



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

**ERASMUS+ project:
Integrated Doctoral
Program for
Environmental Policy,
Management and
Technology - INTENSE**

**Dự án ERASMUS+:
Chương trình Tiến sĩ Tích
hợp về Chính sách, Quản lý
và Công nghệ Môi trường -
INTENSE**

**Teaching and learning
materials**

Tài liệu giảng dạy và học tập

Course:

**Indoor air
pollution
control**

Học phần:

**Kiểm soát Ô
nhiễm Không khí
Trong nhà**

Developed by: Nghiem Trung
Dung

Phát triển bởi: Nghiem Trung
Dũng

*Partner No.10
Hanoi University of Science
and Technology*

*Đối tác số: 10
Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội*





Disclaimer

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Tuyên bố từ chối trách nhiệm

Sự hỗ trợ của Ủy ban châu Âu đối với việc sản xuất ấn phẩm này không cấu thành sự xác nhận nội dung. Nội dung này chỉ phản ánh quan điểm của các tác giả và Ủy ban không chịu trách nhiệm về bất kỳ việc sử dụng nào mà có thể được thực hiện từ thông tin trong đó.

Contents/Mục lục

Content	Nội dung	Page/Trang
Summary	Tóm tắt	5
General information	Thông tin chung	5
Lectures: <i>Short overview</i> <i>Questions for self-control</i>	Bài giảng: <i>Tóm tắt nội dung</i> <i>Câu hỏi tự kiểm tra</i>	6
Practical works and seminars: <i>Practical works</i> <i>Seminars</i>	Thực hành và Seminar <i>Thực hành</i> <i>Seminar</i>	7
Independent work	Tự học	17
Final control	Thi cuối kỳ	18
References	Tài liệu tham khảo	19
Access to the course	Tiếp cận khóa học	20



Summary/Tóm tắt

This 3 ECTS course serves as an advance to indoor air pollution. It provides doctoral students with advanced knowledge on indoor air pollution control so they can meet the increasing requirements in the fields of environmental engineering as well as natural resources and environmental management. The main content of the course includes the common syndromes when exposed to indoor air pollution; the relationship between indoor and outdoor air quality; the sources of indoor air pollutants, including inorganic (asbestos, radon, Pb, particulate matter, CO₂, CO, SO₂, NO₂ and O₃), organic (VOC, formaldehyde, pesticides, PAHs, PCBs), biological agents (fungi, mold, bacteria and others) and environmental tobacco smoke, and their health effects; the evaluation of indoor air quality; health risk assessment; different tools for the control of indoor air pollution. The control tools include measures through design, operation and maintenance; source control; ventilation; air cleaning; institutional and educational measures.

Through the course, students will also be enhanced with analytical, synthesis, presentation and teamwork skills.

General information / Thông tin chung

EV7022 Indoor air pollution control

1. **Tên học phần:** Kiểm soát ô nhiễm không khí trong nhà

2. **Mã học phần:** EV7022

3. **Tên tiếng Anh:** Indoor air pollution control

4. **Khối lượng:** 3(3-0-0-6)

Lý thuyết: 45 tiết

Bài tập : 0 tiết

Thí nghiệm: 0 giờ

5. **Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS chuyên ngành Kỹ thuật môi trường với hướng chuyên sâu Công nghệ môi trường không khí

6. **Mục tiêu học phần:** Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức nâng cao về lý luận chuyên ngành công nghệ môi trường không khí
- Rèn luyện khả năng tư duy về công nghệ môi trường không khí

7. **Nội dung tóm tắt:**

Kết thúc học phần, này người học có kiến thức chuyên sâu về các vấn đề hiện nay của ô nhiễm không khí trong nhà và tác hại sức khỏe của nó; về các phương pháp kiểm soát, gồm kiểm soát nguồn gây ô nhiễm (các chất vô cơ, hữu cơ và bụi có nguồn gốc sinh học), kiểm soát bằng thông gió và kiểm soát bằng làm sạch khí.

8. **Nhiệm vụ của NCS:**

Dự lớp:

Tiểu luận

9. **Đánh giá kết quả:**

Mức độ dự giờ giảng

Kiểm tra giữa kỳ

Tiểu luận

Thi kết thúc học phần

Lectures / Bài giảng

Nội dung bài giảng

Bài giảng bao gồm 3 phần:

Phần 1: Nguồn và tác hại sức khỏe của ô nhiễm không khí trong nhà (IAP)

Chủ đề 1: Một số vấn đề chung về IAP

- Khái niệm về ô nhiễm không khí trong nhà.
- Đặc điểm của các dạng môi trường trong nhà (IE):
 - Các tòa nhà:
 - Nhà dân sinh (residential buildings)
 - Nhà phi dân sinh (nonresidential buildings)
 - Các dạng khác: Ôtô, máy bay, tàu hỏa (trains), tàu thủy (ship), vv..
- Hội chứng thường gặp khi phơi nhiễm IAP:
 - Bệnh liên quan đến tòa nhà (Building-related illnesses, BRI)
 - Hội chứng say tòa nhà (Sick building syndrome, SBS)
 - Bệnh/hội chứng liên quan đến công việc (Work-related illness and symptoms).
- Mối liên hệ về nồng độ giữa trong nhà và ngoài trời.

