



NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG CỦA KIẾN TRÚC NHÀ DÂN DỤNG CAO TẦNG Ở VIỆT NAM

Phạm Thị Hải Hà¹

Tóm tắt: Để đánh giá một cách định lượng về sử dụng năng lượng hiệu quả và tiết kiệm có liên quan đến giải pháp kiến trúc công trình, tác giả đã đề xuất “Hệ số hiệu quả năng lượng kiến trúc nhà”, ký hiệu là “ K_{hqnl} ” và công thức tính toán xác định hệ số “ K_{hqnl} ”. Dựa trên tính toán nhiệt kỹ thuật công trình thực tế cho thấy tỷ phần lượng nhiệt truyền qua cửa sổ vào nhà dân dụng cao tầng chiếm trên 86% tổng lượng nhiệt truyền qua kết cấu bao che vào nhà, vì vậy hệ số “ K_{hqnl} ” của nhà dân dụng chủ yếu phụ thuộc vào tính năng ngăn che bức xạ mặt trời của cửa sổ và có thể được xác định theo công thức gần đúng là hệ số hiệu quả năng lượng của cửa sổ công trình.

Từ khóa: Nhà dân dụng cao tầng; hệ số hiệu quả năng lượng; cách nhiệt; che nắng; điều hòa không khí.

Summary: In order to quantitatively assess how energy-efficient of a building can be with regard to building design, the author would like to propose an energy-efficiency factor in buildings and a calculation formula for this factor. The actual thermal building calculations show that 86% of the overall heat transfer in a building comes through windows. Therefore the coefficient K_{hqnl} depends largely on the sun-shading capacity of the windows that can be roughly calculated as energy efficiency factor of the window.

Keywords: High-rise residential building; energy efficiency factor; heat insulation; sun shading; air conditioning.

Nhận ngày 12/11/2015, chỉnh sửa ngày 26/11/2015, chấp nhận đăng 07/01/2016



1. Đặt vấn đề

Trong thời đại hiện nay, loài người đang phải đối mặt với sự ô nhiễm môi trường, tài nguyên thiên nhiên ngày càng cạn kiệt, năng lượng có nguy cơ khủng hoảng, biến đổi khí hậu. Đứng trước các nguy cơ đó, tất cả các nước đều định hướng phát triển đất nước theo hướng phát triển bền vững. Một trong những nội dung chủ yếu của phát triển bền vững là sử dụng năng lượng tiết kiệm và có hiệu quả. Năm 2013, Bộ Xây dựng đã ban hành Quy chuẩn QCVN 09:2013/BXD [1], trong đó quy định những yêu cầu kỹ thuật bắt buộc phải tuân thủ khi thiết kế, xây dựng mới hoặc cải tạo các công trình dân dụng có tổng diện tích sàn từ 2500m² trở lên, để bảo đảm công trình sử dụng năng lượng tiết kiệm và có hiệu quả.

Theo số liệu điều tra của [2] về cơ cấu sử dụng năng lượng trong công trình kiến trúc dân dụng ở nước ta thường bao gồm các loại tiêu thụ năng lượng điện thứ tự từ nhiều đến ít như sau: (1) điều hòa không khí (làm mát); (2) chiếu sáng; (3) thiết bị điện; (4) nước nóng; (5) thang máy; (6) quạt; (7) bơm nước; (8) sưởi ấm; trong đó riêng tiêu thụ điện của hệ thống thiết bị điều hòa không khí (ĐHKK) chiếm tỷ lệ cao nhất. Tỷ lệ lượng điện tiêu thụ cho ĐHKK trên tổng lượng điện tiêu thụ của các nhà dân dụng tính trung bình đối với thành phố Hồ Chí Minh là từ 40% đến 47%, đối với thành phố Đà Nẵng là từ 35% đến 43% và đối với thành phố Hà Nội là từ 29% đến 36%. Kết quả kiểm toán năng lượng trụ sở Viện Quy hoạch Đô thị và Nông thôn, số 10 Hoa Lư, Hà Nội, do Hội Môi trường Xây dựng tiến hành năm 2013, cho tỷ phần lượng điện tiêu thụ chạy ĐHKK là 55%, chiếu sáng là 17%, thang máy, thiết bị văn phòng và các thiết bị khác là 28%.

¹ThS, Khoa Kiến trúc và Quy hoạch. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: phamhaxd@gmail.com.

