra là nguồn sáng được xem là "lớn" để áp dụng 4.3.3 hay "nhỏ" để áp dụng 4.3.4 phụ thuộc vào kích cỡ của nguồn sáng cũng như vào khoảng cách quan sát. Góc trương của nguồn sáng được sử dụng làm đại lượng phân biệt. Khi thời gian cần thiết để gây hư hại dài hơn 10 s thì TCVN 13079-1 (IEC 62471) nêu rằng góc trương giới hạn để xác định nguồn sáng là lớn hay nhỏ là 0,011 rad. Đối với các nguồn sáng nằm ngay trên giới hạn giữa lớn và nhỏ, có thể tính t_{max} sử dụng một trong hai cách (sử dụng bức xạ của nó theo 4.3.3 và sử dụng độ chiếu xạ theo 4.3.4), mà sẽ tạo ra cùng một kết quả trong

TCVN 13080:2020

phạm vi 5 %. Sai lệch 5 % là do làm tròn các hệ số chuyển đổi được sử dụng khi chuyển đổi đại lượng cường độ bức xạ sang t_{max} .

Trong TCVN 13079-1 (IEC 62471), "nguồn sáng" có nghĩa là sản phẩm bất kỳ được sử dụng để tạo ra ánh sáng. Trong thực tế cuộc sống, có một hệ phân cấp các sản phẩm chiếu sáng, trong đó nguồn sáng thường được sử dụng để mô tả thành phần hợp thành của sản phẩm chiếu sáng mà thực sự tạo ra ánh sáng. Vì một số các thành phần khác của sản phẩm chiếu sáng, hầu hết là cơ cấu quang của đèn điện, có thể thay đổi đặc tính bức xạ của nguồn sáng sơ cấp, nên điều quan trọng cần biết xem có thể và cách thức chuyển việc đánh giá quang sinh học của nguồn sáng sơ cấp thành của sản phẩm sử dụng nguồn sáng sơ cấp đó như một bộ phận phát ra ánh sáng.

Bên cạnh đó, TCVN 13079-1 (IEC 62471) đưa ra tuyên bố về phân loại rủi ro của các sản phẩm. Vì giá trị t_{max} như được tính trong 4.3 của TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006) được xác định bởi cả bản thân sản phẩm và bởi khoảng cách quan sát, nên không thể sử dụng bản thân các giá trị này để xác định phân loại rủi ro duy nhất cho sản phẩm. Vì lý do này, Điều 6 của TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006) quy định các điều kiện tiêu chuẩn mà tại đó an toàn quang sinh học phải được đánh giá để xác định phân loại rủi ro của các sản phẩm. Đối với bóng đèn được thiết kế cho mục đích chiếu sáng thông dụng (GLS), như định nghĩa trong 3.11 của tiêu chuẩn đó, các giá trị nguy hiểm phải được ghi lại ở khoảng cách tạo ra độ rọi là 500 lx, nhưng không nhỏ hơn 200 mm. Đối với tất cả các nguồn sáng khác, kể cả các nguồn bóng đèn xung, các giá trị nguy hiểm phải được ghi lại ở khoảng cách 200 mm. Các ví dụ về các nguồn sáng không GLS này được cho trong 3.11 và kể cả các bóng đèn được sử dụng như máy chiếu phim, thiết bị tạo phơi nắng và các quá trình công nghiệp. Trong một số trường hợp, cùng một bóng đèn có thể được sử dụng trong cả ứng dụng GLS và ứng dụng đặc biệt và trong trường hợp đó cần đánh giá và phân loại theo ứng dụng dự kiến. Ở khoảng cách đánh giá, t_{max} được xác định và khi nhỏ hơn 100 s thì sản phẩm được phân loại là rủi ro nhóm 2 (RG2) và cần có nhãn lưu ý.

Điều quan trọng là phải đánh giá cẩn thận thông tin mà hai điều kiện đánh giá khác nhau này có thể đưa ra có liên quan đến đánh giá rủi ro trong ứng dụng thực tế. Trong khi 500 lx là giá trị điển hình đối với độ rọi trong dải rộng các ứng dụng chiếu sáng, sẽ có một số ứng dụng không thể phủ nhận đối với độ rọi ở vị trí quan sát lớn hơn 500 lx. Khi đó phân loại rủi ro ở 500 lx sẽ cho chúng ta biết điều gì? Mặt khác, việc đặt khoảng cách quan sát ở 200 mm đối với tất cả các nguồn sáng sẽ dẫn đến việc đánh giá rủi ro quá mức đối với các nguồn sáng công suất cao được sử dụng trong các ứng dụng khi người sẽ không bao giờ ở gần các nguồn sáng đang hoạt động; ví dụ như chiếu sáng đường phố và chiếu sáng sân vận động; điều này sẽ loại bỏ các vấn đề thực tế khi đo nguồn sáng này ở khoảng cách ngắn, mà sẽ làm hỏng thiết bị đo quang tiêu chuẩn bất kỳ.

Mặc dù TCVN 13079-1 (IEC 62471) hướng dẫn phép đo ở 500 lx đối với các trường hợp GLS, trên thực tế độ rọi ở mức 500 lx không nhất thiết đại diện cho kịch bản phơi nhiễm thích hợp, các mức độ rọi lớn hơn hoặc nhỏ hơn 500 lx cũng rất thông dụng. Do đó tiêu chuẩn này khuyến cáo các phép đo ở 200 mm, 0,011 rad, với việc xác định điều kiện biên RG1/2 nếu thích hợp.

Tiêu chuẩn này sẽ nghiên cứu hai vấn đề sau: (a) chuyển thông tin về an toàn quang sinh học từ thành phần nguồn sáng tới sản phẩm chiếu sáng mức cao hơn trên cơ sở các thành phần này; (b) đưa ra khuyến cáo về phân tích các đại lượng liên quan đến nguy hiểm ánh sáng xanh, thông qua các tính toán phổ và xem xét về quang.

5 Phổ, nhiệt độ màu và nguy hiểm ánh sáng xanh

5.1 Tính đại lượng nguy hiểm ánh sáng xanh và đại lượng quang từ phổ phát xạ

Để xác định nguy hiểm ánh sáng xanh, phép đo bức xạ hoặc độ chiếu xạ được thực hiện trên nguồn sáng.

Trong phép đo bức xạ, cần thận trọng khi đầu thu đo tín hiệu tỷ lệ thuận với bức xạ của nguồn. Điều này có thể được thực hiện bằng cách tạo hình ảnh của nguồn sử dụng cơ cấu quang tạo hình ảnh và đặt đầu thu hoặc dàn đầu thu trong mặt phẳng hình ảnh. Một cách khác, có thể thực hiện bằng cách đặt màn chắn có lỗ hở quy định sát với nguồn sáng, sao cho chỉ ánh sáng từ phần đã biết của diện tích mặt phẳng của nguồn đến được đầu thu. Bức xạ khi đó có thể được tính từ tín hiệu của đầu thu khi tất cả các tham số hình học đều đã biết (kích cỡ màn chắn, khoảng cách từ màn chắn đến nguồn sáng và đến đầu thu).

Trong phép đo độ chiếu xạ, cơ cấu quang tạo hình ảnh và các màn chắn không được đặt giữa nguồn sáng và đầu thu, và đo lượng phát xạ tổng được phát ra từ nguồn đến lỗ mở nhạy sáng của đầu thu.

Để xác định bức xạ hoặc độ chiếu xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh, cả hai phép đo phải ghi lại không chỉ công suất bức xạ tổng mà còn cả phân bố công suất phổ của bức xạ rơi trên đầu thu. Phân bố công suất phổ khi đó được nhân với hàm trọng số phổ ánh sáng xanh, như xác định bởi Bảng 4.2 và Hình 4.2 của TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006). Nếu phép đo ban đầu là phép đo bức xạ, đại lượng tính được là bức xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh L_B . Nếu phép đo ban đầu là phép đo độ chiếu xạ thì đại lượng tính được là độ chiếu xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh E_B .

Quan trọng là phải lưu ý rằng có mối quan hệ mật thiết giữa các đại lượng lấy trọng số theo ánh sáng xanh này và hai đại lượng quang tương ứng mà nhiều nhà thiết kế chiếu sáng và kỹ sư sản phẩm chiếu sáng rất quen thuộc. Bức xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh L_B có quan hệ mật thiết với độ chói L (đơn vị: cd/m^2). Độ chiếu xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh E_B có quan hệ mật thiết với độ rọi E (đơn vị: lx).

Độ chói L về nguyên tắc được xác định từ cùng một phép đo bức xạ phổ để có giá trị L_B , nhưng trong trường hợp L , phổ được nhân với đường cong độ nhạy của mắt với ánh sáng CIE 1924 $V(\lambda)$. Đối với phổ cho trước bất kỳ, L_B sẽ tỷ lệ thuận với L .

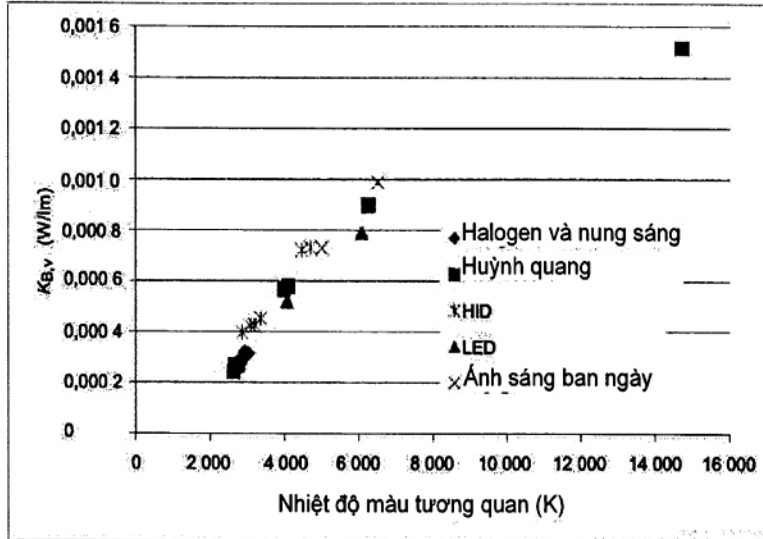
Theo cách tương tự, độ rọi E được xác định từ phép đo độ chiếu xạ phổ và đối với phổ cho trước bất kỳ, E_B sẽ tỷ lệ thuận với E .

Điều quan trọng là nhận ra rằng các tính toán là tương tự về giá trị bằng số, bất kể phổ được xác định bằng phép đo độ chiếu xạ hay phép đo bức xạ. Do đó, đối với phổ cho trước bất kỳ, hệ số tỷ lệ giữa L_B

TCVN 13080:2020

và L là bằng với hệ số tỷ lệ giữa E_B và E . Hệ số tỷ lệ này được gọi là hiệu suất nguy hiểm ánh sáng xanh của bức xạ quang và được gọi là $K_{B,v}$. Đơn vị là W/lm .

Khi $K_{B,v}$ được xác định đối với một dải các phổ nguồn sáng khác nhau, xuất hiện quan sát thú vị, xem Hình 1. Đối với các nguồn sáng trắng, bất kể chúng từ công nghệ nung sáng, phóng điện công suất cao, huỳnh quang hay LED, mối tương quan mạnh được thấy giữa $K_{B,v}$ và nhiệt độ màu tương quan (CCT) của phổ. Ngay cả với ánh sáng ban ngày, mặc dù đúng ra là không thuộc phạm vi áp dụng của TCVN 13079-1 (IEC 62471) vì chỉ đề cập đến các nguồn sáng nhân tạo, cũng tuân theo xu hướng này.