Chủ đề 2: Chất ô nhiễm vô cơ (Inorganic pollutants)

- Amiăng (Asbestos)
- Radon (Rn)
- Chì (Pb).
- Bụi (particulate matter)
 - PM_{2.5}: Inhalable particulate matter (IPM)

- $PM_{2,5-10}$: Respirable particulate matter (RPM)
- TSP
- Một số chất khác từ nguồn đốt:
 - CO
 - CO_2
 - SO_2
 - NO_2
- Ozon (O_3)

Chủ đề 3: Chất ô nhiễm hữu cơ (Organic pollutants)

- VOC (Volatile organic compounds)
- Formaldehyde
- Hóa chất diệt sinh vật gây hại (Pesticides)
- PAHs (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)
- PCBs (Polychlorinated Biphenyls).

Chủ đề 4: Tác nhân sinh học và khói thuốc là

- Nấm mốc (fungi, mold)
- Vi khuẩn (bacteria)
- Các dạng khác:
 - Virus
 - Phần hoa,
 - Chất bài tiết của động vật (nước bọt, nước tiểu)
 - Lông, gàu vv.. của động vật
 - Ve bụi (house dust mite)

Chủ đề 5: Khói thuốc là (Environmental tobacco smoke, ETS)

- Mỡ đầu
- Bản chất lý-hóa
- Nồng độ đặc trưng và mức phơi nhiễm

- Tác hại sức khỏe

Phần 2: Đánh giá chất lượng không khí trong nhà

Chủ đề 6: Thu thập và phân tích dữ liệu

- Một số điểm lưu ý
- Thu thập thông tin trước khi đến hiện trường (*Thu thập dữ liệu chung*)
- Thu thập dữ liệu tại hiện trường
- Tiến hành quan trắc
- Phân tích dữ liệu

Chủ đề 7: Phương pháp luận quan trắc IAP

- Mở đầu
- Tính động của IAP
- Mục tiêu lấy mẫu
- Thời gian lấy mẫu (thời điểm, độ dài và tần suất lấy mẫu)
- Vị trí lấy mẫu
- Lấy mẫu chủ động và thụ động
- Đo tốc độ trao đổi không khí
- QA/QC

Chủ đề 8: Lấy mẫu thụ động

- Khái niệm
- Phân loại
- Lấy mẫu khuếch tán
- So sánh quan trắc liên tục và thụ động
- Xác định một số chất ô nhiễm bằng PSD của Ogawa
- Ứng dụng của PSD

Chủ đề 9: Nhận dạng nguồn thải

- Infiltration factor
- Enrichment factor
- Factor analysis

Chủ đề 10: Đánh giá rủi ro sức khỏe

- Exposure assessment
- Estimation of non-carcinogenic risk
- Estimation of carcinogenic risk.

Phần 3: Kiểm soát ô nhiễm không khí trong nhà

Chủ đề 11: Kiểm soát thông qua thiết kế, vận hành và bảo dưỡng tòa nhà

- Thông qua thiết kế/xây dựng tòa nhà
 - Chọn sản phẩm có mức độ phát thải ô nhiễm thấp, mức độ độc thấp:
 - Vật liệu xây dựng
 - Đồ nội thất
 - Kiểm soát các yếu tố khác
 - Bố trí đường vào gara
 - Bố trí cửa hút khí của hệ thống thông gió
 - Bố trí nơi đặt bếp, máy in vv..
- Thông qua vận hành và bảo dưỡng tòa nhà:⇒ Thường liên quan đến các vấn đề sau:
 - Hệ thống sưởi/đun nước nóng
 - Hệ thống cấp nước
 - Kiểm soát độ ẩm

Chủ đề 12: Kiểm soát nguồn thải

- Một số nguyên tắc chung
 - Measures that prevent or exclude, in some way, the use of contaminant-producing materials, furnishings, equipment, etc., in indoor environments;
 - Elements of building design, operation, and maintenance that prevent or minimize contamination;
 - Treatment or modification of sources directly or indirectly to reduce contaminant production and/or release;
 - Removal of the source and replacement with materials with low or no contaminant production;
 - Measures that prevent the infestation of indoor environments by biological organisms; and
 - Removal of surface contaminants using cleaning measures.
- Phòng ngừa (Prevention)
 - Thông qua sản xuất sản phẩm an toàn và nâng cao chất lượng sản phẩm
 - Thông qua người tiêu dùng
 - Thông qua thiết kế và xây dựng tòa nhà
 - Thông qua vận hành và bảo dưỡng tòa nhà
- Giảm nhẹ (Mitigation):
 - Loại bỏ hoặc thay thế nguồn
 - Xử lý và cải biến nguồn
 - Kiểm soát vi khí hậu
- Giải pháp cho một số dạng nguồn cụ thể.
 - Kiểm soát nguồn thải vô cơ
 - Kiểm soát nguồn thải hữu cơ