Đối với các công trình kiến trúc dân dụng, trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm của nước ta, năng lượng điện tiêu thụ hàng ngày có liên quan đến các giải pháp thiết kế kiến trúc công trình chủ yếu là dùng để: (1) chạy hệ thống thiết bị ĐHKK nhằm triệt giảm lượng nhiệt từ môi trường bên ngoài truyền qua kết cấu bao che vào nhà; (2) chiếu sáng nhân tạo cho bên trong công trình trong các giờ ban ngày, khi công trình không bảo đảm đủ ánh sáng tự nhiên; (3) đun nước nóng phục vụ sinh hoạt trong nhà. Mức độ tiêu thụ năng lượng nhiều hay ít đối với 3 mục sử dụng năng lượng nêu trên hoặc công trình có đạt tiêu chí công trình xanh hay không đều có liên quan trực tiếp đến thiết kế kiến trúc-xây dựng về hình dạng công trình, chọn hướng nhà và kết cấu bao che (KCBC), như che nắng cho cửa sổ, cách nhiệt cho mái, tường, tận dụng chiếu sáng tự nhiên, thông gió tự nhiên, màu sắc sơn nhà... [5]. Cần phải tiến hành đánh giá một cách định lượng về hiệu quả và tiết kiệm năng lượng của các giải pháp thiết kế kiến trúc nhà dân dụng cao tầng để lựa chọn các giải pháp kiến trúc công trình có hiệu quả năng lượng đáp ứng yêu cầu của quy chuẩn kỹ thuật quốc gia, cũng như để xác định chính xác tải lượng nhiệt đối với hệ thống ĐHKK trong điều kiện khí hậu nhiệt đới của nước ta.



2. Đề xuất Hệ số hiệu quả năng lượng kiến trúc của nhà dân dụng cao tầng

Để đánh giá một cách định lượng về sử dụng hiệu quả và tiết kiệm năng lượng có liên quan đến thiết kế mô hình kiến trúc nhà dân dụng cao tầng trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm của nước ta, tác giả đề xuất “Hệ số hiệu quả năng lượng kiến trúc nhà”, ký hiệu là “ K_{hqnl} ” với công thức xác định như sau:

$$K_{hqnl} = \frac{(E_o - E_c)}{E_o} = 1 - \frac{E_c}{E_o} \quad (1)$$

$$E_o = E_{1,0} + E_{2,0} + E_{3,0}; \quad W \quad (2)$$

$$E_c = E_{1,c} + E_{2,c} + E_{3,c}; \quad W \quad (3)$$

trong đó: E_o là tổng cộng tiêu thụ năng lượng của: hệ thống thiết bị ĐHKK ($E_{1,0}$), chiếu sáng nhân tạo ban ngày ($E_{2,0}$), đun nước nóng ($E_{3,0}$), của công trình kiến trúc, khi công trình không áp dụng các giải pháp kiến trúc nhằm giảm thiểu nhiệt lượng truyền từ bên ngoài vào nhà, không bảo đảm tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên và không đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời; E_c là tổng cộng tiêu thụ năng lượng của: ĐHKK ($E_{1,c}$), chiếu sáng nhân tạo trong thời gian ban ngày ($E_{2,c}$), đun nước nóng ($E_{3,c}$), của công trình kiến trúc, khi công trình có áp dụng các giải pháp kiến trúc nhằm giảm thiểu nhiệt lượng truyền từ bên ngoài vào trong nhà, bảo đảm đầy đủ tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên và có đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời;

Vậy, hệ số hiệu quả năng lượng kiến trúc nhà “ K_{hqnl} ” là tỷ số tổng năng lượng tiêu thụ của công trình được giảm đi do áp dụng các giải pháp kiến trúc nhằm giảm thiểu nhiệt lượng truyền từ bên ngoài vào trong nhà, bảo đảm tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên và đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời so với tổng năng lượng tiêu thụ của công trình, khi không áp dụng các giải pháp kiến trúc nêu trên.

Như ở trên đã giới thiệu, kết quả điều tra tiêu thụ năng lượng của các nhà dân dụng ở Hà Nội, Đà Nẵng và thành phố Hồ Chí Minh [2] cho thấy tỷ lệ thành phần năng lượng tiêu thụ cho ĐHKK rất lớn, vì vậy trong thực tế thiết kế và xây dựng công trình kiến trúc thường cần phải tiến hành tính toán các cường độ dòng nhiệt OTTV (Overall Thermal Transfer Value, W/m^2) truyền qua kết cấu bao che vào nhà để xác định tổng phụ tải nhiệt đối với hệ thống thiết bị ĐHKK và cần phải đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng của các giải pháp kiến trúc công trình.

Đối với nhà dân dụng, năng lượng tiêu thụ cho ĐHKK xét về mặt nhiệt truyền qua KCBC thì nó tỷ lệ thuận với lượng nhiệt truyền qua KCBC vào nhà (với điều kiện các đại lượng nhiệt khác trong công trình như người, trang thiết bị... không thay đổi), vì vậy hệ số hiệu quả năng lượng của nó được suy diễn từ công thức (1) như sau:

$$K_{hqnl} = 1 - \frac{E_c}{E_o} = 1 - \frac{Q_{cn}}{Q_o} \quad (4)$$

$$Q_o = Q_{cs,0} + Q_{m,0} + Q_{t,0}; \quad W \quad (5)$$

$$Q_{cn} = Q_{cs,cn} + Q_{m,cn} + Q_{t,cn}; \quad W \quad (6)$$

trong đó: Q_o là tổng lượng nhiệt truyền qua KCBC (cửa sổ, mái, tường) vào nhà, khi cửa sổ không có kết cấu che nắng ($Q_{cs,0}$), mái không có cách nhiệt ($Q_{m,0}$), tường thông thường không có lớp cách nhiệt ($Q_{t,0}$); Q_{cn} là

tổng lượng nhiệt truyền qua KCBC (cửa sổ, mái, tường) vào nhà, khi cửa sổ có kết cấu che nắng ($Q_{cs.cn}$), mái có cách nhiệt ($Q_{m.cn}$), tường có cách nhiệt ($Q_{t.cn}$);

