

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 13521:2022**

Xuất bản lần 1

**NHÀ Ở VÀ NHÀ CÔNG CỘNG –  
CÁC THÔNG SỐ CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ TRONG NHÀ**

*Residential and public buildings – Indoor air quality parameters*

**HÀ NỘI – 2022**

## Mục lục

	Trang
Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Tài liệu viện dẫn.....	5
3 Thuật ngữ, định nghĩa và chữ viết tắt.....	8
3.1 Thuật ngữ và định nghĩa.....	8
3.2 Chữ viết tắt.....	12
4 Giá trị giới hạn các thông số chất lượng không khí trong nhà.....	12
4.1 Mức giới hạn các thông số chất lượng không khí trong nhà.....	12
4.2 Yêu cầu về đo lường chất lượng không khí trong nhà.....	14
4.2.1 Số lượng điểm lấy mẫu.....	14
4.2.2 Vị trí mẫu.....	14
4.2.3 Tần suất đo.....	15
5 Khuyến nghị chung.....	15
Phụ lục A_(Thông tin tham khảo).....	17
Kiểm soát phơi nhiễm – Thông gió.....	17
Phụ lục B_(Thông tin tham khảo).....	22
Bảo trì hệ thống thông gió - điều hòa không khí.....	22
Phụ lục C_(Thông tin tham khảo).....	25
Chất lượng không khí trong nhà, năng suất làm việc và sức khỏe.....	25
Phụ lục D_(Thông tin tham khảo).....	28
Hướng dẫn đảm bảo chất lượng không khí trong nhà được chấp nhận.....	28
Phụ lục E_(Thông tin tham khảo).....	33
Nguồn ô nhiễm và kiểm soát các chất gây ô nhiễm không khí trong nhà.....	33
Phụ lục F_(Thông tin tham khảo).....	36
Kiểm soát tại nguồn – Phát thải ô nhiễm từ vật liệu xây dựng.....	36
Phụ lục G_(Thông tin tham khảo).....	39
Chương trình quản lý chất lượng không khí trong nhà.....	39
Phụ lục H_(Thông tin tham khảo).....	41
Thông tin về các chất gây ô nhiễm không khí trong nhà, các tác nhân ô nhiễm vi sinh vật và hướng dẫn về xử lý nấm mốc.....	41
Phụ lục I_(Thông tin tham khảo).....	46
Hướng dẫn kiểm tra chất lượng không khí trong nhà.....	46
Phụ lục J_(Thông tin tham khảo).....	48
Biểu mẫu kiểm tra chất lượng không khí trong nhà.....	48
Phụ lục K_(Thông tin tham khảo).....	50
Phiếu điều tra mẫu đối với người làm việc trong tòa nhà.....	50
Thư mục tài liệu tham khảo.....	53

**Lời nói đầu**

**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 Khoa học và Công nghệ công bố.

## **Nhà ở và nhà công cộng – Các thông số chất lượng không khí trong nhà**

*Residential and public buildings – Indoor air quality parameters*

### **1 Phạm vi áp dụng**

**1.1** Tiêu chuẩn này áp dụng cho các nhà ở và nhà công cộng (sau đây gọi tắt là nhà) khi đóng kín cửa chống lạnh trong mùa đông hay điều hòa không khí làm mát trong mùa hè.

**1.2** Tiêu chuẩn này quy định các giá trị giới hạn các thông số chất lượng không khí trong nhà (CLKKTN).

**1.3** Tiêu chuẩn này được dùng làm điều kiện cơ sở để thiết kế kết cấu bao che và hệ thống thiết bị thông gió - điều hòa không khí của tòa nhà và để đánh giá tiêu chí về chất lượng môi trường trong nhà đối với các công trình xanh.

#### **CHÚ THÍCH:**

Các loại nhà ở: Nhà ở, nhà ở riêng lẻ, nhà liên kế, nhà ở tập thể, nhà chung cư, khách sạn, nhà khách, nhà trọ, nhà nghỉ dưỡng.

Các loại nhà công cộng: Nhà trẻ, trường mẫu giáo, trường mầm non, trường phổ thông các cấp, các trường trung học chuyên nghiệp, dạy nghề, các trường cao đẳng và các trường đại học; Các nhà văn phòng, các trụ sở làm việc; Thư viện, bảo tàng, nhà triển lãm, nhà văn hóa, câu lạc bộ, các nhà biểu diễn, đài phát thanh, đài truyền hình; Các loại bệnh viện, các trạm y tế, các trạm khám chữa bệnh, nhà hộ sinh, nhà điều dưỡng, nhà dưỡng lão; Cửa hàng, trung tâm thương mại, siêu thị, cửa hàng ăn uống.

### **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết khi áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố áp dụng thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 5687:2010, *Thông gió – Điều hòa không khí – Tiêu chuẩn thiết kế*.



## **TCVN 13521:2022**

TCVN 5971:1995 (ISO 6767:1990), *Không khí xung quanh - Xác định nồng độ khối lượng của lưu huỳnh dioxit - Phương pháp tetrachloromercurat (TCM)/pararosanilin.*

TCVN 6152:1996 (ISO 9855:1993), *Không khí xung quanh - Xác định hàm lượng bụi chì của Sol khí thu được trên cái lọc - Phương pháp trắc phổ hấp thụ nguyên tử.*

TCVN 6157:1996 (ISO 10313:1993), *Không khí xung quanh - Xác định nồng độ khối lượng ozon - Phương pháp phát quang hoá học.*

TCVN 7725:2007 (ISO 4224:2000), *Không khí xung quanh - Xác định cacbon monoxit - Phương pháp đo phổ hồng ngoại không phân tán.*

TCVN 7726:2007 (ISO 10498:2004), *Không khí xung quanh - Xác định sunfua dioxit - Phương pháp huỳnh quang cực tím.*

TCVN 7889:2008, *Nồng độ khí Radon tự nhiên trong nhà - Mức quy định và yêu cầu chung về phương pháp đo.*

TCVN 10736-1:2015 (ISO 16000-1:2004), *Không khí trong nhà - Phần 1: Các khía cạnh chung của kế hoạch lấy mẫu.*

TCVN 10736-2:2015 (ISO 16000-2:2004), *Không khí trong nhà - Phần 2: Kế hoạch lấy mẫu formaldehyt.*

TCVN 10736-3:2015 (ISO 16000-3:2011), *Không khí trong nhà - Phần 3: Xác định formaldehyt và hợp chất cacbonyl khác trong không khí trong nhà và không khí trong buồng thử - Phương pháp lấy mẫu chủ động.*

TCVN 10736-4:2015 (ISO 16000-4:2011), *Không khí trong nhà - Phần 4: Xác định formaldehyt - Phương pháp lấy mẫu khuếch tán.*

TCVN 10736-5:2015 (ISO 16000-5:2007), *Không khí trong nhà - Phần 5: Kế hoạch lấy mẫu đối với hợp chất hữu cơ bay hơi (VOC).*

TCVN 10736-6:2016 (ISO 16000-6:2011), *Không khí trong nhà - Phần 6: Xác định hợp chất hữu cơ bay hơi trong không khí trong nhà và trong buồng thử bằng cách lấy mẫu chủ động trên chất hấp thụ Tenax TA®, giải hấp nhiệt và sắc ký khí sử dụng MS hoặc MS - FID.*

TCVN 10736-8:2016 (ISO 16000-8:2007), *Không khí trong nhà - Phần 8: Xác định thời gian lưu trung bình tại chỗ của không khí trong các tòa nhà để xác định đặc tính các điều kiện thông gió.*

TCVN 10736-15:2017 (ISO 16000-15:2008), *Không khí trong nhà - Phần 15: Cách thức lấy mẫu nitơ dioxit (NO<sub>2</sub>).*

TCVN 10736-16:2017 (ISO 16000-16:2008), *Không khí trong nhà - Phần 16: Phát hiện và đếm nấm mốc - Lấy mẫu bằng cách lọc.*

TCVN 10736-17:2017 (ISO 16000-17:2008), *Không khí trong nhà - Phần 17: Phát hiện và đếm nấm mốc - Phương pháp nuôi cấy.*

TCVN 10736-18:2017 (ISO 16000-18:2011), *Không khí trong nhà - Phần 18: Phát hiện và đếm nấm mốc - Lấy mẫu bằng phương pháp va đập.*

TCVN 10736-19:2017 (ISO 16000-19:2012), *Không khí trong nhà - Phần 19: Cách thức lấy mẫu nấm mốc.*

TCVN 10736-20:2017 (ISO 16000-20:2014), *Không khí trong nhà - Phần 20: Phát hiện và đếm nấm mốc - Xác định số đếm bào tử tổng số.*

TCVN 10736-26:2017 (ISO 16000-26:2011), *Không khí trong nhà - Phần 26: Cách thức lấy mẫu cacbon dioxit (CO<sub>2</sub>)*

TCVN 10759-4:2016 (ISO 11665-4:2012), *Đo hoạt độ phóng xạ trong môi trường - Không khí: radon - 222 - Phần 4: Phương pháp đo tích hợp để xác định nồng độ hoạt độ trung bình với việc lấy mẫu thụ động và phân tích trễ.*

TCVN 10759-5:2016 (ISO 11665-5:2012), *Đo hoạt độ phóng xạ trong môi trường - Không khí: radon - 222 - Phần 5: Phương pháp đo liên tục để xác định nồng độ hoạt độ.*

TCVN 10759-6:2016 (ISO 11665-6:2012), *Đo hoạt độ phóng xạ trong môi trường - Không khí: radon - 222 - Phần 6: Phương pháp đo điểm để xác định nồng độ hoạt độ.*

ASHRAE-ANSI/ASHRAE Standard 62.1:2016, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality* (Thông gió cho chất lượng không khí trong nhà ở mức chấp nhận được).

ANSI/ASHRAE 129-1997 (RA 2002), *Standard 129-1997 (RA 2002) - Measuring Air Change Effectiveness* (Đo lường hiệu quả thay đổi không khí).

Australian/New Zealand Standard, AS/NZS 3580.9.7:2009, *Methods for sampling and analysis of ambient air Method 9.7: Determination of suspended particulate matter - Dichotomous sampler (PM<sub>10</sub>, coarse PM and PM<sub>2.5</sub>) - Gravimetric method* (Phương pháp lấy mẫu và phân tích không khí xung quanh - Xác định bụi - Phương pháp trọng lượng lấy mẫu chia đôi (PM<sub>10</sub>, bụi thô và PM<sub>2.5</sub>)).

Australian/New Zealand Standard, AS/NZS 3580.9.6:2003, *Methods for sampling and analysis of ambient air Method 9.6: Determination of suspended particulate matter - PM<sub>10</sub> high volume sampler with size selective inlet - Gravimetric method* (Phương pháp lấy mẫu và phân tích không khí xung quanh - Xác định bụi PM<sub>10</sub> - Phương pháp trọng lượng lấy mẫu cỡ lớn với đầu vào chọn lọc cỡ hạt).

ISO 16000-37:2019, *Indoor air - Part 37: Measurement of PM<sub>2.5</sub> mass concentration* (Không khí trong nhà - Phần 37: Phép đo nồng độ bụi PM<sub>2.5</sub>).

ISO 16814:2008, *Building environment design - Indoor air quality - Methods of expressing the quality of indoor air for human occupancy* (Thiết kế môi trường xây dựng - Chất lượng không khí trong nhà - Phương pháp xác định chất lượng không khí trong nhà đối với người sử dụng).

## TCVN 13521:2022

NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM) 0800 - *Bioaerosol sampling (Indoor air)* (Lấy mẫu vi sinh không khí trong nhà).

### 3 Thuật ngữ, định nghĩa và chữ viết tắt

#### 3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

##### 3.1.1

#### Bội số trao đổi không khí (air change rates)

Số lần thay đổi không khí cấp cho một không gian trong nhà được tính bằng thể tích không khí thông gió trên một đơn vị thời gian (h) chia cho thể tích của không gian đó, đơn vị đo là số lần trao đổi không khí trong 1 h.

$$m = L/V$$

Trong đó

$m$  là bội số trao đổi không khí, (vol/h);

$L$  là lưu lượng không khí, tính bằng mét khối trên giờ ( $m^3/h$ );

$V$  là thể tích phòng, tính bằng mét khối ( $m^3$ ).

##### 3.1.2

#### Chất ô nhiễm (pollutant(s))

Chất hoặc chỉ một chất đó hoặc kết hợp với các chất khác hoặc thông qua sản phẩm phân hủy hoặc phát thải của nó có thể có những ảnh hưởng có hại lên sức khỏe con người hoặc môi trường hoặc có thể dẫn đến sự giảm giá trị hoặc hạn chế sử dụng của tòa nhà.

[Nguồn: TCVN 10736-32:2017 (ISO 16000-32:2014)].

##### 3.1.3

#### Chất gây ô nhiễm (contaminant(s))

Chất gây ra trạng thái ô nhiễm không khí làm cho chất lượng không khí không đáp ứng yêu cầu bảo vệ sức khỏe con người.

##### 3.1.4

#### Chất lượng không khí trong nhà (indoor air quality)

Chất lượng không khí trong nhà được xác định bằng giới hạn trạng thái nhiệt ẩm, nồng độ các thành phần ô nhiễm vật lý (như các loại bụi), ô nhiễm hóa học và ô nhiễm sinh học (vi sinh vật) chứa trong không khí trong nhà. Tiêu chuẩn này không xét đến trạng thái nhiệt ẩm của không khí trong nhà.

**3.1.5****Chất lượng không khí trong nhà được chấp nhận (acceptable indoor air quality)**

Chất lượng không khí trong nhà không có các chất ô nhiễm có nồng độ vượt mức quy định, có hại đáng kể đối với sức khỏe con người và ít nhất là 80 % số người cư trú trong tòa nhà không thể hiện sự không hài lòng.

**3.1.6****Điều hòa không khí (air-conditioning)**

Quá trình xử lý không khí để đáp ứng các yêu cầu của không gian điều hòa nhằm kiểm soát nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió, độ sạch và phân phối không khí.

**3.1.7****Hệ thống thông gió cơ khí (mechanical ventilation systems)**

Hệ thống thông gió cho tòa nhà được cung cấp bởi hệ thống thiết bị thông gió cơ khí.

**3.1.8****Hệ thống làm sạch không khí (air cleaning system)**

Hệ thống thiết bị được sử dụng để làm giảm nồng độ các chất ô nhiễm trong không khí như vi sinh vật, bụi, khói, khí, các chất hạt khác, hơi ô nhiễm hoặc bất kỳ sự kết hợp nào của chúng.

**3.1.9****Hội chứng bệnh nhà văn phòng đóng kín (sick building syndrome)**

Các kích thích liên quan đến dị ứng da, niêm mạc và các triệu chứng khác (như là đau đầu và mệt mỏi) phát sinh ở những người ngồi làm việc trong các văn phòng thường xuyên đóng kín cửa bật điều hòa không khí.

**3.1.10****Khí cấp (supply air)**

Không khí được đưa vào một không gian trong nhà bằng thông gió cơ khí hoặc thông gió tự nhiên.

**3.1.11****Khí thải (exhaust air)**

Không khí ô nhiễm được lấy ra từ một không gian kín và thải ra ngoài nhà.

**3.1.12****Không gian kín (enclosure)**

Một không gian được bao che xung quanh, hoặc được cô lập thường xuyên hay tạm thời với các khu vực lân cận bằng cửa đi, cửa sổ, tường, vách, sàn, mái, hay bằng các kết cấu bao che tương tự khác.

## **TCVN 13521:2022**

### **3.1.13**

**Không gian hoạt động của người ở trong phòng** (sphere of occupation spaces in the room)

Không gian trong phòng, được giới hạn bởi các bề mặt của các bức tường, vách ngăn, trần và sàn nhà, có chiều cao từ 0,0 m đến 2,0 m tính từ mặt sàn, nhưng phải cách mặt trần tối thiểu là 1 m đối với trần của các tầng không sát mái, khi trần sát mái hay có thiết bị cấp nhiệt thì phải cách mặt trần tối thiểu là 0,5 m, đồng thời phải cách các bề mặt tường ngoài, các cửa sổ và thiết bị cấp nhiệt, cấp lạnh tối thiểu là 0,5 m, và phải cách các mặt tường trong của phòng tối thiểu là 0,3 m.

### **3.1.14**

**Gió hồi** (return air)

Không khí được lấy từ không gian trong nhà và được tuần hoàn hay cấp trở lại.

### **3.1.15**

**Không khí ngoài nhà** (outdoor air)

Không khí ngoài nhà đưa vào trong nhà qua hệ thống thông gió, hay qua các cửa mở để thông gió tự nhiên, hoặc thâm nhập qua kết cấu bao che vào nhà.

### **3.1.16**

**Không khí trong nhà** (indoor air)

Không khí bên trong một không gian của tòa nhà, bao gồm không khí trong phòng và không khí được đưa ra khỏi phòng bằng thiết bị thông gió cơ khí.

### **3.1.17**

**Không khí tuần hoàn** (air recirculated)

Không khí luân chuyển trong nhà do các thiết bị thông gió, máy lọc không khí cục bộ và quay trở về không gian kín đó hoặc chuyển đến các không gian kín khác.