- Kiểm soát nguồn sinh học
- Kiểm soát khói thuốc lá

Chủ đề 13: Thông gió

- Thông gió là gì?
- Các dạng thông gió
 - Thông gió tự nhiên
 - Thông gió thụ động
 - Thông gió chủ động
 - Thông gió cưỡng bức
 - Thông gió cục bộ
 - Thông gió trung tâm → HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning)

Chủ đề 14: Làm sạch khí

- Làm sạch bụi
 - Làm sạch bằng vật liệu lọc
 - Làm sạch bằng thiết bị lắng tĩnh điện.
- Làm sạch chất ô nhiễm dạng khí (hơi):
 - Phương pháp hấp phụ
 - Phương pháp hấp thụ
 - Oxy hóa bằng xúc tác ở nhiệt độ phòng
 - Làm sạch bằng thực vật.

Câu hỏi tự kiểm tra

1. Hội chứng thường gặp khi phơi nhiễm bởi IAP?
2. Với loại hình nhà nào thì có thể có vấn đề ô nhiễm bởi ozone?
3. Tác hại sức khỏe của amiăng?

4. Đặc điểm nào làm cho Rn gây ung thư phổi với tỷ lệ cao?
5. Tỷ lệ Indoor/Outdoor của các loại bụi TSP, PM₁₀, và PM_{2.5} như thế nào và tại sao?
6. Tại sao tỷ lệ Indoor/Outdoor của SO₂ và NO₂ <1?
7. Tác hại chính của VOC indoor là gì?
8. Tại sao khi quan trắc chất lượng không khí trong nhà lại cần phải lưu ý đến tính động của môi trường này?
9. Các khó khăn khi quan trắc chất lượng không khí trong nhà so với ngoài trời?
10. Ưu điểm của phương pháp lấy mẫu khuếch tán khi quan trắc IAP?
11. Cách xử lý nền móng khi đất xây nhà có chứa nhiều Rn?
12. Thế nào là aging và bake-out trong kiểm soát VOCs?
13. Khả năng xử lý ô nhiễm không khí trong nhà của thực vật?

Bài giảng, bài trình bày và tài liệu bổ sung được đăng trong khóa học từ xa trên cơ sở nền tảng MOODLE.

Practical works and seminars /Thực hành và seminar

Thực hành

Nội dung thực hành 1:

Nhận dạng nguồn thải trong nhà và tác hại sức khỏe của chúng

Mục tiêu: Giúp nghiên cứu sinh hiểu được nguồn, bản chất của các chất ô nhiễm không khí trong nhà và tác hại sức khỏe của chúng.

Nội dung cụ thể gồm:

- Chất ô nhiễm vô cơ và tác hại sức khỏe của chúng (Amiăng, Radon (Rn), Chì (Pb), Bụi; CO, CO₂, SO₂ và NO₂; Ozon (O₃).
- Chất ô nhiễm hữu cơ và tác hại sức khỏe của chúng (VOC, Formaldehyde, Hóa chất diệt sinh vật gây hại, PAHs, PCBs)
- Tác nhân sinh học: Nấm mốc (fungi, mold). Vi khuẩn (bacteria). Các dạng khác.
- Khói thuốc lá (EST)

Nội dung thực hành 2:

Xây dựng kế hoạch đánh giá chất lượng không khí trong nhà

Mục tiêu: Giúp nghiên cứu sinh nâng cao hiểu biết thông qua việc vận dụng một cách tổng hợp kiến thức đã học để giải quyết một bài toán thực tế. Cụ thể là nghiên cứu sinh được yêu cầu xây dựng một kế hoạch đánh giá chất lượng không khí trong nhà (nhà dân sinh hoặc phi dân sinh).