CHÚ THÍCH: $K_{B,v}$ được hiển thị theo nhiệt độ màu tương quan của phổ nguồn sáng để thể hiện mối tương quan mạnh giữa CCT và $K_{B,v}$.

Hình 1 – Hiệu suất nguy hiểm ánh sáng xanh của bức xạ quang, $K_{B,v}$, đối với một dải các nguồn sáng từ các công nghệ khác nhau, và đối với một vài phổ ánh sáng ban ngày điển hình

Điều này có thể hiểu được từ quan sát dưới đây (Hình 2). Đường cong nhạy với ánh sáng của mắt theo định nghĩa bằng với đường cong Y CIE 1931. Hàm lấy trọng số theo phổ ánh sáng xanh tương đồng với đường cong Z CIE 1931. Đây là hai đường cong được sử dụng để xác định điểm màu (x, y) của một phổ nhất định. Do đó, kỳ vọng rằng $K_{B,v}$ tương quan với Z/Y . Từ định nghĩa của CIE 1931, tọa độ x, y được tính bằng

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad (1)$$

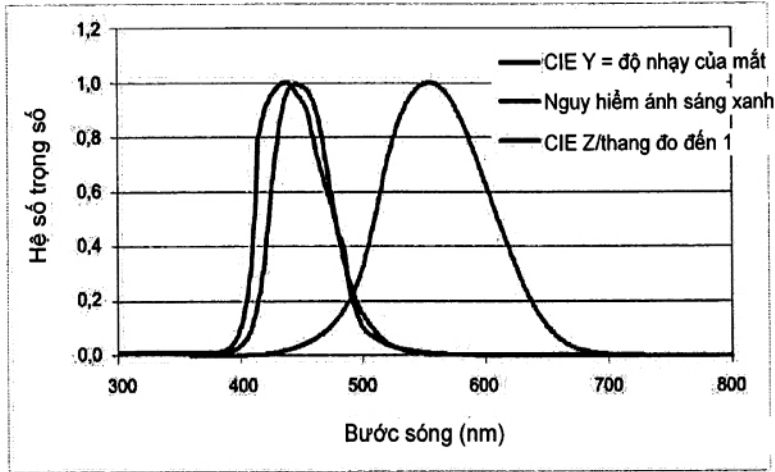
và
$$y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad (2)$$

có thể dễ dàng suy ra rằng

$$\frac{Z}{Y} = \frac{1-x-y}{y} \quad (3)$$

Hình 3 thể hiện đối với tất cả các phổ nghiên cứu rằng mối tương quan giữa $K_{B,v}$ và $(1-x-y)/y$. Mặc dù không hoàn hảo, đại lượng $(1-x-y)/y$ mà có thể được tính từ chỉ riêng tọa độ màu, khi chưa biết chi tiết về phổ, có thể cho giá trị xấp xỉ của $K_{B,v}$ với độ chính xác trong phạm vi 15 %.

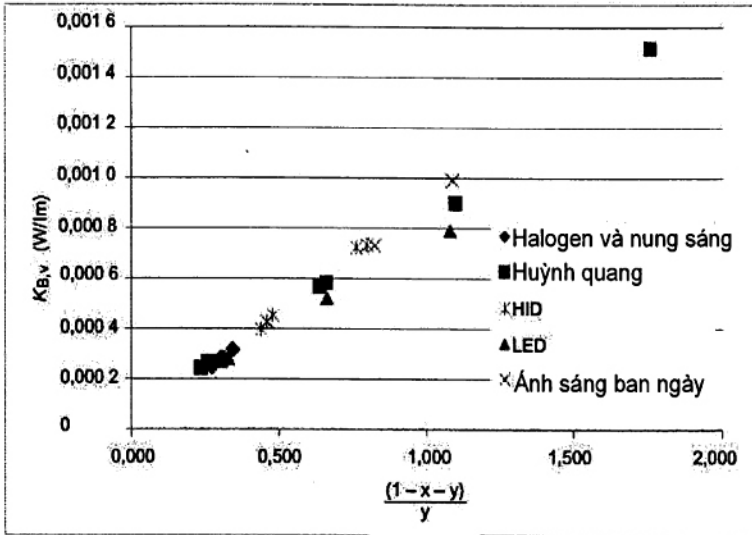
Cần chỉ ra rằng độ chính xác 15 % này không phản ánh độ chính xác của phép đo mà nó là độ không đảm bảo đo kỳ vọng khi điểm màu tương quan với giá trị $K_{B,v}$ mà không biết chi tiết bất kỳ khác về phổ. Phép đo phổ đầy đủ sẽ luôn tạo ra giá trị độ chính xác $K_{B,v}$.



CHÚ THÍCH: Tất cả các đường cong đều có thang đo tối đa là 1.

Hình 2 – So sánh giữa các đường cong liên quan đến việc tính $K_{B,v}$ (đường cong độ nhạy với ánh sáng của mắt và hàm lấy trọng số theo phổ ánh sáng xanh) và các đường cong Y và Z CIE 1931 khi tính toán các tọa độ màu x, y CIE 1931

Hiệu suất nguy hiểm ánh sáng xanh của bức xạ ánh sáng ($K_{B,v}$) là giá trị hữu ích đối với các tính toán liên quan đến các nguồn sáng trắng. Đối với các nguồn sáng màu, ví dụ các gói LED màu lam, có thông lượng quy định bằng oát mà không phải bằng lumen, sẽ hữu ích hơn nếu sử dụng hiệu suất nguy hiểm ánh sáng xanh của bức xạ (η_B), là một số không thứ nguyên.



Hình 3 – Đồ thị tương quan giữa đại lượng $(1-x-y)/y$, được tính từ các tọa độ màu x, y CIE 1931, và giá trị $K_{B,v}$, đối với tất cả các phổ được phân tích để tạo thành Hình 1

5.2 Các chế độ của độ chói và độ rọi gây ra các giá trị t_{max} dưới 100 s

Sử dụng đại lượng $K_{B,v}$, có thể nghiên cứu cách mà các giá trị độ chói và độ rọi gây ra các giá trị t_{max} mà phải đòi hỏi ghi nhận theo TCVN 13079-1 (IEC 62471). Đối với nguy hiểm ánh sáng xanh, giá trị ngưỡng từ đó yêu cầu ghi nhận là 100 s. Nhấn cần nêu các lưu ý cảnh báo không được nhìn trực diện vào nguồn sáng.

Lưu ý là giá trị ngưỡng vẫn không gây ra rủi ro đáng kể nào cho mắt vì phản ứng không thích bẩm sinh làm cho con người và động vật nhắm mắt hoặc quay mắt đi khỏi nguồn ánh sáng chói, ngăn ngừa hư hại mắt khỏi nhìn trực tiếp vào mặt trời. Để so sánh, t_{max} đối với mặt trời, nếu thuộc phạm vi áp dụng của TCVN 13079-1 (IEC 62471), xung quang giá trị 1 s.

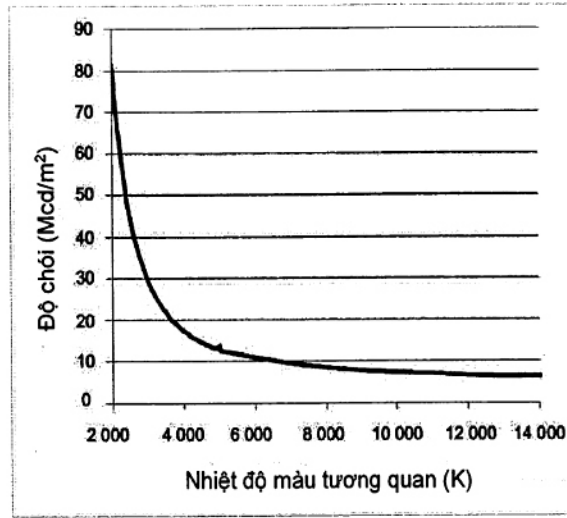
Đạt đến $t_{max} = 100$ s trong các trường hợp sau:

- trường hợp nguồn lớn, đối với $L_B = 10\,000$ W/(m²·sr) (4.3.3 của TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006));
- trường hợp nguồn nhỏ, đối với $E_B = 1$ W/m² (4.3.4 của TCVN 13079-1:2020 (IEC 62471:2006)).

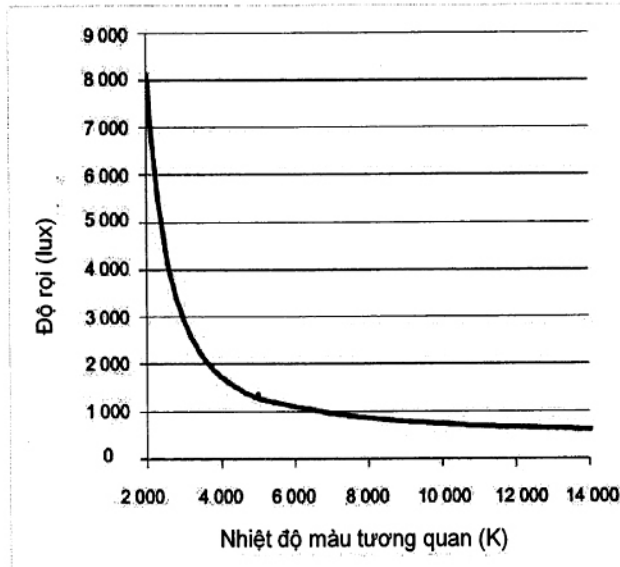
Sử dụng các giá trị $K_{B,v}$ ước lượng đối với tất cả các CCT, các đường cong như thể hiện trên Hình 4 và Hình 5 có thể được tạo ra. Với hai đường cong này, có thể thực hiện ước lượng nếu trường hợp nào đó (kết hợp của nguồn sáng và khoảng cách quan sát) là cao hơn hoặc thấp hơn 100 s đối với t_{max} , dựa trên độ chói và CCT của nguồn sáng và mức độ rọi cục bộ tại vị trí mắt người quan sát nguồn sáng. Như đã đề cập trước đây, giá trị ước lượng chỉ có độ chính xác khoảng $\pm 15\%$, do đó đòi hỏi phép đo phổ chi tiết hơn để xác định giá trị $K_{B,v}$ đúng đối với phổ của nguồn.

Đầu tiên, phải được xác định xem nguồn sáng tại vị trí mắt người quan sát lớn hay nhỏ. Nếu lớn, chỉ cần độ chói của nguồn sáng và phải sử dụng Hình 4. Nếu nhỏ, phải đánh giá độ rọi ở vị trí mắt người quan

sát và phải sử dụng Hình 5. Hai đường cong này rất tương đồng vì chúng được rút ra từ các giá trị $K_{B,v}$ là hàm của CCT.



