

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH HỆ SỐ PHÂN BỐ KHÔNG ĐỒNG ĐỀU ĐỘ CHÓI CHO BẦU TRỜI NHIỆT ĐỐI VIỆT NAM

Nguyễn Thị Khánh Phương^{a,*}, Aleksei Solovyov^b, Nguyễn Thị Hoa^a

^aKhoa Kiến trúc và Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

^bKhoa Kiến trúc và Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng Moscow, Liên Bang Nga

Nhận ngày 18/06/2019, Sửa xong 15/07/2019, Chấp nhận đăng 25/07/2019

Tóm tắt

Thiết kế chiếu sáng tự nhiên cho công trình đóng một vai trò rất quan trọng đối với tiện nghi thị giác của con người, nâng cao hiệu suất lao động và tiết kiệm năng lượng cho công trình. Cho đến nay việc tính toán thiết kế chiếu sáng tự nhiên ở nước ta đang dựa trên mô hình bầu trời đầy mây CIE. Mô hình bầu trời này đặc trưng cho các nước ôn đới có thời gian mùa đông dài, không đặc trưng cho bầu trời nhiệt đới như Việt Nam, nơi mà độ rọi trên mặt ngang ngoài nhà và độ chói do bầu trời gây ra rất lớn. Vì vậy cần thiết phải nghiên cứu và cập nhật lý thuyết trong tính toán và thiết kế chiếu sáng tự nhiên. Nghiên cứu này đề xuất các phương pháp mới phân tích sự phân bố độ chói của bầu trời nhiệt đới Việt Nam và xác định hệ số phân bố không đồng đều độ chói q cho hai thành phố Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh dựa trên số liệu khí hậu ánh sáng của Việt Nam, bằng 2 phương pháp: 1) phương pháp sử dụng 15 mô hình bầu trời được đề xuất bởi Kittler; 2) phương pháp sử dụng hệ số mây K_o (tỉ số giữa độ rọi ngang tán xạ và độ rọi ngang tổng xạ). Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra sự khác biệt của các giá trị hệ số phân bố không đồng đều độ chói q khi tính toán với mô hình bầu trời đầy mây và bầu trời nhiệt đới thực tế ở Việt Nam. Phương pháp nghiên cứu này có thể sử dụng được cho nhiều vùng khí hậu khác nhau.

Từ khoá: hệ số phân bố không đồng đều độ chói; chiếu sáng tự nhiên; hệ số phân bố độ chói; tính toán chiếu sáng tự nhiên.

CORRECTION OF THE UNEVEN BRIGHTNESS COEFFICIENT FOR THE TROPICAL SKY CONDITIONS

Abstract

In the design of buildings and structures, the calculation of natural lighting plays an important role in providing visual comfort, rational use of the daylight resource and achieving energy efficiency. Until now, the overcast sky CIE is mainly used in the daylight calculations as the most unfavorable condition. This sky condition is characteristic of a long winter period of temperate climate and is not typical of the tropical sky, where diffuse horizontal illuminance values are very high. For these reasons, an update of theoretical studies in the daylighting calculations and design the daylighting systems must be completed. Accordingly, this study proposes modern methods of analyzing the firmament luminance distributions to determine the coefficient of uneven brightness when calculating the Daylight Factor for more realistic sky conditions in the tropical climate of Vietnam. For this, the sky types have to be defined according to the locations. Fifteen international standard types of the firmament with their descriptors are provided by Kittler et al. and a technique using a relation of diffuse and total solar illuminance levels named the cloudiness coefficient K_o are considered to confirm the sky type for Hanoi and Ho Chi Minh City. A comparison of the results shows the differences of using classical Overcast sky condition and the proposed sky conditions. The method offered and verified in this study showed that, it has potential to be used for difference climate areas.

Keywords: coefficient of uneven brightness; tropical sky condition; daylight climate; daylighting calculations.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2019-13\(3V\)-15](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2019-13(3V)-15) © 2019 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

*Tác giả chính. Địa chỉ e-mail: phuongntk@nuce.edu.vn (Phương, N. T. K.)

1. Giới thiệu

Trong nhiều năm gần đây, khi biến đổi khí hậu đang ngày càng trầm trọng hơn, thiết kế công trình hiệu quả năng lượng ngày càng được quan tâm đặc biệt, bao gồm nhiều vấn đề kỹ thuật như: thiết kế nhiệt, thiết kế thông gió tự nhiên, sử dụng năng lượng mặt trời [1–3]. . . trong đó, thiết kế chiếu sáng tự nhiên đóng vai trò quan trọng để đảm bảo tiện nghi nhìn và kết nối con người với môi trường.

Ánh sáng tự nhiên là nguồn sáng bền vững cho công trình, cho chất lượng ánh sáng tốt nhất. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng ánh sáng tự nhiên luôn đóng vai trò chủ đạo trong cuộc sống của con người, giúp tiết kiệm năng lượng cho công trình, giúp phân định màu sắc tốt nhất, và tăng năng suất lao động, tạo cảm giác thoải mái cho thị giác cũng như các nhu cầu tâm lý sinh lý của con người [4–8]. Để tính toán chiếu sáng tự nhiên một cách chính xác và thực hiện mô phỏng cần phải nghiên cứu khí hậu ánh sáng của địa phương đó. Điều này rất quan trọng để tính hệ số phân bố độ chói và hệ số phân bố không đồng đều độ chói cho các dạng bầu trời khác nhau.

