



CÁC BIỆN PHÁP THÔNG GIÓ VÀ CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ TẠI CÁC TRƯỜNG TIỂU HỌC HÀ NỘI

Trần Ngọc Quang¹, Vũ Thị Quỳnh Linh²

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, vấn đề ô nhiễm không khí và hiện tượng dịch bệnh lây truyền trong các tòa nhà ngày càng tăng cao do xu hướng kín hóa công trình, hạn chế cấp gió ngoài để tiết kiệm năng lượng và sự gia tăng của các nguồn gây ô nhiễm bên trong, đặc biệt tại các trường tiểu học, nơi các em học sinh thường ở trường suốt cả ngày. Thêm nữa, các em học sinh tiểu học rất nhạy cảm và dễ bị tổn thương do các chất ô nhiễm không khí. Nghiên cứu về chất lượng không khí tại các trường tiểu học đã thu hút được sự quan tâm của các nhà khoa học trên thế giới. Tuy nhiên, ở Việt Nam chưa có nghiên cứu nào được công bố. Sử dụng 2 bộ thiết bị, các tác giả đã đo đồng thời và liên tục chất lượng không khí, bao gồm khí CO₂, nhiệt độ và độ ẩm bên trong và bên ngoài tại 8 trường tiểu học ở Hà Nội để lần đầu tiên lượng hóa và bước đầu đánh giá ảnh hưởng của các giải pháp thông gió đến nồng độ CO₂ bên trong các lớp học. Nồng độ trung bình của CO₂ lần lượt từ 477-728 ppm và 334-424 ppm tại bên trong và bên ngoài lớp học. Phân tích thống kê cho thấy nồng độ bên trong của khí CO₂ bị ảnh hưởng rõ ràng bởi sự thông thoáng và biện pháp thông gió được sử dụng trong mỗi phòng học và có nguy cơ tăng cao vượt quá giới hạn cho phép khi đóng kín cửa sổ để bật máy điều hòa không khí.

Từ khóa: CO₂; thông gió tự nhiên; sử dụng điều hòa.

Summary: In the past decades, indoor air pollutants and sick building syndrome (SBS) have increased due to the construction of more tightly sealed buildings, the reduction of ventilation rates to save energy, and the use of artificial building materials and furnishings; especially at primary schools, where children usually stay all their day time and are easily exposed to air pollutants. Studies on air quality at primary schools have attracted worldwide scientists' attention. However, there is no related article in Vietnam published yet. Using two sets of equipments, the authors have simultaneously and continuously measured air quality, consist of CO₂, temperature and relative humidity both indoor and outdoor of classrooms at 8 Hanoi primary schools in order to quantify and primarily evaluate the influence of ventilation modes to indoor air quality of classrooms. Average concentrations of CO₂ were 477-728 ppm and 334-424 ppm, respectively at the inside and outside of classrooms. Statistical analysis showed that indoor CO₂ concentrations are clearly affected by classrooms' ventilation methods, and able to exceed limited concentration if the windows are tightly closed to run the air conditioners.

Keywords: CO₂; natural ventilation; air conditioning.

Nhận ngày 6/7/2014, chỉnh sửa ngày 18/7/2014, chấp nhận đăng 10/9/2014



1. Đặt vấn đề

Rất nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng nâng cao tỉ lệ gió ngoài hay bội số trao đổi không khí sẽ cải thiện đáng kể chất lượng không khí, cụ thể giảm nồng độ khí CO₂ bên trong các tòa nhà văn phòng, kết quả là nâng cao sức khỏe và hiệu suất làm việc của các nhân viên làm việc trong đó. Bội số trao đổi không khí phụ thuộc rất nhiều và các biện pháp thông gió hay các hệ thống thông gió được lắp đặt trong các công trình [7,8].

¹ TS, Khoa Kỹ thuật Môi trường. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: quangtn@nuce.edu.vn

² ThS, Cục Kiểm soát Ô nhiễm. Tổng cục Môi trường.