Nội dung cụ thể gồm:

- Thu thập và phân tích dữ liệu
- Phương pháp luận quan trắc IAP

- Kỹ thuật quan trắc
- Lấy mẫu thụ động
- Source identification
- Health risk assessment

Nội dung thực hành 3:

Xây dựng kế hoạch kiểm soát ô nhiễm không khí trong nhà

Mục tiêu: Giúp nghiên cứu sinh nâng cao hiểu biết thông qua việc vận dụng một cách tổng hợp kiến thức đã học để giải quyết một bài toán thực tế. Cụ thể là nghiên cứu sinh được yêu cầu xây dựng một kế hoạch kiểm soát ô nhiễm không khí trong nhà (nhà dân sinh hoặc phi dân sinh)

Nội dung cụ thể gồm:

- Kiểm soát thông qua thiết kế, vận hành và bảo dưỡng
- Kiểm soát nguồn thải (Source control)
- Thông gió (Ventilation)
- Làm sạch khí (Air cleaning)
- Thể chế
- Giáo dục (Education)

Seminar

Seminar 1

Hội chứng thường gặp khi phơi nhiễm IAP

Mục tiêu – Giúp nghiên cứu sinh (NCS) nhận dạng được các hội chứng thường gặp khi bị phơi nhiễm bởi ô nhiễm không khí trong nhà. Chúng bao gồm:

- Bệnh liên quan đến tòa nhà” (Building-related illnesses, BRI)
- Hội chứng say tòa nhà (Sick building syndrome, SBS)

- Bệnh/hội chứng liên quan đến công việc (Work-related illness and symptoms).

Seminar 2

Mối liên hệ về nồng độ giữa trong nhà và ngoài trời

Mục tiêu – Giúp nghiên cứu sinh hiểu được mối liên hệ về nồng độ của các chất ô nhiễm không khí giữa trong nhà và ngoài trời, đặc biệt, liên quan đến việc mở/đóng cửa, đến mùa, đến hoạt động của máy điều hòa

Seminar 3

Vấn đề radon trong nhà

Mục tiêu –Đề trang bị cho NCS thêm kiến thức về Radon: Nguồn, tác hại sức khỏe (đặc biệt là gây ung thư phổi), quan trắc và cách kiểm soát

Seminar 4

Hóa chất diệt sinh vật gây hại

Mục tiêu –Hóa chất diệt sinh vật gây hại là những chất ô nhiễm trong nhà do con người chủ định đưa vào. Thông qua seminar này, NCS sẽ hiểu hơn về hóa chất diệt sinh vật gây hại và tác hại sức khỏe của chúng, từ đó nói “Không” hoặc hạn chế sử dụng các loại hóa chất này.

Seminar 5

Lấy mẫu thụ động trong quan trắc IAP

Mục tiêu – Nhằm cung cấp cho NCS một công cụ để quan trắc ô nhiễm không khí trong nhà, quan trắc phơi nhiễm cá nhân mà có thể đồng thời thực hiện được trên một diện rộng.

Seminar 6

Kiểm soát nguồn thải

Mục tiêu – Cung cấp cho NCS các kiến thức về kiểm soát IAP thông qua Kiểm soát nguồn thải, gồm:

- Một số nguyên tắc chung
- Phòng ngừa (Prevention)
- Giảm nhẹ (Mitigation)
- Giải pháp cho một số dạng nguồn cụ thể

Seminar 7

Làm sạch khí (Air cleaning)

Mục tiêu – Trang bị cho NCS các kỹ thuật về làm sạch không khí trong nhà, gồm:

- Làm sạch bụi: Dùng vật liệu lọc; Dùng thiết bị lắng tĩnh điện.
- Làm sạch chất ô nhiễm dạng khí (hơi): Hấp phụ, Hấp thụ, Dùng chất xúc tác ở nhiệt độ phòng, Làm sạch bằng thực vật

Đối với mỗi buổi seminar, nghiên cứu sinh được cung cấp một danh sách các chủ đề mà họ nên tìm và phân tích các tài liệu thuộc phạm vi học phần. Trong lớp, nghiên cứu sinh báo cáo và thảo luận.

Các hướng dẫn chi tiết để chuẩn bị cho công việc thực hành và các buổi seminar được cung cấp trong khóa học từ xa dựa trên nền tảng MOODLE.

Independent work / Tự học

Nội dung tự học bao gồm việc chuẩn bị và thực hiện nhiệm vụ thực hành, chuẩn bị cho các buổi seminar, thi cuối kỳ, cũng như độc lập làm chủ tài liệu.

Nội dung tự học:

Vấn đề ozon trong nhà
Các tác nhân sinh học
Khói thuốc lá
Đo tốc độ trao đổi không khí
Exposure assessment
Thông gió (Ventilation)
Kiểm soát bằng Thẻ chế
Kiểm soát bằng giáo dục

Hướng dẫn chi tiết cho việc tự học có sẵn trong khóa học từ xa dựa trên nền tảng MOODLE.



Final control / Thi cuối kỳ

Việc thi cuối kỳ được thực hiện dưới hình thức một bài kiểm tra điện tử, trong đó có các câu hỏi về tất cả các chủ đề của học phần. Ngân hàng câu hỏi chứa khoảng 100 câu hỏi thuộc các loại sau:

- Câu hỏi với các câu trả lời nhiều lựa chọn;
- