



# Các chất ô nhiễm không khí trong công trình dân dụng và quy định Tiêu chuẩn Việt Nam về chất lượng không khí trong nhà

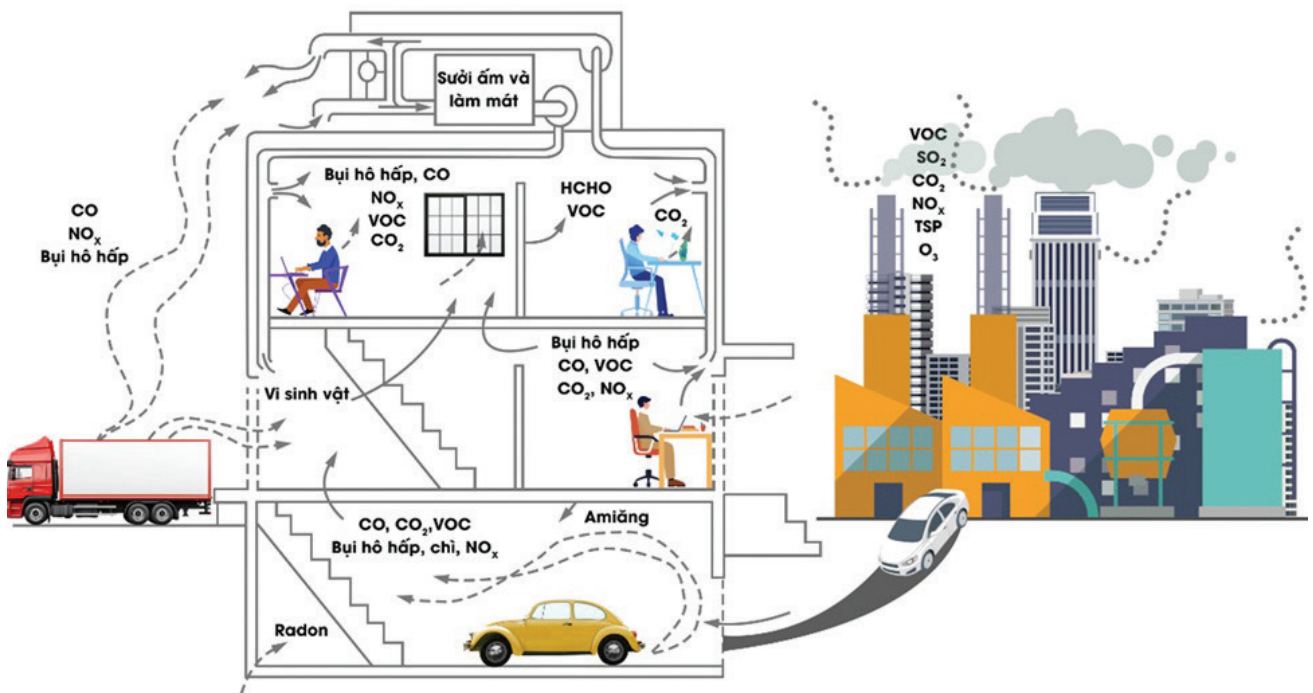
PGS.TS. PHẠM THỊ HẢI HÀ, ThS. TRẦN THỊ MINH NGUYỆT

Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

## 1. CÁC CHẤT Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ TRONG CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG

Môi trường không khí ở trong nhà thường trao đổi với không khí ngoài nhà do tác động của hệ thống thông gió và qua các khe lỗ trên bề mặt kết cấu bao che để cung cấp đủ không khí tươi bảo đảm an toàn vệ sinh trong nhà, vì vậy ô nhiễm không khí trong nhà trước hết là do ô nhiễm không khí ngoài nhà truyền vào. Đối với công trình dân dụng, các chất ô nhiễm không khí trong nhà có thể từ nhiều nguồn khác nhau, ảnh hưởng đến sức khỏe của người sử dụng, nguyên nhân là do: (i) Phương án thông gió của công trình không hợp lý; (ii) các chất ô nhiễm ngoài trời xâm nhập vào nhà qua cửa mở hay do rò rỉ khí của kết cấu bao che; (iii) phát thải từ đất, vật liệu xây dựng và đồ nội thất trong nhà; (iv) phát thải từ các hoạt động của con người, đun nấu và từ các sản phẩm tẩy rửa, vệ sinh, xịt thơm... [1], [2] (Hình 1).