Hình 4 – Ước lượng mức độ chói khi $L_B = 10\,000\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, biên giới giữa RG1 ($t_{\max} > 100\text{ s}$) và RG2 ($t_{\max} < 100\text{ s}$) trong cơ chế nguồn lớn là hàm của CCT



Hình 5 – Ước lượng mức độ rọi khi $E_B = 1\text{ W}/\text{m}^2$, biên giới giữa RG1 ($t_{\max} > 100\text{ s}$) và RG2 ($t_{\max} < 100\text{ s}$) trong cơ chế nguồn nhỏ là hàm của CCT

Lưu ý là cơ chế nguồn nhỏ thể hiện phân loại “trường hợp xấu nhất” theo độ chói của nguồn. Từ quan hệ hình học cơ bản giữa các đại lượng quang liên quan, như giải thích trong Phụ lục A, có thể suy ra rằng độ rọi tại vị trí nhất định bằng với độ chói của nguồn, nhân với góc tương của nguồn. Đối với các trường hợp có cùng giá trị độ rọi, các nguồn có góc tương nhỏ phải có các giá trị độ chói cao hơn các nguồn có góc tương lớn.

TCVN 13080:2020

Việc biết giá trị E_B ở mức độ rọi nhất định về cơ bản sẽ cho giới hạn lớn nhất t_{max} bất kể giá trị độ chói là bao nhiêu. Điều này dẫn đến sự đơn giản hóa quan trọng của thảo luận. Nó có nghĩa là nếu mức độ rọi ở vị trí mắt người quan sát thấp hơn đáng kể độ rọi khi $E_B = 1 \text{ W/m}^2$ (đường cong của Hình 5), t_{max} không thể thấp hơn 100 s, bất kể độ chói của nguồn sáng là bao nhiêu. Lưu ý là biên giới 500 lx nằm bên dưới đường cong trên suốt dải CCT liên quan trong chiếu sáng thông dụng. Nói cách khác, tiêu chí 500 lx có thể không bao giờ tạo ra phân loại RG2 đối với ánh sáng trắng.

Một đơn giản hóa khác của thảo luận có thể rút ra từ Hình 4. Cơ chế nguồn lớn là hợp lệ ở các khoảng cách ngắn, và độ chói là đặc tính của nguồn sáng mà không phụ thuộc vào khoảng cách quan sát. Nếu nguồn sáng có $L_B < 10\,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{sr)}$, nguồn sẽ có $t_{max} > 100 \text{ s}$ ngay cả ở các khoảng cách quan sát ngắn nhất. Ở các khoảng cách dài hơn, khi nó có thể đi từ cơ chế nguồn lớn sang cơ chế nguồn nhỏ, t_{max} chỉ có thể tăng mà không giảm. Một ví dụ về nguồn sáng lý tưởng hóa nhưng chưa được quy định theo tất cả các cách khác được cho trong Phụ lục B. Do đó, nếu nguồn sáng có giá trị L_B thấp hơn $10\,000 \text{ W/(m}^2\cdot\text{sr)}$ (tức là khi độ chói của nó nằm dưới đường cong trong Hình 4) thì nó không thể là RG2 không phụ thuộc vào khoảng cách mà nó được đánh giá.

Từ hai nội dung được nêu trong hai đoạn ở trên (“... nếu mức độ rọi tại vị trí mắt người quan sát ...” và “... nếu nguồn sáng có giá trị L_B thấp hơn ...”) nó có nghĩa là bất cứ khi nào đáp ứng một trong hai điều kiện này thì không thể phân loại lớn hơn RG1. Để tạo ra trường hợp RG2, cả độ chói của nguồn sáng lẫn độ rọi tại vị trí mắt người quan sát phải lớn hơn giá trị giới hạn. Trong trường hợp này, độ chói của nguồn sáng cao hơn đường cong trên Hình 4, và độ rọi tại vị trí người quan sát cao hơn đường cong trên Hình 5. Trong tất cả các trường hợp khác, nhóm rủi ro lớn nhất là RG1.

Lập luận như trên không chỉ hợp lệ đối với các nguồn ánh sáng trắng mà cho tất cả các nguồn sáng có phát xạ chính trong dải từ 380 nm đến 780 nm. Đối với các nguồn ánh sáng trắng trong dải CCT như hiển thị, Hình 4 và Hình 5 có thể được sử dụng để đạt được ước lượng của các giá trị giới hạn của độ chói và độ rọi.

Đối với tất cả các nguồn sáng khác có phát xạ chính nằm trong dải từ 380 nm đến 780 nm, giá trị $K_{B,v}$ có thể được tính từ phép đo phổ và các giá trị giới hạn đối với độ chói và độ rọi có thể được xác định từ giá trị $K_{B,v}$ đó.

CHÚ THÍCH: RG3 đối với nguy hiểm ánh sáng xanh ít có thể xảy ra đối với các nguồn sáng trắng. RG3 được xác định trong TCVN 13079-1 (IEC 62471) đối với $t_{max} < 0,25 \text{ s}$. Điều này xảy ra khi mức ánh sáng xanh có hệ số cao hơn 400 so với ở giới hạn dưới của RG2. Cùng luồng suy luận như trên đối với RG2, RG3 đối với ánh sáng xanh ở ví dụ 6 000 K chỉ đạt được khi độ chói của nguồn sáng cao hơn 4 Gcd/m^2 và khi độ rọi cao hơn 400 000 lx. RG3 vẫn có thể đạt đến đối với các nguy hiểm không phải nguy hiểm ánh sáng xanh.

6 Gói LED, môđun LED, bóng đèn và đèn điện

Trong ngành công nghiệp chiếu sáng, phân cấp các sản phẩm dựa trên mức độ tích hợp. Các sản phẩm trên các mức tích hợp khác nhau thường được tạo ra bởi các nhà chế tạo khác nhau. Thông tin an toàn

quang sinh học cần được chuyển xuống dọc chuỗi sản phẩm để tránh đánh giá lại tại mỗi mức tiếp theo càng nhiều càng tốt. Điều này được đặc biệt mong muốn vì mỗi mức tiếp theo nhìn chung liên quan đến sự khác nhau càng nhiều của sản phẩm.

Đối với tất cả các công nghệ chiếu sáng tồn tại trước khi có công nghệ LED, có hai mức độ: bóng đèn và đèn điện. Bóng đèn là nguồn sáng sơ cấp, được đặt trong đèn điện bằng cách sử dụng chuẩn công nghiệp mở đối với giao diện cơ và điện. Đèn điện được thiết kế với loại bóng đèn nhất định, nhưng vì chuẩn giao diện là mở nên người sử dụng cuối của đèn điện có thể thay bóng đèn này bằng bóng đèn kiểu khác, với điều kiện nó phù hợp với cùng một chuẩn giao diện.

Đối với công nghệ LED, trường hợp này phức tạp hơn. Tồn tại chuỗi các mức sản phẩm, mà thông thường trong công nghiệp đánh số chúng theo cách dưới đây.

- Mức 0: chip LED hoặc đế LED.
- Mức 1: Gói LED, cho phép hàn và xử lý bên ngoài môi trường phòng sạch. Đối với các gói LED ánh sáng trắng, gói có chứa vật liệu phát quang chuyển đổi ánh sáng xanh của chip thành các bước sóng khác mà cùng sinh ra ánh sáng trắng.
- Mức 2: môđun LED cơ bản, bao gồm một hoặc nhiều gói LED trên tấm mạch in.
- Mức 3: môđun LED có chức năng được mở rộng, thường gồm tấm mạch in ở mức 2 với các đặc trưng bổ sung để cho phép lắp ráp cơ khí, đấu nối điện hoặc chức năng quang. Đặc trưng bổ sung thực tế phụ thuộc vào kiểu của sản phẩm và có thể gồm một vài hoặc tất cả bộ điều khiển điện tử cần thiết để hoạt động môđun LED.
- Mức 4: đèn điện, sản phẩm LED khi được sử dụng như vậy trong ứng dụng.

Không phải tất cả các mức đều tồn tại trong sản phẩm; một số tấm mạch in ở mức 2 được làm trực tiếp từ các chip mức 0 (“chip lắp trên tấm mạch in – chip on board”), và nhiều sản phẩm mức 4 được dựa trực tiếp trên môđun LED mức 2 mà không có môđun LED mức 3 bổ sung nào ở giữa. Bên cạnh việc xem xét về công nghệ, nó phụ thuộc vào năng lực công nghiệp của những người tham gia trong chuỗi sản phẩm.

Thông thường, các môđun LED mức thấp hơn và các gói LED trong sản phẩm mức 4 không được thiết kế để dễ dàng thay thế bởi người sử dụng cuối cùng. Các giao diện giữa các mức này hiếm khi dựa trên các chuẩn công nghiệp mở.

Việc thay thế bằng các bóng đèn LED thể hiện trường hợp đặc biệt. Chúng là các sản phẩm LED, được bán cho thị trường tự do, được thiết kế cho các chuẩn công nghiệp mở của các công nghệ bóng đèn trước đó. Chúng sẽ được thay vào đèn điện bởi người sử dụng cuối, khi thay cho bóng đèn được thiết kế ban đầu để lắp cùng đèn điện.

Điểm quan trọng cần lưu ý là sự đa dạng của sản phẩm sẽ tăng nhanh với từng mức tiếp theo trong chuỗi. Sẽ hợp lý khi thực hiện các phép đo an toàn quang sinh học ở mức sản phẩm thấp nhất có thể, và truyền tất cả các thông tin liên quan dọc theo chuỗi theo cách để có thể đánh giá nhóm rủi ro ở mức

TCVN 13080:2020

đèn điện hoặc mức 4 khi cần thiết, nếu có thể mà không cần đo thêm ở mức này vì mức đa dạng là rất lớn.

Điều 7 đưa ra luồng thông tin chi tiết về các phép đo khuyến cáo từ một mức đến mức tiếp theo. Nó thực hiện định luật quang nêu rằng các linh kiện quang thụ động không bao giờ có thể tăng bức xạ theo cách bất kỳ nào, thường được biết đến như “định luật bảo toàn độ chói”.

7 Luồng thông tin phép đo

7.1 Luồng cơ bản

Các lưu ý cho phép luồng thông tin từ một mức này đến mức khác dựa trên

- “định luật bảo toàn độ chói”;
- các phát hiện được giải thích trong Điều 5 của tiêu chuẩn này.

“Định luật bảo toàn độ chói” nêu rằng nếu độ chói (hoặc bức xạ) của nguồn sáng sơ cấp đã biết thì điều này cũng đưa ra giới hạn trên đối với độ chói (hoặc bức xạ) của sản phẩm bất kỳ có chứa nguồn sáng sơ cấp này. Luật này là sự kết hợp của hai luật cơ bản: bảo toàn quang thông và bảo toàn mức độ phát xạ ánh sáng từ một nguồn. Bức xạ, mặc dù thường được mô tả là cường độ trên diện tích bề mặt, cũng có thể được viết là thương của quang thông và mức độ phát xạ ánh sáng từ một nguồn, và cả hai đều bị cấm bởi định luật bảo toàn cơ bản. Trong khi dễ dàng giải thích tại sao quang thông không tăng trong hệ thống quang thụ động, nhưng lại khó để có thể hiểu tại sao việc giảm mức độ phát xạ ánh sáng từ một nguồn là không thể. Tuy nhiên, định luật bảo toàn mức độ phát xạ ánh sáng từ một nguồn chỉ vừa bị cấm; khi nghiên cứu sâu hơn, lập luận cơ bản là tương tự với “luật thứ hai về nhiệt động”.

Khi sử dụng “định luật bảo toàn độ chói”, phải thận trọng khi chỉ sử dụng các giá trị độ chói/bức xạ có được làm các giá trị độ chói/bức xạ thực.