Trong các tính toán chiếu sáng tự nhiên của tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên của Liên Bang Nga [9] cần phải xác định hệ số chiếu sáng tự nhiên (HSCSTN) tại một điểm trong phòng. Cũng theo tiêu chuẩn này HSCSTN tại một điểm trong phòng được xác định theo các công thức sau:

Chiếu sáng bên:

$$e_p^b = C_N \left(\sum_{i=1}^L \varepsilon_{bi} q(\gamma)_i + \sum_{j=1}^M \varepsilon_{mj} b_{fj} k_{mj} \right) r_o \tau_o M F \quad (1)$$

Chiếu sáng trên (cửa trời):

$$e_p^t = C_N \left(\sum_{i=1}^T \varepsilon_{ti} q(\gamma)_i + \varepsilon_{tb} (r_2 k_f - 1) \right) \tau_o M F \quad (2)$$

trong đó C_N là hệ số khí hậu ánh sáng của địa phương; L là số mảng trời nhìn thấy được từ điểm tính toán trong nhà qua cửa sổ; M là số mặt đứng đối diện được nhìn thấy từ điểm tính toán trong nhà qua cửa sổ; ε_{bi} là hệ số chiếu sáng tự nhiên hình học tại điểm tính toán khi chiếu sáng bên có tính đến ánh sáng trực tiếp của bầu trời; q_i là hệ số phân bố không đồng đều độ chói của mảng trời thứ i ; ε_{mj} là hệ số chiếu sáng tự nhiên hình học tại điểm tính toán khi chiếu sáng bên có tính đến ánh sáng phản xạ từ các ngôi nhà đối diện; b_{fj} là độ chói trung bình từ mặt đứng thứ j của tòa nhà đối diện; r_o là hệ số phản xạ trung bình từ các bề mặt trong phòng khi chiếu sáng bên; k_{mj} là hệ số ảnh hưởng tới phản xạ bề mặt trong phòng khi xuất hiện các công trình đối diện; τ_o là hệ số xuyên sáng của kính cửa sổ; $M F$ là hệ số bảo dưỡng cửa sổ; T là số lượng cửa sổ trong tính chiếu sáng trên; ε_{ti} là hệ số chiếu sáng tự nhiên hình học khi chiếu sáng trên có tính đến ánh sáng trực tiếp của bầu trời; ε_{tb} là hệ số chiếu sáng tự nhiên hình học trung bình khi chiếu sáng trên tại các điểm nằm trên giao tuyến của mặt cắt đặc trưng của phòng và mặt làm việc quy ước; r_2 là hệ số phản xạ của bề mặt trong phòng khi chiếu sáng trên; k_f là hệ số phụ thuộc dạng cửa chiếu sáng trên.

Để tính được hệ số chiếu sáng tự nhiên trong nhà cần xác định hệ số phân bố không đồng đều độ chói q thông qua hệ số phân bố độ chói bầu trời β . Hệ số β được tính theo tỷ số thập phân không thứ nguyên giữa độ chói của mảng trời quan sát bất kỳ với độ chói tại thiên đỉnh và được xác định theo công thức (3), (4) [7, 10]. Hệ số phân bố độ chói của bầu trời trung gian được xác định dựa trên hai bầu trời CIE tiêu chuẩn [11]: bầu trời quang mây (Clear Sky - Kittler, 1973) và bầu trời đầy mây (Overcast Sky - Moon & Spencer, 1942).

2. Phương pháp nghiên cứu

Dựa trên hai mô hình bầu trời CIE tiêu chuẩn, sử dụng phương pháp của Kittler và phương pháp hệ số mây K_o để xác định các bầu trời trung gian. Các mô tả về các loại bầu trời và hệ số K_o được tính toán dựa trên số liệu khí hậu của địa phương. Từ đó tính toán hệ số phân bố độ chói bầu trời β và hệ số phân bố không đồng đều độ chói của bầu trời q .

2.1. Các loại bầu trời tiêu chuẩn của Kittler và phương pháp xác định β theo 15 bầu trời tiêu chuẩn

Tập hợp các loại bầu trời tiêu chuẩn đã được thiết lập [12], theo đó, dựa trên số liệu đo lường độ chói ở Tokyo, Berkeley, và Sydney, Kittler và cs. [13] đã đưa 15 loại bầu trời vào tiêu chuẩn CIE (2001): 5 loại bầu trời đầy mây, 5 loại bầu trời quang mây và 5 loại bầu trời trung gian. Việc xác định 15 loại bầu trời này chi tiết hơn và bao trùm tất cả các dạng bầu trời khi xem xét sự tán xạ khuếch tán khác nhau bởi bầu khí quyển và ảnh hưởng của ánh sáng mặt trời trực xạ [14, 15].

Để xác định loại bầu trời cần xác định tỉ số D_v/E_v và hệ số T_v [7, 16]:

$$T_v = \frac{-\ln\left(\frac{P_v}{E_v}\right)}{A_v m} \quad (6)$$

$$\frac{P_v}{E_v} = \frac{G_v}{E_v} - \frac{D_v}{E_v} \quad (7)$$

$$E_v = 133,8 \sin \gamma_s \quad (\text{lux}) \quad (8)$$

$$m = \frac{1}{\sin \gamma_s + 0,50572(\gamma_s + 6,07995^0)^{-1,6364}} \quad (9)$$

$$A_v = \frac{1}{9,9 + 0,043m} \quad (10)$$

trong đó T_v là hệ số đặc trưng cho độ đục của khí quyển; P_v là độ rọi trực xạ trên mặt ngang, (Klux); E_v là độ rọi ngoài khí quyển trên mặt ngang, (Klux); D_v là độ rọi tán xạ trên mặt ngang, (Klux); G_v là độ rọi tổng xạ, (Klux); m là khối lượng khí quyển và A_v là ánh sáng phát ra ở trạng thái lý tưởng, phụ thuộc vào góc độ cao của mặt trời [16].