Khi công trình ở trạng thái đóng kín, chất lượng không khí trong nhà chủ yếu chịu tác động bởi hiệu suất của hệ thống thông gió và mức độ phát thải từ các nguồn ô nhiễm nội sinh. Các nguồn phát thải này rất đa dạng, bao gồm: Lượng khí CO<sub>2</sub> do quá trình hô hấp của người sinh hoạt trong phòng; sản phẩm cháy từ hoạt động nấu ăn, đặc biệt phổ biến khi sử dụng nhiên liệu rắn như than hoặc dầu hỏa; khói thuốc lá và khí thải phát sinh từ việc đốt hương trong các hoạt động tín ngưỡng; hợp chất bay hơi từ các sản phẩm sinh hoạt như chất tẩy rửa, bình xịt khử mùi, thuốc diệt côn trùng (đối với muỗi, gián, rệp...); phát thải từ vật liệu xây dựng tổng hợp như ván ép, ván dăm chứa formaldehyde, keo dán và chất trám khe sử dụng dung môi hữu cơ; hợp chất polyvinyl chloride (PVC) phát sinh từ các vật liệu nội thất như sàn nhựa, thảm nhựa, hoặc lớp phủ tường tổng hợp; bề mặt được hoàn thiện bằng sơn hoặc vecni có thể chứa các chất hữu cơ bay



CO = carbon monoxide; CO<sub>2</sub> = carbon dioxide; HCHO = formaldehyde; NO<sub>x</sub> = nitrogen oxides; Pb = chì; RPM = bụi hô hấp, VOC = hợp chất hữu cơ bay hơi

Hình 1. Sơ đồ nguồn ô nhiễm của không khí trong nhà và ngoài nhà

Nguồn: Phạm Thị Hải Hà, Nguyễn Thành Trung (đồng chủ biên), Hướng dẫn kỹ thuật thiết kế, thi công và vận hành công trình đảm bảo chất lượng không khí trong nhà theo TCVN 13521:2022; NXB Xây dựng, 2025.



hơi (VOC) độc hại; bụi chứa sợi amiăng từ các thành phần xây dựng như mái fibro xi măng, tường cách nhiệt, hoặc tấm tiêu âm; khí radon, một chất phóng xạ tự nhiên, có thể phát tán từ nền đất, nước ngầm hoặc vật liệu xây dựng; thiết bị văn phòng hiện đại như máy in, máy photocopy, máy fax và thiết bị xử lý hình ảnh có khả năng thải ra ozon, các chất VOC và hạt siêu mịn; các tác nhân sinh học bao gồm bụi, lông vật nuôi, vi sinh vật và mùi từ động vật như chó, mèo, chim cảnh; nấm mốc và vi khuẩn phát triển tại các khu vực có độ ẩm cao trong nhà; vi sinh vật phát sinh từ hoạt động trồng cây cảnh trong không gian sống.

Tuy nhiên, do không gian trong nhà thường nhỏ và kín, nên các chất ô nhiễm không khí trong nhà thường có nồng độ cao hơn nhiều so với không khí ngoài trời, đặc biệt là ở các công trình dân dụng đóng kín sử dụng điều hòa không khí nếu không có giải pháp thông gió tốt. Theo Cơ quan BVMT Mỹ (US-EPA), nồng độ ô nhiễm không khí trong nhà có thể cao gấp 2-5 lần, thậm chí lên đến 100 lần so với ngoài trời [3]. Không khí trong nhà bị ô nhiễm có thể gây ra các triệu chứng phổ biến liên quan đến công việc như là thờ ơ (57%), ngạt mũi (47%), khô họng (46%) và đau đầu (46%), các hiện tượng này còn có xu thế tăng gấp đôi đối với các công trình có sử dụng hệ thống thông gió - điều hòa không khí (HVAC) trung tâm so với các công trình sử dụng thông gió tự nhiên [4]. Theo Báo cáo năm 2023 của WHO, ô nhiễm không khí trong nhà là nguyên nhân gây ra khoảng 3,2 triệu ca tử vong năm 2020, trong đó hơn 237.000 ca tử vong ở trẻ em dưới 5 tuổi. Tác động kết hợp của ô nhiễm không khí xung quanh và ô nhiễm không khí trong nhà có liên quan đến 6,7 triệu ca tử vong sớm hàng năm. Phơi nhiễm ô nhiễm không khí trong nhà dẫn đến các bệnh đột quỵ, bệnh tim thiếu máu cục bộ, bệnh COPD và ung thư phổi. Phụ nữ và trẻ em, thường chịu trách nhiệm làm các công việc nhà như nấu ăn, lấy củi, phải chịu gánh nặng sức khỏe lớn nhất do sử dụng nhiên liệu và công nghệ gây ô nhiễm trong nhà [5].