Dưới đây tác giả trình bày phương pháp tính toán các lượng nhiệt truyền qua các KCBC và hệ số hiệu quả năng lượng của kiến trúc nhà (K_{hqnl}) khi ĐHKK. Theo tài liệu [4] các lượng nhiệt trung bình ngày truyền qua tường hay mái (KCBC không xuyên sáng) vào nhà trong mùa hè như sau:

$$Q_{t,m} = F_{t,m} \cdot \frac{t_{tg} - t_{tr}}{R_0} ; W \quad (7)$$

trong đó: $F_{t,m}$ là diện tích tường hoặc mái; R_0 là tổng nhiệt trở của tường hoặc mái; t_{tg} là nhiệt độ tổng ngoài nhà đối với tường hoặc mái, $t_{tg} = t_n + \frac{\alpha \cdot J_o}{h_n}$ và t_n là nhiệt độ tính toán trung bình ngoài nhà.

Lượng nhiệt truyền qua cửa sổ bao gồm lượng nhiệt do bức xạ mặt trời (Q_{cs}^{bx} và lượng nhiệt do chênh lệch nhiệt độ không khí bên ngoài và bên trong phòng $Q_{cs}^{\Delta t}$).

$$Q_{cs} = Q_{cs}^{bx} + Q_{cs}^{\Delta t} ; W$$

Lượng nhiệt bức xạ truyền qua cửa sổ không có kết cấu che nắng được xác định theo công thức sau:

$$Q_{cs,0}^{bx} = F_{cs} \cdot SHGC \cdot (S_d + D_d) ; W \quad (8)$$

trong đó: F_{cs} là diện tích cửa sổ; SHGC là hệ số hấp thụ nhiệt bức xạ mặt trời của kính cửa sổ, $SHGC = \tau_k + \frac{\alpha_k}{R_{o,cs} \cdot h_n}$; S_d là cường độ trực xạ của mặt trời chiếu trên mặt cửa sổ; D_d là cường độ tán xạ của bầu trời chiếu trên mặt cửa sổ và $R_{o,cs}$ là tổng nhiệt trở của cửa sổ.

Lượng nhiệt bức xạ truyền qua cửa sổ lắp kính Low-E cũng được xác định theo công thức (8). Tuy nhiên khi tính $Q_{cs,0}^{bx}$ đối với cửa sổ lắp kính low-E thì hệ số SHGC được xác định theo hệ số xuyên bức xạ (τ_k) và hệ số hấp thụ bức xạ (α_k) của kính Low-E.

Lượng nhiệt bức xạ truyền qua cửa sổ có kết cấu che nắng cố định bên ngoài cửa sổ được xác định theo công thức sau:

$$Q_{cs.cn}^{bx} = F_{cs} \cdot SHGC \cdot (K_{cn} \cdot S_d + K_{bt} \cdot D_d) ; W \quad (9)$$

trong đó: K_{cn} và K_{bt} là hệ số chiếu nắng và hệ số chiếu tán xạ bầu trời của kết cấu che nắng, được xác định theo tài liệu [4,6]; các đại lượng khác đã được giải thích trong các công thức trên.

Lượng nhiệt truyền qua cửa sổ do chênh lệch giữa nhiệt độ không khí ngoài nhà và trong nhà gây ra, khi cửa sổ có hoặc không có kết cấu che nắng và ở mọi hướng nhà đều bằng nhau và được xác định theo công thức sau:

$$Q_{cs}^{\Delta t} = F_{cs} \cdot \frac{t_n - t_{tr}}{R_{0,cs}} ; W \quad (10)$$

trong đó: t_{tr} là nhiệt độ tính toán trung bình trong nhà, các đại lượng khác đã được giải thích trong các công thức trên.

3. Tính toán thử nghiệm đối với nhà Chung cư 17T10

Để làm rõ vai trò quan trọng của cửa sổ và kết cấu che nắng trong việc giảm thiểu lượng nhiệt bức xạ truyền qua KCBC vào nhà, gia tăng hệ số K_{hqnl} và đơn giản hóa công thức tính toán hệ số K_{hqnl} đối với nhà dân dụng cao tầng có sử dụng hệ thống ĐHKK (chỉ xét về mặt truyền nhiệt qua KCBC), tác giả đã tiến hành tính toán các tổng lượng nhiệt truyền qua từng loại KCBC (mái, tường và cửa sổ) vào nhà và xác định tỷ phần của chúng trong điều kiện mùa nóng ở Hà Nội đối với nhà chung cư 17T10, phố Nguyễn Thị Định, khu đô thị Trung Hòa - Nhân Chính, Hà Nội, do Tổng công ty Xuất Nhập khẩu Xây dựng Việt Nam (VINACONEX) thiết kế và xây dựng từ năm 2003. Nhà chung cư 17T10 cao 17 tầng, chiều cao mỗi tầng là 3,1m, mỗi tầng có 12 căn hộ, kích thước mặt bằng 18,4m×53,22m, dạng mặt bằng hành lang giữa nên rất thiếu ánh sáng tự nhiên (Hình 1, Hình 2 và Hình 3).