Vì “định luật bảo toàn độ chói”, điểm bắt đầu tốt nhất của luồng thông tin là phép đo bức xạ. Giá trị bức xạ này có thể được truyền dọc theo chuỗi từ nguồn sáng sơ cấp đến đèn điện, mà không yêu cầu các phép đo bổ sung, với điều kiện nguồn sáng hoạt động trong đèn điện ở các điều kiện tương tự như khi được thử nghiệm ở dạng bộ phận hợp thành.

Chỉ khi thực hiện các biện pháp quang trong đèn điện để giảm bức xạ (ví dụ nắp khuếch tán và/hoặc hoạt động ở dòng điện thấp hơn) phép đo bổ sung có thể được thực hiện để kiểm tra xác nhận giá trị suy giảm của bức xạ. Nếu phép đo này không được thực hiện, giá trị bức xạ ban đầu vẫn được duy trì ước lượng trường hợp xấu nhất mà luôn ở phía an toàn.

Nếu phép đo bức xạ trên nguồn sáng sơ cấp cho giá trị L_B trong vùng RG0 ($0 \text{ W(m}^2\cdot\text{sr)}$ đến $100 \text{ W(m}^2\cdot\text{sr)}$) hoặc RG1 ($100 \text{ W(m}^2\cdot\text{sr)}$ đến $10\,000 \text{ W(m}^2\cdot\text{sr)}$), thông tin này có thể truyền đến tất cả các sản phẩm có sử dụng nguồn sáng sơ cấp này. Chúng có thể không bao giờ nằm trong vùng RG2, bất kể kiểu cơ cấu quang (kể cả cơ cấu quang làm sắc chùm tia tạo ra quang thông có định hướng) và bất kể khoảng cách quan sát trong ứng dụng.

Nếu phép đo bức xạ trên nguồn sáng sơ cấp cho giá trị L_B trong vùng RG2 (10 000 W(m².sr) đến 4 000 000 W(m².sr)), có khả năng sản phẩm cuối cùng cũng sẽ nằm trong vùng RG2, tùy thuộc vào trường hợp trong ứng dụng. Để tìm xem chúng có thuộc trường hợp này không, cần áp dụng các phát hiện mô tả trong Điều 5 của tiêu chuẩn này. Trong ứng dụng này, sẽ chỉ là trường hợp RG2 khi độ rọi tại vị trí quan sát cao hơn giá trị ngưỡng E_{thr} , mà có thể tính được bằng cách sử dụng giới hạn trên của RG1 đối với E_B (1 W/m²) và giá trị $K_{B,v}$. Giá trị này có thể được tính bằng cách sử dụng phổ thu được trong phép đo bức xạ.

Lưu ý rằng, như thảo luận trong 5.2 của tiêu chuẩn này, ước lượng E_{thr} có thể đã được thực hiện nếu chỉ biết CCT của nguồn sáng sơ cấp, như thể hiện bởi đường cong trên Hình 5.

Các thành phần quang thụ động, ví dụ như thấu kính và cơ cấu phản xạ, sẽ không làm thay đổi E_{thr} . Nếu bức xạ của nguồn sáng sơ cấp cao hơn 10 000 W(m².sr) thì giá trị E_{thr} có thể được truyền dọc theo chuỗi, để xác định phân loại nhóm rủi ro thực trong ứng dụng.

Lưu ý rằng trong nội dung này, tất cả các thành phần về cơ bản làm thay đổi màu, ví dụ như cơ cấu phản xạ lưỡng sắc, các thành phần chứa photpho và do đó phổ của nguồn sáng không được coi là thụ động. Khi phổ thay đổi, giá trị $K_{B,v}$ cũng thay đổi, và do đó E_{thr} đạt đến giá trị khác nhau.

Tổng hợp các phân tích nêu trên, phép đo bức xạ của nguồn sáng sơ cấp có thể cho ra ba khả năng:

- a) RG0 không giới hạn: nguồn sáng sơ cấp gây ra RG0 lớn nhất trong tất cả các đèn điện ở mọi khoảng cách;
- b) RG1 không giới hạn: nguồn sáng sơ cấp gây ra RG1 lớn nhất trong tất cả các đèn điện ở mọi khoảng cách;
- c) E_{thr} đối với RG2: nguồn sáng sơ cấp gây ra RG2 ở khoảng cách khi đèn điện chứa nguồn sáng tạo ra độ rọi cao hơn E_{thr} , RG1 ở các khoảng cách khi đèn điện chứa nguồn sáng tạo ra độ rọi thấp hơn E_{thr} .

CHÚ THÍCH 1: Các trường hợp RG3 đối với nguy hiểm ánh sáng xanh là cực kỳ hiếm xảy ra. Do đó chúng không được xem xét trong tiêu chuẩn này.

Nếu tạo ra khả năng thứ ba thì phân loại nhóm rủi ro phụ thuộc vào các điều kiện sử dụng. Ở khoảng cách nhỏ nhất khi người có nhiều khả năng quan sát đèn điện, độ rọi cao hơn hay thấp hơn giá trị E_{thr} ? Khoảng cách này phụ thuộc vào cơ cấu quang của đèn điện và do đó có thể không được truyền từ nguồn sáng sơ cấp đến đèn điện. Nó có thể được tính khi đỉnh của phân bố quang theo góc từ cơ cấu đèn điện là đã biết, cả về độ lớn và hướng. Đối với nhiều cơ cấu quang làm sắc chùm tia, các phân bố ánh sáng này đều đã biết, vì các phân bố này đều cần thiết cho việc thiết kế chiếu sáng chuyên nghiệp.

Để tìm hướng lớn nhất của chùm tia, tức là hướng có cường độ sáng lớn nhất, cần sử dụng quang kế góc để đánh giá phân bố cường độ sáng.

CHÚ THÍCH 2: Để tính khoảng cách từ đường cong phân bố quang và giá trị E_{thr} , áp dụng công thức sau, xem Hình 6:

$$E_{thr} = \frac{l \cdot \cos \alpha}{d^2} \quad (4)$$

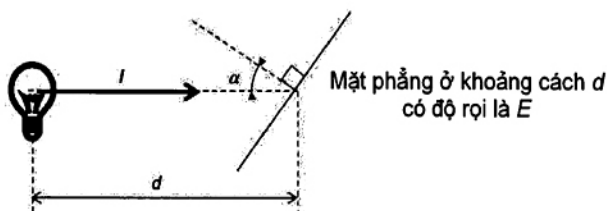
trong đó

l là cường độ của nguồn theo hướng chứa vị trí đánh giá E_{thr} ;

d là khoảng cách từ nguồn sáng đến vị trí này;

α là góc giữa hướng của ánh sáng và vuông góc với mặt phẳng tại đó xác định E_{thr} .

Mặt phẳng trên đó xác định E_{thr} vuông góc với hướng của ánh sáng và cosin của góc α bằng 1. Điều này thể hiện điều kiện khi mắt nhìn trực diện vào nguồn sáng.



Hình 6 – Quan hệ giữa độ rọi E, khoảng cách d và cường độ I

CHÚ THÍCH 3: Trong trường hợp khi nguồn ánh sáng trắng được che bởi bộ lọc màu, ví dụ để chiếu sáng an toàn, có thể thực hiện theo cách tiếp cận sau nếu ảnh hưởng của bộ lọc màu lên $K_{B,v}$ là chưa biết. Có thể sử dụng nguồn ánh sáng trắng để xác định E_{thr} (nếu áp dụng được) và sau đó tính d_{thr} . Khi nguồn được che bởi bộ lọc, cách tiếp cận bảo toàn sẽ giữ d_{thr} như trong trường hợp không bị che. Vì điều này sẽ dẫn đến việc đánh giá quá chặt chẽ nên có thể thực hiện theo cách thay thế để đo đèn điện với bộ lọc được lắp vào.

7.2 Các điều kiện đo bức xạ

Đối với việc thực hiện thực tế của luồng thông tin đo mô tả trong 7.1, phải thiết lập các điều kiện đo tiêu chuẩn cho phép đo bức xạ trên nguồn sáng sơ cấp. Các điều kiện này phải tối thiểu quy định khoảng cách đo và trường nhìn mà qua đó bức xạ được lấy trung bình. Phù hợp với thông lệ hiện có như cho trong TCVN 13079-1 (IEC 62471), khoảng cách 200 mm và trường quan sát 0,011 rad sẽ cho điểm bắt đầu tốt. Các điều kiện này cho ra giá trị bức xạ thực nếu trường nhìn không điền đầy vùng phát của nguồn. Vì điều này ứng với đường kính chỉ 2,2 mm, đây là trường hợp đối với nhiều nguồn sáng.

Như đề cập ở trên, kết quả chỉ có thể chuyển giao khi các điều kiện thử nghiệm của nguồn sáng sơ cấp đồng nhất với các điều kiện thử nghiệm đối với đèn điện. Vì nhà chế tạo nguồn sáng sơ cấp nhìn chung sẽ không biết về các điều kiện thử nghiệm đối với đèn điện nên tối thiểu kết quả đối với điều kiện thử nghiệm trường hợp xấu nhất cần được ghi lại (ví dụ đối với các gói LED ở dòng điện danh định lớn nhất), cho phép báo cáo bổ sung kết quả đối với các điều kiện thử nghiệm quy định khác (ví dụ các gói LED ở các mức dòng điện quy định thấp hơn dòng điện danh định lớn nhất).

CHÚ THÍCH: Trường nhìn trường hợp xấu nhất 0,0017 rad được đề xuất cho phép đo bức xạ thực. Trong trường hợp nguồn sáng đồng nhất, sẽ không có chênh lệch giữa giá trị 0,0017 và giá trị 0,0011 rad. Tuy nhiên, trong trường hợp nguồn sáng có các điểm nóng độ chói cao, phép đo ở 0,0017 sẽ tạo ra giá trị cao hơn. Giá trị này chỉ liên quan đến phân loại nhóm rủi ro nếu điểm nóng độ chói cao được mở rộng bởi cơ cấu quang của đèn điện đến mức độ nó che trường nhìn 0,011 rad ở khoảng cách liên quan đến ứng dụng cụ thể. Điều này chỉ xảy ra đối với

các cơ cấu quang chùm tia rất hẹp mà không bảo ép hay phân đoạn bất kỳ để phân loại ra sự không đều đặn trong nguồn sáng, được quan sát từ khoảng cách không lớn hơn nhiều so với 200 mm, và có thể được coi là kịch bản ít có khả năng xảy ra.

Nếu trường nhìn 0,011 rad chùm lên nguồn sáng ngay cả ở khoảng cách 200 mm, phép đo không đưa ra giá trị bức xạ thực. Trong trường hợp này, có thể tiến hành theo hai cách sau.

a) Trường nhìn của phép đo có thể giảm xuống sao cho nó không chùm lên nguồn sáng. Trong trường hợp đó, giá trị bức xạ L_B được xác định, và một trong ba trường hợp cho trong 7.1 có thể được ấn định cho nguồn sáng.

b) Phép đo được thực hiện là phép đo độ chiếu xạ. Điều này sẽ đưa ra dữ liệu để tính E_{thr} . Vì không thực hiện phép đo bức xạ nên trường hợp xấu nhất được giả thiết và chỉ có thể tạo ra trường hợp c) của 7.1: giá trị E_{thr} đối với RG2.