## 2. QUY ĐỊNH CỦA MỘT SỐ NƯỚC TRÊN THẾ GIỚI VỀ THÔNG GIÓ VÀ CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ TRONG NHÀ

Theo Air Quality Technology, thông gió là một giải pháp kiểm soát kỹ thuật để pha loãng và loại bỏ các chất gây ô nhiễm trong không khí sinh ra do quá trình hoạt động của con người và công trình gây ra và có liên quan chặt chẽ đến chất lượng không khí trong nhà.

Hệ thống thông gió trong công trình dân dụng được phân thành ba dạng:

(i) *Thông gió tự nhiên*: Sử dụng sự chênh lệch áp suất gió hoặc chênh lệch nhiệt độ trong và ngoài nhà để lưu thông không khí, không cần thiết bị cơ khí, giúp

tiết kiệm năng lượng nhưng phụ thuộc vào điều kiện thời tiết và môi trường. Hệ thống này chủ yếu dựa vào lỗ cửa mở và các giải pháp thiết kế kiến trúc.

(ii) *Thông gió cơ khí*: Sử dụng quạt và thiết bị cơ khí để kiểm soát lưu lượng không khí, hoạt động hiệu quả trong mọi điều kiện nhưng tiêu tốn năng lượng hơn.

(iii) *Thông gió hỗn hợp*: Kết hợp thông gió tự nhiên và thông gió cơ khí để tận dụng ưu điểm của cả hai hệ thống, tối ưu hóa tiện nghi nhiệt và tiết kiệm năng lượng.

Giải pháp thông gió tốt nhất là đạt được hiệu quả trong việc loại bỏ chất gây ô nhiễm nhưng cũng phải có chi phí năng lượng thấp.

Hệ thống thông gió tự nhiên được áp dụng phổ biến trong nhà ở và các công trình công cộng có quy mô vừa và nhỏ. Hệ thống thông gió cơ khí được sử dụng rộng rãi trong các công trình công cộng có quy mô vừa và lớn, thông thường là các trung tâm thương mại, văn phòng, khách sạn cao cấp và bệnh viện. Hệ thống quạt gió, ống dẫn khí và thiết bị xử lý không khí được lắp đặt để đảm bảo lưu thông không khí hiệu quả, đặc biệt trong các khu vực không có thông gió tự nhiên.

Thông gió kém đã được xác định là tiền thân của nhiều rối loạn hô hấp. Nồng độ CO<sub>2</sub> trên 1000 ppm có liên quan với sự gia tăng các Hội chứng bệnh nhà kín hay hội chứng nhà cao tầng (Sick Building Symptom - SBS), cũng như làm giảm khả năng tập trung trong học tập và làm việc [6].

Theo Bolashikov và Melikov [7]), Li và cộng sự [8], thông gió và kiểm soát luồng không khí trong các công trình xây dựng với quá trình lây truyền các bệnh truyền nhiễm có mối liên hệ mật thiết với nhau. Gần đây nhất, các nhà nghiên cứu đã nhấn mạnh khả năng tỷ lệ lây nhiễm COVID-19 cao hơn nhiều trong môi trường kín với không khí tuần hoàn. Dự án HealthVent do châu Âu tài trợ đã khuyến nghị lưu lượng khí dựa trên sức khỏe là 4 (l/s/người), nếu các nguồn trong nhà được loại bỏ và các hướng dẫn về chất lượng không khí trong nhà của WHO (WHO, 2010) được đáp ứng. Carrer và cộng sự [9] cho rằng, điều này chỉ để loại bỏ khí thải do hô hấp của con người. Do đại dịch COVID-19, đã có những lời kêu gọi về nhu cầu thiết lập các hướng dẫn dựa trên sức khỏe để kiểm soát sự lây truyền các bệnh truyền nhiễm trong không khí [10].