Sau khi đưa các loại bầu trời tiêu chuẩn vào, việc tính toán hệ số phân bố độ chói dựa trên các tham số về vị trí mặt trời và vị trí của mảng trời khảo sát (các tham số a, b, c, d, e).

$$\beta = \frac{L_{\gamma\alpha}}{L_z} = \frac{f(X)\varphi(Z)}{f(Z_s)\varphi(0^0)} \quad (11)$$

$$\varphi(Z) = 1 + a \exp\left(\frac{b}{\cos Z}\right) \quad (12)$$

$$\varphi(0^0) = 1 + a \exp(b) \quad (13)$$

$$f(X) = 1 + c \left[\exp(dX) - \exp\left(\frac{d\pi}{2}\right) \right] + e \cos^2 X \quad (14)$$

$$f(Z_s) = 1 + c \left[\exp(dZ_s) - \exp\left(\frac{d\pi}{2}\right) \right] + e \cos^2 Z_s \quad (15)$$

với $0 \leq Z \leq \pi/2$ và tại chân trời $\varphi(\pi/2) = 1$.

Các tham số a, b, cd, e tham khảo từ Bảng 1.

Bảng 1. Các tham số tiêu chuẩn của 15 loại bầu trời

Các tham số tiêu chuẩn								Các yếu tố đặc trưng của các loại bầu trời	
Loại bầu trời	Chỉ số Gradation	Chỉ số indicatrix	a	b	c	d	e	T_v	D_v/E_v
1	I	1	4,0	-0,7	0	-1,0	0,00	> 45	0,10
2	I	2	4,0	-0,7	2	-1,5	0,15	> 20	0,18
3	II	1	1,1	-0,8	0	-1,0	0,00	> 45	0,15
4	II	2	1,1	-0,8	2	-1,5	0,15	> 20	0,22
5	III	1	0,0	-1,0	0	-1,0	0,00	> 45	0,20
6	III	2	0,0	-1,0	2	-1,5	0,15	> 20	0,38
7	III	3	0,0	-1,0	5	-2,5	0,30	12,0	0,42
8	III	4	0,0	-1,0	10	-3,0	0,45	10,0	0,41
9	IV	2	-1,0	-0,55	2	-1,5	0,15	12,0	0,40
10	IV	3	-1,0	-0,55	5	-2,5	0,30	10,0	0,36
11	IV	4	-1,0	-0,55	10	-3,0	0,45	4,0	0,23
12	V	4	-1,0	-0,32	10	-3,0	0,45	2,5	0,10
13	V	5	-1,0	-0,32	16	-3,0	0,30	4,5	0,28
14	VI	5	-1,0	-0,15	16	-3,0	0,30	5,0	0,28
15	VI	6	-1,0	-0,15	24	-2,8	0,15	4,0	0,30

Bảng 1 cho thấy, sự phân bố độ chói của 15 dạng bầu trời tiêu chuẩn dựa trên 6 nhóm giá trị a và b và 6 nhóm giá trị c , d và e . Theo các công thức từ (6)–(15) sau khi loại bầu trời của địa phương đã được xác định, sử dụng các tham số tiêu chuẩn a , b , c , d và e tính được các phân bố độ chói của bầu trời thực của địa phương đó (kết quả xem trong Bảng 3).

2.2. Đánh giá khí hậu ánh sáng của địa phương và phương pháp xác định β theo hệ số mây K_o

Đánh giá này dựa trên tính toán sự phân bố độ chói của 2 loại bầu trời CIE tiêu chuẩn bằng cách sử dụng hệ số mây K_o được đề xuất bởi Aleksey K. Solovyov. Phương pháp xác định độ chói của vùng bầu trời thực tế được mô tả trong tài liệu [17, 18], có thể mô tả ngắn gọn:

Chia nửa bán cầu bầu trời thành các phần nhỏ, theo góc phương vị, giới hạn trên mặt phẳng ngang chia theo các góc 15° .

Theo góc cao của bầu trời, chia toàn bộ bầu trời thành 3 vùng: vùng chân trời (góc cao $2,5^\circ$); vùng bầu trời trung tâm (góc cao từ $10^\circ \div 80^\circ$), vùng bầu trời ở thiên đỉnh (góc cao từ $80^\circ \div 90^\circ$).

Vùng bầu trời trung tâm (độ cao $10^\circ \div 80^\circ$) được chia với bước chia 10° (Hình 1). Tổng giá trị độ chói của các mảng trời này cho chúng ta độ rọi của vùng bầu trời xem xét.