Một số nguồn sáng có thể phát ra nhiều ánh sáng đến mức về mặt kỹ thuật không thể tạo ra phép đo ở 200 mm, do quá nhiệt hoặc bão hòa thiết bị đo. Trong các trường hợp này, khoảng cách đo có thể được tăng lên đến giá trị thấp nhất mà khi đó phép đo trở nên có thể. Ngoài ra, nó cũng sẽ phải đánh giá nếu trường nhìn chùm hoặc không chùm lên nguồn sáng. Nếu nó không chùm lên nguồn sáng thì phép đo sẽ tạo ra giá trị bức xạ thực như mong muốn. Nếu nó chùm lên nguồn sáng, cũng có lựa chọn để giảm góc nhìn hoặc thực hiện phép đo độ chiếu xạ và giả thiết trường hợp xấu nhất: trường hợp c) của 7.1, giá trị E_{thr} đối với RG2.

Hình 7 thể hiện sơ đồ luồng thông tin tổng hợp các phép đo cần thiết và thông tin cần được truyền xuống chuỗi từ nguồn sáng sơ cấp, để thực hiện phân loại đúng nhóm rủi ro của đèn điện trong ứng dụng.

Các phép đo trên nguồn sáng sơ cấp luôn được thực hiện ở 200 mm và trường nhìn 0,011 rad. Trong trường hợp RG0 được yêu cầu đối với ứng dụng nhất định của sản phẩm cuối cùng, có thể thực hiện phép đo thứ hai trên sản phẩm cuối cùng ở 200 mm và trường nhìn 0,1 rad. Trong trường hợp này, kết quả sẽ không là "RG0 không giới hạn" và các kết quả đánh giá không thể truyền cho các sản phẩm khác sử dụng cùng nguồn sáng.

7.4 Trường hợp đặc biệt (II): Mảng và nhóm các nguồn sáng sơ cấp

Điều 7.4 mô tả trường hợp phổ biến hơn trong công nghệ chiếu sáng LED so với các công nghệ chiếu sáng khác. Nhiều môđun LED gồm mảng các gói LED. Nhìn chung, vì không biết trước các hiệu ứng của bố trí hình học và/hoặc cơ cấu quang của đèn điện sẽ như thế nào trên độ chói trung bình của mảng, nên tuân thủ cách tiếp cận bảo toàn để có kết quả hợp lệ đối với tất cả các ứng dụng. Để bảo toàn, độ chói của một gói LED đơn lẻ được lấy làm độ chói trung bình của toàn bộ mảng.

Nhìn chung, sau đó cần lấy đầu ra của phép đo gói LED đơn lẻ làm cơ sở để đánh giá mảng các gói LED. Điều này có nghĩa là nếu trường hợp một gói LED đơn lẻ là RG0 không giới hạn hoặc RG1 không giới hạn, phân loại này cũng áp dụng trực tiếp cho mảng.

Trong trường hợp kết quả E_{thr} , E_{thr} của gói LED cũng áp dụng trực tiếp cho mảng. Mặt khác, E_{thr} của mảng là giống với gói LED. Khoảng cách ứng với E_{thr} khi đó được xác định bằng cách sử dụng cường độ đỉnh của mảng đầy đủ.

Đối với đánh giá chi tiết hơn, tham khảo Phụ lục D. Việc đánh giá sử dụng các tham số hình học và tham số quang của mảng LED sẽ không tạo ra phân loại nhóm rủi ro cao hơn ở khoảng cách nhất định so với tiếp cận như nêu ở trên nhưng trong một số trường hợp quy định có thể dẫn đến khoảng cách ngưỡng ngắn hơn đối với RG2.

8 Phân loại nhóm rủi ro

Quan trọng cần lưu ý là, đối với những vấn đề nêu trên cần thực hiện theo cách có ý nghĩa, phải có phân biệt rõ ràng giữa các điều kiện đối với phép đo và điều kiện đánh giá rủi ro và thực hiện phân loại nhóm rủi ro. Trong khi khuyến cáo rằng các nguồn sáng sơ cấp được đo ở khoảng cách ngắn để thực hiện phép đo bức xạ thực, phân loại nhóm rủi ro vẫn phải phụ thuộc vào các điều kiện sử dụng thực tế. Vì điều này có thể thay đổi giữa các ứng dụng khác nhau, nên khuyến cáo xác định các điều kiện đánh giá trong tiêu chuẩn an toàn sản phẩm liên quan, bất cứ khi nào chúng khác với các điều kiện đánh giá (500 lx đối với các sản phẩm chiếu sáng thông dụng, 200 mm đối với các ứng dụng chưa biết khác) như quy định trong tiêu chuẩn ngang, TCVN 13079-1 (IEC 62471).

Phụ lục A

(tham khảo)

Quan hệ về hình học giữa bức xạ, độ chiếu xạ và cường độ bức xạ

Trường hợp hình học đơn giản hóa như thể hiện trên Hình A.1 được xem xét. Trong giới hạn của các góc tương nhỏ (khi cosin của góc tương xấp xỉ bằng 1), tồn tại các quan hệ sau giữa các đại lượng quang và hình học:

$$I = L \cdot A \quad (\text{A.1})$$

trong đó

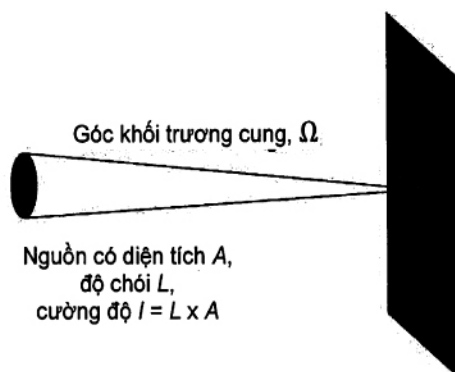
I là cường độ nguồn sáng theo hướng đang xét;

L là độ chói của nguồn sáng;

A là diện tích biểu kiến của nguồn sáng, là diện tích thực chiếu lên mặt phẳng vuông góc với hướng đang xét.

CHÚ THÍCH: Ở đây nó được xác định theo các đại lượng trắc quang. Các quan hệ này chính xác là như nhau đối với các đại lượng bức xạ và đại lượng nguy hiểm ánh sáng xanh.

Quan hệ này đi từ định nghĩa đèn điện. Giả thiết độ chói không đổi trong một diện tích bề mặt; nếu không, công thức này có thể vẫn được áp dụng, nhưng khi đó L là độ chói trung bình trên diện tích bề mặt đó.



Hình A.1 – Hình ảnh phác họa trường hợp được xem xét trong Phụ lục A

$$\Omega = \frac{A}{d^2} \quad (\text{A.2})$$

trong đó

Ω là góc khối tương;

A diện tích biểu kiến của nguồn sáng như xác định ở trên;

d là khoảng cách từ nguồn sáng đến mặt phẳng phát hiện.

Công thức này đi từ định nghĩa cơ bản của góc khối. Trong định nghĩa chính xác, A được xác định là diện tích trên quả cầu có bán kính d giao cắt với hình nón mô tả Ω . Khi Ω nhỏ, diện tích này gần bằng diện tích của mặt phẳng giao cắt với hình nón mô tả Ω . Ω có thể được coi là nhỏ khi $\cos \alpha \approx 1$, trong đó α là góc tại đỉnh của hình nón chứa Ω . Đối với $\alpha = 0,011$ rad, đây chính là trường hợp nêu trên vì $\cos \alpha = 0,999\ 94$.

$$E = \frac{I}{d^2} \quad (\text{A.3})$$

trong đó

E là độ rọi lên mặt phẳng phát hiện;

I là cường độ theo hướng từ nguồn sáng đến mặt phẳng phát hiện;

d là khoảng cách từ nguồn sáng đến mặt phẳng phát hiện.

Đây là mối quan hệ nổi tiếng với nhiều nhà thiết kế chiếu sáng, có hiệu lực trong trường hợp một nguồn với góc khối nhỏ.

Kết hợp công thức (A.1) với công thức (A.3) ta có

$$E = \frac{L \cdot A}{d^2} \quad (\text{A.4})$$

Và khi đó, kết hợp công thức (A.4) với công thức (A.2) ta có:

$$E = L \cdot \Omega \quad (\text{A.5})$$

Quan hệ này có nghĩa là, khi mức độ rọi không đổi, có một quan hệ tỷ lệ nghịch giữa độ chói và góc khối. Góc khối càng lớn thì độ chói càng nhỏ, và ngược lại.

Phụ lục B

(tham khảo)

Sự phụ thuộc của t_{max} vào khoảng cách đối với một nguồn sáng nhất định

Một bức tranh tổng thể về những gì xảy ra với t_{max} là hàm phụ thuộc khoảng cách quan sát có thể có được theo cách dưới đây.

Đối với nguồn sáng có bức xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh L_B và đường kính D , có quan hệ t_{max} như dưới đây.

Cơ chế nguồn lớn: khoảng cách quan sát d khi góc trường lớn hơn 0,011 rad; đây là trường hợp khi $d < D / 0,011$. Trong cơ chế này, t_{max} được xác định bằng giá trị L_B qua công thức

$$t_{max} = \frac{10^6 [J/(m^2 sr)]}{L_B [W/(m^2 sr)]} \quad (B.1)$$

trong đó

L_B là bức xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh; và

t_{max} ngoài điều kiện biên $d < D / 0,011$ rad, không phụ thuộc vào khoảng cách.

$$t_{max} = \frac{100 [J/m^2]}{E_B [W/m^2]} \quad (B.2)$$

trong đó

E_B là độ chiếu xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh.

Giá trị E_B có thể được tính từ giá trị L_B và từ diện tích biểu kiến A của nguồn sáng, sử dụng công thức (A.4):

$$E_B = \frac{L_B \cdot A}{d^2} \quad (B.3)$$

trong đó

E_B là độ chiếu xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh;

L_B là bức xạ lấy trọng số theo ánh sáng xanh;

A diện tích biểu kiến của nguồn sáng; và

d là khoảng cách quan sát.

Kết quả là t_{max} phụ thuộc vào bình phương khoảng cách quan sát:

$$t_{max} = \frac{d^2 \cdot 100 s}{A \cdot L_B [W/(m^2 sr)]} \quad (B.4)$$

Khi $d = D/0,011$, hai cơ chế đáp ứng; khi được tính theo định nghĩa nguồn sáng lớn, $t_{max} = 10^6 \text{ s} / (L_B [W/(m^2 sr)])$ vẫn đúng (vì nó không phụ thuộc vào khoảng cách). Khi được đánh giá theo định nghĩa nguồn sáng nhỏ, thay $d = D/0,011$ và $A = \pi(D/2)^2 = (\pi/4)D^2$ (giả thiết nguồn tròn hoặc nguồn cầu) và có:

$$t_{max} = \frac{(D/0,011)^2 \cdot 100 \text{ s}}{\pi/4 \cdot D^2 \cdot L_B [W/(m^2 sr)]} = \frac{1,05 \cdot 10^6 \text{ s}}{L_B [W/(m^2 sr)]} \quad (\text{B.4})$$

trong đó

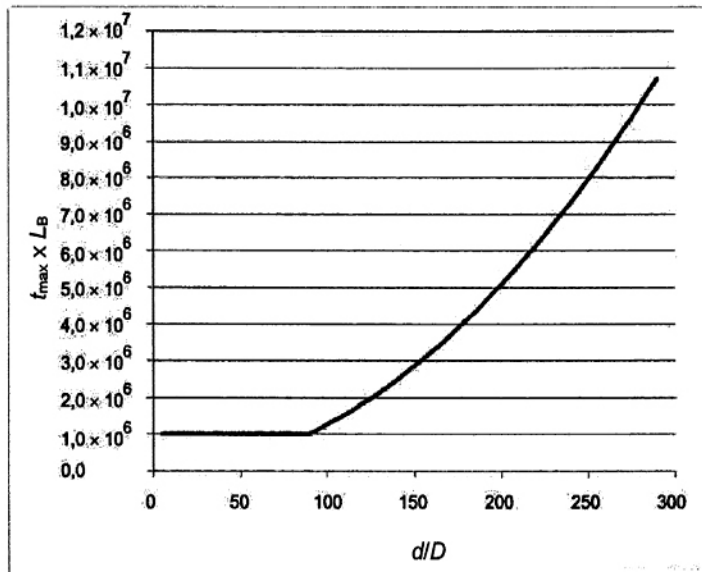
L_B là bức xạ được lấy trọng số theo ánh sáng xanh; và

D là đường kính nguồn sáng.