Các thông số để tính toán như sau:

Mái của nhà là mái bằng có hầm không khí với chiều cao từ 1,1 - 1,4m, có các lớp cấu tạo như Hình 2. Tổng nhiệt trở của mái là $R_{o,m} = 0,763 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, hệ số hấp thụ bức xạ $\alpha_m = 0,65 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

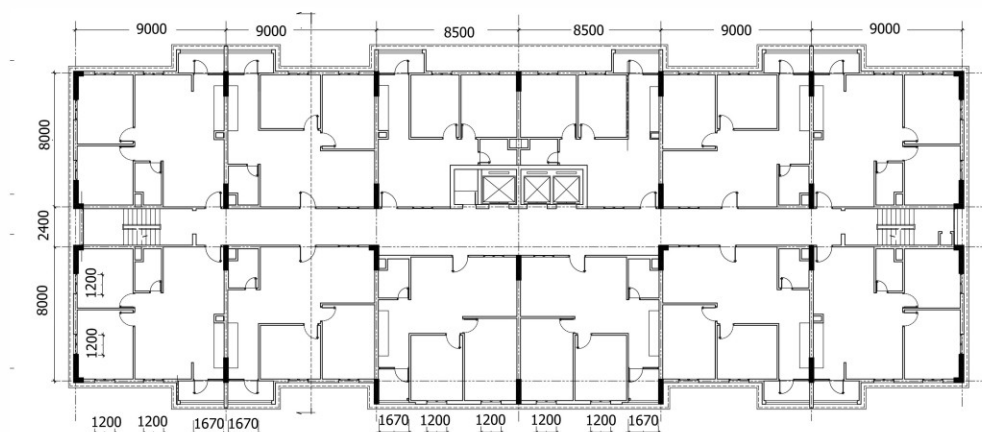
- Tường gạch nung 2 lỗ, dày 220 mm, 2 bên trát vữa dày 15 mm, tổng nhiệt trở của tường $R_{o.tg} = 0,625 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$; hệ số hấp thụ bức xạ $\alpha_t = 0,42 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

- Cửa kính khung nhôm, kính dày 7.0mm; hệ số dẫn nhiệt $\lambda_k = 0,78 \text{ W/m.K}$; tổng nhiệt trở của cửa kính $R_{o.cs} = 0,179 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$; hệ số xuyên bức xạ $\tau_k = 0,89$; hệ số hấp thụ bức xạ $\alpha_k = 0,076 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$; hệ số che lấp của khung cửa sổ $C = 0,82$, do đó hệ số hấp thụ nhiệt bức xạ của cửa sổ

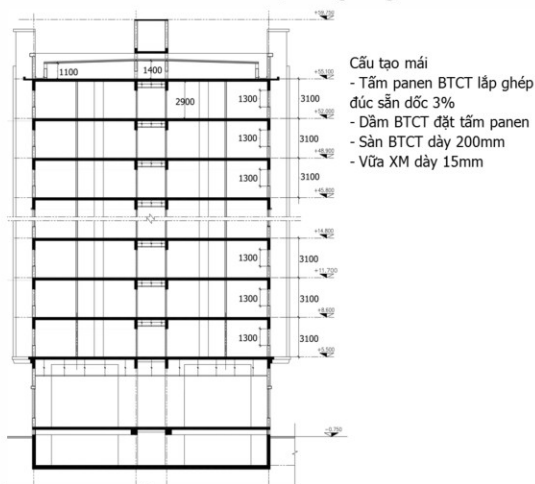
$$SHGC = C \cdot (\tau_k + \frac{\alpha_k}{R_{ocs} \cdot h_n}) = 0,82 \cdot (0,89 + \frac{0,076}{0,179 \cdot 25}) = 0,744$$