Trên thế giới hiện có nhiều biện pháp kiểm soát thông gió và chất gây ô nhiễm được đưa vào các tiêu chuẩn thông gió, chẳng hạn như Tiêu chuẩn châu Âu EN 13142:2021 [11] và Tiêu chuẩn ANSI/ASHRAE 62.1(2022) [12]. Thông thường, các tiêu chuẩn liên quan đến thông gió được viết dưới dạng các yêu cầu tối thiểu, xác định tốc độ thông gió theo l/s/người hoặc trên một đơn vị diện tích sàn của công trình xây dựng. Các khuyến nghị về thông gió càng ngày càng được



chú trọng và đã trở thành quy định bắt buộc tại rất nhiều nước trên thế giới. Ví dụ như tại Nhật Bản, sự gia tăng các khiếu nại về Hội chứng SBS trong những năm 1980-1990 đã dẫn đến nhu cầu phải nghiên cứu xây dựng “Hướng dẫn về nồng độ VOC trong nhà”, xuất bản lần đầu tiên năm 1997. Năm 2003, Luật Tiêu chuẩn xây dựng của Nhật Bản [13] đã được sửa đổi quy định về căn cứ hướng dẫn nồng độ VOC, bao gồm việc bắt buộc các công trình xây dựng phải có thiết bị thông gió cơ học nhằm ngăn chặn Hội chứng SBS.

Tại Ôt-xtrây-li-a, Quy chuẩn xây dựng năm 2022, mục F: Sức khỏe và tiện nghi thuộc phần F6: Chiếu sáng và thông gió trong [14] đã quy định các yêu cầu về thông gió, bao gồm: Cung cấp không khí ngoài trời: mỗi không gian trong nhà có người sử dụng phải có thông gió cấp không khí ngoài trời để duy trì chất lượng không khí đầy đủ; Thông gió cơ học để kiểm soát mùi hôi và chất gây ô nhiễm; Xử lý không khí bị ô nhiễm; Kiểm tra chất lượng không khí phù hợp đối với các công trình xây dựng thuộc thể loại 2, 3, 5, 6, 9b và 9c, 4: phải đảm bảo không gian trong nhà được cấp đủ không khí ngoài trời và nồng độ các chất ô nhiễm trong nhà không vượt quá giới hạn được quy định trong Quy chuẩn.

Ở Anh, Quy chuẩn xây dựng được bổ sung năm 2021 và có hiệu lực từ ngày 15/6/2022, Tập 2, phần F: Thông gió [15], bao gồm các quy định: Thông gió phải được cấp đủ cho các phòng trong công trình để bảo vệ sức khỏe của người sử dụng (quy định cho nhiều loại phòng và nhiều loại hình công trình không phải là nhà ở, bao gồm cả công trình hiện hữu). Ví dụ quy định cho nhà văn phòng: không khí ngoài trời phải được cung cấp đầy đủ cho các phòng có người làm việc theo mức nào cao hơn giữa một trong hai mức: 10 l/s mỗi người hoặc 01 l/s mỗi m<sup>2</sup> diện tích sàn. Hệ thống thông gió phải được thiết kế để có thể giảm thiểu ô nhiễm của không khí ngoài trời.

Tại Ấn Độ, Tập 2 của Quy chuẩn xây dựng 2016 [16] đã quy định: Thông số CO<sub>2</sub> là chỉ số đánh giá hiệu quả thông gió trong khu vực có điều hòa không khí và quy định lưu lượng thông gió tối thiểu cho các dạng không gian có người sử dụng trong các thể loại công trình công cộng. Trong điều kiện bình thường, nồng độ khí CO<sub>2</sub> không được vượt

quá 1.000 ppm, tuy nhiên, trong trường hợp điều kiện ngoài trời không thuận lợi, chấp nhận mức chênh lệch 700 ppm so với nồng độ khí CO<sub>2</sub> ngoài trời. Công trình xây dựng phải đáp ứng các tiêu chuẩn được chấp nhận để không khí trong nhà không bị ô nhiễm do hợp chất VOC, vi khuẩn và nấm mốc. Kiểm soát nguồn ô nhiễm, thông gió phù hợp, quản lý độ ẩm, lọc khí đầy đủ và làm sạch chất gây ô nhiễm trước khi đưa công trình vào sử dụng.