Đối với bầu trời quang mây, sự phân bố độ chói phụ thuộc vào vị trí Mặt trời. Nghiên cứu này tính toán các giá trị hệ số phân bố không đồng đều độ chói q trong trường hợp bất lợi nhất, có nghĩa là

trong trường hợp HSCSTN là nhỏ nhất và giá trị độ rọi ngoài nhà tương ứng là độ rọi tới hạn E_{cr} . Các điều kiện dùng để tính toán như sau:

- Xác định góc phương vị giữa hướng cửa sổ và Mặt trời tại đó HSCSTN là nhỏ nhất: các nghiên cứu [14, 15] cho thấy, giá trị góc phương vị giữa hướng cửa sổ và Mặt trời bằng 105° hoặc 225° thì HSCSTN là nhỏ nhất. Trong các tính toán hệ số phân bố độ chói của bầu trời, vị trí của Mặt trời phải được cố định theo góc phương vị này và dùng công thức (1), (2) để tính toán theo các giá trị X và Z_s . Cần lưu ý rằng trong trường hợp bầu trời loại 1, 3 và 5 tương ứng với bầu trời đầy mây CIE tiêu chuẩn, độ chói không thay đổi theo các góc phương vị của Mặt trời so với hướng cửa lấy sáng [11], khi đó, việc tính toán hệ số chiếu sáng tự nhiên không phụ thuộc vào vị trí của Mặt trời.

- Xác định góc độ cao của Mặt trời tại thời điểm độ rọi tới hạn E_{cr} : trong điều kiện bầu trời quang mây, cần xác định góc độ cao của Mặt trời tại thời điểm độ rọi ngang ngoài nhà đạt giá trị tới hạn (E_{cr}). Các giá trị E_{cr} được chọn theo biểu thức sau:

$$E_{cr} = 100 \frac{E_{art}^{norm}}{e^{norm}} \quad (16)$$

trong đó E_{art}^{norm} là tiêu chuẩn độ rọi nhân tạo; e^{norm} là hệ số chiếu sáng tự nhiên tiêu chuẩn.

Trong các nghiên cứu [19, 20], đánh giá phân tích ánh sáng tự nhiên cho Việt Nam được thực hiện với độ rọi khuếch tán ngang cho Hà Nội. Nghiên cứu cho thấy mối quan hệ của hệ số chiếu sáng tự nhiên e , (%); độ rọi tới hạn E_{cr} , (lux) và độ rọi nhân tạo tiêu chuẩn E_{art}^{norm} , (lux) dựa trên khoảng thời gian xem xét từ 08h00 đến 17h00 ứng với 100% thời gian làm việc. Tương tự, Mardaljevic J. [18] đã đưa ra một số giờ làm việc hàng ngày, ví dụ: 7:00 - 20:00, 8:00 - 17:00, 8:00 - 19:00 hoặc 9:00 - 16:00. Bảng 2, đề xuất giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình tại điểm giữa phòng cho Việt Nam tương ứng với 50%, 80%, 100% thời gian sử dụng ánh sáng tự nhiên (ASTN theo giờ làm việc).

Bảng 2. Đề xuất giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình tại điểm giữa phòng cho Việt Nam [11, 21]

E_{art}^{norm} (lux)	50% thời gian sử dụng ASTN		80% thời gian sử dụng ASTN		100% thời gian sử dụng ASTN	
	e (%)	E_{cr} (lux)	e (%)	E_{cr} (lux)	e (%)	E_{cr} (lux)
500	1,5	33300	2,25	22200	3,5	14286
300	0,9	33300	1,35	22200	2,1	14286
200	0,6	33300	0,90	22200	1,4	14286
100	-	-	< 0,50	-	0,7	14286

Bảng 2 cho thấy, độ rọi tới hạn đạt xấp xỉ 15000 lux là thỏa mãn tất cả các trường hợp khác nhau về thời gian sử dụng ASTN. Từ nhiều nghiên cứu về chiếu sáng tự nhiên, các phép đo của Khrochitsky, Zeker và Littlefair, cũng như P. Tregenza [22–25], đã xác nhận các kết quả nghiên cứu của nhau. P. Tregenza đã đưa ra các công thức thực nghiệm xác định độ rọi ngang khuếch tán phụ thuộc vào góc cao của Mặt trời sau đây:

$$E_D = 10,5(\gamma_s + 5)^{2,5}, \quad (-5^\circ < \gamma_s \leq 5^\circ) \quad (17)$$

$$E_D = 48800 \sin^{1,105} \gamma_s, \quad (5^\circ < \gamma_s \leq 60^\circ) \quad (18)$$

Sử dụng công thức (18) để tính góc cao của Mặt trời, khi độ rọi tới hạn 15000 lux tương ứng góc cao của Mặt trời là $20,1^\circ$.

Giả định rằng, bầu trời trung gian có độ mây thay đổi liên tục từ trạng thái đầy mây đến trạng thái quang mây, theo Gillette và Trido đề xuất, hệ số mây được xác định bằng tỉ lệ độ rọi ngang tán xạ chia cho độ rọi ngang tổng xạ $K_0 = E_D/E_Q$. Hệ số này giảm từ 1,0 đối với bầu trời hoàn toàn đầy mây đến giá trị 0,2 đối với bầu trời quang mây [11, 19]. Độ chói của bất kỳ bầu trời trung gian nào cũng đều có thể xác định được dựa trên trọng số của hai loại bầu trời giới hạn.

$$L(z, \alpha) = \xi L(z, \alpha)_{clear} + (1 - \xi) L(z)_{overcast} \quad (19)$$

$$\beta_{real} = \xi \beta_{clear} + (1 - \xi) \beta_{overcast}$$

trong đó $L(z, \alpha)_{clear}$ là độ chói của bầu trời quang mây theo công thức của Kittler; $L(z)_{overcast}$ là độ chói của bầu trời đầy mây Moon and Spencer; ξ là hàm pha tương ứng với luật phân phối chuẩn được xác nhận trong nghiên cứu [11, 18].

$$\xi = \frac{1 + \cos(K_0\pi)}{2} \quad (20)$$

2.3. Xác định hệ số phân bố không đồng đều độ chói q cho bầu trời Việt Nam

Hệ số phân bố không đồng đều độ chói q được xác định theo công thức:

$$q = \frac{E_{skyuniform}}{E_{realsky}} \beta \quad (21)$$

trong đó β là phân bố độ chói trên bầu trời; $E_{skyuniform}$ là độ rọi trên mặt ngang của bầu trời chói đều, $E_{skyuniform} = L_z \pi$; $E_{realsky}$ là độ rọi trên mặt ngang của bầu trời thực tế có phân bố độ chói không đồng đều [17, 18], tương ứng với góc cao của mặt trời và độ rọi tới hạn ngoài nhà.