- Hệ số trao đổi nhiệt mặt trong đối với tường và cửa sổ là $h_i = 7.692 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$; đối với mặt trong của mái là $h_i = 5.882 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Hệ số trao đổi nhiệt mặt ngoài của các KCBC đều là $h_n = 25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Về diện tích cửa sổ, vì nhà chung cư 17T10 này là nhà ở dùng cho người có thu nhập thấp, nên áp dụng tiêu chuẩn thiết kế chiếu sáng rất thấp để hạ giá thành. Như thể hiện trên Hình 1 và Hình 2, đối với mỗi căn hộ ở giữa chỉ có 2 cửa sổ với kích thước rất nhỏ là $1,2 \times 1,3 = 1,56 \text{ m}^2$ và 1 cửa sổ nhỏ hơn ở tường lô-gia = $0,89 \times 1,27 = 1,13 \text{ m}^2$, cửa này liền với cửa đi ra lô-gia, có kính màu xanh da trời, với kích thước là $0,78 \times 2,185 = 1,7 \text{ m}^2$. Cửa sổ nhỏ và cửa đi này nằm trong lô-gia nên về chiếu sáng chỉ tương đương khoảng 0,6 cửa sổ trên tường ngoài. Vậy tổng diện tích cửa sổ bề mặt căn hộ 3 phòng là $2 \times 1,56 \text{ m}^2 + 0,6 \times (1,13 \text{ m}^2 + 1,7 \text{ m}^2) = 4,818 \text{ m}^2$. Diện tích sử dụng của sàn nhà căn hộ 3 phòng là $(8,00 - 0,25 - 0,14) \times (9,00 - 0,25) = 66,59 \text{ m}^2$. Tỷ lệ $S_{cs}/S_{sàn} = 4,818/66,59 = 0,07235$, hay $= 1/13,8$, nhỏ hơn cả trị số nhỏ nhất của Tiêu chuẩn [7] ($S_{cs}/S_{sàn} = 1/12$, Bảng 1). Riêng căn hộ đầu hồi có thêm 2 cửa sổ, mỗi cửa có diện tích $1,56 \text{ m}^2$, như vậy mặt đầu hồi của mỗi tầng nhà có 4 cửa sổ $1,56 \text{ m}^2$.



Hình 1. Mặt bằng tầng điển hình của nhà chung cư 17T10



Hình 2. Mặt cắt ngang của nhà chung cư 17T10



Hình 3. Ảnh chụp của nhà chung cư 17T10

Tiêu chuẩn quốc gia về thiết kế chiếu sáng tự nhiên của [7] đã phân cấp độ chính xác nhìn thấy thành 5 cấp (cấp I là cấp có độ chính xác nhìn cao nhất, cấp V là cấp có độ chính xác nhìn thấp nhất) và quy định tỷ lệ $S_{cs}/S_{sàn}$ đối với nhà dân dụng và nhà công nghiệp theo cấp chiếu sáng tự nhiên cho ở Bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. Quy định tỷ lệ $S_{cs}/S_{sàn}$ khi chiếu sáng 1 bên theo Tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên (CSTN) của [7]

Cấp chiếu sáng	Độ tinh vi quan sát	Kích thước vật nhỏ nhất cần nhìn d (mm)	Hệ số CSTN tối thiểu C_{min} (%)	Tỷ lệ $S_{cs} / S_{sàn}$	
				Kiến trúc dân dụng	Kiến trúc công nghiệp
I	Đặc biệt tinh vi	$d \leq 0,15$	5	1/2,5	1/2,5
II	Rất tinh vi	$0,15 < d \leq 0,30$	3	1/3,5	1/3,0
III	Tinh vi	$0,30 < d \leq 1,00$	2	1/5,0	1/4,0
IV	Trung bình	$1,00 < d \leq 5,00$	1	1/7,0	1/6,0
V	Thô sơ	$d > 5,00$	0,5	1/12	1/10

Cấp chiếu sáng tự nhiên của nhà được quy định tùy theo cấp tiện nghi và chất lượng nhà, đối với các nhà dân dụng thông thường, như các nhà chung cư, khách sạn, văn phòng thì cấp chiếu sáng tự nhiên là thông thường, tương ứng với cấp II, cấp III và cấp IV theo Tiêu chuẩn GB/T 50033-2001, có nghĩa là tỷ lệ $S_{cs}/S_{sàn}$ có thể biến thiên từ 1/3,5 đến 1/7,0.

Vì vậy, khi tính toán thử nghiệm, hướng mặt chính nhà chung cư 17T10 đã được giả thiết thay đổi theo 8 hướng nhà và tổng diện tích cửa sổ ở 2 mặt chính các căn hộ của nhà 17T10 được tăng lên cho đạt Tiêu chuẩn GB/T 50033-2001 với 5 phương án sau: Phương án 1: $S_{cs}/S_{sàn} = 1/3,5$, tức là $S_{cs} = 66,59: 3,5 = 19,026 \text{ m}^2$; Phương án 2: $S_{cs}/S_{sàn} = 1/4$, tức là $S_{cs} = 66,59: 4 = 16,65 \text{ m}^2$; Phương án 3: $S_{cs}/S_{sàn} = 1/5$, $S_{cs} = 66,59: 5 = 13,32 \text{ m}^2$; Phương án 4: $S_{cs}/S_{sàn} = 1/6$, $S_{cs} = 66,59: 6 = 11,1 \text{ m}^2$; Phương án 5: $S_{cs}/S_{sàn} = 1/7$, $S_{cs} = 66,59: 7 = 9,51 \text{ m}^2$.