Chất lượng không khí bên trong các lớp học tại các trường tiểu học đã thu hút được nhiều sự quan tâm của cộng đồng vì các em học sinh tiểu học luôn ở trường với một khoảng thời gian dài cả buổi sáng và buổi chiều (đến 10 giờ/ngày); thêm nữa, các em rất nhạy cảm và dễ bị tổn thương do tác động của các chất gây ô nhiễm không khí so với người lớn [9]. Một loạt các nghiên cứu về chất lượng không khí tại các trường tiểu học đã được thực hiện trên thế giới [7, 10-15]. Do phát triển kinh tế và đặc biệt là quá trình đô thị hóa không được kiểm soát tốt đã gây ra ô nhiễm không khí tại các thành phố lớn của Việt Nam như Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh [16]. Tuy nhiên, các nghiên cứu về chất lượng không khí bên trong các công trình ở Việt Nam còn rất hạn chế. Đặc biệt chưa có nghiên cứu nào đề cập đến vấn đề ô nhiễm không khí tại các trường tiểu học. Chính vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này nhằm lần đầu tiên đo đạc và lượng hóa nồng độ bên trong và bên ngoài của khí CO₂, đồng thời bước đầu đánh giá tác động của các biện pháp thông gió đến nồng độ khí CO₂ bên trong các lớp học tiểu học ở Hà Nội.



2. Phương pháp nghiên cứu

2.1 Các trường và phòng lớp học được lựa chọn tham gia nghiên cứu

Tám trường tiểu học ở nội thành của thủ đô Hà Nội đã được lựa chọn cho nghiên cứu này. Các trường được lựa chọn yêu cầu phải nằm ở các khu vực khác nhau như có trường nằm gần trục giao thông chính, có trường nằm sâu trong khu dân cư, có trường nằm gần công trường xây dựng nhằm để đánh giá ảnh hưởng của các nguồn gây ô nhiễm không khí khác nhau đến chất lượng không khí, bao gồm nồng độ bụi và các chất độc hại khác ngoài CO₂ ở các trường tiểu học. Tuy nhiên, các kết quả liên quan sẽ được công bố trong các nghiên cứu tiếp theo. Các trường tiểu học được lựa chọn và mã hóa từ TH1 đến TH8.

Các phòng lớp học tại các trường được lựa chọn thường có diện tích khoảng 50 m², với số học sinh trong mỗi lớp trên dưới 50. Các phòng học thường có 2 cửa ra vào và 2 cửa sổ ở phía hành lang chung phía trước và có 4 cửa sổ ở phía sau. Để đánh giá ảnh hưởng của các biện pháp thông gió đến chất lượng không khí bên trong phòng học, nghiên cứu này đã lựa chọn một số các lớp học sử dụng quạt trần kết hợp với mở toang các cửa sổ và cửa đi để tăng cường thông gió tự nhiên và một số lớp học sử dụng máy điều hòa. Đối với các phòng học lắp máy điều hòa không khí, để tiết kiệm năng lượng, hệ thống cửa sổ gỗ 2 cánh được thay bằng các cửa sổ nhôm kính dùng ray trượt và thường có một ô kính cố định ở phía trên để giảm chiều cao cánh cửa sổ. Do đó, diện tích thông thoáng của các cửa sổ nhôm kính mới chỉ bằng một phần ba đến một nửa so với các cửa sổ gỗ thông thường. Bảng 1 và Hình 1 dưới đây tóm tắt đặc điểm của các trường và lớp phòng học được chọn để khảo sát đo đạc.



Hình 1. Bản đồ vị trí của các trường được lựa chọn tham gia nghiên cứu

Bảng 1. Danh sách và đặc điểm của các trường và lớp học được lựa chọn

TT	Tên trường	Mã	Địa điểm của trường	Biện pháp thông gió của lớp học
1	Quan Hoa	TH1	Gần đường có mật độ giao thông thấp, ở trung tâm thành phố	Dùng điều hòa, quạt trần cùng với cửa sổ nhôm kính
2	Tô Vĩnh Diện	TH2	Gần đường hẹp có mật độ giao thông cao, ở trung tâm thành phố	Dùng điều hòa, quạt trần cùng với cửa sổ nhôm kính
3	Lý Thường Kiệt	TH3	Gần đường chính có mật độ giao thông cao, ở trung tâm thành phố	Dùng quạt trần cùng với cửa sổ mở cánh sang 2 bên
4	Quang Trung	TH4	Gần đường hẹp có mật độ giao thông thấp, ở trung tâm thành phố	Dùng quạt trần cùng với cửa sổ mở cánh sang 2 bên
5	Thịnh Hào	TH5	Gần đường hẹp có mật độ giao thông cao, ở trung tâm thành phố	Dùng điều hòa, quạt trần cùng với cửa sổ nhôm kính
6	Phương Liệt	TH6	Trong khu dân cư ở trung tâm thành phố	Dùng quạt treo tường cùng với cửa sổ mở cánh sang 2 bên
7	Đặng Trần Côn A	TH7	Gần khu vực đang diễn ra nhiều hoạt động công trường	Dùng quạt treo tường cùng với cửa sổ mở cánh sang 2 bên
8	Kim Giang	TH8	Gần đường có mật độ giao thông thấp, ở xa trung tâm thành phố	Dùng quạt trần cùng với cửa sổ mở cánh sang 2 bên