Trong công thức (21):

$$E_{realsky} = \sum_0^{345} E_{H\alpha} + 0,024L_z + E_{2,5} \quad (22)$$

$$\Delta E_{H\alpha} = 0,046L_z \sum_{\gamma=10^\circ}^{\gamma=80^\circ} \beta_\gamma \cos \gamma \sin \gamma \quad (23)$$

$$E_{2,5} = 0,001L_z \sum_0^{345} \beta_{\alpha;2,5} \quad (24)$$

trong đó số hạng đầu tiên trong công thức (22) là tổng các giá trị độ rọi của phần bầu trời trung tâm, được xác định với góc độ cao của Mặt trời tương ứng với giá trị độ rọi ngang tới hạn; số hạng thứ hai là độ rọi của phần bầu trời ở thiên đỉnh; số hạng thứ ba là độ rọi phần bầu trời ở chân trời, với chiều cao góc tính là $2,5^\circ$ trên đường chân trời (xem Hình 1).

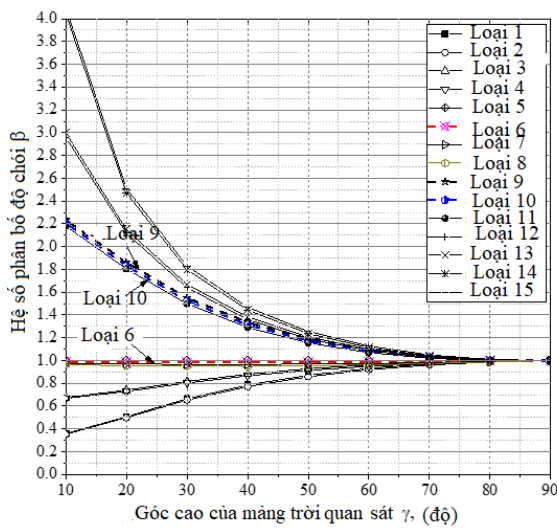
3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

Các dữ liệu về khí hậu ánh sáng của Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh sử dụng cho nghiên cứu được tham khảo từ dữ liệu ASHRAE IWEC2. Tập tin này được phát triển cho ASHRAE bởi White Box Technologies, Inc. và dựa trên cơ sở tích hợp hàng giờ trên bề mặt cho 3012 địa điểm bên ngoài Hoa Kỳ và Canada, thời gian thu thập dữ liệu 12 năm tới 25 năm [19].

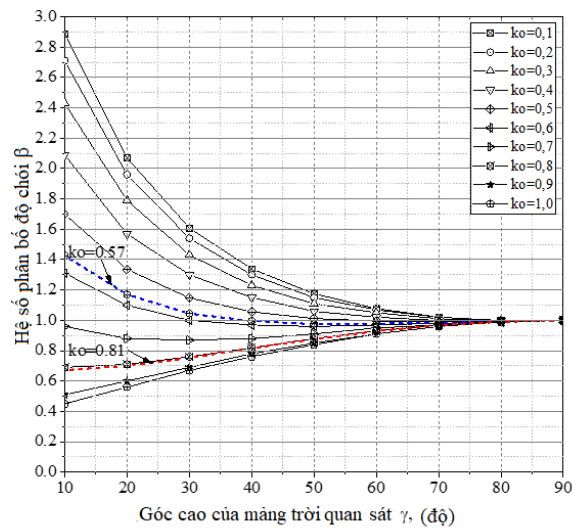
3.1. Xác định loại bầu trời với tỉ số DV/Ev và hệ số Tv dựa trên bộ bầu trời tiêu chuẩn được đề xuất bởi Kittler

Để xác định được tỉ số DV/Ev, dữ liệu về độ rọi ngang khuếch tán và độ rọi ngang tổng ngoài nhà được sử dụng trong các công thức (6)–(10). Kết quả tính toán cho thấy bầu trời Hà Nội được xác định là dạng bầu trời mây không hoàn toàn, không theo quy luật tăng dần về thiên đỉnh, sáng nhẹ về phía Mặt trời và thuộc bầu trời loại 6; trong khi bầu trời loại 10 – “bầu trời mây một phần với vùng trời sáng hơn ở gần vị trí mặt trời được đại diện cho bầu trời thành phố Hồ Chí Minh [11].

Hình 2(a) dưới đây thể hiện biểu đồ phân bố độ chói β tùy thuộc vào loại bầu trời, được tính từ các công thức (11)–(15). Để tính toán, các tham số tiêu chuẩn của các loại bầu trời đã được sử dụng. Giá trị góc phương vị giữa mặt trời và hướng của sổ X được lấy theo mô tả tại mục 2.2. Các góc quan sát mảng bầu trời được tính theo độ cao từ 10° đến 90° .