### **3.1.18**

**Không khí xung quanh** (ambient air)

Không khí xung quanh các tòa nhà, ở độ cao gần mặt đất, được hệ thống quan trắc môi trường không khí của địa phương hay quốc gia thường xuyên đo lường kiểm soát.

### **3.1.19**

**Kiểm soát chất lượng không khí trong nhà** (indoor air quality control)

Việc thực hiện các biện pháp để đánh giá, theo dõi và kịp thời điều chỉnh để bảo đảm chất lượng không khí trong nhà được chấp nhận theo quy định.

**3.1.20****Lưu lượng thông gió (ventilation flow)**

Lưu lượng không khí ngoài nhà được cấp vào một tòa nhà hoặc một không gian trong nhà.

**3.1.21****Môi trường không khí trong nhà (indoor air environment)**

Môi trường không khí trong nhà được xác định bằng giới hạn trạng thái nhiệt ẩm, nồng độ các thành phần ô nhiễm vật lý (như ô nhiễm các hạt bụi, ô nhiễm tiếng ồn), ô nhiễm hóa học, ô nhiễm vi sinh vật, mùi chứa trong không khí và chiếu sáng trong nhà.

**3.1.22****Nguồn (source)**

Nguồn gây ô nhiễm không khí trong nhà do con người, vật liệu nội thất, đồ đạc, thiết bị hoặc các hoạt động trong nhà gây ra. Cũng có thể là một nguồn ô nhiễm xâm nhập vào nhà từ không khí ngoài nhà hoặc từ đất.

**3.1.23****Nồng độ (concentration)**

Lượng của một chất chứa trong một hỗn hợp có thể tích xác định.

**3.1.24****Thông gió (ventilation)**

Quá trình cung cấp hoặc thải bỏ không khí bằng các giải pháp thông gió tự nhiên hoặc thông gió cơ khí đối với một không gian của tòa nhà nhằm mục đích kiểm soát chất lượng không khí trong nhà.

**3.1.25****Thông gió cơ khí (mechanical ventilation)**

Thông gió được cung cấp bởi các thiết bị cơ khí.

**3.1.26****Thông gió tự nhiên (natural ventilation)**

Thông gió khi nhà mở cửa cho trao đổi không khí do chênh lệch áp suất nhiệt và áp suất gió giữa không khí trong nhà và không khí ngoài nhà gây ra mà không có sự trợ giúp của các thiết bị vận chuyển không khí.

**3.2 Chữ viết tắt**

AHU (Air Handling Unit)	Bộ xử lý không khí
HEPA (High Efficiency Particulate Air)	Bộ lọc không khí hiệu suất cao
SBS (Sick Building syndrome)	Hội chứng bệnh nhà văn phòng đóng kín điều hòa không khí

**4 Giá trị giới hạn các thông số chất lượng không khí trong nhà**

**4.1 Mức giới hạn các thông số chất lượng không khí trong nhà**

Chất lượng không khí trong nhà do điều kiện tiện nghi nhiệt và tình trạng nồng độ các chất ô nhiễm trong không khí trong nhà tạo nên. Các yếu tố ảnh hưởng đến tiện nghi nhiệt bao gồm nhiệt độ không khí, nhiệt độ bề mặt bức xạ trung bình, độ ẩm tương đối và tốc độ chuyển động của không khí. Các chất ô nhiễm không khí trong nhà được tạo ra từ vật liệu xây dựng, trang thiết bị nội thất, hoạt động của con người, vật nuôi trong nhà, cây cảnh, thiết bị văn phòng, không khí ngoài nhà và các hoạt động bên ngoài tòa nhà thâm nhập qua kết cấu bao che vào nhà. Bảng 1 cho các giới hạn ở mức chấp nhận được và phương pháp đo đối với các thông số CLKKTN.

**Bảng 1 – Mức giới hạn của các thông số chất lượng không khí trong nhà**

TT	Thông số	Giới hạn được chấp nhận	Đơn vị	Phương pháp đo/phân tích
1	Bụi PM2.5	50	µg/m³	ISO 16000-37:2019
2	Bụi PM10	100	µg/m³	AS/NZS 3580.9.7:2009 AS/NZS 3580.9.6:2003
3	Chì (Pb)	1,5	µg/m³	TCVN 6152:1996
4	Cacbon đioxit (CO <sub>2</sub> )	1000	ppm	TCVN 10736-26:2017
5	Cacbon monoxit (CO)	10 9	mg/m³ ppm	TCVN 7725:2007
6	Formaldehyt (HCHO)	100 0,08	µg/m³ ppm	TCVN 10736-2:2015 TCVN 10736-3:2015 TCVN 10736-4:2015
7	Tổng các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (TVOC) <sup>a</sup>	500	µg/m³	TCVN 10736-5:2015 TCVN 10736-6:2016
8	Nitơ đioxit (NO <sub>2</sub> )	100	µg/m³	TCVN 10736-15:2017
9	Lưu huỳnh oxit (SO <sub>2</sub> )	100	µg/m³	TCVN 5971:1995 TCVN 7726:2007
10	Ozon (O <sub>3</sub> )	100	µg/m³	TCVN 6157:1996
11	Tổng lượng vi khuẩn trong không khí - Nhà công cộng - Nhà ở	1000 1500	cfu/m³ cfu/m³	NIOSH Manual of Analytical Methods 0800
12	Tổng lượng nấm mốc trong không khí - Nhà công cộng - Nhà ở	500 700	cfu/m³ cfu/m³	TCVN 10736-16:2017 TCVN 10736-17:2017 TCVN 10736-18:2017 TCVN 10736-19:2017 TCVN 10736-20:2017
13	Radon - Nhà xây mới - Nhà hiện hữu	< 100 < 200	Bq/m³ Bq/m³	TCVN 10759-4:2016 TCVN 10759-5:2016 TCVN 10759-6:2016
CHÚ THÍCH: Mức giới hạn của các thông số chất lượng không khí (ngoại trừ radon) được nêu trong Bảng 1 được áp dụng đối với các loại nhà công cộng là trị số trung bình 8 h làm việc trong ngày, đối với các loại nhà ở là trị số trung bình 24 h trong ngày. Đối với giới hạn của nồng độ khí radon là trị số trung bình ba tháng liên tục.				



4.2 Yêu cầu về đo lường chất lượng không khí trong nhà

4.2.1 Số lượng điểm lấy mẫu

Các yêu cầu lấy mẫu như sau:

a) Trong nhà

Đối với tòa nhà nhiều tầng, tỷ lệ phần trăm các tầng được lấy mẫu ngẫu nhiên được chỉ định trong Bảng 2. Đối với mỗi tầng được chọn, phải lấy ít nhất một mẫu ở mỗi khu vực riêng biệt do một thiết bị trao đổi nhiệt ẩm, một thiết bị xử lý không khí hoặc bất kỳ hệ thống điều hòa không khí hay hệ thống phân phối không khí nào phụ trách. Các mẫu khảo sát phải được thu thập từ khu vực có mật độ cư ngụ cao nhất hoặc khu vực có bất kỳ khiếu nại nào về CLKKTN.

Bảng 2 - Yêu cầu lấy mẫu đo đối với chất lượng không khí trong nhà

Số tầng được sử dụng trong một tòa nhà	Tỷ lệ phần trăm các tầng được chọn ngẫu nhiên được lấy mẫu (%)
Dưới 5	80 % số tầng <sup>a</sup>
Từ 5 đến 10	70 % số tầng <sup>a</sup>
Từ 11 đến 20	60 % số tầng <sup>a</sup>
Từ 21 đến 30	12 tầng hoặc 50 % số tầng <sup>a</sup> , tùy theo mức nào cao hơn
Từ 31 đến 40	15 tầng hoặc 40 % số tầng <sup>a</sup> , tùy theo mức nào cao hơn
Từ 41 đến 50	16 Tầng hoặc 35 % số tầng <sup>a</sup> , tùy theo mức nào cao hơn
Trên 50	18 tầng hoặc 30 % số tầng <sup>a</sup> , tùy theo mức nào cao hơn
CHÚ THÍCH:  Mẫu khảo sát đo lường được yêu cầu như ở Bảng 2 sẽ đảm bảo độ tin cậy 90 % khi ít nhất một tầng trong 10 % số tầng có mức yêu cầu CLKKTN cao nhất nằm trong số mẫu đo.  <sup>a</sup> Làm tròn đến số nguyên.	

b) Ngoài trời

Ít nhất hai mẫu cần được lấy ở lối vào tòa nhà hoặc tại vị trí hút khí ngoài trời. Khi không khí ngoài trời được hút vào nhà tập trung tại một vị trí thì có thể lấy một mẫu. Ngoài ra, khi (các) chất gây ô nhiễm cần được kiểm soát có thể bị ảnh hưởng bởi điều kiện ngoài trời thì không khí ngoài trời nên được lấy mẫu hàng ngày.

4.2.2 Vị trí mẫu

Điểm lấy mẫu hoặc đầu lấy mẫu phải được đặt ở độ cao trong khoảng từ 75 cm đến 120 cm so với mặt sàn, ở giữa phòng hoặc giữa không gian hoạt động của người ở trong phòng.

### 4.2.3 Tần suất đo

Khi kiểm tra đánh giá hiện trạng CLKKTN công cộng thì phải đo lường các thông số CLKKTN liên tục 8 h hoạt động/24 h hoặc đo 4 lần trong 8 h hoạt động và so sánh trị số trung bình đo 8 h đó với các trị số cho trong Bảng 1.

Khi kiểm tra đánh giá hiện trạng CLKKTN ở thì phải đo lường các thông số CLKKTN liên tục 24/24 h hoặc đo 8 lần trong 24 h và so sánh trị số trung bình đo 24 h đó với các trị số cho trong Bảng 1.

Khi kiểm tra đánh giá hiện trạng nồng độ khí radon phải đo liên tục hơn 3 tháng bất kỳ và so sánh trị số trung bình đo 3 tháng đó với các trị số cho trong Bảng 1.

## 5 Khuyến nghị chung

**5.1** Trong thực tế, các chất ô nhiễm nêu trong Bảng 1 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.

**5.2** Khi người cư trú và làm việc trong tòa nhà khiếu nại về môi trường không khí trong nhà, dù điều này bắt nguồn từ các yếu tố khác như ecgônômi, chiếu sáng, ô nhiễm tiếng ồn, v.v... thì môi trường không khí trong nhà vẫn cần được xem xét thêm.

**5.3** Thông thường, nồng độ khí ozon trong nhà nằm trong mức phơi nhiễm cho phép, nhưng nó không ổn định, ở một thời điểm nào đó, nồng độ khí ozon có thể đột ngột tăng cao và vượt trị số khuyến cáo được chấp nhận. Vì vậy 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 dẫn đến các sản phẩm oxy hóa có thể làm cho CLKKTN rất kém, gây kích ứng và ảnh hưởng xấu đến sức khỏe con người.

**5.4** 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 gây ra các bệnh hô hấp, tim mạch, thần kinh và có thể gây ra biến đổi tế bào dẫn đến ung thư. Khi đốt hương nhang cần phải mở cửa thông gió tự nhiên. 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.

**5.5** Đối với các tòa nhà mới được xây dựng xong hay tòa nhà hiện hữu được sửa chữa cải tạo xong đưa vào sử dụng, các vật liệu xây dựng nội thất, sơn ve, keo dán, các thảm trải sàn, thảm treo tường và các đồ đạc nội thất mới thường thải ra rất nhiều chất VOC và formaldehyt, ảnh hưởng xấu đến sức khỏe của người sử dụng. Vì vậy, 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 ở Bảng 1 hay không? Thông thường 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. Trong trường hợp tòa nhà

**TCVN 13521:2022**

mới xây hay tòa nhà hiện hữu được cải tạo nội thất xong đưa vào sử dụng ngay mà đóng kín cửa bật điều hòa không khí thì cần phải lắp đặt thêm máy lọc không khí để xử lý ô nhiễm formaldehyt và các chất VOC.

**Phụ lục A**

(Tham khảo)

**Kiểm soát phơi nhiễm – Thông gió****A.1 Lưu lượng thông gió**

Đối với mục đích thiết kế thông gió-điều hòa không khí đảm bảo tiện nghi, lưu lượng không khí ngoài nhà tối thiểu cần thiết cho bất kỳ không gian hoạt động sử dụng của con người trong tòa nhà được tính toán theo quy định của TCVN 5687:2010. Lưu lượng không khí ngoài nhà cho không gian hoạt động sử dụng của con người nêu trong TCVN 5687:2010 đã tính đến mật độ người nêu trong quy tắc phòng ngừa cháy nổ của các tòa nhà, yêu cầu pha loãng mùi do người gây ra và từ các hoạt động của họ và yêu cầu pha loãng các chất ô nhiễm do vật liệu xây dựng nội thất và thiết bị, đồ đạc trong nhà gây ra.

**A.2 Lưu lượng không khí ngoài nhà cấp vào trong nhà theo yêu cầu vệ sinh**

Lưu lượng không khí ngoài nhà cấp vào trong nhà theo yêu cầu vệ sinh môi trường cho các phòng điều hòa không khí phải được tính toán để có thể pha loãng được các chất độc hại và mùi ô nhiễm tỏa ra từ cơ thể con người và từ đồ đạc, vật liệu, trang thiết bị trong phòng. Trong trường hợp không đủ điều kiện tính toán cụ thể, lưu lượng không khí ngoài nhà cấp vào phòng có thể lấy theo tiêu chuẩn đầu người hoặc theo diện tích sàn nhà cho trong Bảng A.1 dưới đây.

**Bảng A.1 - Tiêu chuẩn lưu lượng không khí ngoài nhà cấp cho các phòng điều hòa không khí tiện nghi theo yêu cầu vệ sinh môi trường**

TT	Loại phòng	Diện tích m <sup>2</sup> /người	Lưu lượng không khí ngoài nhà yêu cầu		Ghi chú
			m <sup>3</sup> /h.ng	m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	
1	Khách sạn, nhà nghỉ				
	Phòng ngủ	10	35		Không phụ thuộc diện tích phòng
	Phòng khách	5	35		
	Hành lang	3	25		
	Phòng họp, hội thảo	2	30		
	Đại sảnh	1	25		
	Phòng làm việc	12 - 14	30		
	Sảnh đợi	1,5	25		
	Phòng ngủ tập thể	5	25		
	Phòng tắm			40	Được sử dụng khi cần thiết, không thường xuyên

Bảng A.1 (tiếp theo)

TT	Loại phòng	Diện tích m <sup>2</sup> /người	Lưu lượng không khí ngoài nhà yêu cầu		Ghi chú
			m <sup>3</sup> /h.ng	m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	
2	Cửa hàng giặt khô	3	40		
3	Nhà hàng ăn uống				
	Phòng ăn	1,4	30		
	Phòng Cà-phê, ăn nhanh	1	30		
	Quầy bar,cock-tai	1	35		Cần lắp thêm hệ thống hút khói
	Nhà bếp (nấu nướng)	5	25		Phải có hệ thống hút mùi. Tổng lượng không khí ngoài vào phải đủ đảm bảo lượng hút thải không dưới 27 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>
4	Nhà hát, rạp chiếu bóng				
	Phòng khán giả	0,7	25		Cần có thông gió đặc biệt để loại bỏ các ảnh hưởng xấu của quá trình dàn dựng sân khấu, như các khâu khói lửa, khói mù, v.v...
	Hành lang	0,7	20		
	Studio	1,5	25		
	Phòng bán vé	1,6	30		
5	Cơ sở đào tạo, trường học				
	Phòng học	2	25		
	Phòng thí nghiệm	3,3	25		Xem thêm quy định tại tài liệu của phòng thí nghiệm
	Phòng hội thảo, tập huấn	3,3	30		
	Thư viện	5	25		
	Hội trường	0,7	25		
	Phòng học nhạc, học hát	2	25		
	Hành lang	-	-	2	
	Phòng kho	-	-	9	

Bảng A.1 (tiếp theo)

TT	Loại phòng	Diện tích m <sup>2</sup> /người	Lưu lượng không khí ngoài nhà yêu cầu		Ghi chú
			m <sup>3</sup> /h.ng	m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	
6	Bệnh viện, trạm xá, nhà an dưỡng				
	Phòng bệnh nhân	10	40		
	Phòng khám bệnh	5	25		
	Phòng phẫu thuật	5	50		
	Phòng khám nghiệm tử thi	-	-	9	Không được lấy không khí từ đây cấp cho các phòng khác
	Phòng vật lý trị liệu	5	25		
	Phòng ăn	1	25		
	Phòng bảo vệ	2,5	25		
7	Nhà thi đấu thể dục, thể thao và giải trí				
	Khán đài thi đấu	0,7	25		
	Phòng thi đấu	1,4	35		
	Sân trượt băng trong nhà	-	-	9	
	Bể bơi trong nhà có khán giả	-	-	9	Có thể đòi hỏi lưu lượng không khí lớn hơn để khống chế độ ẩm
	Sân khiêu vũ	1	40		
	Phòng bowling	1,4	40		
8	Các không gian công cộng				
	Hành lang và phòng chứa đồ gia dụng	-	-	1	
	Dãy cửa hiệu buôn bán	5	-	4	
	Cửa hàng	20	-	1	
	Phòng nghỉ	1,5	25		
	Phòng hút thuốc	1,5	30		Phải hút thải khói thuốc, không tuần hoàn khí thải

Bảng A.1- (kết thúc)

TT	Loại phòng	Diện tích m <sup>2</sup> /người	Lưu lượng không khí ngoài nhà yêu cầu		Ghi chú
			m <sup>3</sup> /h.ng	m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	
9	Các loại cửa hàng đặc biệt				
	Cửa hàng cắt tóc	4	25		
	Cửa hàng chăm sóc sắc đẹp	4	40		
	Các cửa hàng quần áo, đồ gỗ	-	-	5	
	Cửa hàng bán hoa	12	25		
	Siêu thị	12	25		
10	Bến xe, nhà ga				
	Phòng đợi tàu xe	1	25		
	Nhà ga (trong nhà)	1	25		
11	Nhà hành chính- công sở				
	Phòng làm việc	8 – 10	25		
	Phòng hội thảo, phòng họp, phòng hội đồng	1	30		
	Phòng chờ	2	25		
12	Nhà ở				
	Phòng ngủ	8 – 10	35		
	Phòng khách	8 – 10	30		
CHÚ THÍCH: Diện tích m <sup>2</sup> /người là diện tích thực tế yêu cầu cho một người trong phòng sử dụng					
[Nguồn: Phụ lục F của TCVN 5687:2010 Thông gió-điều hòa không khí – Tiêu chuẩn thiết kế].					