Kết quả này chỉ sai lệch vài phần trăm so với giá trị nguồn lớn tại khoảng cách này. Sai lệch chính xác phụ thuộc vào hình dạng của nguồn.

Từ điểm này về phía các khoảng cách lớn hơn, t_{max} sẽ tăng tỷ lệ thuận với d^2 . Với mục đích của thảo luận này, điều này có nghĩa là nguồn sáng bất kỳ sẽ có t_{max} ngắn nhất ở các khoảng cách ngắn trong cơ chế nguồn lớn. Ở các khoảng cách lớn hơn, trong cơ chế nguồn nhỏ, t_{max} sẽ luôn dài hơn.

Hình B.1 thể hiện đáp ứng chung của t_{max} là hàm của khoảng cách, như được cho theo công thức ở trên. Để có đường cong chung, không phụ thuộc vào L_B và D , trục hoành được chia theo D và trục tung được nhân với L_B , để có $t_{max} \times L_B = 10^6$ đối với tất cả các nguồn sáng trong cơ chế nguồn lớn.



CHÚ THÍCH: Điểm chuyển đổi từ cơ chế nguồn lớn (đường thẳng, không phụ thuộc vào d) sang cơ chế nguồn nhỏ (phụ thuộc vào bình phương của d) nằm tại $d = D/0,011 = 91D$.

Hình B.1 – Thể hiện chung của t_{max} là hàm của khoảng cách quan sát d , đối với nguồn sáng bất kỳ có độ chói đồng nhất L và đường kính D

Phụ lục C

(tham khảo)

Tổng hợp các khuyến cáo để hỗ trợ áp dụng nhất quán TCVN 13079-1 (IEC 62471) nhằm đánh giá nguy hiểm ánh sáng xanh cho các nguồn sáng và đèn điện

C.1 Quy định chung

Phụ lục C đưa ra bản tổng hợp các khuyến cáo của tiêu chuẩn này để hỗ trợ cho việc áp dụng nhất quán TCVN 13079-1 (IEC 62471) cho các nguồn sáng và đèn điện nhằm đánh giá nguy hiểm ánh sáng xanh. Điều C.2 mô tả các trường hợp khi việc đánh giá nhóm rủi ro có thể được thực hiện mà không cần các phép đo phổ chi tiết. Đối với tất cả các trường hợp khác, Điều C.3 đến C.5 sẽ cung cấp hướng dẫn cách thức thực hiện phép đo và thông tin cần đạt được để xác định phân loại nhóm rủi ro.

C.2 Trường hợp phân loại RG0 hoặc RG1 không yêu cầu phép đo bức xạ hoặc độ chiếu xạ

C.2.1 Điều kiện biên

Đối với chỉ ánh sáng trắng, nếu độ chói thực của nguồn sáng nhỏ hơn $10\ 000\ \text{cd/m}^2$, nó được phân loại là RG0.

Ngoài ra, đối với chỉ ánh sáng trắng, nguồn sáng và đèn điện bất kỳ sử dụng nguồn sáng đó được coi là RG0 hoặc RG1, mà không có đánh giá phổ thêm, khi đó áp dụng một điều kiện bất kỳ trong các điều kiện được cho trong C.2.2 và C.2.3.

Các giá trị đề cập trong Bảng C.1 (xem Hình C.1) và Bảng C.2 (xem Hình C.2) được thiết kế làm giới hạn trên khi không cần thực hiện các phép đo. Khi nguồn sáng hoặc đèn điện có độ chói hoặc độ rọi thấp hơn các giá trị đề cập, có thể dự đoán rằng phép đo bất kỳ sẽ luôn đưa ra câu trả lời tối đa là RG1 không giới hạn; do đó không phải thực hiện phép đo. Khi nguồn sáng hoặc đèn điện có độ chói hoặc độ rọi cao hơn các giá trị được đề cập này, nó vẫn có thể là RG1 không giới hạn, nhưng yêu cầu phép đo để chứng minh điều này.

CHÚ THÍCH: Các giá trị độ chói và độ rọi được đề cập trong Bảng C.1 và Bảng C.2 dựa trên ước lượng nguy hiểm ánh sáng xanh liên quan đến CCT, ở đó biên an toàn có hệ số 2 được đưa vào để tính đến độ không đảm bảo đo trong ước lượng này. Sử dụng hệ số an toàn 2 là do việc sử dụng dữ liệu đo quang thay vì dữ liệu đo bức xạ.

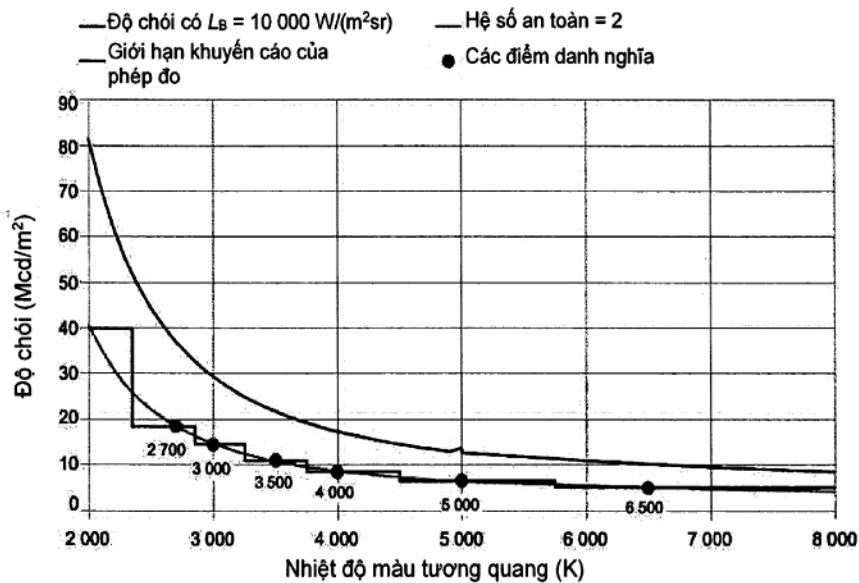
C.2.2 Các giá trị độ chói thực xác định nhóm rủi ro không lớn hơn RG1

Nếu độ chói thực của nguồn sáng phù hợp với các giá trị dưới đây đối với các nhiệt độ màu tương quan (CCT), phân loại của nó sẽ không lớn hơn RG1.

Bảng C.1 – Các giá trị độ chói xác định nhóm rủi ro không lớn hơn RG1

CCT danh định K	Độ chói L Mcd/m ²
$CCT \leq 2\,350$	40
$2\,350 < CCT \leq 2\,850$	18,5
$2\,850 < CCT \leq 3\,250$	14,5
$3\,250 < CCT \leq 3\,750$	11
$3\,750 < CCT \leq 4\,500$	8,5
$4\,500 < CCT \leq 5\,750$	6,5
$5\,750 < CCT \leq 8\,000$	5

Dữ liệu danh định của nhà chế tạo đối với CCT và độ chói có thể được sử dụng làm cơ sở cho đánh giá này.



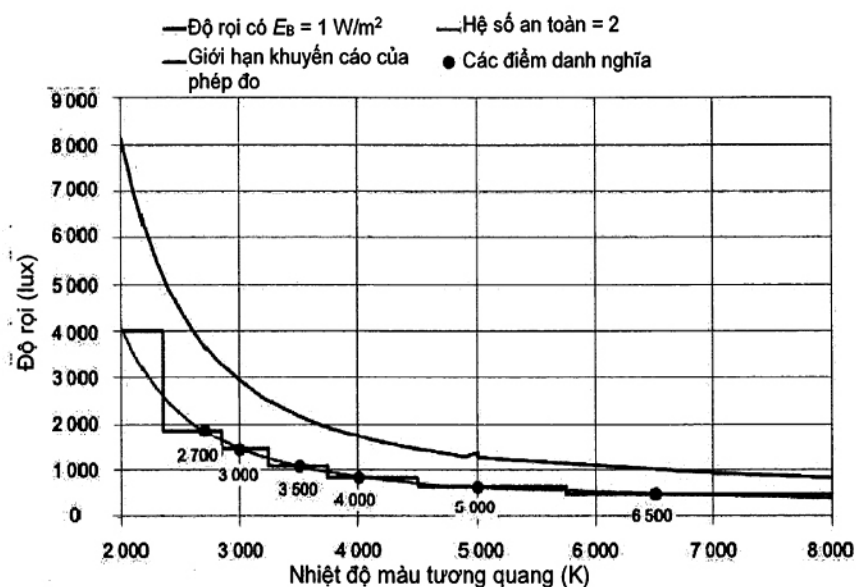
Hình C.1 – Các giá trị độ chói từ Bảng C.1 liên quan đến biên RG1/RG2 là hàm của nhiệt độ màu tương quan

C.2.3 Các giá trị độ rọi xác định nhóm rủi ro không lớn hơn RG1

Nếu độ chói thực của nguồn sáng không phù hợp với các giá trị trong C.2.2, nhưng độ rọi từ đèn điện theo hướng đó có cường độ lớn nhất, tại khoảng cách quy định, phù hợp với các giá trị dưới đây đối với các nhiệt độ màu tương quan (CCT), phân loại của nó sẽ không lớn hơn RG1.

Bảng C.2 – Các giá trị độ rọi xác định nhóm rủi ro không lớn hơn RG1

CCT danh định K	Độ rọi E lx
$CCT \leq 2\,350$	4 000
$2\,350 < CCT \leq 2\,850$	1 850
$2\,850 < CCT \leq 3\,250$	1 450
$3\,250 < CCT \leq 3\,750$	1 100
$3\,750 < CCT \leq 4\,500$	850
$4\,500 < CCT \leq 5\,750$	650
$5\,750 < CCT \leq 8\,000$	500

**Hình C.2 – Các giá trị độ rọi từ Bảng C.2 liên quan đến biên RG1/RG2 là hàm của nhiệt độ màu tương quang**

C.3 Trường hợp đối với phân loại các nguồn sáng lớn hơn 2,2 mm và đèn điện sử dụng các nguồn sáng này

Đối với trường hợp các nguồn sáng có đường kính > 2,2 mm, cần áp dụng như sau.