(a) Phương pháp Kittler



(b) Phương pháp hệ số mây K_0

Hình 2. Hệ số phân bố độ chói β cho Hà Nội và TP. HCM tại vị trí Mặt trời ở góc cao $20,1^\circ$ và góc phương vị 105° hoặc 225° so với mảng trời quan sát

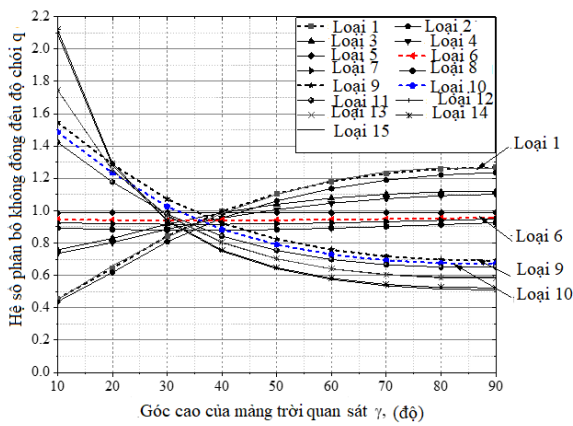
3.2. Xác định loại bầu trời dựa trên hệ số mây K_0

Để phân loại bầu trời cho các thành phố với hệ số mây K_0 , các giá trị của độ rọi ngang khuếch tán và độ rọi ngang tổng xạ đã được sử dụng. Kết quả cho thấy các giá trị trung bình của K_0 là 0,81 cho Hà Nội và 0,57 cho Thành phố Hồ Chí Minh [11]. Sử dụng các công thức (19) và (20), phân bố độ chói β theo hệ số mây K_0 thu được trong Hình 2(b).

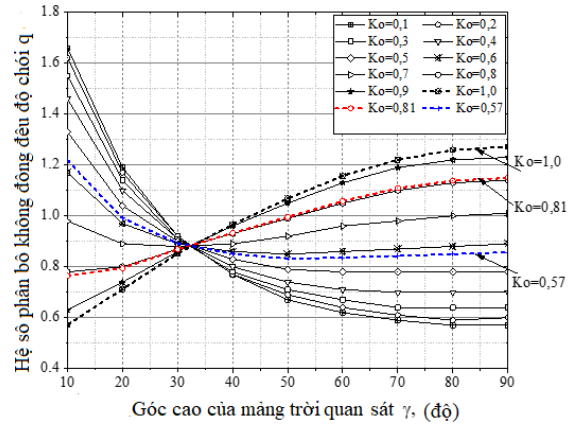
3.3. Xác định hệ số phân bố không đồng đều độ chói q

Sau khi tính toán được hệ số phân bố độ chói β , sử dụng các công thức (21)–(24) tính được hệ số phân bố không đồng đều độ chói q (Hình 3).

So sánh kết quả tính toán hệ số phân bố độ chói β và hệ số phân bố không đồng đều độ chói q của bầu trời Hà Nội, bầu trời TP. Hồ Chí Minh và bầu trời đầy mây CIE được cho trong Bảng 5.



(a) Phương pháp Kittler



(b) Phương pháp hệ số mây K_0

Hình 3. Hệ số phân bố không đồng đều độ chói q

Bảng 3. Kết quả tính toán hệ số phân bố độ chói β và hệ số phân bố không đồng đều độ chói q theo các mô hình bầu trời Kittler

	Loại 1		Loại 2		Loại 3		Loại 4		Loại 5		Loại 6		Loại 7		Loại 8	
	β	q	β	q	β	q	β	q	β	q	β	q	β	q	β	q
10	0,36	0,45	0,35	0,44	0,68	0,76	0,67	0,74	1,00	0,99	0,99	0,94	0,98	0,93	0,96	0,89
20	0,51	0,64	0,50	0,62	0,74	0,83	0,73	0,80	1,00	0,99	0,98	0,94	0,97	0,92	0,95	0,88
30	0,67	0,84	0,65	0,81	0,82	0,92	0,80	0,89	1,00	0,99	0,98	0,94	0,97	0,92	0,95	0,88
40	0,79	1,00	0,77	0,95	0,88	0,99	0,87	0,95	1,00	0,99	0,98	0,94	0,97	0,92	0,95	0,88
50	0,87	1,11	0,86	1,06	0,93	1,04	0,91	1,01	1,00	0,99	0,98	0,94	0,97	0,92	0,95	0,88
60	0,93	1,18	0,92	1,14	0,96	1,08	0,95	1,05	1,00	0,99	0,99	0,94	0,97	0,92	0,96	0,89
70	0,97	1,23	0,96	1,19	0,98	1,10	0,97	1,07	1,00	0,99	0,99	0,95	0,98	0,93	0,97	0,90
80	0,99	1,26	0,99	1,22	1,00	1,12	0,99	1,09	1,00	0,99	1,00	0,95	0,99	0,94	0,99	0,91
90	1,00	1,27	1,00	1,24	1,00	1,12	1,00	1,10	1,00	0,99	1,00	0,96	1,00	0,95	1,00	0,93