### A.3 Đặc điểm thông gió

Đảm bảo đủ lượng không khí thay đổi có tầm quan trọng lớn đối với CLKKTN. Thông gió đúng cách trong tòa nhà là cần thiết cho sức khỏe và sự thoải mái của người cư ngụ cũng như để bảo vệ tài sản khỏi hư hại. Các tòa nhà hiện đại, ví dụ: nhà văn phòng và nhà chung cư cao tầng, với các cửa sổ được đóng kín, có thể dẫn đến không đủ thông gió, điều này có thể gây ra sự gia tăng nồng độ các chất ô nhiễm phát sinh trong nhà. Do đó, thông gió thủ công của người cư ngụ hoặc sử dụng hệ thống điều hòa không khí và thông gió cơ khí là cần thiết. Tuy nhiên, thông gió quá mức có thể gây mất tiện nghi và tăng tiêu thụ năng lượng.

Các quy định xây dựng có các điều khoản yêu cầu thông gió để kiểm soát độ ẩm và các chất gây ô nhiễm khác. Các phép đo đối với điều kiện thông gió cho phép xác nhận xem các yêu cầu này có được

đáp ứng trong thực tế hay không. Kiến thức về các điều kiện thông gió rất quan trọng giúp phân tích các nguyên nhân có thể gây ra CLKKTN không đạt mức chấp nhận. Do đó, việc lấy mẫu và phân tích các chất gây ô nhiễm trong nhà tốt nhất phải đi kèm với các phép đo gió, từ đó ước tính được mức độ phát thải của các nguồn gây ô nhiễm.

### **A.3.1 Phương pháp sử dụng**

Các phương pháp được sử dụng liên quan đến việc sử dụng các kỹ thuật khí vết để xác định hệ số thay đổi không khí [TCVN 10736-8 (ISO 16000-8)] và hiệu quả trao đổi không khí.

#### **A.3.1.1 Hệ số thay đổi không khí**

Hệ số thay đổi không khí (như là một chỉ số về điều kiện thông gió trong tòa nhà) có thể xác định được bằng cách xác định thời gian trung bình tồn lưu cục bộ của không khí (và tỷ lệ nghịch với nó là hệ số thay đổi không khí hiệu quả cục bộ) trong tòa nhà. Thời gian tồn lưu trung bình của không khí trong một khu vực của tòa nhà cho biết thời gian trung bình không khí tích tụ các chất ô nhiễm đã tồn tại trong một khu vực của tòa nhà, và nó liên quan chặt chẽ với thời gian trao đổi không khí trong khu vực.

Nồng độ của một chất ô nhiễm phát sinh từ các nguồn phát thải liên tục trong tòa nhà tăng theo thời gian không khí tích tụ ở trong nhà. Thời gian tồn lưu của không khí trong một không gian càng thấp thì nồng độ các chất ô nhiễm càng thấp. Một mô tả chi tiết về các quy trình liên quan và các phương pháp được sử dụng tham khảo TCVN 10736-8 (ISO 16000-8).

#### **A.3.1.2 Hiệu quả thay đổi không khí**

Có thể sử dụng thời gian tồn lưu của không khí được xác định theo kỹ thuật khí vết để tính toán hiệu quả thay đổi không khí trong các tòa nhà điều hòa không khí hoặc thông gió cơ khí. Giá trị này mô tả mức độ thông gió tốt như thế nào so với mức thông gió đạt được trong một lưu lượng piston lý tưởng. Định nghĩa về hiệu quả thay đổi không khí dựa trên việc so sánh thời gian lưu của không khí trong không gian sử dụng của tòa nhà với thời gian lưu của không khí trong điều kiện không khí được thông gió hoà trộn hoàn hảo. Đối với một hệ thống hòa trộn hoàn toàn, hiệu quả thay đổi không khí bằng 1. Phương pháp đo hiệu quả thay đổi không khí trong các tòa nhà sử dụng điều hòa không khí hoặc thông gió cơ khí có thể tham khảo trong ANSI/ASHRAE 129-1997 (RA 2002).



**Phụ lục B**  
(Tham khảo)

**Bảo trì hệ thống thông gió - điều hòa không khí**

**B.1 Kiểm tra hệ thống thông gió - điều hòa không khí**

Hệ thống thông gió - điều hòa không khí cần được kiểm tra trực quan về độ sạch. Tần suất kiểm tra khuyến cáo cho các thành phần chính của hệ thống thông gió - điều hòa không khí được trình bày trong Bảng B.1 dưới đây. Có thể phải kiểm tra vệ sinh thường xuyên hơn, tùy thuộc vào điều kiện môi trường và thông gió cơ khí cũng như các yếu tố con người. Các bảng trong Phụ lục B được sử dụng để quy định lựa chọn các phương pháp, dữ liệu đầu vào cần thiết và tham chiếu đến các tài liệu khác.

**Bảng B.1 - Khoảng thời gian khuyến nghị để kiểm tra độ sạch của  
hệ thống thông gió - điều hòa không khí**

Các thành phần của hệ thống thông gió - điều hòa không khí	Khoảng thời gian kiểm tra
Thiết bị trao đổi nhiệt	6 tháng
Ống dẫn cấp khí	12 tháng
Ống dẫn khí hồi lưu	12 tháng

Kiểm tra vệ sinh cần được tiến hành theo phương pháp sao cho không gây ra sự nhiễu loạn quá mức đối với bụi đã lắng đọng, khuếch đại vi sinh vật hoặc các mảnh vụn khác, khiến chúng có thể có tác động tiêu cực đến môi trường trong nhà.

Cần kiểm tra vệ sinh AHU và các thành phần của hệ thống thông gió - điều hòa không khí và đường ống dẫn. Tỷ lệ tối thiểu đối với các hệ thống và các bộ phận cần được kiểm tra trong các tình huống khác nhau được chỉ ra trong Bảng B.2.

**Bảng B.2 - Các bộ phận được khuyến nghị cần kiểm tra**

Tình huống	Hệ thống cần kiểm tra	Bộ phận cần kiểm tra
Trong quá trình kiểm tra định kỳ	10 % các hệ thống thiết bị tương tự	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cửa lấy khí ngoài trời</li> <li>• AHU</li> <li>• Ống dẫn chính</li> <li>• 10 % ống dẫn nhánh</li> </ul>
Khi sự cố được phát hiện trong quá trình kiểm tra định kỳ	100 % các hệ thống thiết bị tương tự	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cửa lấy khí ngoài trời</li> <li>• AHU</li> <li>• Ống dẫn chính</li> <li>• 10 % ống dẫn nhánh</li> </ul>
Phục vụ giải quyết các khiếu nại	100 % (các) hệ thống phục vụ khu vực bị ảnh hưởng	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cửa lấy khí ngoài trời</li> <li>• AHU</li> <li>• Ống dẫn chính</li> <li>• Ống dẫn nhánh</li> </ul>

**B.1.1 Kiểm tra điều kiện bề mặt bên trong đối với hệ thống thông gió - điều hòa không khí**

Hai thử nghiệm điều kiện bề mặt bên trong có thể được sử dụng để chỉ ra khả năng hệ thống có thể phát thải các chất ô nhiễm ra không khí trong nhà:

- Kiểm tra độ dày bụi bám (bụi tích tụ);
- Thử chân không.

Các thử nghiệm được khuyến nghị lặp lại trong khoảng thời gian không quá 12 tháng. Vị trí đề xuất các điểm kiểm tra và số lượng điểm kiểm tra tối thiểu được trình bày trong Bảng B.3.

**Bảng B.3 - Vị trí đề xuất của các điểm kiểm tra**

Tổng chiều dài ống dẫn khí trên mỗi hệ thống	Vị trí điểm kiểm tra	Số lượng điểm kiểm tra tối thiểu
Đoạn 300 m đầu tiên	1 điểm kiểm tra cho 50 m	3 điểm kiểm tra cho toàn bộ hệ thống
> 300 m	1 điểm kiểm tra cho 100 m	

Các giá trị trung bình phải được tính cho tất cả các điểm kiểm tra được thực hiện trên mỗi hệ thống thông gió - điều hòa không khí và kết quả được sử dụng để xác định xem có cần thiết phải làm sạch hệ thống hay không.

**B.1.2 Các tình trạng cần làm sạch hệ thống thông gió - điều hòa không khí**

Hệ thống thông gió - điều hòa không khí cần được làm sạch khi kết quả kiểm tra độ sạch của hệ thống cho thấy hệ thống đã bị nhiễm bẩn hoặc hiệu suất của hệ thống bị giảm do sự tích tụ ô nhiễm. Tình trạng của hệ thống thông gió - điều hòa không khí yêu cầu phải làm vệ sinh được nêu trong Bảng B.4.

**Bảng B.4 - Các tình trạng hệ thống thông gió - điều hòa không khí khuyến cáo cần phải làm vệ sinh**

Tình trạng hệ thống thông gió - điều hòa không khí	Định nghĩa
Ô nhiễm hệ thống thông gió - điều hòa không khí	<ul style="list-style-type: none"><li>• Khi có sự tích tụ đáng kể các chất không nên có trong hệ thống thông gió - điều hòa không khí (ví dụ: bụi, bẩn và mảnh vụn) và sự phát triển của vi sinh vật thấy được bằng quan sát trực quan.</li><li>• Khi hệ thống thông gió - điều hòa không khí thải các hạt bụi có thể nhìn thấy vào không gian sử dụng hoặc sự gia tăng các hạt bụi trong không khí từ hệ thống thông gió - điều hòa không khí thải vào không khí trong nhà.</li></ul>
Hiệu suất suy giảm	Khi các thành phần hệ thống thông gió - điều hòa không khí bị ảnh hưởng, tắc nghẽn hoặc cặn lắng bẩn gây ra sự thiếu hiệu quả của hệ thống, suy giảm luồng khí hoặc các điều kiện khác có thể ảnh hưởng đáng kể đến mục tiêu thiết kế của hệ thống thông gió - điều hòa không khí.

Các hệ thống thông gió - điều hòa không khí cũng cần được làm sạch khi kết quả kiểm tra tình trạng điều kiện bề mặt bên trong cho thấy mức độ lắng đọng cao hơn giới hạn khuyến cáo. Các giới hạn lắng đọng khuyến cáo yêu cầu làm sạch hệ thống thông gió - điều hòa không khí được chỉ định trong Bảng B.5.

**Bảng B.5 - Các giới hạn lắng đọng khuyến cáo yêu cầu làm sạch hệ thống thông gió - điều hòa không khí**

Loại hệ thống	Giới hạn bụi tích tụ bề mặt	Phương pháp thử nghiệm
Hút ra	6 g/m <sup>2</sup> 180 µm	Kiểm tra chân không Kiểm tra độ dày lắng đọng
T tuần hoàn	1 g/m <sup>2</sup> 60 µm	Kiểm tra chân không Kiểm tra độ dày lắng đọng
Cung cấp	1 g/m <sup>2</sup> 60 µm	Kiểm tra chân không Kiểm tra độ dày lắng đọng

## Phụ lục C

(Tham khảo)

### Chất lượng không khí trong nhà, năng suất làm việc và sức khỏe

#### C.1 Khái niệm chung

Mặc dù đã có một số ấn phẩm khoa học viết về CLKKTN và hiệu suất công việc và sức khỏe, nhưng chúng vẫn chưa được đưa vào các tiêu chuẩn hoặc luật hiện hành. Mối liên hệ giữa tiếp xúc với môi trường trong nhà và năng suất làm việc vẫn đang được tích cực nghiên cứu, mặc dù bằng chứng về tác động của một số phơi nhiễm ảnh hưởng đến năng suất lao động đã được ghi nhận. Phụ lục này cung cấp một bản tóm tắt các tài liệu khoa học được xuất bản về chủ đề này, rút ra từ một phân tích tổng hợp các tòa nhà được tham chiếu <sup>[60]</sup>.

Trong việc diễn giải thông tin, cần lưu ý những điều sau:

- Các tòa nhà được tham chiếu bao gồm ở nhiều vùng khí hậu, nhưng rất ít tòa nhà ở vùng khí hậu nhiệt đới;
- Các tác động cụ thể của các điều kiện khác nhau của CLKKTN (ví dụ: thông gió và nhiệt độ) đối với những người thích nghi với khí hậu nhiệt đới chưa được phân tích từ các dữ liệu thô.

#### C.2 Tóm tắt phân tích tổng hợp các tòa nhà được tham chiếu

Chất lượng môi trường trong nhà không đạt mức chấp nhận được có liên quan đến sự gia tăng các hội chứng của bệnh SBS, bệnh hô hấp, nghỉ ốm và giảm năng suất. Các tính toán chỉ ra rằng chi phí của chất lượng môi trường trong nhà kém có thể dẫn đến cao hơn chi phí năng lượng, điều hòa không khí và thông gió, và nhiều biện pháp cải thiện chất lượng môi trường trong nhà sẽ có hiệu quả cao khi xem xét cả tiết kiệm chi phí cho việc cải thiện sức khỏe hoặc năng suất lao động.

Chất lượng môi trường trong nhà bao quát hơn CLKKTN, nó bao gồm cả chất lượng không khí, vi khí hậu, ánh sáng, âm học, v.v...

Các mô hình ban đầu để định lượng những lợi ích cho sức khỏe và năng suất lao động khi môi trường trong nhà tốt hơn được trình bày, dựa trên phân tích của các công trình đã được công bố, cho phép các chuyên gia xây dựng lựa chọn các giải pháp thiết kế tòa nhà và công tác vận hành có xem xét ảnh hưởng đến sức khỏe và năng suất lao động. Chúng bao gồm các mối quan hệ định lượng giữa hệ số thông gió và nghỉ ốm ngắn ngày, hệ số thông gió và hiệu suất làm việc, chất lượng không khí cảm nhận được và hiệu suất làm việc, nhiệt độ và hội chứng SBS. Những điều này cho thấy tồn tại mối quan hệ giữa các hội chứng SBS và hiệu suất làm việc.

## **TCVN 13521:2022**

### **C.2.1 Hệ số thông gió và nghỉ ốm ngắn ngày**

Thông gió làm giảm nồng độ các chất gây ô nhiễm trong không khí trong nhà. Thông gió không đầy đủ làm tăng tỷ lệ mắc một số loại bệnh hô hấp truyền nhiễm <sup>[58],[43],[66]</sup>.

### **C.2.2 Hệ số thông gió và hiệu suất công việc**

Thông gió ảnh hưởng đến năng suất làm việc theo cả gián tiếp và trực tiếp thông qua tác động của nó đối với nghỉ ốm ngắn ngày do các bệnh truyền nhiễm. Điều này được chứng minh từ dữ liệu của năm (05) nghiên cứu tại không gian làm việc phù hợp (tốc độ làm việc ở trung tâm điện thoại, tức là thời gian cho mỗi cuộc gọi, được sử dụng như một thước đo hiệu suất công việc) đã được điều chỉnh, chuẩn hóa và áp dụng trọng số <sup>[46],[45],[63],[64],[68]</sup>; hai nghiên cứu trong môi trường phòng thí nghiệm có kiểm soát (trong đó tốc độ và/hoặc độ chính xác của mô phỏng hiệu suất công việc văn phòng) <sup>[42],[66]</sup>; và một nghiên cứu được thực hiện tại các trường học (sử dụng hệ thống đánh giá hiệu suất của Thụy Điển với thời gian phản ứng) <sup>[53]</sup>. Xu hướng tăng hiệu suất khi tăng hệ số thông gió theo thống kê lên tới xấp xỉ 16 L/s-người với độ tin cậy là 90 % và lên đến 14 L/s-người với độ tin cậy là 95 %.

### **C.2.3 Cảm nhận chất lượng không khí và hiệu suất công việc**

Đánh giá cảm quan là một thước đo tích hợp của chất lượng không khí được cảm nhận bằng các giác quan của con người (dây thần kinh khứu giác và mắt). Mức cảm quan khứu giác có thể được đánh giá bởi các nhóm khảo nghiệm được đào tạo hoặc chưa được đào tạo. Định hướng là nhóm khảo nghiệm chưa được đào tạo, trong đó các thành viên đánh giá chất lượng không khí là chấp nhận được hoặc không thể chấp nhận được trong suốt tám giờ làm việc trong ngày. Tỷ lệ thành viên nhóm đánh giá chất lượng không khí là không thể chấp nhận được (không hài lòng với chất lượng không khí) được sử dụng làm chỉ số cảm nhận chất lượng không khí. Số liệu này dường như nhạy cảm hơn so với đánh giá chất lượng không khí với thang đo tham chiếu.