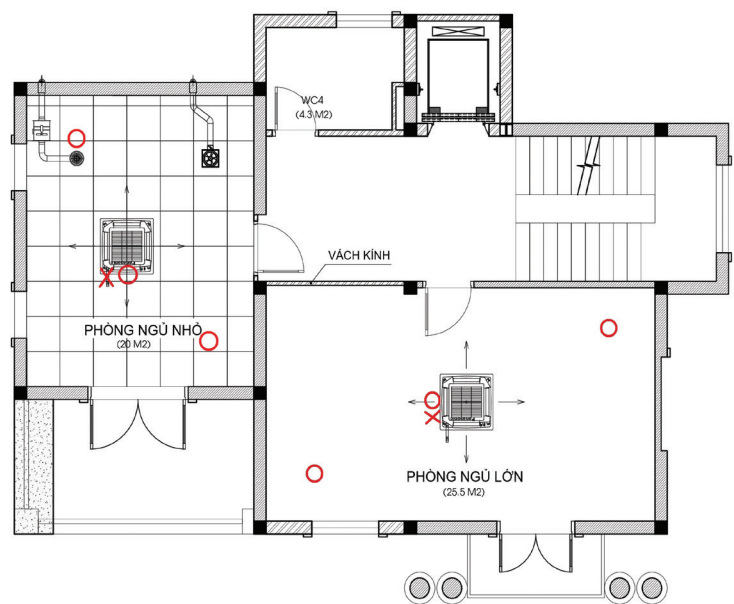
### 3. KẾT QUẢ KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA THÔNG GIÓ ĐẾN CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ TRONG NHÀ VÀ QUY ĐỊNH TIÊU CHUẨN VIỆT NAM - TCVN 13521:2022

#### 3.1. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thông gió đến chất lượng không khí trong nhà

Theo ISO 16000-40:2019 (TCVN 10736-40:2023) [17], chất lượng không khí trong nhà rất quan trọng trong việc đảm bảo sức khỏe con người, sự thoải mái của khứu giác và sự thoải mái cảm nhận được mô tả qua mùi, thông số vật lý, chất ô nhiễm hóa học và sinh học. Chất lượng không khí trong nhà liên quan trực tiếp đến tốc độ thông gió, kiểu phân bố không khí và nguồn ô nhiễm.

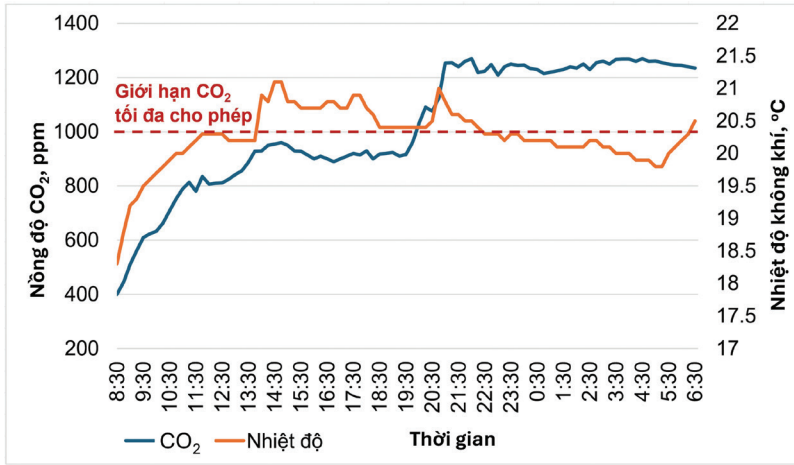
Ngày nay, các công trình xây dựng thường được thiết kế kín để hạn chế tối đa lưu thông không khí giữa trong và ngoài nhà nhằm tiết kiệm năng lượng sưởi ấm và làm mát. Tuy nhiên, các phòng có kết cấu bao che kín và đóng kín cửa trong thời gian dài rất dễ dẫn đến tình trạng tích tụ CO<sub>2</sub> cao nếu không có hệ thống cấp khí tươi hoặc không bật quạt hỗ trợ lưu thông khí.