	Loại 9		Loại 10		Loại 11		Loại 12		Loại 13		Loại 14		Loại 14	
	β	q	β	q	β	q	β	q	β	q	β	q	β	q
10	2,24	1,55	2,21	1,49	2,18	1,42	2,96	1,75	3,00	1,75	4,05	2,12	4,10	2,09
20	1,86	1,29	1,83	1,23	1,80	1,18	2,12	1,25	2,15	1,25	2,47	1,29	2,51	1,28
30	1,55	1,07	1,52	1,03	1,50	0,98	1,64	0,97	1,67	0,97	1,80	0,94	1,83	0,93
40	1,34	0,92	1,31	0,88	1,29	0,84	1,36	0,80	1,38	0,81	1,44	0,76	1,47	0,75
50	1,19	0,82	1,17	0,79	1,16	0,75	1,19	0,70	1,21	0,70	1,24	0,65	1,26	0,64
60	1,10	0,76	1,08	0,73	1,07	0,70	1,09	0,64	1,10	0,64	1,11	0,58	1,13	0,58
70	1,04	0,72	1,03	0,69	1,02	0,67	1,03	0,61	1,04	0,60	1,04	0,54	1,05	0,54
80	1,01	0,70	1,00	0,68	1,00	0,65	1,00	0,59	1,00	0,58	1,01	0,53	1,01	0,52
90	1,00	0,69	1,00	0,67	1,00	0,65	1,00	0,59	1,00	0,58	1,00	0,52	1,00	0,51

Bảng 4. Kết quả tính toán hệ số phân bố độ chói β và hệ số phân bố không đều độ chói q theo phương pháp hệ số mây K_0

	$K = 0,1$		$K = 0,2$		$K = 0,3$		$K = 0,4$		$K = 0,5$		$K = 0,6$	
	β	q	β	q	β	q	β	q	β	q	β	q
10	2,89	1,66	2,71	1,62	2,43	1,55	2,09	1,46	1,70	1,33	1,31	1,17
20	2,07	1,19	1,96	1,17	1,79	1,14	1,57	1,10	1,34	1,04	1,01	0,97
30	1,61	0,92	1,54	0,92	1,43	0,91	1,30	0,91	1,15	0,90	1,00	0,89
40	1,34	0,77	1,30	0,77	1,23	0,78	1,15	0,80	1,06	0,83	0,97	0,86
50	1,18	0,67	1,15	0,69	1,11	0,71	1,06	0,74	1,01	0,79	0,96	0,85
60	1,08	0,62	1,07	0,64	1,05	0,67	1,02	0,71	1,00	0,78	0,97	0,86
70	1,02	0,59	1,02	0,61	1,01	0,64	1,00	0,70	0,99	0,78	0,98	0,87
80	1,00	0,57	1,00	0,59	1,00	0,64	1,00	0,70	0,99	0,78	0,99	0,88
90	1,00	0,57	1,00	0,60	1,00	0,64	1,00	0,70	1,00	0,78	1,00	0,89

	$K = 0,7$		$K = 0,8$		$K = 0,9$		$K = 1,0$		$K = 0,81$		$K = 0,57$	
	β	q	β	q	β	q	β	q	β	q	β	q
10	0,96	0,98	0,69	0,78	0,51	0,63	0,45	0,57	0,67	0,77	1,43	1,22
20	0,88	0,89	0,71	0,80	0,60	0,74	0,56	0,71	0,70	0,79	1,17	0,99
30	0,87	0,88	0,76	0,87	0,69	0,86	0,67	0,85	0,75	0,87	1,04	0,89
40	0,88	0,89	0,82	0,93	0,78	0,96	0,76	0,97	0,82	0,93	1,00	0,85
50	0,91	0,92	0,88	0,99	0,85	1,05	0,84	1,07	0,88	1,00	0,98	0,83
60	0,95	0,96	0,93	1,05	0,91	1,13	0,91	1,16	0,93	1,06	0,98	0,84
70	0,97	0,98	0,97	1,10	0,96	1,19	0,96	1,22	0,97	1,11	0,98	0,84
80	0,99	1,00	0,99	1,13	0,99	1,22	0,99	1,26	0,99	1,14	0,98	0,85
90	1,00	1,01	1,00	1,14	1,00	1,23	1,00	1,27	1,00	1,15	1,00	0,86

Bảng 5. So sánh kết quả β và q của Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh

γ (độ)	Bầu trời đầy mây CIE		Hệ số phân bố độ chói β				Hệ số phân bố không đồng đều độ chói q			
			Hà Nội		TP. Hồ Chí Minh		Hà Nội		TP. Hồ Chí Minh	
	β	q	K_0	$D_v/E_v, T_v$	K_0	$D_v/E_v, T_v$	K_0	$D_v/E_v, T_v$	K_0	$D_v/E_v, T_v$
10	0,45	0,57	0,67	0,98	1,38	2,16	0,77	0,94	1,22	1,49
20	0,56	0,71	0,70	0,97	1,13	1,79	0,79	0,94	0,99	1,23
30	0,67	0,85	0,75	0,97	1,02	1,49	0,87	0,94	0,98	1,03
40	0,76	0,97	0,82	0,97	0,98	1,28	0,93	0,94	0,85	0,88
50	0,84	1,07	0,88	0,97	0,96	1,15	1,00	0,94	0,83	0,79
60	0,91	1,16	0,93	0,98	0,97	1,06	1,06	0,94	0,84	0,73
70	0,96	1,22	0,97	0,98	0,98	1,01	1,11	0,95	0,84	0,69
80	0,99	1,26	0,99	0,98	0,99	0,98	1,14	0,95	0,85	0,68
90	1,00	1,27	1,00	0,99	1,00	0,99	1,15	0,96	0,86	0,67

4. Kết luận

- Để tính được hệ số phân bố độ chói β và hệ số phân bố không đồng đều độ chói q của bầu trời Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, chúng tôi dựa trên hai loại bầu trời giới hạn của CIE: bầu trời đầy mây (Moon - Spenser) và bầu trời quang mây tiêu chuẩn (R. Kittler). Nghiên cứu này đã trình bày hai phương pháp tính toán: phương pháp xác định phân bố độ chói dựa trên bộ 15 mẫu bầu trời được đề xuất bởi R. Kittler; phương pháp sử dụng hệ số mây K_0 được đề xuất bởi Aleksey K. Solovyov. Phương pháp của Kittler phải bắt đầu bằng định nghĩa loại bầu trời với các tham số D_v/E_v và T_v .