Các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm <sup>[65],[66],[67],[48],[42]</sup> chỉ ra rằng hiệu suất làm việc (mô phỏng công việc văn phòng bao gồm soạn thảo văn bản, những công việc phụ trợ, suy luận logic) bị suy giảm với tỷ lệ phần trăm không hài lòng đối với chất lượng không khí. Tuy nhiên, vẫn chưa xác định được rằng liệu chỉ số cảm nhận chất lượng không khí thấp hơn có liên quan đến hiệu suất làm việc hay chỉ có một chỉ số của một số yếu tố khác trong tòa nhà có mối quan hệ nhân quả với hiệu suất làm việc. Chỉ số cảm nhận chất lượng không khí bị ảnh hưởng bởi một số yếu tố. Chỉ số này phụ thuộc chủ yếu vào các nguồn gây ô nhiễm và lưu lượng thông gió, đồng thời còn phụ thuộc vào nhiệt độ và độ ẩm.

### **C.2.4 Nhiệt độ và hiệu suất công việc**

Đánh giá của 26 nghiên cứu bao gồm các dữ liệu của nhiều địa phương cho thấy có mối quan hệ giữa nhiệt độ không khí trong nhà và hiệu suất công việc <sup>[39]</sup>.

### C.3 Hiệu suất công việc và hội chứng SBS

#### C.3.1 Chất lượng không khí trong nhà không đạt mức chấp nhận được và hội chứng SBS

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng các hội chứng SBS có liên quan đến đặc điểm của các tòa nhà và môi trường trong nhà. Các yếu tố nguy cơ được xác định cho các hội chứng SBS bao gồm điều hòa không khí<sup>[59]</sup>, hệ số thông gió thấp hơn và nồng độ khí CO<sub>2</sub> cao hơn<sup>[58],[66]</sup>, nhiệt độ không khí cao hơn<sup>[49],[50]</sup>, nồng độ của một số loại hợp chất hữu cơ dễ bay hơi cao hơn<sup>[61],[40],[41]</sup>, bụi bẩn và thừa hơi nước trong các hệ thống thông gió - điều hòa không khí<sup>[51]</sup>, và các vấn đề về độ ẩm trong các tòa nhà<sup>[57]</sup>.

Những điều sau đây đã được phát hiện từ báo cáo của nhiều nghiên cứu về sự phổ biến hoặc cường độ của các hội chứng SBS và thước đo hiệu suất công việc:

- a) Trong các nghiên cứu thực địa, việc đánh giá khách quan năng suất làm việc bị ảnh hưởng tiêu cực bởi các hội chứng SBS trong môi trường văn phòng<sup>[54],[55],[63],[64]</sup> và trong môi trường học đường<sup>[52],[53]</sup>.
- b) Trong các báo cáo nghiên cứu trong phòng thí nghiệm cho thấy đánh giá khách quan hiệu suất thực hiện các công việc ở văn phòng bị ảnh hưởng tiêu cực từ các hội chứng SBS<sup>[42],[48],[56],[65],[66]</sup>.

Hai nghiên cứu sử dụng dữ liệu hiệu suất khách quan cho thấy mối quan hệ giữa hiệu suất và hội chứng SBS. Niemela và cộng sự<sup>[59]</sup> đề xuất, dựa trên dữ liệu từ một trung tâm điện thoại, việc giảm trung bình 7,4 % điểm trong tỷ lệ mắc các triệu chứng thần kinh trung ương hàng tuần tương ứng với mức tăng giảm năng suất lao động 1,1 %. Tham và Willem<sup>[64]</sup> báo cáo mối quan hệ tuyến tính giữa cường độ của điểm số trung bình của các triệu chứng rối loạn thần kinh và thời gian nói chuyện trung bình trong một trung tâm điện thoại. Thời gian nói chuyện được cải thiện (rút ngắn) 5 % trên 10 điểm làm thay đổi cường độ của các triệu chứng. Cường độ của các triệu chứng được đo bằng cường độ đau theo thang nhin (VAS) từ 0 đến 100.

#### C.3.2 Nhiệt độ và hội chứng SBS

Các nghiên cứu đã báo cáo mối liên hệ giữa nhiệt độ ẩm hơn và tỷ lệ mắc cao hơn hoặc cường độ cao hơn của các hội chứng SBS. Ba nghiên cứu báo cáo cường độ của các hội chứng SBS đã được thực hiện tại hiện trường trong các tòa nhà không có vấn đề<sup>[50],[63],[62]</sup> và hai nghiên cứu đã được thực hiện trong phòng thí nghiệm<sup>[44],[47]</sup>.

### C.4 Tóm tắt

Dữ liệu trên cho thấy có sự ảnh hưởng của CLKKTN và các điều kiện của tòa nhà liên quan đến sức khỏe và năng suất của nhân viên làm việc trong nhà. Có thể ước tính định lượng mức độ thông gió, nhiệt độ và đánh giá cảm quan liên quan đến kết quả thực hiện công việc và sức khỏe. Các dữ liệu hiện có đã chỉ ra sự tồn tại một mối quan hệ giữa các hội chứng SBS và giảm năng suất lao động. Các hàm phân tích đáng tin cậy liên quan đến các hội chứng SBS đối với năng suất lao động hoặc nghỉ việc sẽ rất có giá trị vì có nhiều dữ liệu hiện có liên quan đến thiết kế và vận hành tòa nhà với tỷ lệ mắc các hội chứng SBS.

## Phụ lục D

(Tham khảo)

### Hướng dẫn đảm bảo chất lượng không khí trong nhà được chấp nhận

#### D.1 Thiết kế

Chất lượng không khí trong nhà là kết quả của một số giải pháp thiết kế đảm bảo các yếu tố liên quan, không chỉ là tốc độ thông gió và đặc điểm thông gió, hay điều hòa không khí. Trong giai đoạn đầu thiết kế xây dựng tòa nhà, cần xem xét tất cả các yếu tố liên quan được hướng dẫn từ D.1.1 đến D.1.4. Thiết kế xây dựng tòa nhà bao gồm thiết kế kiến trúc, cách nhiệt kết cấu bao che, che nắng cửa sổ, hệ thống thông gió - điều hòa không khí. Cần lựa chọn phương án thiết kế để cung cấp chất lượng không khí được chấp nhận trong điều kiện hoạt động bình thường của tòa nhà.

##### D.1.1 Vị trí của tòa nhà

###### D.1.1.1 Môi trường nơi xây dựng tòa nhà

Môi trường nơi tòa nhà được xây dựng có tác động lớn đến CLKKTN của tòa nhà. Cần xem xét cẩn thận để giảm thiểu tác động xấu của môi trường xung quanh.

###### D.1.1.2 Chất lượng không khí ngoài nhà

Chất lượng không khí ngoài nhà được đưa vào trong tòa nhà phải phù hợp với các quy chuẩn chất lượng không khí xung quanh. Trong trường hợp điều này là không thể, nên xem xét xử lý không khí ngoài nhà phù hợp trước khi nó được cấp vào trong nhà. Bộ lọc không khí ngoài nhà của hệ thống thông gió - điều hòa không khí phải bảo đảm các thông số không khí cấp vào nhà đáp ứng các giá trị nêu ở Bảng 1.

Trong trường hợp nồng độ ozon trong không khí ngoài nhà tăng cao, có thể cân nhắc áp dụng kỹ thuật lọc để giảm nồng độ ozon trong nhà.

Các vị trí lấy không khí ngoài nhà nên được lựa chọn hợp lý, tránh khu vực quán gió, những vùng không khí có dấu hiệu ô nhiễm để tối ưu hóa chất lượng không khí ngoài nhà.

##### D.1.2 Nguồn và kiểm soát các chất gây ô nhiễm không khí trong nhà

Ô nhiễm nhiệt, ô nhiễm bụi, ô nhiễm các hóa chất độc hại và ô nhiễm vi khuẩn, nấm mốc trong không khí trong nhà là do các nguồn ô nhiễm phát sinh ở trong nhà như: từ các hoạt động ở trong nhà, các nguồn thải ô nhiễm từ vật liệu xây dựng nội thất, các loại sơn ve, keo dán, thảm sàn nhà và từ các đồ đạc nội thất, từ sinh vật nuôi trong nhà, và còn do các nguồn ô nhiễm từ không khí ngoài nhà thâm nhập qua kết cấu bao che. Kiểm soát nguồn và các chất ô nhiễm không khí trong nhà tham khảo Phụ lục E. Kiểm soát nguồn ô nhiễm từ vật liệu xây dựng nội thất tham khảo Phụ lục F. Kiểm soát vi khuẩn và nấm mốc trong nhà tham khảo Phụ lục H.

### D.1.3 Các đặc trưng của thông gió

Lưu lượng không khí ngoài nhà cấp cho các phòng có điều hòa không khí theo yêu cầu vệ sinh phải được tính toán cụ thể để đảm bảo yêu cầu pha loãng được các chất độc hại và mùi ô nhiễm tỏa ra từ cơ thể con người khi hoạt động, từ vật liệu xây dựng nội thất và từ đồ vật, trang thiết bị trong phòng. Trong trường hợp không đủ điều kiện tính toán, lưu lượng không khí ngoài nhà cấp cho phòng có thể lấy theo tiêu chuẩn lưu lượng không khí trên đầu người hoặc trên  $m^2$  diện tích sàn cho trong Phụ lục A. Ngoài việc bảo đảm bội số trao đổi không khí (hay lưu lượng thông gió), cần tuân thủ các yêu cầu phân phối không khí tươi và không khí tuần hoàn cho CLKKTN chấp nhận được trong không gian hoạt động của người sử dụng trong phòng, cũng như phải cấp đủ không khí tươi bên ngoài vào nhà để đáp ứng nhu cầu thở của con người trong nhà. Khi cần xác định hiệu suất thông gió, thông tin về các đặc tính thông gió (như bội số trao đổi không khí ngoài nhà và hiệu quả trao đổi không khí), được lấy theo Phụ lục A.

### D.1.4 Bản chất và loại hình sử dụng của tòa nhà

#### D.1.4.1 Tính linh hoạt

Thiết kế tòa nhà và các hệ thống thiết bị tòa nhà cần phải linh hoạt để phù hợp với những thay đổi nhỏ trong việc sử dụng tòa nhà. Khuyến cáo rằng tác động đến CLKKTN nên được đánh giá định kỳ.

#### D.1.4.2 Loại vật liệu xây dựng

Các vật liệu xây dựng nội thất có ảnh hưởng trực tiếp đến CLKKTN. Cần thận trọng trong việc lựa chọn vật liệu xây dựng nội thất (xem Phụ lục F).

#### D.1.4.3 Hoạt động vệ sinh tòa nhà

Mức độ vệ sinh cao phải luôn được duy trì trong tòa nhà vì nếu đồ đạc và nhà cửa không được giữ gìn vệ sinh sạch sẽ có thể có ảnh hưởng xấu đến CLKKTN. Loại bỏ các chất gây ô nhiễm thông qua các hoạt động làm vệ sinh tòa nhà thường xuyên và hợp lý có thể có tác động tích cực đến việc nâng cao CLKKTN.

#### D.1.4.4 Độ kín khí và chênh lệch áp suất

Thiết kế kết cấu bao che tòa nhà cần phải giảm thiểu sự xâm nhập các chất ô nhiễm qua kết cấu bao che từ bên ngoài vào nhà. Chênh lệch áp suất giữa các khu vực khác nhau trong tòa nhà cần được kiểm soát để giảm thiểu sự di chuyển không mong muốn của các chất ô nhiễm giữa các khu vực.

#### D.1.4.5 Làm sạch không khí

Để đảm bảo CLKKTN có thể chấp nhận, việc làm sạch không khí phải luôn được coi là một phần không thể thiếu của hệ thống thông gió - điều hòa không khí tốt.

##### D.1.4.5.1 Bộ lọc cung cấp không khí tuần hoàn và hỗn hợp

Hai giai đoạn lọc không khí bao gồm:



## **TCVN 13521:2022**

- a) Lọc không khí sơ cấp: Nên lắp đặt các bộ lọc không khí sơ cấp có hiệu suất tối thiểu đạt trung bình trở lên để bảo vệ các bộ lọc không khí thứ cấp của hệ thống thông gió - điều hòa không khí.
- b) Lọc không khí thứ cấp: Nên lắp đặt các bộ lọc không khí thứ cấp có hiệu suất cao hơn để bảo vệ người sử dụng tòa nhà khỏi bị bụi mịn PM2.5 trong không khí. Nếu không khí ngoài nhà được cung cấp trực tiếp vào không gian sử dụng (ví dụ: hệ thống không khí ngoài nhà được làm mát trước), nên sử dụng kết hợp lọc không khí sơ cấp với lọc không khí thứ cấp.

### **D.1.4.5.2 Giám sát sự thay đổi áp suất**

Thiết bị giám sát sự thay đổi áp suất có thể được lắp đặt thiết bị AHU để theo dõi tình trạng của các bộ lọc không khí và để xác định chính xác khi nào cần thay thế chúng.

### **D.1.4.5.3 Các kỹ thuật làm sạch không khí khác**

Các kỹ thuật làm sạch không khí khác để cải thiện CLKKTN có thể được xem xét khi thích hợp. Những lợi ích tiềm năng nên được cân nhắc sử dụng so với bất kỳ rủi ro nào về an toàn và sức khỏe.

### **D.1.4.6 Loại hình sử dụng hoặc cư trú trong nhà**

Cần đặc biệt chú ý loại hình sử dụng trong nhà vì các hoạt động diễn ra bên trong tòa nhà ảnh hưởng trực tiếp đến mức độ ô nhiễm không khí trong nhà. Ví dụ, chất lượng không khí trong các tòa nhà văn phòng bị ảnh hưởng bởi khí thải từ đồ nội thất văn phòng, vật liệu văn phòng và thiết bị văn phòng như máy photocopy và máy in. Tương tự chất lượng không khí trong các cơ sở thực phẩm thường bị ảnh hưởng bởi độ ẩm, khói, mùi do nấu ăn và khói thuốc lá từ phòng hút thuốc xâm nhập vào các phòng khác của tòa nhà.

### **D.1.4.7 Số người**

Số lượng người sử dụng trong một không gian nhất định (mật độ cư trú) cần được xem xét khi thiết kế hệ thống thông gió - điều hòa không khí. Sự biến đổi số lượng người sử dụng trong nhà cần được xem xét đầy đủ trong việc xác định lưu lượng (bội số) thông gió và khả năng thay đổi chúng trong ngày ở mỗi khu vực của tòa nhà.

### **D.1.4.8 Cân nhắc vận hành và bảo trì hệ thống thông gió - điều hòa không khí**

Khi thiết kế hệ thống thông gió - điều hòa không khí, cần xem xét vận hành và bảo trì hệ thống này (tham khảo TCVN 5687:2010). Cần có phương tiện đầy đủ và an toàn để tiếp cận đối với các bộ phận cần bảo trì thường xuyên của hệ thống thông gió - điều hòa không khí.

## **D.1.5 Khu vực hút thuốc và cấm hút thuốc**

### **D.1.5.1 Tách biệt**

Cấm hút thuốc trong các không gian ở, không gian làm việc, học tập và các không gian sinh hoạt cộng đồng. Khu vực hút thuốc phải được ngăn cách (tách biệt) với khu vực cấm hút thuốc bằng các bức tường, vách ngăn và cửa đóng kín.

**D.1.5.2 Biển báo**

Cần có biển báo dễ thấy rõ ở khu vực có hoặc có thể có khói thuốc lá. Các biển báo nên được đặt ở bên ngoài dễ nhìn thấy và ở mỗi lối vào khu vực hút thuốc lá đó.

**D.1.5.3 Áp lực không khí**

Không khí trong khu vực hút thuốc lá phải có áp lực không khí nhỏ hơn so với khu vực khác.

**D.1.5.4 Hệ số thông gió**

Khu vực hút thuốc lá cần thông gió nhiều hơn và/hoặc làm sạch không khí hơn khu vực cấm hút thuốc tương đương. Bội số thông gió tối thiểu cho khu vực hút thuốc lá có thể được chỉ định.

**D.1.5.5 Di chuyển không khí**

Không khí từ khu vực hút thuốc lá không được di chuyển hoặc lưu thông đến khu vực cấm hút thuốc bằng thông gió tự nhiên hoặc thông gió cơ khí.

**D.1.5.6 Khí thải**

Khí thải từ khu vực hút thuốc lá cần được thải ra ngoài sao cho chúng không được lưu thông vào bất kỳ khu vực cấm hút thuốc lá nào.