- Các phép đo bức xạ TCVN 13079-1 (IEC 62471) cần thực hiện ở khoảng cách 200 mm với trường nhìn 0,011 rad ở (các) dòng điện như xác định trong 7.2.
- Nếu $L_B < 100 \text{ W(m}^2\text{-sr)}$, nguồn sáng được phân loại là RG0.
- Nếu $L_B < 10\,000 \text{ W(m}^2\text{-sr)}$ và $> 100 \text{ W(m}^2\text{-sr)}$, nguồn sáng được phân loại là RG1.

- d) Trường hợp $L_B > 10\,000\text{ W(m}^2\text{-sr)}$, cần tính độ rọi lớn nhất E_{thr} tương ứng với phân loại biên RG1/RG2 ($E_B = 1\text{ W/m}^2$).
- e) Nhà chế tạo nguồn sáng cần cung cấp thông tin liên quan đến phân loại RG0, RG1 hoặc E_{thr} của nguồn sáng khi thích hợp.
- f) Đối với các đèn điện sử dụng các nguồn sáng lớn được phân loại là RG0 hoặc RG1, phân loại RG của nguồn có thể được truyền trực tiếp cho đèn điện, không phụ thuộc vào hệ thống quang mà đèn điện sử dụng.
- g) Đối với các đèn điện sử dụng các nguồn sáng lớn được phân loại với giá trị E_{thr} (điều kiện biên RG1/RG2), cảnh báo không nhìn trực diện vào đèn điện hoặc cần ghi vào báo cáo khoảng cách từ đèn điện mà nguy hiểm ánh sáng xanh được suy giảm còn RG1.

CHÚ THÍCH: Kỳ vọng có sự soát xét tiêu chuẩn TCVN 7722 (IEC 60598) để quy định chính xác các yêu cầu an toàn đối với đèn điện theo khía cạnh này.

C.4 Trường hợp phân loại các nguồn sáng nhỏ hơn 2,2 mm và đèn điện sử dụng các nguồn sáng này

Đối với trường hợp nguồn nhỏ có đường kính $< 2,2\text{ mm}$, cần áp dụng như sau: Phép đo có thể được thực hiện như nêu chi tiết bởi điểm a) hoặc điểm b) trong 7.2 để thiết lập thông số đặc trưng RG0, RG1 hoặc giá trị E_{thr} của nguồn sáng.

C.5 Trường hợp phân loại các nguồn sáng có những khó khăn thực tế khi đo ở 200 mm

Phép đo có thể được thực hiện ở giá trị khoảng cách ngắn nhất khi có thể thực hiện nó. Ở khoảng cách này và ở trường nhìn $0,011\text{ rad}$, nếu nguồn sáng này là lớn (tức là góc trường của nó lớn hơn $0,011\text{ rad}$), thực hiện theo quy trình nêu trong Điều C.3. Ở khoảng cách này và ở trường nhìn $0,011\text{ rad}$, nếu nguồn sáng này là nhỏ (tức là góc trường của nó nhỏ hơn $0,011\text{ rad}$), thực hiện theo quy trình nêu trong Điều C.4.

Phụ lục D

(tham khảo)

Đánh giá chi tiết các mảng và nhóm các nguồn sáng sơ cấp, bao gồm các gói LED**D.1 Quy định chung**

Phụ lục D đề cập đến việc đánh giá các mảng và nhóm các nguồn sáng sơ cấp. Nó thể hiện cách tiếp cận theo từng bước để đi đến đánh giá chi tiết hơn của nguy hiểm ánh sáng xanh của các mảng và nhóm LED. Các mô đun LED, đèn điện LED và/hoặc bóng đèn LED thường bao gồm nhiều gói LED. Phụ lục này đưa ra đánh giá chi tiết đối với các sản phẩm có phân bố các gói LED riêng rẽ đã được xác định, có hoặc không có cơ cấu quang thứ cấp. Trong các trường hợp đó, nó có thể được kiểm tra xác nhận bằng các tính toán và các phép đo bổ sung mà cách tiếp cận bảo toàn như nêu chi tiết trong 7.4 có thể quá chặt chẽ. Đối với các trường hợp ít xác định hơn, người đọc vẫn tham khảo nội dung chính của 7.4 ở đó giải thích cách tiếp cận bảo toàn.

D.2 Cách tiếp cận**D.2.1 Đánh giá theo bước**

Các tiếp cận theo bước dưới đây có thể được xem xét để truyền dữ liệu từ một gói LED đơn lẻ đến toàn bộ mảng hoặc nhóm cuối cùng. Ở đây đưa ra 4 bước sử dụng chung cho mọi kiểu mảng:

Khả năng áp dụng của các bước từ 1 đến 6 được cho trong Bảng D.1.

Bảng D.1 – Khả năng áp dụng của các bước từ 1 đến 6

Trường hợp 1: có sẵn dữ liệu gói LED ^a	Trường hợp 2: không có sẵn dữ liệu gói LED ^a nhưng có thể đo	Trường hợp 3: không có sẵn dữ liệu gói LED ^a và không thể đo
Cách tiếp cận: Thực hiện đánh giá một gói LED đơn lẻ và đánh giá ^b cả mảng	Cách tiếp cận: Đánh giá ^b một gói LED đơn lẻ và sau đó đánh giá ^b cả mảng	Cách tiếp cận: Đánh giá ^b toàn bộ mảng các gói LED
Áp dụng bước 1 đến 5. Bước 6 là tùy chọn.	Áp dụng bước 1 đến 5. Bước 6 là tùy chọn.	Áp dụng 7.4 và các bước 3 đến 4.
^a Dữ liệu gói LED là các kết quả đánh giá quang sinh học theo tiêu chuẩn này đối với một gói LED đơn lẻ. ^b Đánh giá có nghĩa là đánh giá quang sinh học theo tiêu chuẩn này.		

Dưới đây là các bước khác nhau được mô tả chi tiết hơn.

Bước 1:

- Đánh giá gói LED đơn lẻ được sử dụng để tạo thành mảng hoặc nhóm. Mảng hoặc nhóm không thể có phân loại cao hơn các thành phần của nó.
- Nếu gói LED là RG0 không giới hạn thì mảng hoặc nhóm là RG0 không giới hạn.

- Đánh giá có thể kết thúc ở đây.
- Nếu gói LED là RG1 không giới hạn thì mảng hoặc nhóm là RG1 không giới hạn.
- Đánh giá có thể kết thúc ở đây.
- Nếu gói LED được đánh giá có E_{thr} thì mảng hoặc nhóm sẽ cần phân tích thêm được cho trong các bước tiếp theo.

Bước 2:

- Sử dụng giá trị độ rọi E_{thr} của gói LED đơn lẻ, có thể xác định khoảng cách d_N ở đó toàn bộ mảng, được xét với trường nhìn đầy đủ, đạt đến độ rọi này. Khoảng cách tại đó mảng đạt đến ngưỡng độ rọi được xác định bởi cường độ đỉnh của toàn bộ mảng và sử dụng luật bình phương nghịch đảo.
- Việc đánh giá gói LED đơn lẻ thường được thực hiện mà không có cơ cấu quang thứ cấp. Trong trường hợp các mảng hoặc nhóm được tạo thành từ các gói LED ghép nối với cơ cấu quang thứ cấp, d_N cần được xác định với các cơ cấu quang đặt đúng vị trí (tạo ra phân bố ánh sáng khác so với trong phép đo gói LED đơn lẻ). Giá trị độ rọi được tìm thấy theo phương có cường độ sáng lớn nhất.

Bước 3:

- Ở khoảng cách d_N , bức xạ trung bình được lấy trọng số theo ánh sáng xanh của mảng đầy đủ có thể được tính bằng cách sử dụng công thức sau: $L_{B,mảng} = (1 \text{ W/m}^2 \cdot d_N^2) / A_{mảng}$, trong đó $A_{mảng}$ là diện tích nhỏ nhất chỉ vừa chứa đủ tất cả bề mặt phát ánh sáng của mảng. Công thức này được suy ra từ Điều D.3.

Bước 4:

- Trong trường hợp bức xạ trung bình lấy trọng số theo ánh sáng xanh lớn hơn 10 000 W/(m²·sr) thì toàn bộ mảng có điều kiện biên tại khoảng cách d_N . Trong trường hợp này, cách tiếp cận bảo toàn như nêu trong 7.4 là hợp lý và không bị quá chặt chẽ.

Đánh giá kết thúc ở đây

- Khi toàn bộ mảng không có bức xạ trung bình lấy trọng số theo ánh sáng xanh lớn hơn 10 000 W/(m²·sr) thì ngưỡng khoảng cách của mảng đối với điều kiện biên nhỏ hơn d_N . Trong trường hợp này, các tiếp cận bảo toàn có thể được coi là quá chặt chẽ và phân tích và các phép đo bổ sung có thể kiểm tra xác nhận khoảng cách ngắn hơn đối với điều kiện biên. Mảng vẫn có ngưỡng khoảng cách, vì gói LED đơn lẻ từ đó tạo thành mảng có ngưỡng độ rọi.

Tại điểm này, sau bước 4, đánh giá được hoàn thành với các bước bổ sung nêu trong D.2.2.

D.2.2 Kiểu mảng và các bước bổ sung

Mảng có thể được tạo thành theo các cấu hình khác nhau và có hoặc không có cơ cấu quang thứ cấp. Các mảng có cơ cấu quang thứ cấp thường được sử dụng cho chiếu sáng có định hướng, chiếu quét,

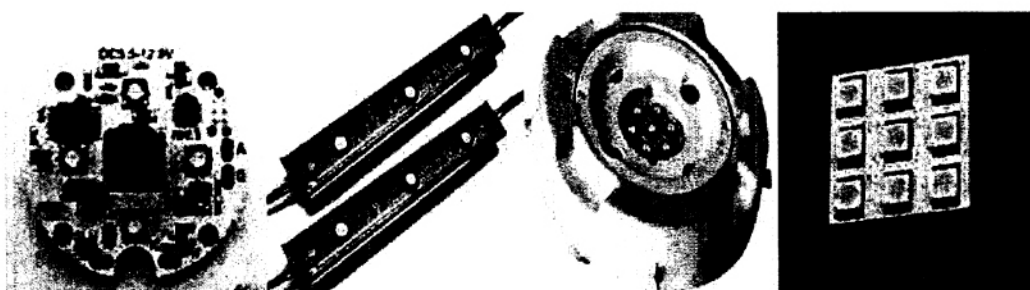
chiếu lướt và/hoặc khi yêu cầu chiếu sáng của công việc cụ thể. Hình D.1 thể hiện một số loại thấu kính thứ cấp được sử dụng cho các loại ứng dụng này.



Hình D.1 – Ví dụ về các thấu kính thứ cấp có phân bố ánh sáng đồng nhất và sắp thẳng hàng

Như thể hiện trên Hình D.1, thiết kế của các loại thấu kính này có thể rất khác nhau. Ở đây chỉ xem xét các loại thấu kính có biên rõ ràng đối với một gói LED đơn lẻ. Khi không như vậy thì việc đánh giá mảng này được thực hiện có xét đến tiếp cận bảo toàn như nêu trong 7.4.