Dưới đây là kết quả khảo sát nồng độ CO<sub>2</sub> trong hai phòng ngủ tại một ngôi nhà ở Hà Nội từ sáng 16/1/2025 đến sáng 17/1/2025, do Trung tâm Môi trường đô thị và công nghiệp thuộc Hội Môi trường xây dựng Việt Nam phối hợp với Khoa Kiến trúc và Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội thực hiện. Phòng ngủ nhỏ có diện tích 20 m<sup>2</sup>, phòng ngủ lớn có diện tích 25,5 m<sup>2</sup>, và có chiều cao thông thủy là 3,0 m. Các

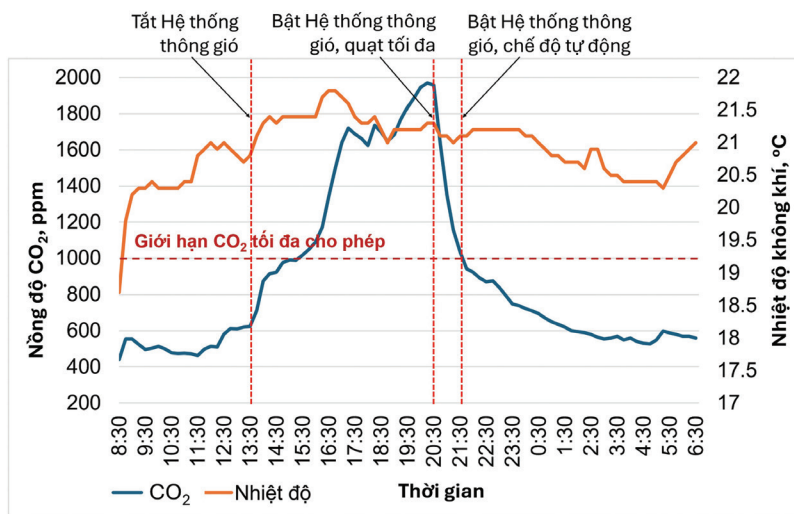


Hình 2. Mặt bằng hai phòng khảo sát, đo đạc

Ghi chú: Dấu tròn là điểm đo nhiệt độ, độ ẩm, dấu nhân là điểm đo khí



Hình 3. Biểu đồ biến thiên nồng độ CO<sub>2</sub> và nhiệt độ của phòng ngủ lớn



Hình 4. Biểu đồ biến thiên nồng độ CO<sub>2</sub> và nhiệt độ của phòng ngủ nhỏ

phòng ngủ được khảo sát trong điều kiện sinh hoạt thông thường vào mùa đông: phòng đóng kín cửa và không sử dụng điều hòa không khí. Phòng ngủ lớn không có hệ thống thông gió cơ khí, luôn duy trì trạng thái có 2 người trong suốt thời gian khảo sát. Phòng ngủ nhỏ có lắp đặt hệ thống thông gió cơ khí, luôn duy trì trạng thái có 1-2 người vào ban ngày và 2 người vào ban đêm. Hệ thống thông gió cơ khí trong phòng ngủ nhỏ được bật/tắt theo các kịch bản như sau:

- + Từ 8h30 - 13h30 ngày 16/1/2025, bật hệ thống thông gió cơ khí (gồm quạt cấp khí chạy ở chế độ tự động và quạt hút khí ở chế độ bật).
- + Từ 13h30 - 20h30, tắt hệ thống thông gió cơ khí.
- + Từ 20h30 hệ thống thông gió cơ khí (gồm quạt cấp khí chạy ở chế độ tự động và quạt hút khí ở chế độ bật).

Hình 3 và 4 là các kết quả khảo sát nồng độ CO<sub>2</sub> của hai phòng ngủ. Giới hạn nồng độ CO<sub>2</sub> cho phép theo tiêu chuẩn TCVN 13521:2022 [18] là 1000 ppm.

Như vậy, kết quả khảo sát trên cho thấy, nồng độ CO<sub>2</sub> trong hai phòng ngủ đều cao nếu không được lắp thiết bị thông gió.