**D.2 Giai đoạn xây dựng****D.2.1 Trong giai đoạn xây dựng**

Trong giai đoạn xây dựng cần thực hiện các biện pháp sau đây để giảm thiểu ô nhiễm có thể xảy ra đối với môi trường không khí trong nhà

- a) Vật liệu xây dựng nội thất (như thảm, vật liệu trang trí nội thất, trang âm, v.v...) và các thành phần của hệ thống thông gió - điều hòa không khí cần được lưu giữ và bảo vệ đúng cách, tránh bị nhiễm bẩn khi thi công xây dựng;
- b) Các hoạt động xây lắp, hàn, mộc, sơn, v.v... cần được thực hiện theo cách giảm thiểu phát sinh các chất gây ô nhiễm không khí trong nhà. Đặc biệt là cần thực hiện các biện pháp ngăn ngừa ô nhiễm bụi bẩn ở các bề mặt bên trong các đường ống thông gió.

**D.2.2 Trước khi người sử dụng đến ở hay đến làm việc tại các nhà mới xây dựng**

- a) Các đường ống thông gió phải được làm sạch (ví dụ: loại bỏ nguồn ô nhiễm bằng cách làm sạch cơ học) để loại bỏ bất kỳ chất gây ô nhiễm nào bị mắc kẹt bên trong đường ống.
- b) Không khí trong nhà cần được làm sạch để bảo đảm các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi và các chất ô nhiễm khác đều đáp ứng các trị số chấp nhận được nêu ở Bảng 1.
- c) Bề mặt bên trong nhà phải sạch sẽ và không có bụi;
- d) Bảo đảm cân bằng lượng không khí cung cấp vào nhà và thải ra ngoài nhà.

## **TCVN 13521:2022**

### **D.3 Sửa chữa cải tạo**

Khi tiến hành sửa chữa cải tạo, nâng cấp các tòa nhà hiện hữu, cần phải tuân thủ các biện pháp sau:

- a) Không gian được sửa chữa, cải tạo nên được cách ly hiệu quả với các khu vực khác;
- b) Cần phải lựa chọn vật liệu và quy trình sửa chữa, cải tạo để tạo ra lượng phát thải ô nhiễm thấp nhất;
- c) Vật liệu xây dựng nội thất (như thảm, vật liệu cách âm, trần, v.v...) và các thành phần của hệ thống thông gió - điều hòa không khí được lưu giữ và bảo vệ đúng cách chống nhiễm bẩn;
- d) Công tác chế tạo và lắp đặt (như hàn, xây, mộc, sơn, v.v...) nên được thực hiện theo cách giảm thiểu việc tạo ra các chất gây ô nhiễm không khí trong nhà;
- e) Cần làm sạch các đường ống thông gió để loại bỏ bất kỳ chất gây ô nhiễm nào bị mắc kẹt bên trong các đường ống;
- f) Thực hiện các biện pháp giảm thiểu các hợp chất hữu cơ bay hơi và các chất ô nhiễm khác trong không khí trong nhà xuống dưới giới hạn được chấp nhận (Bảng 1);
- g) Bảo đảm cân bằng lượng không khí cung cấp vào nhà và thải ra ngoài nhà.

### **D.4 Vận hành, hoạt động và bảo trì**

Trước khi đưa vào vận hành/ sử dụng một tòa nhà mới hoặc tòa nhà hiện hữu được trang bị thêm thiết bị, cần chứng minh rằng hệ thống thông gió - điều hòa không khí đã được thiết kế, lắp đặt có khả năng hoạt động để đạt được CLKKTN được chấp nhận. Toàn bộ hệ thống thông gió - điều hòa không khí phải được dọn sạch mọi mảnh vụn và bụi bẩn xây dựng và được làm sạch trước khi vận hành. Các thành phần của hệ thống thông gió - điều hòa không khí của tòa nhà cần được duy trì theo các hướng dẫn được nêu trong Phụ lục B.

### **D.5 Chương trình quản lý chất lượng không khí trong nhà**

Cần xây dựng chương trình quản lý CLKKTN cụ thể cho tòa nhà để đạt được các mục tiêu dài hạn (tham khảo Phụ lục G).

## Phụ lục E

(Tham khảo)

### Nguồn ô nhiễm và kiểm soát các chất gây ô nhiễm không khí trong nhà

#### E.1 Lựa chọn phương pháp kiểm soát ô nhiễm trong nhà

##### E.1.1 Phương pháp khả dụng

Có nhiều cách khác nhau để giảm ô nhiễm trong không khí trong nhà. Thông gió thường được coi là phương pháp khả thi vì nó có thể được xem là giải pháp giảm thiểu tất cả các chất gây ô nhiễm có nguồn gốc trong nhà cùng một lúc. Tuy nhiên, thông gió không phải luôn luôn là giải pháp tốt nhất. Việc lựa chọn một phương pháp này mà không dùng phương pháp khác phụ thuộc vào một số yếu tố, bao gồm: bản chất của chất gây ô nhiễm, đặc điểm nguồn gốc của nó, ảnh hưởng của ô nhiễm đến con người, tính thực tế và kinh tế tương đối (chi phí ban đầu và chi phí vận hành).

Các biện pháp sau đây nên được áp dụng để loại bỏ hoặc giảm sự phơi nhiễm của người cư trú đối với các chất gây ô nhiễm trong không khí trong các tòa nhà.

##### – Kiểm soát nguồn (xem E.1.2):

- a) Loại bỏ (các) nguồn gây ô nhiễm;
- b) Thay thế bằng các nguồn phát sinh các chất ô nhiễm ít gây hại hoặc ít mùi khó chịu hơn;
- c) Thay đổi (các) nguồn để giảm tốc độ phát thải của chất gây ô nhiễm;
- d) Quản lý chất ô nhiễm tại từng vị trí (xem E.2);
- e) Cách ly người cư trú khỏi các nguồn gây ô nhiễm tiềm năng;
- f) Cải thiện thông gió cục bộ, ví dụ: bằng biện pháp hút thải khí cục bộ (nếu nguồn ô nhiễm là cục bộ);
- g) Sử dụng thiết bị làm sạch không khí để giảm các chất ô nhiễm cục bộ.

##### – Thông gió (xem Phụ lục A):

- a) Cải thiện hiệu quả thay đổi không khí, ví dụ bằng cách lựa chọn loại hệ thống – hòa trộn và hệ thống thải hết ra ngoài;
- b) Sử dụng hệ thống làm sạch không khí thích hợp;
- c) Yêu cầu bảo vệ cá nhân.

Các biện pháp này không loại trừ lẫn nhau và có thể phải kết hợp một số biện pháp. Thông gió đầy đủ sẽ luôn luôn được yêu cầu đối với bất kể cách tiếp cận nào được sử dụng.

## **TCVN 13521:2022**

### **E.1.2 Kiểm soát nguồn**

#### **E.1.2.1 Loại bỏ**

Loại bỏ một nguồn có nghĩa là loại trừ một nguồn hoàn toàn vì nó không cần thiết trong tòa nhà. Ví dụ, di chuyển kho lưu trữ vật liệu hoặc dây chuyền công nghệ sang vị trí khác hoặc không cho phép một số hoạt động nhất định (ví dụ: hút thuốc lá, sử dụng chất lỏng tẩy rửa) khi không cần thiết. Trong một số trường hợp, thậm chí hoạt động ăn uống có thể tạo ra một nguồn ô nhiễm đáng kể và có thể cần phải hạn chế, ít nhất là theo thời gian nếu không hạn chế được trong không gian.

#### **E.1.2.2 Thay thế**

Nếu nguồn ô nhiễm nhất thiết phải có trong tòa nhà dưới một hình thức nào đó, thì có thể cân nhắc sử dụng vật liệu hoặc thiết bị phát thải chất ô nhiễm ở mức thấp hơn. Dưới đây là các ví dụ về các phương pháp có thể:

- a) Nên lựa chọn vật liệu phát thải thấp để sử dụng trong các tòa nhà, cho các kết cấu cơ bản, các đồ đạc, các hệ thống kỹ thuật và các vật liệu được sử dụng để làm sạch tòa nhà;
- b) Tất cả các tòa nhà xây mới phải được thiết kế để giảm thiểu mùi không thể chấp nhận được, càng xa nguồn thải càng tốt và khả thi về mặt kinh tế;
- c) Điều quan trọng nữa là phải giảm các nguồn ô nhiễm trong hệ thống thông gió hoặc điều hòa không khí, bao gồm cả việc kiểm soát đưa không khí ô nhiễm ngoài trời vào bộ phận lấy gió;
- d) Thường xuyên vệ sinh và bảo trì hệ thống thiết bị và đồ đạc trong nhà cũng là những yếu tố rất quan trọng trong việc giảm mùi hôi.

#### **E.1.2.3 Sửa đổi**

Ngay cả khi một nguồn thải vốn đã là nguồn phát thải cao, đôi khi có thể điều chỉnh nó để giảm phát thải. Ví dụ, tốc độ phát thải của vật liệu thay đổi theo thời gian, nhiệt độ và độ ẩm. Điều chỉnh vật liệu trong các tòa nhà (và thông gió các không gian với vận tốc lớn) trước khi sử dụng có thể làm giảm tỷ lệ phát thải khi tòa nhà được sử dụng sau đó.

### **E.2 Quản lý chất ô nhiễm cục bộ**

#### **E.2.1 Phân chia**

Điều này liên quan đến việc cách ly người cư trú khỏi nguồn hoặc chất gây ô nhiễm cục bộ. Ví dụ, trong nhà văn phòng, có thể bố trí kho lưu trữ giấy tờ ở một khu vực tách biệt với khu vực nhân viên làm việc hoặc có thể bố trí một khu vực riêng cho máy in và máy photocopy, và quy định tách biệt các khu vực hút thuốc lá. Khi thực hiện các giải pháp như vậy, cần đặc biệt chú ý đến thông gió và độ kín khí nơi có nguồn gây ô nhiễm. Các biện pháp thông gió bổ sung thường được yêu cầu trong các khu vực này.

### **E.2.2 Hút thải cục bộ**

Hút thải cục bộ gần các nguồn gây ô nhiễm, ví dụ: hút thải cục bộ tại một máy photocopy hoặc một khu vực sử dụng hóa chất có thể làm giảm nhu cầu đối với thông gió toàn bộ tòa nhà. Màn gió đôi khi có thể cải thiện hiệu quả hút thải khí.

### **E.2.3 Làm sạch không khí cục bộ**

Làm sạch không khí cục bộ (lọc hạt bụi/khí ô nhiễm) có thể được sử dụng để làm sạch các chất gây ô nhiễm được tạo ra trong một khu vực riêng biệt.

## **E.3 Pha loãng**

### **E.3.1 Thông gió chung**

Thông gió là cách tiếp cận phổ biến nhất để giảm mức độ ô nhiễm trong các tòa nhà. Chiến lược thông thường chỉ đơn giản là cấp không khí ngoài nhà (được coi là khí tươi) với lưu lượng được tính toán để làm loãng các chất gây ô nhiễm trong tòa nhà.

Phương pháp này khá đơn giản: nhận diện các chất gây ô nhiễm có mặt trong phòng, xác định tác động của nó đến sức khỏe của con người và tính toán nồng độ ô nhiễm nào sẽ được cho phép. Các nguồn thải trong tòa nhà, năng suất và các mức độ nồng độ chất ô nhiễm cho phép sẽ được sử dụng để tính toán lưu lượng không khí ngoài trời cần thiết cấp vào nhà. Tuy vậy sự pha loãng có thể không thích hợp đối với một số tác nhân sinh học.

Khi sử dụng không khí tuần hoàn, cần chú ý các hệ thống tuần hoàn chung sử dụng cho các không gian có các ngành nghề tương tự, trừ khi chất lượng không khí tuần hoàn được xử lý ở mức chấp nhận được.

### **E.3.2 Làm sạch không khí**

Làm sạch không khí cấp cho một không gian làm giảm nồng độ chất gây ô nhiễm trong không gian đó. Các dòng khí tuần hoàn và thông gió có thể được làm sạch riêng và/hoặc sau khi chúng được kết hợp. Khi có nguy cơ khí thải bị cuốn lại vào luồng không khí thông gió, làm sạch khí thải cũng có thể cải thiện được CLKKTN. Thông thường, điều này không xảy ra vì các vị trí của ống xả khí và cửa hút khí phải được đặt ở hai vị trí khác nhau để tránh ảnh hưởng lẫn nhau, mặc dù vậy việc làm sạch khí thải vẫn có thể được yêu cầu nếu môi trường ngoài trời xung quanh ống xả bị ảnh hưởng xấu.

Máy lọc không khí (có phin lọc) có hai loại: máy lọc chất ô nhiễm dạng hạt và máy lọc chất ô nhiễm dạng khí.

Các tiêu chuẩn khác nhau có các khuyến nghị khác nhau về hiệu quả tối thiểu của các bộ lọc nhưng chúng thường được khuyến nghị dùng để lọc không khí ngoài trời theo hai cấp độ: tức là bộ lọc sơ bộ và bộ lọc chính.

**Phụ lục F**

(Tham khảo)

**Kiểm soát tại nguồn – Phát thải ô nhiễm từ vật liệu xây dựng**

Vật liệu xây dựng nội thất có thể là nguồn gây ô nhiễm không khí trong nhà. Để đạt được các mục tiêu của CLKKTN đối với khí thải hóa chất, các nhà thiết kế tòa nhà nên hạn chế sử dụng vật liệu xây dựng nội thất có phát thải ô nhiễm cao. Các vật liệu có mức phát thải thấp hơn phải được lựa chọn, miễn là chúng đáp ứng tất cả các yêu cầu theo các quy định có liên quan, ví dụ: về đặc tính chống cháy, v.v... Điều này đặc biệt quan trọng khi sử dụng một lượng lớn vật liệu trong một khu vực. Việc kiểm soát phát thải chất ô nhiễm từ vật liệu xây dựng cần phải tuân theo các quy định được cho trong QCVN 05:2008. Quy chuẩn này đưa ra các quy định liên quan đến phát thải các chất độc hại từ vật liệu xây dựng ra môi trường không khí, đảm bảo an toàn và sức khỏe của người sống hoặc làm việc trong nhà.

Do sự lựa chọn hạn chế về vật liệu và thông tin hiện có, các chuyên gia trong lĩnh vực thiết kế tòa nhà nên sử dụng thông tin sản phẩm có sẵn ở trong nước, cũng như của các quốc gia khác hoặc thực hiện các thử nghiệm phát thải trên sản phẩm thực tế khi điều kiện cho phép.

Ở châu Âu, một số chương trình dán nhãn đã được đưa ra để kiểm soát khí thải VOC từ vật liệu xây dựng. Sau đây là bản tóm tắt các yêu cầu này đối với các sản phẩm vật liệu xây dựng, sàn nhà và các đồ nội thất (xem Bảng F.1).

**Bảng F.1 - Hệ thống dán nhãn châu Âu cho các sản phẩm vật liệu xây dựng, sàn nhà và đồ nội thất có phát thải thấp**

Hệ thống dán nhãn	Yêu cầu phân loại
<p>Nhãn M1 của Phần Lan cho vật liệu hoàn thiện, trang bị cố định và đồ đạc trong các tòa nhà văn phòng và nhà ở. <a href="https://cer.rts.fi/en/">https://cer.rts.fi/en/</a></p>	<p>Yêu cầu các phép đo hợp chất TVOC, chất gây ung thư CMR 1A và 1B, formaldehyt, amoniac và khả năng hấp thụ khí thải theo cảm nhận được thực hiện trong buồng môi trường. Thời gian thử nghiệm là <math>28 \pm 2</math> ngày đối với vật liệu xây dựng, trang bị cố định và đồ nội thất không có vật liệu bọc. Thời gian thử nghiệm cho ghế bọc là 3 ngày.</p> <p>Giá trị giới hạn đối với vật liệu xây dựng và đồ nội thất: TVOC &lt; 0,2 mg/m<sup>2</sup>h; VOC ≤ EU-LCI (µg/m<sup>3</sup>); Formaldehyt &lt; 0,05 mg/m<sup>2</sup>h; Ammoniac &lt; 0,03 mg/m<sup>2</sup>h; Chất CMR 1A hay 1B &lt; 0,001 mg/m<sup>3</sup></p>
<p>Hệ thống dán nhãn GEV EMICODE của Đức cho vật liệu sàn, các sản phẩm xây dựng và các sản phẩm xử lý bề mặt. <a href="https://www.emicode.com/en/home/">https://www.emicode.com/en/home/</a></p>	<p>Mẫu vật liệu được đặt vào các buồng thử làm bằng thép không gỉ có thể tích từ 100 đến 1000 lít để thực hiện các phép đo nhằm phát hiện và ghi lại nồng độ của các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC), chất gây ung thư cũng như các hợp chất bán hữu cơ dễ bay hơi (SVOC). Buồng thử nghiệm được xả khí sạch liên tục để đảm bảo không khí bên trong được trao đổi hoàn toàn sau mỗi 2 h. Nhiệt độ là 23°C; độ ẩm 50 %. Các phép đo được thực hiện sau 3 ngày và 28 ngày bằng cách lấy mẫu và phân tích khí thải từ buồng thử nghiệm.</p> <p>Giá trị giới hạn cụ thể từng loại sản phẩm xem tại <a href="https://www.emicode.com/en/limit-values/">https://www.emicode.com/en/limit-values/</a></p>
<p>GuT, Nhãn chất lượng môi trường của Châu Âu áp dụng cho vật liệu thảm. <a href="https://pro-dis.info/86.html">https://pro-dis.info/86.html</a></p>	<p>Kiểm tra theo ba công đoạn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra thành phần các chất độc hại bị cấm sử dụng;</li> <li>- Kiểm tra phát thải khí: yêu cầu đối với thảm bằng vải dệt: giá trị TVOC sau 3 ngày đưa vào buồng thử nghiệm ≤ 500 µg/m<sup>3</sup>; hoặc sau 7 ngày ở buồng thử nghiệm giá trị VOC ≤ 210 µg/m<sup>3</sup>, VOC không có LCI ≤ 85 µg/m<sup>3</sup>, giá trị R ≤ 1, SVOC (C<sub>16</sub> đến C<sub>22</sub>) ≤ 30 µg/m<sup>3</sup> và Formaldehyt &lt; 10 µg / m<sup>3</sup></li> <li>- Kiểm tra mùi: mẫu vật liệu hình tròn có diện tích 144 cm<sup>2</sup> được giữ ít nhất 15 giờ trong bình hút ẩm kín (dung tích khoảng 2 lít ở 37 °C và độ ẩm 50 % (độ ẩm được điều chỉnh bằng dung dịch magie nitrat (khoảng 100 ml)). Ít nhất là 5 người thử nghiệm (tốt nhất là 7 người) đánh giá cường độ của mùi theo cảm nhận bằng cách mở nhanh bình hút ẩm. Cường độ của mùi được đánh dấu bằng thang điểm từ 1 (không mùi) đến 5 (mùi mạnh). Yêu cầu mùi của vật liệu mới phải có cường độ &lt; 4.</li> </ul>