Vậy tỷ lệ tổng diện tích cửa sổ trên tổng diện tích mặt nhà (WWR) của mặt chính mỗi tầng đối với phương án 1 là $6 \times 19,026: (3 \times 53,22) = 0,692$, hay $WWR = 69,2\%$; phương án 2 là $6 \times 16,65: (3 \times 53,22) = 0,606$, hay $WWR = 60,6\%$; tương tự đối với phương án 3 là $WWR = 48,4\%$; đối với phương án 4 là $WWR = 40,7\%$ và đối với phương án 5 là $WWR = 34,6\%$. Cửa sổ ở 2 đầu hồi vẫn giữ như cũ ($4 \times 1,56 = 6,24 \text{ m}^2$).

Nhiệt độ không khí ngoài nhà trung bình ngày $t_n = 30^\circ\text{C}$, nhiệt độ không khí trong nhà khi ĐHKK $t_{tr} = 25^\circ\text{C}$, cường độ tổng bức xạ mặt trời (I_o) chiếu tới mặt mái (mái bằng) và tới các mặt tường (cửa sổ) trung bình ngày (W/m^2) được lựa chọn trong 3 tháng mùa nóng (các tháng 6, 7, 8) của Hà Nội, được lấy theo tài liệu của [3] cho ở Bảng 2 dưới đây:

Bảng 2. Tổng bức xạ mặt trời (I_o) chiếu tới mặt nhà trung bình ngày (W/m^2) ở Hà Nội [3]

Đại lượng	Mặt mái	Chiếu tới các mặt hướng nhà (cửa sổ)				
		Nam	Đông & Tây	Đông Nam & Tây Nam	Đông Bắc & Tây Bắc	Bắc
Tổng bức xạ mặt trời (I_o), W/m^2	679,02	92,39	311,34	220,76	263,28	153,13

Áp dụng các công thức (7), (8) và (10) nêu ở trên để tính lượng nhiệt truyền qua mái, tường và cửa sổ vào nhà theo 8 hướng nhà (Đông, Tây, Nam, Bắc, Đông Nam, Đông Bắc, Tây Nam, Tây Bắc) và 5 phương án kích thước cửa sổ khác nhau ($S_{cs}/S_{sàn} = 1/3,5; 1/4; 1/5; 1/6$ và $= 1/7$), với các thông số đầu vào nêu ở trên, tác giả đã thu được kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 3 đối với tầng nhà sát mái và Bảng 4 đối với các tầng nhà trung gian.

Bảng 3. Kết quả tính toán các thành phần lượng nhiệt truyền qua tường, mái và cửa sổ vào nhà đối với tầng sát mái và tỷ phần các lượng nhiệt này biến thiên theo 8 hướng nhà

TT	Đại lượng	S_{cs}/S_{san}	Khi mặt chính nhà có hướng như sau				
			Nam	Đông & Tây	Đông Nam & Tây Nam	Đông Bắc & Tây Bắc	Bắc
1	Tổng lượng nhiệt truyền qua mái (W)		25282,780	25282,780	25282,780	25282,780	25282,780
2	Tổng lượng nhiệt qua tường (W)	1/3,5	2567,422	2643,037	2701,965	2701,965	2567,422
		1/4	2887,975	3107,494	3109,037	3109,037	2887,975
		1/5	3343,372	3766,853	3677,545	3677,545	3343,372
		1/6	3628,494	4180,206	4048,041	4048,041	3628,494
		1/7	3857,064	4511,737	4306,057	4306,057	3857,064
3	Tổng lượng nhiệt cửa sổ (W)	1/3,5	30472,246	60757,555	50088,725	50088,725	30472,246
		1/4	27087,951	53392,054	44186,645	44186,645	27087,951
		1/5	22286,276	42941,760	35815,010	35815,010	22286,276
		1/6	19256,900	36348,685	30539,629	30539,629	19256,900
		1/7	16855,840	31144,023	26342,258	26342,258	16855,840
4	Tổng lượng nhiệt qua toàn bộ KCBC (W)	1/3,5	58322,448	88683,372	78073,470	78073,470	58322,448
		1/4	55258,688	81782,328	72578,462	76479,826	55258,688
		1/5	50912,428	71991,393	64775,335	64775,335	50912,428
		1/6	48168,174	65811,671	59870,450	59870,450	48168,174
		1/7	45995,684	60938,540	55931,095	55931,095	45995,684
5	Tỷ phần nhiệt truyền qua mái (%)	1/3,5	43,35	28,51	32,38	32,38	43,35
		1/4	45,75	30,91	34,84	34,84	45,75
		1/5	49,66	35,12	39,03	39,03	49,66
		1/6	52,49	38,42	42,23	42,23	52,49
		1/7	54,97	41,49	45,20	45,20	54,97
	Trị số trung bình (%)		49,25	40,59	38,74	38,74	49,25
6	Tỷ phần nhiệt truyền qua tường (%)	1/3,5	4,40	2,98	3,46	3,46	4,40
		1/4	5,23	3,80	4,28	4,28	5,23
		1/5	6,57	5,23	5,68	5,68	6,57
		1/6	7,53	6,35	6,76	6,76	7,53
		1/7	8,38	7,40	7,70	7,70	8,28
	Trị số trung bình (%)		6,42	5,15	5,58	5,58	6,42
7	Tỷ phần nhiệt truyền qua cửa sổ (%)	1/3,5	52,25	68,51	64,16	64,16	52,25
		1/4	49,02	65,29	60,88	60,88	49,02
		1/5	43,73	59,65	55,29	55,29	43,73
		1/6	39,98	55,23	51,01	51,01	39,98
		1/7	36,65	51,11	47,01	47,01	36,65
	Trị số trung bình (%)		44,33	59,96	55,68	55,68	44,33