### 3.2. Một số nội dung cơ bản của tiêu chuẩn Việt Nam – TCVN 13521:2022 về chất lượng không khí trong nhà đối với bảo vệ sức khỏe con người

Năm 2022, Bộ Khoa học và Công nghệ (KH&CN) đã ban hành Quyết định số 1686/QĐ-BKHCN công bố Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13521:2022 - Nhà ở và nhà công cộng - Các thông số chất lượng không khí trong nhà. Tiêu chuẩn TCVN 13521:2022 do Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ KH&CN công bố.

TCVN 13521:2022 áp dụng cho các nhà ở và nhà công cộng khi đóng kín cửa chống lạnh trong mùa đông hay điều hòa không khí làm mát trong mùa hè. Tiêu chuẩn này quy định các giá trị giới hạn các thông số chất lượng không khí trong nhà. Là điều kiện cơ sở thiết kế kết cấu bao che và hệ thống thiết bị thông gió - điều hòa không khí của tòa nhà và đánh giá tiêu chí về chất lượng môi trường trong nhà đối với các công trình xanh.

Trong Tiêu chuẩn TCVN 13521:2022 có 5 khuyến nghị chung: (1) Trong thực tế, các chất ô nhiễm có thể không có phổ biến trong các không gian của các tòa nhà cụ thể. Tuy vậy, tất cả các thông số này đều cần được theo dõi trong tình huống khi nghi ngờ có nguồn thải tiềm năng trong tòa nhà; (2) Khi người cư trú và làm việc khiếu nại về môi trường không khí trong nhà dù điều này bắt nguồn từ các yếu tố khác thì môi trường không khí trong nhà vẫn cần được kiểm tra thêm; (3) Cần phải thường xuyên kiểm soát nồng độ Ozon trong nhà để bảo đảm nó không thể đột biến gây ra kích hoạt các biến đổi hóa học đối với Ozon và VOC trong nhà; (4) Các dạng nhà ở có không gian thờ cúng cần hạn chế đốt hương nhang bởi vì đốt hương nhang sẽ thải ra các loại bụi mịn và các chất VOC rất lớn. Trong trường hợp không gian thờ cúng ở trong nhà đóng kín cửa bật điều hòa không khí, khi đốt hương nhang cần phải lắp đặt thêm máy lọc không khí để xử lý ô nhiễm bụi mịn và các khí VOC; (5) Trước khi vào ở tòa nhà mới xây hay tòa nhà hiện hữu vừa được sửa chữa cải tạo, người sử dụng tòa nhà cần tiến hành đo lường kiểm tra nồng độ TVOC và formaldehyt có đáp ứng yêu



cầu theo quy định. Trong một vài tháng sử dụng ban đầu, người sử dụng nên thường xuyên mở cửa sổ thông gió tự nhiên hoặc sử dụng hệ thống thông gió cơ khí để thông gió giảm thiểu các chất ô nhiễm độc hại phát sinh trong nhà.

Tiêu chuẩn TCVN 13521:2022 có 11 Phụ lục, đó là: Phụ lục A- Kiểm soát phơi nhiễm - Thông gió; Phụ lục B - Bảo trì hệ thống thông gió - điều hòa không khí; Phụ lục C - Chất lượng không khí trong nhà, năng suất làm việc và sức khỏe; Phụ lục D - Hướng dẫn đảm bảo CLKKTN được chấp nhận; Phụ lục E - Nguồn ô nhiễm và kiểm soát các chất gây ô nhiễm không khí trong nhà; Phụ lục F - Kiểm soát tại nguồn - Phát thải ô nhiễm từ vật liệu xây dựng; Phụ lục G - Chương trình quản lý CLKKTN; Phụ lục H - Thông tin về các chất gây ô nhiễm KK trong nhà, các tác nhân ô nhiễm vi sinh vật và hướng dẫn về xử lý nấm mốc; Phụ lục I - Hướng dẫn kiểm tra CLKKTN; Phụ lục J - Biểu mẫu kiểm tra CLKKTN; Phụ lục K - Phiếu điều tra mẫu đối với người làm việc trong tòa nhà [18].

#### 4. KẾT LUẬN

Nếu ngủ hay học tập, làm việc trong không gian kín, không có thông gió, nồng độ khí CO<sub>2</sub> sẽ tăng lên nhanh chóng do hô hấp, đặc biệt khi mật độ người trong phòng lớn. Điều này có thể gây ra các vấn đề như khó thở, đau đầu, giảm khả năng tập trung và giảm chất lượng giấc ngủ.