Bảng F.1 – (kết thúc)

Hệ thống dán nhãn	Yêu cầu phân loại															
<p>Chương trình nhãn sinh thái Nordic Swan của các nước Bắc Âu.</p> <p><a href="https://www.nordic-ecolabel.org/product-groups/">https://www.nordic-ecolabel.org/product-groups/</a></p>	<p>Chương trình nhãn sinh thái áp dụng cho vật liệu phủ sàn, tấm/vách ngăn trong và ngoài nhà, đồ đạc nội thất nhà các panel tấm bằng ván dăm, ván sợi, tấm thạch cao, ván ép và gỗ.</p> <p>Yêu cầu cấm sự hiện diện của chất gây ung thư, VOC halogen hóa, hợp chất thiếc hữu cơ, phthalates, ete diphenyl poly-bromated và các chất gây đột biến hoặc gây hại cho hệ thống sinh sản của con người trong các tấm tiêu âm. Kim loại nặng cũng không được phép. Phát thải formaldehyt từ thành phẩm phải nhỏ hơn 0,13 mg.m<sup>-3</sup> trong không khí trong phòng.</p> <p>Cả buồng môi trường và hộp phát thải đều có thể được sử dụng.</p>															
<p>Chương trình dán nhãn Blue Angel của Đức.</p> <p><a href="https://www.blauer-engel.de/en/">https://www.blauer-engel.de/en/</a></p>	<p>Chương trình này dán nhãn cho toàn bộ vòng đời của sản phẩm, bao gồm các vật liệu sản nhà, đồ nội thất và các tấm tường. Các vật liệu phụ như chất kết dính và vật liệu phủ cũng nằm trong chương trình. Chương trình này kiểm soát khí thải formaldehyt, TVOC, các hợp chất hữu cơ halogen và các chất độc hại bền vững gây ung thư, gây đột biến và gây quái thai. Các xét nghiệm ở buồng môi trường tiêu chuẩn là cần thiết để chứng nhận khí thải VOC từ các sản phẩm. Sau đây là các yêu cầu phát thải của các chất kết dính phủ sàn và các vật liệu xây dựng khác trong buồng thử nghiệm.</p> <p>Các giá trị giới hạn là:</p> <table><tr><td></td><td>3 ngày</td><td>28 ngày</td></tr><tr><td>TVOC (từ C<sub>6</sub> – C<sub>16</sub> )</td><td>&lt;1000 µg/m<sup>3</sup> 10</td><td>&lt;100 µg/m<sup>3</sup> 10</td></tr><tr><td>TSVOC (&gt; C<sub>8</sub> – C<sub>22</sub>)</td><td>-</td><td>&lt;50 µg.m<sup>-3</sup></td></tr><tr><td>Chất C</td><td>&lt;10 µg m<sup>-3</sup> (tổng)</td><td>&lt;1 µg.m<sup>-3</sup> (từng chất)</td></tr><tr><td>Tổng VOC không có LCI</td><td>-</td><td>&lt; 40 µg/m<sup>3</sup></td></tr></table>		3 ngày	28 ngày	TVOC (từ C <sub>6</sub> – C <sub>16</sub> )	<1000 µg/m <sup>3</sup> 10	<100 µg/m <sup>3</sup> 10	TSVOC (> C <sub>8</sub> – C <sub>22</sub> )	-	<50 µg.m <sup>-3</sup>	Chất C	<10 µg m <sup>-3</sup> (tổng)	<1 µg.m <sup>-3</sup> (từng chất)	Tổng VOC không có LCI	-	< 40 µg/m <sup>3</sup>
	3 ngày	28 ngày														
TVOC (từ C <sub>6</sub> – C <sub>16</sub> )	<1000 µg/m <sup>3</sup> 10	<100 µg/m <sup>3</sup> 10														
TSVOC (> C <sub>8</sub> – C <sub>22</sub> )	-	<50 µg.m <sup>-3</sup>														
Chất C	<10 µg m <sup>-3</sup> (tổng)	<1 µg.m <sup>-3</sup> (từng chất)														
Tổng VOC không có LCI	-	< 40 µg/m <sup>3</sup>														

**Phụ lục G**

(Tham khảo)

**Chương trình quản lý chất lượng không khí trong nhà****G.1 Bổ nhiệm người quản lý chất lượng không khí trong nhà**

Cần phải lựa chọn người có kinh nghiệm liên quan đến quản lý CLKKTN để bổ nhiệm họ làm người quản lý CLKKTN, chịu trách nhiệm thiết lập và quản lý chương trình CLKKTN tổng thể.

**G.2 Xây dựng hồ sơ chất lượng không khí trong nhà của tòa nhà**

Xem xét tất cả các tài liệu có sẵn và/hoặc hồ sơ liên quan đến thiết kế, xây dựng, vận hành và bảo trì tòa nhà và hệ thống thông gió - điều hòa không khí. Tiến hành kiểm tra nhanh toàn bộ tòa nhà (tham khảo biểu kiểm tra mẫu trong Phụ lục J) và các số liệu đo đạc CLKKTN theo 4.2.

**G.3 Giải quyết các vấn đề chất lượng không khí trong nhà hiện tại và tiềm năng**

Xác định các nguồn gây ô nhiễm và áp dụng các chiến lược kiểm soát thích hợp như được nêu trong Phụ lục D.

**G.4 Xây dựng và triển khai các kế hoạch vận hành và bảo trì**

Xây dựng và triển khai các kế hoạch cho vận hành, bảo trì dự phòng và bảo trì đột xuất đối với hệ thống thông gió - điều hòa không khí và các hoạt động vệ sinh.

**G.5 Xây dựng và triển khai kế hoạch cho các hoạt động cụ thể**

Xây dựng và thực hiện các quy trình xử lý cải tạo, bổ sung và thay đổi công năng tòa nhà, kiểm soát côn trùng và các hoạt động khác có thể có tác động đến CLKKTN.

**G.6 Đào tạo nhân viên quản lý tòa nhà về quản lý chất lượng không khí trong nhà**

Xác định rằng những nhân viên có nhiệm vụ và công việc quản lý tòa nhà có thể tác động đến CLKKTN của tòa nhà, vì thế cần trang bị cho họ kiến thức liên quan về CLKKTN.

**G.7 Trao đổi thông tin với người sử dụng về vai trò của họ trong việc duy trì chất lượng không khí trong nhà chấp nhận được**

Thông báo cho người sử dụng tòa nhà về các hoạt động của họ có thể ảnh hưởng đến CLKKTN và những gì họ có thể làm để duy trì CLKKTN chấp nhận được.

## **TCVN 13521:2022**

### **G.8 Thiết lập quy trình trả lời khiếu nại về chất lượng không khí trong nhà**

Thiết lập các quy trình rõ ràng để ghi lại và trả lời các khiếu nại về CLKKTN, thông báo cho nhân viên quản lý tòa nhà và cư dân tòa nhà về các quy trình này.

Phụ lục H

(Tham khảo)

Thông tin về các chất gây ô nhiễm không khí trong nhà, các tác nhân ô nhiễm  
vi sinh vật và hướng dẫn về xử lý nấm mốc

H.1 Các nguồn gây ô nhiễm không khí trong nhà phổ biến (xem Bảng H.1)

Bảng H.1. Các nguồn gây ô nhiễm không khí trong nhà phổ biến

Chất ô nhiễm không khí trong nhà	Nguồn gây ô nhiễm phổ biến
Cacbon dioxit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Khí do người thở ra</li><li>- Đốt cháy vật chất hoàn toàn</li></ul>
Cacbon monoxit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Đốt cháy vật chất không hoàn toàn</li><li>- Khói nấu ăn</li><li>- Khí thải từ xe cộ</li><li>- Khói thuốc lá</li></ul>
Các bụi hạt hô hấp/bụi hạt siêu mịn đi sâu vào hệ thống hô hấp	<ul style="list-style-type: none"><li>- Đốt cháy vật chất không hoàn toàn</li><li>- Khói nấu ăn</li><li>- Khí thải từ xe cộ</li><li>- Khói thuốc lá</li><li>- Bụi sinh ra bên trong phòng (giấy, thảm, rèm cửa, vải và vật liệu trang trí nội thất)</li></ul>
Formaldehyt /Tổng hợp các chất hữu cơ dễ bay hơi (TVOC)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Đồ gỗ (ván ép, ván dăm)</li><li>- Hợp chất làm sạch hữu cơ, chất khử trùng</li><li>- Sơn, sơn mài</li><li>- Chất kết dính, keo dán, keo</li><li>- Thuốc xịt (ví dụ: làm mát không khí), thuốc chống côn trùng</li><li>- Mỹ phẩm, nước hoa</li><li>- Vật liệu vải trong thảm và vải bọc</li><li>- Dung dịch làm sạch</li></ul>
Ozon	<ul style="list-style-type: none"><li>- Các máy tạo ozon hoặc máy ion hóa</li><li>- Bộ lọc bụi tĩnh điện</li><li>- Máy photocopy</li><li>- Máy in laser</li><li>- Phóng điện</li></ul>

Nấm mốc	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thảm, màn, vải bọc ướt hoặc ẩm</li> <li>- Rò rỉ nước (ví dụ: từ ống nước lạnh và ống đồng bị rỉ, vết nứt trên các tấm vật liệu)</li> <li>- Bề mặt ngưng tụ (ví dụ: ống dẫn khí/ống nước cách nhiệt kém, bề mặt bên trong tiếp xúc với không khí ẩm, dàn lạnh và khay xả nước ngưng tụ, tường phân cách giữa các khu vực có điều hòa không khí và không có điều hòa không khí)</li> <li>- Môi trường có độ ẩm cao</li> <li>- Cây trồng trong nhà được tưới nước quá nhiều</li> </ul>
Vi khuẩn	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cư dân sống trong tòa nhà</li> <li>- Nước tù đọng</li> <li>- Thức ăn bị phân hủy</li> <li>- Côn trùng, bọ, vật nuôi</li> <li>- Bề mặt ngưng tụ (ví dụ: ống dẫn khí/ống nước cách nhiệt kém, bề mặt bên trong tiếp xúc với không khí ẩm, dàn lạnh và khay xả nước ngưng tụ, tường phân cách giữa khu vực có điều hòa không khí và không có điều hòa không khí).</li> </ul>

## H.2 Các tác nhân ô nhiễm vi sinh vật trong môi trường trong nhà

### H.2.1 Vi khuẩn

Các vi khuẩn chiếm ưu thế trong không khí trong nhà nói chung là các chủng vi khuẩn gram dương của *Staphylococcus*, *Micrococcus* và *Streptococcus* phát ra từ miệng, mũi và da. Vi khuẩn gram âm đôi khi có thể rất phong phú (ví dụ: *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*) khi có một nguồn nước đáng kể, ví dụ: khay hứng nước, khe thoát nước và bề mặt bảo hòa hơi nước. Các vi khuẩn cũng có thể được tìm thấy trong màng sinh học phát triển trên bề mặt ướt của dàn trao đổi nhiệt. Do đó, việc bảo trì nhanh chóng và hiệu quả một hệ thống như vậy là rất quan trọng để ngăn ngừa ô nhiễm vi khuẩn.

*Legionella pneumophila* có thể xuất hiện do hậu quả của các sol khí ẩm lan truyền từ các thiết bị tạo sol khí bị ô nhiễm, ví dụ: đài phun nước, tháp giải nhiệt, quạt phun sương, vòi hoa sen, spa, bể sục, v.v... Cần có quy định về môi trường sức khỏe cộng đồng (tháp giải nhiệt và đài phun nước), quy định tần suất đo lường vi khuẩn và các giới hạn cho phép đối với vi khuẩn *Legionella*.

### H.2.2 Nấm mốc trong nhà

Nấm mốc thuộc về chủng loại *Fungi*, không giống như thực vật, chúng thiếu chất diệp lục và tồn tại bằng cách tiêu hóa nguyên liệu thực vật, sử dụng thực vật và các vật liệu hữu cơ khác làm thực phẩm.

Nấm mốc tạo ra các bào tử nhỏ dễ sinh sản và chúng có thể dễ dàng lây lan qua không khí. Hầu hết các nấm mốc tìm thấy trong nhà đến từ các nguồn ngoài nhà. Nó cần độ ẩm để phát triển và trở thành

vấn đề chỉ khi có hoạt động sử dụng nước nhiều, độ ẩm cao hoặc ẩm ướt. Các nguồn ẩm phổ biến trong nhà gây ra các vấn đề về nấm mốc bao gồm đất đọng nước, ẩm ướt, rò rỉ nước ở mái nhà và đường ống dẫn nước, tầng hầm ngập nước, rò rỉ ống nước (ví dụ: ống đồng) từ trần nhà hoặc bất kỳ hơi nước ngưng tụ trên bề mặt lạnh. Vòi hoa sen trong phòng tắm và hơi nước từ nấu ăn có thể tạo ra các vấn đề về nấm mốc nếu không gian không được thông thoáng. Độ ẩm không được kiểm soát cũng có thể là một nguồn ẩm dẫn đến sự phát triển của nấm mốc, đặc biệt là ở vùng khí hậu nóng ẩm như ở nước ta.

Nên sửa chữa rò rỉ nước kịp thời, làm khô và làm sạch hoặc thay thế các vật liệu bị rò rỉ nước trong vòng 24 h. Các vật liệu bị ướt hơn 48 h có khả năng tạo ra sự phát triển của nấm mốc.

Phản ứng dị ứng, tương tự như dị ứng phấn hoa đối với động vật thông thường, và kích ứng là những ảnh hưởng sức khỏe phổ biến nhất đối với những người nhạy cảm với nấm mốc. Các triệu chứng giống như cảm cúm và nổi ban trên da có thể xảy ra. Nấm mốc cũng có thể làm trầm trọng thêm bệnh hen suyễn. Hầu hết các triệu chứng là tạm thời và có thể loại bỏ bằng cách xử lý vấn đề nấm mốc.

Mỗi người bị ảnh hưởng khi tiếp xúc với nấm mốc theo cách riêng biệt. Những người có thể bị ảnh hưởng nghiêm trọng và nhanh hơn những người khác bao gồm: trẻ sơ sinh, trẻ em, phụ nữ mang thai, người già, những người mắc bệnh hô hấp như hen suyễn, hoặc những người có cơ địa nhạy cảm hay bị suy giảm miễn dịch.

#### H.2.2.1 Nấm mốc trong nhà phổ biến

Các bào tử nấm mốc trong nhà phổ biến là *Cladosporium*, *Penicillium* và *Aspergillus*. Dưới đây là một mô tả ngắn gọn về các bào tử này (xem Bảng H.2):

**Bảng H.2 – Các loại nấm mốc trong nhà phổ biến**

<i>Cladosporium</i>	<i>Cladosporium</i> là một loại nấm mốc ngoài nhà và thường được tìm thấy trong cây cối xung quanh. <i>Cladosporium cladosporioides</i> và <i>Cladosporium herbarum</i> là những loài <i>phyloplane</i> phát sinh trong không khí ngoài nhà ở mức độ cao. Trong môi trường trong nhà, <i>Cladosporium spp.</i> phát sinh như các khuẩn lạc thứ cấp trên tường, xuất hiện sau các khuẩn lạc chính như <i>Penicillium</i> và <i>Aspergillus spp.</i> <i>Cladosporium</i> rất phổ biến trong vật liệu xây dựng ẩm ướt.
<i>Penicillium</i>	Các loài <i>Penicillium</i> thường được tìm thấy phổ biến ở ngoài nhà và trong nhà. Nhiều loài <i>Penicillium</i> gây hư hại cho vật liệu xây dựng bị ẩm ướt, bao gồm cả loài độc tố <i>Penicillium aurantiogriseum</i> thường được tìm thấy trong bụi của nhà.
<i>Aspergillus</i>	Loài <i>Aspergillus</i> phổ biến ở vùng khí hậu nóng ẩm. Những loài này phát triển trên các loại vật liệu hữu cơ. <i>Aspergillus</i> thường có mặt trên vật liệu xây dựng. <i>Aspergillus fumigatus</i> gây bệnh và là một trong những nguyên nhân chính gây ra bệnh truyền nhiễm <i>aspergillosis</i> .