2.2 Thiết bị đo nồng độ CO₂ và các thông số khác

Thiết bị đo cầm tay Q - TRAK (Model 8552/8554 Q-TRAK™ Plus IAQ Monitor) của Hãng TSI - Hoa Kỳ được sử dụng để đo nồng độ thực tế của khí CO₂, cũng như đo nhiệt độ và độ ẩm tương đối trong không khí. Khoảng thời gian ghi số liệu liên tục được cài đặt là 1 phút. Hình ảnh thiết bị trong Hình 2.



Hình 2. Hình ảnh của các thiết bị đo nồng độ khí CO₂ trong không khí

2.3 Quy trình đo đặc chất lượng không khí bên trong và bên ngoài lớp học

Nồng độ khí CO₂, cùng với nhiệt độ và độ ẩm của không khí bên trong và bên ngoài lớp học được đo đồng thời và liên tục trong vòng khoảng 2 giờ tại mỗi trường tiểu học bằng hai thiết bị đo Q-Trak. Một thiết bị Q-Trak được đặt trên bàn học sinh, tương đương với tầm thở khi các em học sinh ngồi và có lưu ý tránh các tác động trực tiếp của các em học sinh. Một thiết bị Q-Trak thứ 2 được sử dụng để đo chất lượng không khí, nhiệt độ và độ ẩm ở bên ngoài cổng trường. Thiết bị này được đặt ở độ cao khoảng 1,2m, tầm thở khi đứng của các em học sinh tiểu học. Thời gian khảo sát tại các trường tiểu học bắt đầu từ 19/3/2013 đến 11/4/2013. Khoảng thời gian khảo sát trong ngày tại mỗi trường tiểu học thường từ 9h - 11h hoặc từ 14h - 16h.

2.4 Phân tích số liệu

Theo từng thiết bị đo, các số liệu đo đạc được phân thành từng thông số chất lượng không khí cho bên trong và bên ngoài. Phần mềm thống kê SPSS phiên bản 18 chạy trên môi trường Window được sử dụng để thực hiện các phân tích thống kê bao gồm thống kê mô tả, thống kê suy luận như quan hệ tương quan, quan hệ hồi qui để phân tích các số liệu thu được với mức thống kê ý nghĩa là 5%.

3. Kết quả và bình luận

3.1 Nhiệt độ và độ ẩm tương đối bên trong và bên ngoài các lớp học

Giá trị thống kê trung bình cộng và độ lệch chuẩn của nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí bên trong và bên ngoài các phòng học của các trường tiểu học TH1 đến TH8 được trình bày lần lượt trong Bảng 2 và 3. Nhiệt độ trung bình của không khí trong các lớp học dao động từ 26,1-29,3oC, trong khi bên ngoài dao động từ 25,3-28,5oC. Độ ẩm tương đối của không khí bên trong lớp học dao động từ 81,2-92,1 %, trong khi các giá trị bên ngoài thay đổi từ 77,1-82,3%.

Kết quả thống kê cho thấy nhiệt độ bên trong các lớp học không khác biệt đáng kể so với bên ngoài ($p = 0.014$). Trong khi, độ ẩm tương đối bên trong các lớp học đã lớn hơn đáng kể so với bên ngoài ($p < 0.05$). Kết quả phân tích cho thấy tại thời điểm khảo sát, tất cả các phòng học đều sử dụng biện pháp thông gió tự nhiên - mở cửa sổ và có một số phòng học kết hợp bật quạt mà chưa có phòng học nào chạy máy điều hòa không khí.

Kết quả đo đạc cũng cho thấy nếu như nhiệt độ bên trong các lớp học khá gần với nhiệt độ tiện nghi thì độ ẩm bên trong lớp học lại rất cao. Điều này có thể lí giải bởi độ ẩm bên ngoài cao, đặc biệt vào những ngày nồm ẩm cuối xuân đầu hạ (cuối tháng 3 đầu tháng 4) ở miền Bắc Việt Nam. Thêm nữa, mật độ học sinh cao trong các phòng học cũng là nguyên nhân làm cho độ ẩm tương đối trong không khí tăng cao.