Bảng 4. Kết quả tính toán các thành phần lượng nhiệt truyền qua tường và cửa sổ vào nhà đối với các tầng trung gian và tỷ phần các lượng nhiệt này biến thiên theo 8 hướng nhà

TT	Đại lượng	S_{cs}/S_{san}	Khi mặt chính nhà có hướng như sau				
			Nam	Đông & Tây	Đông Nam & Tây Nam	Đông Bắc & Tây Bắc	Bắc
1	Tổng lượng nhiệt qua tường (W)	1/3,5	2567,422	2643,037	2701,965	2701,965	2567,422
		1/4	2887,975	3107,494	3109,037	3109,037	2887,975
		1/5	3343,372	3766,853	3677,545	3677,545	3343,372
		1/6	3628,494	4180,206	4048,041	4048,041	3628,494
		1/7	3857,064	4511,737	4306,057	4306,057	3857,064
2	Tổng lượng nhiệt cửa sổ (W)	1/3,5	30472,246	60757,555	50088,725	50088,725	30472,246
		1/4	27880,568	53392,054	44186,645	44186,645	27880,568
		1/5	22286,276	42941,760	35815,010	35815,010	22286,276
		1/6	19256,900	36348,685	30539,629	30539,629	19256,900
		1/7	16855,840	31144,023	26342,258	26342,258	16855,840
3	Tổng lượng nhiệt qua toàn bộ KCBC (W)	1/3,5	33039,668	63400,592	52790,690	52790,690	33039,668
		1/4	30768,525	56499,548	47295,682	47295,682	30768,525
		1/5	25629,648	46708,613	39492,555	39492,555	25629,648
		1/6	22855,395	40528,891	34587,670	34587,670	22855,395
		1/7	20712,904	36218,106	30648,315	30648,315	20712,904
4	Tỷ phần nhiệt truyền qua tường (%)	1/3,5	7,77	4,17	5,12	5,12	7,77
		1/4	9,39	5,50	6,57	6,57	9,39
		1/5	13,04	8,06	9,31	9,31	13,04
		1/6	15,85	10,31	11,70	11,70	15,85
		1/7	18,62	12,65	14,05	14,05	18,62
	Trị số trung bình (%)		12,93	8,14	9,35	9,35	12,93
5	Tỷ phần nhiệt truyền qua cửa sổ (%)	1/3,5	92,23	95,83	94,88	94,88	92,23
		1/4	90,61	94,50	93,43	93,43	90,61
		1/5	86,96	91,94	90,69	90,69	86,96
		1/6	84,15	89,69	88,30	88,30	84,15
		1/7	81,38	87,35	85,95	85,95	81,38
	Trị số trung bình (%)		87,07	91,86	90,65	90,65	87,07

Kết luận từ kết quả tính toán cho ở Bảng 3 và Bảng 4:

- Đối với tầng sát mái của nhà: Tính trung bình của 5 phương án $S_{cs}/S_{sàn}$ = từ 1/3,5 đến 1/7 có tỷ phần lượng nhiệt truyền qua tường vào nhà là rất nhỏ, chiếm từ 5,15% đến 6,42%; tỷ phần lượng nhiệt truyền qua mái chiếm từ 38,74% đến 49,25% và qua cửa sổ chiếm từ 44,33% đến 59,96%, trong tổng số lượng nhiệt truyền qua toàn bộ KCBC vào nhà tùy theo hướng nhà và tùy theo tỷ lệ $S_{cs}/S_{sàn}$. Do đó, để tăng hệ số hiệu quả năng lượng kiến trúc đối với tầng sát mái phải tăng cường che bức xạ cho cửa sổ, đồng thời phải tăng cường cách nhiệt ở mái nhà, có thể bỏ qua cách nhiệt của tường.

- Đối với các tầng trung gian (tất cả các tầng của nhà trừ tầng sát mái): Lượng nhiệt truyền qua cửa sổ vào nhà khi nhà hướng Đông hay hướng Tây là lớn nhất, lớn hơn 2 lần lượng nhiệt truyền qua cửa sổ vào nhà khi nhà hướng Nam hay hướng Bắc và lớn hơn khoảng 1,2 - 1,3 lần so với lượng nhiệt truyền qua cửa sổ vào nhà khi nhà ở các hướng Đông Nam, Tây Nam, Đông Bắc, Tây Bắc. Tính trung bình 5 phương án có tỷ phần lượng nhiệt truyền qua tường vào nhà là nhỏ, chiếm từ 8,14% đến 12,93%; qua cửa sổ chiếm từ 87,07% đến 91,86% trong tổng số lượng nhiệt truyền qua KCBC vào nhà tùy theo hướng nhà và tùy theo tỷ lệ $S_{cs}/S_{sàn}$. Do lượng nhiệt truyền qua cửa sổ do chênh lệch giữa nhiệt độ không khí bên ngoài và bên trong nhà khi cửa sổ có hoặc không có kết cấu che nắng và ở mọi hướng nhà là như nhau nên có thể nói rằng hệ số hiệu quả năng lượng kiến trúc " K_{hqnl} " của nhà dân dụng cao tầng chủ yếu phụ thuộc vào tính năng ngăn che bức xạ mặt trời của cửa sổ.