## **TCVN 13521:2022**

### **H.2.2.2 Nấm mốc ẩn**

Vị trí có thể tồn tại các nấm mốc ẩn là các bức tường phía sau đồ nội thất, các lớp lót cách nhiệt hoặc xốp bên trong ống dẫn, các ống thoát nước ngưng đọng bên trong thiết bị AHU và vật liệu mái trên các tấm trần. Các vị trí khác bao gồm các bức tường khô được phủ bằng giấy dán tường vinyl, tấm gỗ và thảm, chúng đóng vai trò là hàng rào ngăn hơi nước và giữ ẩm bên dưới bề mặt của mình.

### **H.2.3 Xử lý nấm mốc**

#### **H.2.3.1 Đánh giá ô nhiễm nấm mốc**

Một đánh giá ô nhiễm nấm mốc nên được tiến hành trước khi bắt đầu bất kỳ công việc khắc phục nào để xác định những điều sau đây:

- a) Kích cỡ của nấm mốc và/hoặc vấn đề ẩm;
- b) Loại vật liệu bị hư hỏng.

#### **H.2.3.2 Kế hoạch khắc phục**

Một kế hoạch khắc phục nên được thực hiện, bao gồm:

- a) Các bước khắc phục vấn đề nước hoặc độ ẩm;
- b) Các bước để bao bọc cẩn thận và loại bỏ vật liệu xây dựng bị nấm mốc;
- c) Sử dụng trang thiết bị bảo hộ cá nhân và ngăn chặn thích hợp.

#### **H.2.3.3 Phương pháp dọn dẹp**

Các phương pháp làm sạch bao gồm:

- a) Hút bụi ướt bề mặt cứng hoặc làm sạch thảm và đồ nội thất bọc nệm bằng hơi nước;
- b) Lau ẩm và/hoặc chà bằng nước sạch và/hoặc dung dịch tẩy rửa;
- c) Hút bụi với bộ lọc HEPA sau khi vật liệu đã được làm khô hoàn toàn;
- d) Loại bỏ các vật liệu bị hư hỏng bằng cách niêm phong chúng trong túi nhựa để xử lý như chất thải thông thường.

#### **H.2.3.4 Trang thiết bị bảo hộ cá nhân**

Nên sử dụng trang thiết bị bảo hộ cá nhân phù hợp để ngăn ngừa hít phải nấm mốc và bào tử nấm mốc, và để tránh tiếp xúc với da và mắt trong quá trình làm sạch nhà.

Đối với các khu vực ô nhiễm nhỏ (dưới 3 m<sup>2</sup>), đeo găng tay, kính bảo hộ và mặt nạ phòng độc N-95.

Đối với các khu vực ô nhiễm lớn hơn, hãy đeo găng tay, quần yếm, bao giày và mặt nạ phòng độc với bộ lọc HEPA. Nên đeo kính bảo hộ nếu sử dụng mặt nạ phòng độc nửa mặt.

**H.2.3.5 Ngăn chặn**

Việc ngăn chặn phù hợp nên được sử dụng để hạn chế việc giải phóng nấm mốc vào môi trường trong nhà, và để giảm thiểu sự phơi nhiễm nấm mốc cho các nhân viên sửa chữa và cư dân tòa nhà.

Đối với các khu vực ô nhiễm nhỏ (dưới 1 m<sup>2</sup>), không nhất thiết phải ngăn chặn.

Đối với các khu vực ô nhiễm lên đến 3 m<sup>2</sup>, sử dụng tấm polyetylen từ trần đến sàn để tạo thành vỏ bọc và duy trì áp suất âm với bộ lọc HEPA để lọc khí thải.

Đối với các khu vực ô nhiễm lớn hơn, áp dụng hai lớp tấm polyetylen thay vì một lớp.

**H.2.4 Ngăn ngừa nấm mốc trong nhà ở**

Là một phần của bảo trì định kỳ, các tòa nhà nên được kiểm tra để tìm các khu vực bị hư hỏng do rò rỉ nước và nấm mốc có thể quan sát được. Vật liệu hoặc khu vực bị hư hại bởi nước nên được khắc phục sớm (trong vòng 48 h) và bề mặt tòa nhà hoặc đồ đạc cần được sấy khô để ngăn ngừa nấm mốc phát triển. Nếu phát hiện bất kỳ có sự sinh trưởng nấm mốc có thể quan sát được, cần phải loại trừ nguồn nước/ độ ẩm dẫn đến phát triển nấm mốc đó để khắc phục và loại bỏ nấm mốc có thể quan sát được này.



## Phụ lục I

(Tham khảo)

### Hướng dẫn kiểm tra chất lượng không khí trong nhà

Để thực hiện kiểm tra CLKKTN nhằm xây dựng hồ sơ CLKKTN của tòa nhà, một quy trình kiểm tra gồm bốn bước được khuyến nghị theo sơ đồ Hình I.1.

Kiểm tra CLKKTN cho các tòa nhà hiện hữu được khuyến nghị năm (05) năm một lần phù hợp với các yêu cầu đánh giá rủi ro về an toàn và sức khỏe tại nơi ở và nơi làm việc.

Đối với các tòa nhà mới và các phòng mới được cải tạo, nên tiến hành kiểm tra CLKKTN sau khi hoàn thành xây dựng và trước khi đưa tòa nhà vào sử dụng.

#### I.1 Bước 1 - Kiểm tra nhanh toàn bộ

Việc kiểm tra nhanh toàn bộ tòa nhà và hệ thống thông gió - điều hòa không khí nên được tiến hành bởi người có thẩm quyền để xác định những bất thường có thể xảy ra. Một danh mục mẫu các vấn đề cần kiểm tra được cung cấp trong Phụ lục J và cần có những nội dung sau đây:

- a) Các bản vẽ mặt bằng của tòa nhà cần thể hiện rõ các chi tiết của tất cả các tầng, vị trí của các tháp làm mát và các cửa hút gió ngoài trời vào nhà;
- b) Sơ đồ bố trí hệ thống thông gió - điều hòa không khí;
- c) Lịch trình vận hành và bảo trì hệ thống thông gió - điều hòa không khí.

#### I.2 Bước 2 - Tiến hành lấy mẫu không khí và lấy ý kiến phản hồi từ người sử dụng

**I.2.1** Việc đo các thông số CLKKTN cần được thực hiện trên cơ sở đo lường liên tục 8 h đối với nhà công cộng và liên tục 24 h đối với nhà ở. Đối với nhà công cộng, khu vực lấy mẫu cần được đo trong điều kiện hoạt động bình thường, có người đang làm việc trong phòng, số người làm việc trong khu vực cần lấy mẫu đảm bảo có mặt 70% trên tổng số người thực có. Trong trường hợp không thực hiện được phép đo liên tục trong 8 h hay 24 h thì thực hiện phép đo thay thế (nghĩa là không đo liên tục mà dựa vào trị số trung bình các phép đo nửa giờ được thực hiện ở bốn lượt đo trong ngày đối với nhà công cộng và tám lượt đo trong ngày đối với nhà ở) có thể được chấp nhận.

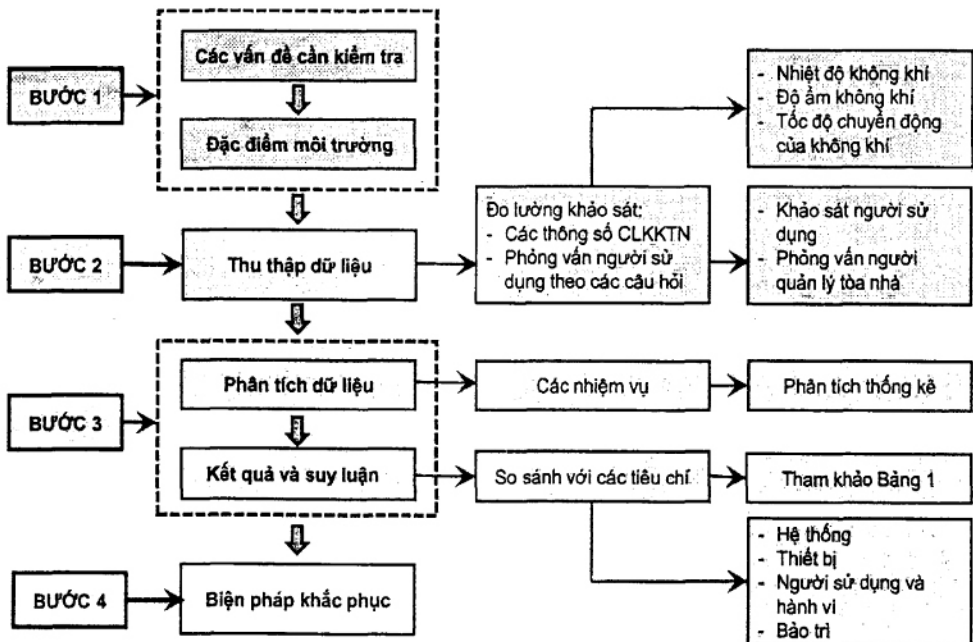
**I.2.2** Nên lấy ý kiến phản hồi từ người sử dụng và người quản lý hoạt động của hệ thống thông gió - điều hòa không khí về các điều kiện trong nhà. Một bảng câu hỏi mẫu để lấy thông tin được giới thiệu trong Phụ lục K. Tùy thuộc vào nhu cầu thực tế, có thể chỉnh sửa bảng câu hỏi này để phù hợp với yêu cầu sử dụng.

### I.3 Bước 3 - Phân tích dữ liệu

Các thông số đo CLKKTN cần được phân tích bằng cách so sánh các giá trị thông số nồng độ chất ô nhiễm trong không khí khác nhau với các mức giới hạn chấp nhận được đề xuất trong Bảng 1. Phân tích phải bao gồm điều tra các nguyên nhân có thể xảy ra nếu các giá trị thông số CLKKTN nằm ngoài phạm vi khuyến nghị.

### I.4 Bước 4 - Xây dựng các hành động khắc phục

Dựa trên các kết quả đo lường, các biện pháp khắc phục cần được xây dựng, thực hiện và đánh giá để có thể đạt được và duy trì CLKKTN được chấp nhận.



Hình I.1 - Sơ đồ phương pháp kiểm tra chất lượng không khí trong nhà

**Phụ lục J**

(Tham khảo)

**Biểu mẫu kiểm tra chất lượng không khí trong nhà**

Việc kiểm tra nhanh toàn bộ phải bao gồm đối với tất cả các phòng, hệ thống điều hòa không khí và bất kỳ bộ phận thông gió nào khác của nhà. Mục đích của việc kiểm tra là xác định sự bất thường. Biểu mẫu kiểm tra sau đây được coi là một hướng dẫn và không có nghĩa là toàn diện. Khi cần thiết, nên tìm kiếm sự hỗ trợ từ người quản lý tòa nhà.

**1. Mức độ tiếp xúc và mức độ thoải mái của người cư trú**

- 1.1 Nhiệt độ trong nhà có được điều chỉnh bởi máy điều hòa không khí không? Máy điều hòa không khí có được đặt đúng chỗ không? Chúng đã được định vị chính xác sau khi cài tạo tòa nhà? Chúng có được cài đặt ở nhiệt độ thích hợp không? Chúng có được hiệu chuẩn thường xuyên không?
- 1.2 Người cư trú có khó chịu do nhiệt bức xạ từ các bề mặt tường ngoài của tòa nhà và cửa sổ bị chiếu nắng không? Hoặc từ các nguồn nhiệt khác?
- 1.3 Không khí có luân chuyển đến tất cả các vị trí trong phòng không, trong phòng có góc chết không? Sử dụng ống phát hiện khói để kiểm tra.
- 1.4 Người cư trú có ngồi trực tiếp dưới bộ khuếch tán không khí không?
- 1.5 Tòa nhà có còn được sử dụng theo đúng mục đích được thiết kế không? Có vách ngăn/tường ngăn đã được thêm hoặc loại bỏ không? Mức độ sử dụng có thay đổi không?
- 1.6 Có ống mềm nào bị xoắn không?

**2. Nguồn ô nhiễm tiềm năng**

- 2.1 Có thiết bị nào phát sinh khí hay khói không? Nếu có, các thiết bị này có được lắp các hệ thống hút khí thải riêng biệt không? Khí thải có lan truyền ra bên ngoài tòa nhà hoặc di chuyển vào hành lang hay vào hệ thống điều hòa không khí không?
- 2.2 Có đồ nội thất, đồ đạc, thảm, v.v..., phát ra mùi đáng chú ý? Có chất tẩy rửa, thuốc diệt côn trùng hoặc hóa chất khác đã được sử dụng trong nhà?
- 2.3 Có hạng mục cải tạo nào đang được thực hiện trong bất kỳ bộ phận nào của tòa nhà? Công việc cải tạo có diễn ra trong giờ làm việc không? Các ống dẫn điều hòa có được niêm phong đúng cách để ngăn chặn sự xâm nhập đến các khu vực khác không?
- 2.4 Có nhà bếp hoặc phòng chứa thức ăn và nơi có hoạt động nấu ăn không? Có hệ thống thông gió xả khí ở các phòng đó không?
- 2.5 Nhà có được làm sạch đầy đủ không? Có lau bụi thường xuyên đối với đồ nội thất, đồ văn

phòng, gờ, kệ, v.v...để bụi bám bề mặt ở mức tối thiểu không? Thảm có được làm sạch thường xuyên không?

### 3. Thông gió và điều hòa không khí

**3.1** Có bao nhiêu miệng cấp và miệng hút không khí trong mỗi phòng hoặc mỗi khu vực? Có ít nhất một miệng hút không khí trong mỗi phòng không?

**3.2** Các miệng cấp và hút không khí có được đặt ở các vị trí sẽ cho phép lưu thông không khí tốt nhất không?

**3.3** Các miệng cấp và hút không khí bị chặn bởi các vách phân vùng hoặc các cấu trúc khác có cản trở luồng không khí không?

**3.4** Hệ thống điều hòa không khí có bị tắt bất cứ lúc nào trong ngày không?

**3.5** Hệ thống điều hòa không khí có tắt sau giờ hành chính không? Có còn người làm việc trong nhà sau giờ hành chính không?

**3.6** Miệng ống lấy khí ngoài nhà được đặt ở đâu? Nó ở gần tháp giải nhiệt của tòa nhà này hay gần tháp giải nhiệt của các tòa nhà lân cận? Có gần ống xả từ nhà bếp không? Nó có được đặt ở độ cao ngang đường phố hoặc gần một bãi đậu xe không? Có bị chặn không? Có các nhà máy công nghiệp nặng nằm gần đó không? Có bất kỳ hoạt động xây dựng đang diễn ra gần đó không? Không khí ngoài nhà có di chuyển vào trong nhà không?

**3.7** Bộ lọc có đang được sử dụng không? Chúng có đầy đủ không? Có hệ thống nhánh phụ (bypass) không? Chúng có được thay thế hay bảo dưỡng đúng hạn không?

**3.8** Có lịch trình để làm sạch và bảo trì thường xuyên hệ thống điều hòa không khí trong nhà không? Có phải tất cả các thành phần của hệ thống điều hòa không khí đều được thường xuyên kiểm tra rò rỉ, sai phạm, v.v...?