Bảng 2. Nhiệt độ không khí (°C) bên trong và bên ngoài các lớp tiểu học Hà Nội

Trường		TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6	TH7	TH8
Trong	Trung bình cộng	27,4	27,0	26,4	26,7	26,1	27,0	28,0	29,3
	Độ lệch chuẩn	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Ngoài	Trung bình cộng	28,3	27,0	25,3	26,0	25,0	27,0	28,0	28,5
	Độ lệch chuẩn	0,6	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Bảng 3. Độ ẩm tương đối (%) của không khí bên trong và bên ngoài các lớp tiểu học Hà Nội

Trường		TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6	TH7	TH8
Trong	Trung bình cộng	81,6	88,6	86,7	87,1	92,1	85,9	84,2	88,3
	Độ lệch chuẩn	4,8	5,2	4,7	3,9	3,4	4,7	3,9	3,7
Ngoài	Trung bình cộng	77,1	81,2	80,2	77,7	82,3	77,1	75,0	79,3
	Độ lệch chuẩn	2,6	2,0	2,7	2,1	1,9	2,3	1,5	2,0

3.2 Nồng độ khí CO₂ bên trong và bên ngoài các lớp học

Giá trị thống kê trung bình cộng và độ lệch chuẩn của nồng độ khí CO₂ bên trong và bên ngoài của các trường tiểu học được đo tại Hà Nội được trình bày trong Bảng 4.

Nồng độ bên ngoài trung bình của CO₂ dao động từ 334 ± 25 đến 428 ± 41 ppm (Mean ± SD). Kết quả này phù hợp với kết quả đo bên ngoài của 5 lớp tiểu học ở Nam bang Texas, Mỹ khi nồng độ CO₂ từ 339 - 399 ppm [15]. Trong khi nồng độ bên trong trung bình của khí này có sự khác biệt rõ rệt giữa các trường, chúng dao động từ 477 ± 59 ppm đến 728 ± 145 ppm. Nồng độ CO₂ bên trong các lớp học khá tương đương với kết quả được báo cáo bởi Zhang và Zhu [15].

Nồng độ CO₂ trong các lớp học sử dụng điều hòa không khí và quạt (TH1, TH2, TH5) đã cao hơn đáng kể so với các lớp học chỉ sử dụng quạt ($p < 0,05$). Điều này cũng dễ hiểu vì các lớp lắp điều hòa không khí - mặc dù chưa bật điều hòa tại thời điểm khảo sát, nhưng do hệ thống cửa sổ trượt bằng nhôm kính sẽ hạn chế khả năng thông thoáng so với các cửa mở toang về hai phía. Điều này cũng đã được báo cáo tương tự bởi Guo và các cộng sự [7].

Nồng độ CO₂ bên trong các lớp học, kể cả các lớp lắp máy điều hòa không khí và cửa sổ nhôm kính vẫn thỏa mãn yêu cầu về tiêu chuẩn chất lượng không khí bên trong công trình do Hiệp hội kỹ sư điện lạnh thông gió điều hòa - Mỹ đề xuất [17] và tương đương với nồng độ CO₂ bên trong một số toà nhà văn phòng sử dụng điều hòa không khí trung tâm [18]. Tuy vậy, nồng độ CO₂ bên trong các lớp học bật điều hòa và đóng kín cửa sổ nhôm kính trong những ngày nóng hơn chắc chắn sẽ tăng cao và có thể vượt qua nồng độ cho phép (1000 ppm).

Bảng 4. Nồng độ khí CO₂ (ppm) tại các trường tiểu học Hà Nội

Trường		TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6	TH7	TH8
Trong	Trung bình cộng	682	612	484	477	728	498	529	544
	Độ lệch chuẩn	91	74	64	59	145	102	119	86
Ngoài	Trung bình cộng	415	390	424	374	428	396	402	334
	Độ lệch chuẩn	15	44	55	33	41	39	73	25



4. Kết luận và kiến nghị

Bài báo đã đo đạc và lượng hóa nồng độ khí CO₂ bên trong và bên ngoài các phòng học ở 8 trường tiểu học ở Hà Nội.

Nồng độ khí CO₂ bên trong các lớp học chịu tác động mạnh mẽ vào độ thông thoáng của lớp học và bởi phương thức thông gió được sử dụng, bao gồm thông gió tự nhiên - mở cửa sổ kết hợp với bật quạt hay sử dụng điều hòa khép kín.