- Đối với nhà dân dụng cao tầng (có số tầng ≥ 9), diện tích tường bao che (bao gồm cả tường đặc và cửa sổ) lớn hơn rất nhiều so với diện tích mái nên ta có thể đơn giản hóa công thức (4) để tính gần đúng hệ số " K_{hqnl} " của nhà dân dụng cao tầng như sau:

$$K_{hqnl} = 1 - \frac{Q_{cn}}{Q_o} = 1 - \frac{K_{cn} \cdot S_d + K_{bt} \cdot D_d}{S_d + D_d} \quad (11)$$



4. Kết luận

- Một trong những nhiệm vụ chủ yếu của phát triển bền vững và tăng trưởng xanh của ngành xây dựng - kiến trúc là sử dụng năng lượng tiết kiệm và có hiệu quả trong công trình kiến trúc. Để đánh giá một cách định lượng về sử dụng năng lượng hiệu quả và tiết kiệm đối với công trình dân dụng cao tầng có liên quan đến các giải pháp kiến trúc công trình, tác giả đã đề xuất "Hệ số hiệu quả năng lượng kiến trúc nhà", ký hiệu là " K_{hqnl} ", kèm theo định nghĩa rõ ràng về hệ số này và đã thiết lập công thức (4) để tính các hệ số K_{hqnl} kiến trúc của nhà, đồng thời cũng đề xuất: "Hệ số hiệu quả năng lượng kiến trúc nhà" của công trình dân dụng cao tầng có thể được xác định gần đúng là "Hệ số hiệu quả năng lượng kiến trúc" của kết cấu che nắng của nhà, đó là công thức (11).

- Kết quả tính toán thử nghiệm đối với nhà Chung cư 17T10 khu đô thị Trung Hòa-Nhân Chính, Hà Nội, với 5 phương án thay đổi $S_{cs}/S_{sàn}$ = từ 1/7; 1/6; 1/5; 1/4 và đến 1/3,5 (WWR = từ 34,6%; 40,7%; 48,4%; 60,6%; đến 69,2%) cho thấy: tính trung bình 5 phương án thì tỷ phần lượng nhiệt truyền qua các tường vào nhà là nhỏ, chỉ chiếm từ 8,14% đến 12,93%; qua các cửa sổ là rất lớn, chiếm từ 87,07% đến 91,86% trong tổng số lượng nhiệt truyền qua KCBC vào nhà. Lượng nhiệt truyền qua cửa sổ vào nhà khi nhà hướng Đông hay hướng Tây là lớn nhất, lớn hơn 2 lần so với nhà hướng Nam hay hướng Bắc và lớn hơn khoảng 1,2 - 1,3 lần so với nhà ở các hướng Đông Nam, Tây Nam, Đông Bắc hay Tây Bắc.

Tài liệu tham khảo

1. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 09:2013/BXD về các công trình sử dụng năng lượng hiệu quả, được Bộ Xây dựng ban hành theo Thông tư số 15/2013/TT-BXD, ngày 26/9/2013.
2. Bộ Xây dựng và International Finance Corporation (2014), Hướng dẫn áp dụng quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 09:2013/BXD về các công trình sử dụng năng lượng hiệu quả, Bộ Xây dựng, Hà Nội.
3. Trần Ngọc Chấn (2015), "Cơ sở khoa học và số liệu đầu vào để xây dựng một số bảng biểu trong QCVN 09:2013/BXD - Công trình sử dụng năng lượng hiệu quả", Tuyển tập hội thảo Các công trình hạ tầng kỹ thuật và phát triển bền vững đô thị, Trang 14 - 24, Hà Nội.
4. Phạm Ngọc Đăng, Phạm Hải Hà (2002), Nhiệt và khí hậu kiến trúc; Nhà Xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
5. Phạm Ngọc Đăng (chủ biên), Nguyễn Việt Anh, Phạm Hải Hà, Nguyễn Văn Muôn (2014), Các giải pháp thiết kế công trình xanh ở Việt Nam, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
6. Фам Нгок Данг, В.Н.Богословский (1973), "Расчет суммарного теплопоступления в помещение через окно", Водоснабжение и Сан. Техника, СССР, No 1.
7. Tiêu chuẩn thiết kế chiếu sáng tự nhiên cho công trình dân dụng, Tiêu chuẩn Quốc gia Trung Quốc (bản Trung văn). GB/T 50033 - 2001.