**Phụ lục K**

(Tham khảo)

**Phiếu điều tra mẫu đối với người làm việc trong tòa nhà**

**1 Thông tin cá nhân**

1.1 Giới tính: Nam / Nữ

1.2 Tuổi:

1.3 Số năm làm việc trong tòa nhà:

**2 Điều kiện môi trường**

2.1 Năm xây dựng của tòa nhà:

2.2 Thẻ loại tòa nhà: văn phòng/trung tâm thương mại / trường học / loại khác

2.3 Cấp của tòa nhà

2.4 Loại phòng làm việc: Phòng kín / thuộc loại mở thoáng

2.5 Sàn được trải thảm: Có / Không

2.6 Tường dán giấy: Có / Không

2.7 Có khói thuốc lá xâm nhập: Có / Không

2.8 Có khí thải xe cộ xâm nhập: Có / Không

2.9 Số người trong cùng phòng làm việc của quý vị: \_\_\_\_\_

2.10 Máy điều hòa không khí ở khu vực quý vị ngồi là loại nào?

Điều hòa không khí tập trung / Máy điều hòa không khí cục bộ

2.11 Phòng làm việc của quý vị được chiếu sáng như thế nào?

Ánh sáng huỳnh quang / Ánh sáng không phải huỳnh quang/ Đèn LED

2.12 Vui lòng cho biết nếu quý vị làm việc với hoặc gần các thiết bị sau:

Máy photocopy: Có / Không

Máy tính chủ: Có / Không

Máy lọc không khí: Có / Không

Những thiết bị khác (vui lòng ghi rõ: \_\_\_\_\_)

2.13 Quý vị có phải mặc thêm quần áo cho thoải mái không?

Thường xuyên / Đôi khi / Không bao giờ

2.14 Không khí văn phòng có cảm thấy ngột ngạt không?

Thường xuyên / Đôi khi / Không bao giờ

2.15 Không khí văn phòng có mùi khó chịu không?

Thường xuyên / Đôi khi / Không bao giờ

2.16 Các bề mặt bị nấm mốc có thể quan sát được: Có / Không

2.17 Các cửa gió có bụi: Có / Không

### 3 Đặc thù của nghề nghiệp

3.1 Số giờ quý vị làm việc mỗi ngày với máy tính tại phòng làm việc: \_\_\_\_\_

3.2 Hãy đánh giá cách quý vị cảm thấy sự căng thẳng trong điều kiện làm việc của mình:

Trải nghiệm căng thẳng về thể chất: Thấp / Trung bình / Cao;

Căng thẳng tinh thần: Thấp / Trung bình / Cao;

Không khí hợp tác trong công việc: Thấp / Trung bình / Cao

3.3 Loại công việc của quý vị là gì?

Quản lý/Chuyên nghiệp/Thư ký / Văn thư / Loại khác (ghi rõ: \_\_\_\_\_)

### 4 Khiếu nại về sức khỏe

4.1 Vui lòng cho biết về các triệu chứng sức khỏe của quý vị tại nơi làm việc trong một tháng qua:

Nghẹt mũi: Hàng ngày / 2-3 lần mỗi tuần / Ít hơn

Khô họng: Hàng ngày / 2-3 lần mỗi tuần / Ít hơn

Ho: Hàng ngày / 2-3 lần mỗi tuần / Ít hơn

Phát ban da/ngứa: Hàng ngày / 2-3 lần mỗi tuần / Ít hơn

Kích ứng mắt: Hàng ngày / 2-3 lần mỗi tuần / Ít hơn

Nhức đầu: Hàng ngày / 2-3 lần mỗi tuần / Ít hơn

Hôn mê: Hàng ngày / 2-3 lần mỗi tuần / Ít hơn

Buồn ngủ: Hàng ngày / 2-3 lần mỗi tuần / Ít hơn

Chóng mặt: Hàng ngày / 2-3 lần mỗi tuần / Ít hơn

Buồn nôn / nôn: Hàng ngày / 2-3 lần mỗi tuần / Ít hơn

Thờ gáp: Hàng ngày / 2-3 lần mỗi tuần / Ít hơn

**TCVN 13521:2022**

**4.2** Số ngày trong một tháng qua mà quý vị phải nghỉ làm việc vì những triệu chứng này :

\_\_\_\_\_

**4.3** Khi nào những triệu chứng này xảy ra?

Buổi sáng / Buổi chiều / Không có xu hướng đáng chú ý

**4.4** Khi nào quý vị cảm thấy hết các triệu chứng này?

Sau khi rời khỏi nơi làm việc của mình / Sau khi rời khỏi tòa nhà / Không bao giờ

**4.5** Vui lòng cho biết nếu quý vị có bệnh mãn tính nào sau đây:

Hen suyễn: Có, dùng thuốc / Có, không dùng thuốc / Không

Dị ứng: Có, dùng thuốc / Có, không dùng thuốc / Không

Viêm xoang: Có, dùng thuốc / Có, không dùng thuốc / Không

Đau nửa đầu: Có, dùng thuốc / Có, không dùng thuốc / Không

**4.6** Nếu là nữ giới, quý vị có đang mang thai không?

Có / Không / Không chắc chắn

CHÚ THÍCH: Bảng câu hỏi ngắn này sẽ được cung cấp cho người làm việc trong tòa nhà để giúp xác định sự hiện diện các vấn đề sức khỏe có thể liên quan đến môi trường trong nhà. Câu trả lời của họ cần được giữ bí mật.

### Thư mục tài liệu tham khảo

1. Trần Ngọc Chấn, *Ô nhiễm không khí & xử lý khí thải*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Tập 1-2000, Tập 2 – 2001, Tập 3 – 2001.
2. Phạm Ngọc Đăng, *Môi trường không khí*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội-1997. Tái bản có sửa chữa, Hà Nội - 2003.
3. QCXDVN 05:2008, *Nhà ở và công trình công cộng. An toàn sinh mạng và sức khoẻ*.
4. QCVN 05: 2013/BTNMT, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh*.
5. QCVN 06: 2009/BTNMT, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về một số chất độc hại trong không khí xung quanh*.
6. TCVN 5687:2010, *Thông gió – điều hòa không khí – Tiêu chuẩn thiết kế*.
7. TCVN 7889:2008, *Nồng độ khí Radon tự nhiên trong nhà - Mức quy định và yêu cầu chung về phương pháp đo*.
8. TCVN 5971:1995 (ISO 6767:1990), *Không khí xung quanh - Xác định nồng độ khối lượng của lưu huỳnh dioxit - Phương pháp tetracolorimetric (TCM)/pararosanilin*.
9. TCVN 6152:1996 (ISO 9855:1993), *Không khí xung quanh – Xác định hàm lượng bụi chỉ của Sol khí thu được trên cái lọc – Phương pháp trắc phổ hấp thụ nguyên tử*.
10. TCVN 6157:1996 (ISO 10313:1993), *Không khí xung quanh - Xác định nồng độ khối lượng ozon - Phương pháp phát quang hoá học*.
11. TCVN 7725:2007 (ISO 4224:2000), *Không khí xung quanh - Xác định cacbon monoxit - Phương pháp đo phổ hồng ngoại không phân tán*.
12. TCVN 7726:2007 (ISO 10498:2004), *Không khí xung quanh - Xác định sunfua dioxit - Phương pháp huỳnh quang cực tím*.
13. TCVN 7889:2008, *Nồng độ khí Radon tự nhiên trong nhà - Mức quy định và yêu cầu chung về phương pháp đo*.
14. TCVN 10736-1:2015 (ISO 16000-1:2004), *Không khí trong nhà – Phần 1: Các khía cạnh chung của kế hoạch lấy mẫu*.
15. TCVN 10736-2:2015 (ISO 16000-2:2004), *Không khí trong nhà – Phần 2: Kế hoạch lấy mẫu formaldehyt*.
16. TCVN 10736-3:2015 (ISO 16000-3:2011), *Không khí trong nhà – Phần 3: Xác định formaldehyt và hợp chất cacbonyl khác trong không khí trong nhà và không khí trong buồng thử – Phương pháp lấy mẫu chủ động*.



## **TCVN 13521:2022**

17. TCVN 10736-4:2015 (ISO 16000-4:2011), Không khí trong nhà – Phần 4: Xác định formaldehyt – Phương pháp lấy mẫu khuếch tán.
18. TCVN 10736-5:2015 (ISO 16000-5:2007), Không khí trong nhà – Phần 5: Kế hoạch lấy mẫu đối với hợp chất hữu cơ bay hơi (VOC).
19. TCVN 10736-6:2016 (ISO 16000-6:2011), Không khí trong nhà – Phần 6: Xác định hợp chất hữu cơ bay hơi trong không khí trong nhà và trong buồng thử bằng cách lấy mẫu chủ động trên chất hấp thụ Tenax TA®, giải hấp nhiệt và sắc ký khí sử dụng MS hoặc MS – FID.
20. TCVN 10736-8:2016 (ISO 16000-8:2007), Không khí trong nhà – Phần 8: Xác định thời gian lưu trung bình tại chỗ của không khí trong các tòa nhà để xác định đặc tính các điều kiện thông gió.
21. TCVN 10736-15:2017 (ISO 16000-15:2008), Không khí trong nhà – Phần 15: Cách thức lấy mẫu nitơ dioxit ( $\text{NO}_2$ ).
22. TCVN 10736-16:2017 (ISO 16000-16:2008), Không khí trong nhà – Phần 16: Phát hiện và đếm nấm mốc - Lấy mẫu bằng cách lọc.
23. TCVN 10736-17:2017 (ISO 16000-17:2008), Không khí trong nhà – Phần 17: Phát hiện và đếm nấm mốc - Phương pháp nuôi cấy.
24. TCVN 10736-18:2017 (ISO 16000-18:2011), Không khí trong nhà – Phần 18: Phát hiện và đếm nấm mốc - Lấy mẫu bằng phương pháp va đập.
25. TCVN 10736-19:2017 (ISO 16000-19:2012), Không khí trong nhà – Phần 19: Cách thức lấy mẫu nấm mốc.
26. TCVN 10736-20:2017 (ISO 16000-20:2014), Không khí trong nhà – Phần 20: Phát hiện và đếm nấm mốc - Xác định số đếm bào tử tổng số.
27. TCVN 10736-26:2017 (ISO 16000-26:2011), Không khí trong nhà – Phần 26: Cách thức lấy mẫu cacbon dioxit ( $\text{CO}_2$ ).
28. TCVN 10736-32:2017 (ISO 16000-32:2014), Không khí trong nhà – Phần 32: Khảo sát toà nhà để xác định sự xuất hiện của các chất ô nhiễm.
29. TCVN 10759-4:2016 (ISO 11665-4:2012), Đo hoạt độ phóng xạ trong môi trường – Không khí: radon – 222 – Phần 4: Phương pháp đo tích hợp để xác định nồng độ hoạt độ trung bình với việc lấy mẫu thụ động và phân tích trễ.
30. TCVN 10759-5:2016 (ISO 11665-5:2012), Đo hoạt độ phóng xạ trong môi trường – Không khí: radon – 222 – Phần 5: Phương pháp đo liên tục để xác định nồng độ hoạt độ.
31. TCVN 10759-6:2016 (ISO 11665-6:2012), Đo hoạt độ phóng xạ trong môi trường – Không khí: radon – 222 – Phần 6: Phương pháp đo điểm để xác định nồng độ hoạt độ.
32. ASHRAE-ANSI/ASHRAE Standard 62.1:2016, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

33. ANSI/ASHRAE 129-1997 (RA 2002), *Standard 129-1997 (RA 2002) - Measuring Air Change Effectiveness.*
34. Australian/New Zealand Standard, AS/NZS 3580.9.7:2009, *Methods for sampling and analysis of ambient air Method 9.7: Determination of suspended particulate matter - Dichotomous sampler (PM10, coarse PM and PM2.5) - Gravimetric method.*
35. Australian/New Zealand Standard, AS/NZS 3580.9.6:2003, *Methods for sampling and analysis of ambient air Method 9.6: Determination of suspended particulate matter - PM10 high volume sampler with size selective inlet - Gravimetric method.*
36. ISO 16000-37:2019, *Indoor air - Part 37: Measurement of PM2,5 mass concentration.*
37. ISO 16814:2008, *Building environment design – Indoor air quality – Methods of expressing the quality of indoor air for human occupancy.*
38. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM) 0800 - *Bioaerosol sampling (Indoor air).*
39. Singapore Standards Council: SS 554:2016, *Code of practice for indoor air quality for air-conditioned buildings.*
40. Apte MG and Daisey JM. 1999. VOCs and "Sick Building Syndrome": Application of a New Statistical Approach for SBS Research to U.S. EPA BASE Study Data, in Proceedings of the 8th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, August 8-13, 1999, Edinburgh, Scotland.
41. Apte MG and Erdmann CA. 2002. Association of indoor carbon dioxide concentrations, VOCs and environmental susceptibilities with mucous membrane and lower respiratory sick building syndrome symptoms in the BASE study: Analyses of the 100 building data set, Lawrence Berkeley National Laboratory, Report LBNL-51570.
42. Bako-Biro Z. 2004. Human perception, SBS symptoms and performance of office work during exposure to air polluted by building materials and personal computers. Ph.D. Thesis. International Centre for Indoor Environment and Energy. Technical university of Denmark.
43. Fisk WJ. 2000. Health and productivity gains from better indoor environment and their relationship with building energy efficiency. Annual Review of the Energy and the Environment, vol 25. 2000. pp 537-566.
44. Fang L, Wyon DP, Clausen G, Fanger PO. 2004. Impact of indoor air temperature and humidity in an office on perceived air quality, SBS symptoms and performance. Indoor Air Journal 14 (Suppl 7) 74-81.
45. Federspiel CC, Fisk WJ, Price PN, Liu G, Faulkner D, Dibartolemeo DL, Sullivan DP, Lahiff M. 2004. Worker performance and ventilation in a call center: analyses of work performance data for registered nurses. Indoor Air Journal vol 14. Supplement 8: 41-50.

## TCVN 13521:2022

46. Heschong Mahone Group. 2003. *Windows and offices: A study of office workers performance and the indoor environment*. Prepared for California energy commission. Fair Oaks, California.
47. Kaczmarczyk J, Zeng Q, Melikov A, Fanger PO. 2002. *The effect of a personalized ventilation system on perceived air quality and SBS symptoms*. In *Indoor Air 2002: Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, vol 4, Levin, H. ed., Indoor Air 2002, Santa Cruz, California, pp. 1042 – 47.
48. Lagercrantz L, Wistrand M, Willen U, Wargocki P, Witterseh T, Sundell J. 2000. *Negative impact of air pollution on productivity: previous Danish findings repeated in new Swedish test*. Proceedings of the Healthy Buildings 2000 Conference, vol 2:653-658.
49. Mendell MJ.1993. *Non-specific symptoms in office workers: a review and summary of the epidemiologic literature*. *Indoor Air* 1993;3:227-36.
50. Mendell MJ, Fisk WJ, Petersen MR, Hines CJ, Dong M, Faulkner D, Deddens JA, Ruder AM, Sullivan D and Boeniger MF. 2002. *Indoor particles and symptoms among office workers: result from a double –blind cross-over study*. *Epidemiology*, 13: 296-304.
51. Mendell MJ, Naco GN, Wilcox TG, Sieber WK. 2003. *Environmental Risk Factors and Work-Related Lower Respiratory Symptoms in 80 Office Buildings: An Exploratory Analysis of NIOSH Data*.
52. Myhrvold A, Olsen E, Lauridsen O.1996. *Indoor environment in schools / pupils health and performance in regard to CO2 concentrations*, Proceedings of the Indoor Air 1996 conference, Vol 4: 369 – 374.
53. Myhrvold A, Olesen E.1997. *Pupils health and performance due to renovation of schools*. Proceedings of Healthy Buildings/IAQ 1997.1:81-86.
54. Niemelä R, Hannula M, Rautio S, Reijula K and Railio J. 2002. *The effect of air temperature on labour productivity in call centres - a case study*. *Energy and Buildings*, Vol 34, 759-764.
55. Niemela R, Seppänen O, Reijula K. 2004. *Prevalence of SBS-symptoms as indicator of health and productivity in office buildings*. Submitted to American Journal of Industrial Medicine.
56. Nunes F, Menzies R, Tamblyn R, Boehm E, Letz R.1993. *The effect of varying level of outdoor air supply on neurobehavioral performance function during a study of sick building syndrome (SBS)*. Proceedings of Indoor Air 93, vol 1:53-58.
57. Park JH, Schleiff PL, Attfield MD, Cox-Ganser JM, Kreiss K. 2004. *Building related respiratory symptoms can be predicted with semi-quantitative indices of exposure to dampness and mold*. *Indoor Air* 14(6): 425 – 433.
58. Seppänen O, Fisk W, Mendell M . 1999. *Association of ventilation rates and CO2 concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings*. *Indoor Air*, 9:226–252.

59. Seppänen O. and Fisk WJ. 2002. *Association of ventilation system type with SBS symptoms in office workers*. Indoor Air 12(2): 98-112.
  60. Seppänen, O.A. and Fisk, W.J. 2005. *Some quantitative relations between indoor environmental quality and work performance or health*. Proceedings of the 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Beijing, pp. 40-53.
  61. Ten Brinke J, Selvin S, Hodgson AT, Fisk WJ, Mendell MJ, Koshland CP and Daisey JM.1998. *Development of new VOC exposure metrics and their relationship to sick building syndrome symptoms*, Indoor Air 8(3): 140-152.
  62. Tham KW, Willem, HC. 2003. *A principal component analysis of perception and SBS symptoms of office workers in the tropics at two temperatures and two ventilation rates*. Proceeding of Healthy Buildings Conference 2003. Vol 3: 88-94.
  63. Tham KW. 2004. *Effects of temperature and outdoor air supply rate on the performance of call center operators in the tropics*. Indoor Air Journal 14 (Suppl 7):119-125.
  64. Tham KW, Willem HC. 2004. *Effects of reported neurobehavioral symptoms on call center operator performance in the tropics*. Proceedings (in CD) of Room Vent 2004 Conference. Coimbra. Portugal.
  65. Wargocki P, Wyon DP, Baik YK, Clausen G, Fanger PO. 1999. *Perceived air quality, Sick Building Syndrome (SBS) symptoms and productivity in an office with two different pollution loads*, Indoor Air J. vol 9: 165-179.
  66. Wargocki P, Wyon D, Sundell J, Clausen G, Fanger PO. 2000a. *The effects of outdoor air supply rate in an office on perceived air quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and productivity*. International Journal of Indoor Air Quality and Climate, vol 10:222-236.
  67. Wargocki P, Wyon DP and Fanger PO. 2000b. *Pollution source control and ventilation improve health, comfort and productivity*. In: Proceeding of Cold Climate HVAC '2000, Sapporo, pp. 445-450.
  68. Wargocki, P., Wyon, D.P., and Fanger, P.O. 2004. *The performance and subjective responses of call-center operators with new and used supply air filters at two outdoor air supply rates*. Indoor Air, 14(suppl.8), pp. 7-16.
-