Các loại mảng khác được thể hiện trong Hình D.2. Loại mảng này thường được sử dụng cho các ứng dụng chiếu sáng thông dụng khi một vài gói LED được đặt cùng nhau để có thêm quang thông trong chùm tia rộng hơn hoặc được sử dụng cho hiệu ứng ánh sáng tuyến tính ví dụ như đèn dạng thanh. Trong hầu hết các trường hợp, bố trí này được sử dụng cùng với các cơ cấu phản xạ để định hướng quang thông của tất cả các gói LED.



Hình D.2 – Ví dụ về mảng LED có các gói LED để trần

Việc đánh giá nguy hiểm ánh sáng xanh đối với loại mảng bất kỳ bắt đầu với quy trình từ bước 1 đến bước 4 của D.2.1. Khi xảy ra lựa chọn thứ hai của bước 4, nhà chế tạo sản phẩm cuối cùng (tức là nhà chế tạo bóng đèn LED, mô đun LED và/hoặc đèn điện) có thể tiếp tục phân tích để thể hiện bước 5. Như một tùy chọn, bước 6 cũng được thể hiện.

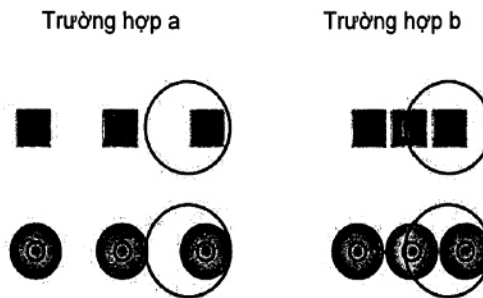
Bước 5:

- Xác định khoảng cách d_1 , ở đó xảy ra E_{thr} của các gói LED đơn lẻ (có hoặc không có cơ cấu quang).
- Ở khoảng cách d_1 này, đánh giá xem một hoặc nhiều thành phần LED có nằm trong trường nhìn 11 mrad không.

– Trong trường hợp chỉ có một thành phần LED, trường hợp a, thì d_1 sẽ là khoảng cách tại đó xảy ra điều kiện biên đối với toàn bộ mảng. Việc đánh giá kết thúc ở đây và d_1 được ghi lại là khoảng cách ngưỡng đối với mảng, $d_1 = d_{thr}$.

– Trong trường hợp chỉ có một thành phần LED, trường hợp b, thì d_N sẽ là khoảng cách tại đó xảy ra điều kiện biên đối với toàn bộ mảng. Việc đánh giá kết thúc ở đây và d_1 được ghi lại là khoảng cách ngưỡng đối với toàn bộ mảng, $d_N = d_{thr}$.

Hình D.3 thể hiện sự khác nhau giữa trường hợp a và trường hợp b. Điều kiện để xảy ra trường hợp b là trong trường nhìn 11 mrad thể hiện một thành phần hoàn toàn cộng với tối thiểu một phần của thành phần thứ hai.



Hình D.3 – Đánh giá một hoặc nhiều thành phần LED nằm trong trường nhìn 11 mrad ở khoảng cách d_1

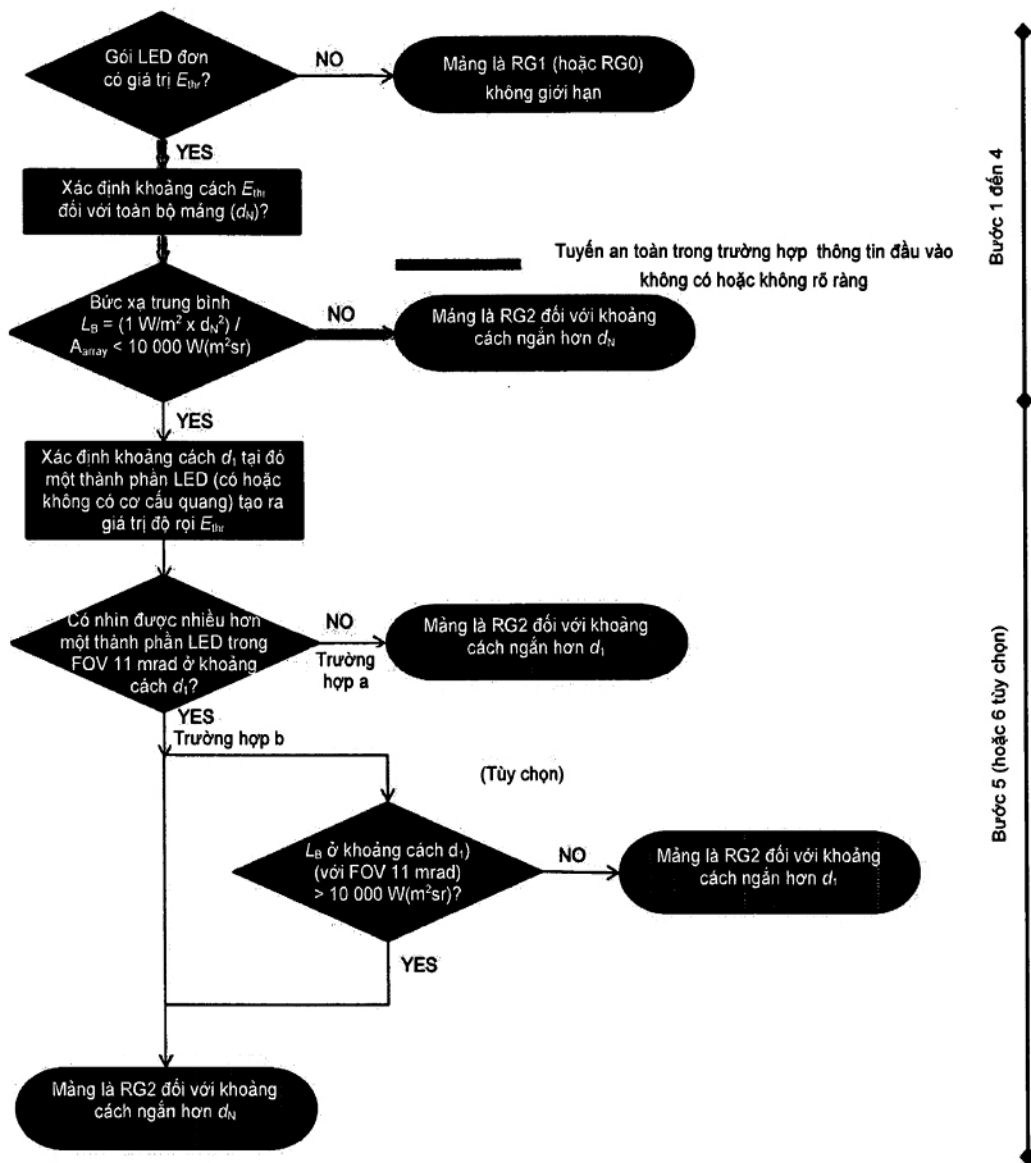
Bước 6 (tùy chọn):

- Nếu xảy ra trường hợp b, có thể thực hiện phép đo đánh giá quang sinh học của mảng bằng cách sử dụng trường nhìn 11 mrad ở khoảng cách d_1 .
- Nếu bức xạ lấy trọng số ánh sáng xanh, được đo ở khoảng cách d_1 , không vượt quá $10\,000\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{sr})$ thì điều kiện biên của toàn bộ mảng sẽ xảy ra ở khoảng cách d_1 , $d_1 = d_{thr}$.
- Nếu bức xạ lấy trọng số ánh sáng xanh, được đo ở khoảng cách d_1 , vượt quá $10\,000\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{sr})$ thì điều kiện biên của toàn bộ mảng sẽ xảy ra ở khoảng cách d_1 , $d_1 = d_{thr}$.

Đối với các mảng có các cơ cấu quang khác với cơ cấu đề cập ở trên thì các bước từ 1 đến 4 được coi là toàn diện và khoảng cách ngưỡng được coi là d_N . Ngoài ra, quan hệ giữa khoảng cách d_N và khoảng cách lắp đặt có thể tìm được có xét đến phân bố ánh sáng của sản phẩm cuối cùng.

D.2.3 Lưu đồ hoàn chỉnh

Hình D.4 thể hiện bằng sơ đồ các bước được mô tả trong D.2.1 và D.2.2 để đánh giá chi tiết nguy hiểm quang sinh học của mảng LED.



Hình D.4 – Lưu đồ hoàn chỉnh để đánh giá chi tiết các mảng và nhóm nguồn sáng sơ cấp

D.3 Nguồn gốc của công thức bức xạ trung bình của toàn bộ mảng

Điều này đưa ra nguồn gốc của công thức bức xạ được sử dụng trong lưu đồ để đánh giá bức xạ trung bình lấy trọng số theo ánh sáng xanh của toàn bộ mảng.

Với công thức (A.4), bức xạ trung bình lấy trọng số theo ánh sáng xanh trong phạm vi trường nhìn 11 mrad được tính như sau:

$$E = L \cdot \Omega \Rightarrow E_B = L_{B,array} \cdot \Omega_{array} \tag{D.1}$$

Vi thực tế là ta đang đánh giá ở khoảng cách d_N , độ chiếu xạ E_B bằng 1 W/m^2 . Trong trường hợp đó, công thức (D.1) có thể được viết thành:

$$1 = L_{B,array} \cdot \Omega_{array} \quad (D.2)$$

Từ công thức này có thể suy ra rằng chỉ các mảng có bức xạ trung bình $> 10\,000\text{ W}/(\text{m}^2\text{-sr})$ sẽ có góc khối $< 10^{-4}\text{ sr}$; 10^{-4} sr là góc khối ứng với nón có góc ở đỉnh là 11 mrad.

Điều này có nghĩa là nếu mảng có bức xạ trung bình lớn hơn hoặc bằng $10\,000\text{ W}/(\text{m}^2\text{-sr})$ thì ở khoảng cách d_N , góc khối được tương nhỏ hơn hoặc bằng góc ứng với 11 mrad. Và khi đó d_N được lấy là khoảng cách ngưỡng đối với toàn bộ mảng.

Nếu bức xạ trung bình nhỏ hơn $10\,000\text{ W}/(\text{m}^2\text{-sr})$, toàn bộ mảng không có khoảng cách ngưỡng và khoảng cách thích hợp là gần mảng hơn và ở đó một thành phần đơn lẻ sẽ tạo ra độ chiếu xạ hoặc bức xạ cần thiết.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 7722-1 (IEC 60598-1), *Đèn điện – Phần 1: Yêu cầu chung và thử nghiệm*
- [2] TCVN 13079-2 (IEC TR 62471-2), *An toàn quang sinh học của bóng đèn và hệ thống bóng đèn – Phần 2: Hướng dẫn về các yêu cầu chế tạo liên quan đến an toàn bức xạ quang không laser*
- [3] TCVN 9894 (IEC/TS 62504), *Chiếu sáng thông dụng – LED và mô đun LED – Thuật ngữ và định nghĩa*
- [4] CHAVEZ, J., *Introduction to Non-Image Optics* (CRC Press, Boca Raton, Florida, 2008), sec. 3.2: "Conservation of Etendue"
- [5] ROBERTSON, A. R. "Computation of correlated color temperature and distribution temperature", J. Opt. Soc. Am. 58, 1528-1525, 1968.
- [6] CIE 1924, *Commission internationale de l'Eclairage proceedings, 1924*
- [7] CIE 1931, *Commission internationale de l'Eclairage proceedings of the 8th Sesion of CIE, Cambridge, 19-29, 1931*
-