Nồng độ khí CO₂ bên trong các phòng học tại thời điểm khảo sát chưa vượt quá nồng độ cho phép. Tuy nhiên vào những ngày mùa hè, khi các phòng học có sử dụng điều hòa và đóng kín các cửa để tiết kiệm năng lượng thì nồng độ khí CO₂ sẽ tăng cao và có thể vượt quá tiêu chuẩn cho phép.

Để đảm bảo sức khỏe, sự tỉnh táo và tập trung để học tập cho các em học sinh tiểu học, các phòng học có sử dụng điều hòa nên lắp bổ sung và vận hành các quạt cấp gió tươi. Để tiết kiệm năng lượng và thuận tiện trong vận hành, các quạt này nên được điều khiển tự động dựa vào tín hiệu của các đầu cảm biến nồng độ khí CO₂ được lắp đặt bên trong phòng học. Các đầu cảm biến này sẽ gửi tín hiệu để chỉ bật quạt khi nồng độ khí CO₂ bên trong phòng bắt đầu vượt quá ngưỡng cho phép.

Tài liệu tham khảo

1. J.S. Park, C.H. Yoon (2011), "The effects of outdoor air supply rate on work performance during 8-h work period", *Indoor Air*, 21, 4, 284-290.
2. S.C. Sekhar, K.W. Tham, K.W. Cheong (2003), "Indoor air quality and energy performance of air-conditioned office buildings in Singapore", *Indoor Air*, 13, 4, 315-331.
3. O. Seppänen, W.J. Fisk, Q.H. Lei (2006), "Ventilation and performance in office work", *Indoor Air*, 16, 1, 28-36.
4. K.W. Tham (2004), "Effects of temperature and outdoor air supply rate on the performance of call center operators in the tropics", *Indoor Air*, 14, 119-125.
5. P. Wargocki, D.P. Wyon, P.O. Fanger (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, 7-16.
6. P. Wargocki, D.P. Wyon, J. Sundell, G. Clausen, P.O. Fanger (2000), "The effects of outdoor air supply rate in an office on perceived air quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and productivity", *Indoor Air*, 10, 4, 222-236.
7. H. Guo, L. Morawska, C. He, D. Gilbert (2008), "Impact of ventilation scenario on air exchange rates and on indoor particle number concentrations in an air-conditioned classroom", *Atmos. Environ.*, 42, 4, 757-768.
8. A.K. Persily, J. Gorfain, G. Brunner (2006), "Survey of ventilation rates in office buildings", *Building Research & Information*, 34, 5, 459-466.
9. W.H.O. WHO, Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, World Health Organization, 2006.
10. H. Fromme, D. Twardella, S. Dietrich, D. Heitmann, R. Schierl, B. Liebl, H. Rüdén (2007), "Particulate matter in the indoor air of classrooms exploratory results from Munich and surrounding area", *Atmos. Environ.*, 41, 4, 854-866.
11. H. Guo, L. Morawska, C. He, Y. Zhang, G. Ayoko, M. Cao (2010), "Characterization of particle number concentrations and PM_{2.5} in a school: influence of outdoor air pollution on indoor air", *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 17, 6, 1268-1278.
12. L. Morawska, C. He, G. Johnson, H. Guo, E. Uhde, G. Ayoko (2009), "Ultrafine Particles in Indoor Air of a School: Possible Role of Secondary Organic Aerosols", *Environ. Sci. Technol.*, 43, 24, 9103-9109.
13. N.A. Mullen, S. Bhargar, S.V. Hering, N.M. Kreisberg, W.W. Nazaroff (2011), "Ultrafine particle concentrations and exposures in six elementary school classrooms in northern California", *Indoor Air*, 21, 1, 77-87.
14. S. Weichenthal, A. Dufresne, C. Infante-Rivard, L. Joseph (2008), "Characterizing and predicting ultrafine particle counts in Canadian classrooms during the winter months: model development and evaluation", *Environ. Res.*, 106, 3, 349-360.
15. Q. Zhang, Y. Zhu (2011), "Characterizing ultrafine particles and other air pollutants at five schools in South Texas", *Indoor Air*.
16. D.D. Cohen, J. Crawford, E. Stelcer, V.T. Bac (2010), "Characterisation and source apportionment of fine particulate sources at Hanoi from 2001 to 2008", *Atmos. Environ.*, 44, 3, 320-328.
17. ASHRAE, ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2010 - Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, in, American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers., Atlanta, GA, 2010.
18. T.N. Quang, C. He, L. Morawska, L.D. Knibbs (2013), "Influence of ventilation and filtration on indoor particle concentrations in urban office buildings", *Atmos. Environ.*, 79, 41-52.