Thông gió có tác dụng rất lớn trong việc giảm nồng độ các chất ô nhiễm không khí trong nhà. Vì vậy, nên sử dụng hệ thống thông gió tăng cường để thanh lọc không khí ô nhiễm trong các công trình mới được xây dựng hay cải tạo.

Như vậy, thông gió là giải pháp cho các vấn đề về chất lượng không khí trong nhà. Tuy nhiên, ngay cả khi thông gió được cải thiện, mật độ người đông đúc vẫn có thể nguy hiểm vì các hạt bụi chứa vi-rút có thể tiếp cận con người trước khi được lọc. Do đó, bản thân thông gió cũng có thể được coi là nguồn gây ô nhiễm và phơi nhiễm. Để đạt được chất lượng không khí trong nhà tốt là một nhiệm vụ phức tạp, trước tiên đòi hỏi phải kiểm soát khí thải tại nguồn phát thải và thứ hai là áp dụng thông gió để đảm bảo luôn đạt chất lượng không khí tốt ■

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Thị Hải Hà, Nguyễn Thành Trung., *Chất lượng không khí trong nhà và các khuyến nghị trong công tác thiết kế và vận hành công trình xây dựng. Tạp chí kiến trúc*, 2020.
2. Stellman, J., *Encyclopaedia of occupational health and safety. International Labour Organization*, 1998.
3. EPA. *Reference Guide for Indoor Air Quality in*

*Schools*. 2024 [cited 2024 Dec 7]; Available from: <https://www.epa.gov/iaq-schools/reference-guide-indoor-air-quality-schools>].

4. Burge, S., et al., *Sick building syndrome: a study of 4373 office workers. The Annals of Occupational Hygiene*, 1987. 31(4A): p. 493-504.
5. WHO. *Household air pollution*. 2024 [cited 2024 Dec 7]; Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw1qO0BhDwARIsANfnkv9Ok-P0nCmHhuiDLFpbZzW0IMCJLuApNuttXRXFqXzPowd3WotBDKEaAosfEALw\\_wcB](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw1qO0BhDwARIsANfnkv9Ok-P0nCmHhuiDLFpbZzW0IMCJLuApNuttXRXFqXzPowd3WotBDKEaAosfEALw_wcB).
6. Persily, A., et al., *ASHRAE position document on indoor carbon dioxide*, 2022. Atlanta, GA, USA.
7. Bolashikov ZD, Melikov AK. *Methods for air cleaning and protection of building occupants from airborne pathogens. Build Environ.* 2009 Jul;44(7):1378-1385. doi: 10.1016/j.buildenv.2008.09.001.
8. Y. Li, G.M. Leung, J.W. Tang, X. Yang, C.Y.H. Chao, J.Z. Lin, et al. *Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment - a multidisciplinary systematic review. Indoor Air*, 17 (1) (2007), pp. 2-18, 10.1111/j.1600-0668.2006.00445.x.
9. P. Carrer, E. de Oliveira Fernandes, H. Santos, O. Hänninen, S. Kephelopoulos, P. Wargocki. *On the Development of Health-Based Ventilation Guidelines: Principles and Framework Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15 (7) (2018), p. 1360.
10. REHVA - *Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations*. 2021. *COVID19 Guidance. How to operate HVAC and other building service systems to prevent the spread of the coronavirus (SARS-CoV-2) disease (COVID-19) in workplaces version 4.1*.
11. *European Standards EN 13142:2021. Ventilation for buildings. Components/products for residential ventilation. Required and optional performance characteristics*.
12. ANSI/ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*. 2022. *Standard 62.1. Ventilation and acceptable indoor air quality*.
13. Law, B.S. 2003.
14. *Australian Building Codes Board, Building Code of Australia*. 2022.
15. *The Building Regulations 2010, Approved Document F Volume 1*, 2021 edition. 2010.
16. *Standards, B.o.I., National Building Code*. 2016.
17. TCVN 10736-40:2023 ISO 16000-40:2019 *Không khí trong nhà - Phần 40: Hệ thống quản lý chất lượng không khí trong nhà*. 2023.
18. TCVN 13521:2022, *Nhà ở và nhà công cộng – Các yêu cầu đối với thông số chất lượng không khí trong nhà*. 2022.