- Phương pháp xác định loại bầu trời trung gian theo hệ số mây K_0 là phương pháp đơn giản hơn so với phương pháp Kittler. Trong điều kiện bầu trời nhiệt đới thực, các giá trị thu được của hệ số q ở các góc thấp lớn hơn so với bầu trời nhiều mây, đặc biệt là đối với thành phố Hồ Chí Minh, nơi điều kiện bầu trời quang mây điển hình hơn.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyên, P. Đ. (2014). [Thiết kế công trình có hiệu quả năng lượng: hai cách tiếp cận kiến trúc vào khí hậu Việt Nam](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐH XD*, 8(2):40–46.
- [2] Nguyên, P. Đ. (2015). [Đề xuất mới về thiết kế kiến trúc đón nhận tự nhiên thông gió đón không khí tự nhiên có kiểm soát](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐH XD*, 9(4):98–103.
- [3] Hà, P. T. H. (2016). [Nghiên cứu phương pháp đánh giá hiệu quả năng lượng của kiến trúc nhà dân dụng cao tầng ở Việt Nam](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐH XD*, 10(1):119–125.
- [4] Solovyov, A. K. (2017). Research into illumination of buildings and construction, conducted in architectural and construction educational and scientific institutes: a review. *Light & Engineering*, 25(1):23–30.
- [5] Boyce, P. R. (2014). *Human factors in lighting*. CRC Press.
- [6] Tregenza, P., Mardaljevic, J. (2018). [Daylighting buildings: Standards and the needs of the designer](#). *Lighting Research & Technology*, 50(1):63–79.
- [7] Darula, S., Kittler, R. (2002). CIE general sky standard defining luminance distributions. In *Proceedings eSim - The Canadian Conference on Building Energy Simulation*, 11–13.
- [8] Castro, J. C. L., Zaborova, D. D., Musorina, T. A., Arkhipov, I. E. (2017). [Indoor environment of a building under the conditions of tropical climate](#). *Magazine of Civil Engineering*, 76(8):50–57.
- [9] CII 367.1325800.2017. *Residential and public buildings*. Daylighting design.
- [10] Kittler, R., Perez, R., Darula, S. (1998). *A set of standard skies characterizing daylight conditions for computer and energy conscious design*. US SK 92 052 Final Report, ICA SAS Bratislava, Polygrafia Bratislava.
- [11] Phương, N. T. K. (2018). [Luminance distributions in the tropical sky conditions](#). *Magazine of Civil Engineering*, 84(8):192–204.
- [12] Kittler, R., Darula, S. (2002). [Parametric definition of the daylight climate](#). *Renewable Energy*, 26(2):177–187.
- [13] Draft standard CIE DS 011.0/E-2001. *Spatial distribution of daylight-CIE standard general sky*. CIE Central Bureau, Vienna.
- [14] Darula, S., Kittler, R., Wittkopf, S. K. (2006). [Outdoor illuminance levels in the tropics and their representation in virtual sky domes](#). *Architectural Science Review*, 49(3):301–313.
- [15] Darula, S., Kittler, R. (2015). Classification of daylight conditions in cloud cover situations. *Light & Engineering*, 23(1):4–14.
- [16] Kasten, F., Young, A. T. (1989). [Revised optical air mass tables and approximation formula](#). *Applied Optics*, 28(22):4735–4738.
- [17] Solovyov, A. K. (2009). Luminance distribution over the firmament: taking it into account when designing natural illumination for building. *Light & Engineering*, 17(1):59–64.
- [18] Zemtsov, V. A., Solovyov, A. K., Shmarov, I. A. (2017). Luminance parameters of the standard cie sky within natural room illumination calculations and their application under various light climate conditions in Russia. *Light & Engineering*, 25(1):106–111.

- [19] Phuong, N. T. K., Solovyov, A. K. (2018). [Potential daylight resources between tropical and temperate cities – a case study of Ho Chi Minh City and Moscow](#). *MATEC Web of Conferences*, 193.
- [20] Phuong, N. T. K., Solovyov, A. K., Ha, P. T. H., Hanh, D. K. (2019). [Confirmed method for definition of daylight climate for tropical Hanoi](#). In *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer International Publishing, 35–47.
- [21] Нгуен Тхи Хань Фьонг, Соловьев, А. К., Тамразян, А. Г. (2019). [Комплексный подход к определению размеров светопроемов в зданиях с учетом требований безопасности/Integrated approach to determining sizes of light openings in buildings taking into account safety requirements](#). Промышленное и гражданское строительство, (5):20–25.
- [22] Mardaljevic, J., Christoffersen, J. (2017). [Climate connectivity in the daylight factor basis of building standards](#). *Building and Environment*, 113:200–209.
- [23] Tregenza, P. R. (1986). [Measured and calculated frequency distributions of daylight illuminance](#). *Lighting Research & Technology*, 18(2):71–74.
- [24] Gordon, J. (2013). *Solar energy: The state of art*. Earthscan, New York, USA.
- [25] Gillette, G., Treado, S. (1985). The issue of sky conditions. *Lighting Design & Application*, 23(19): 22–27.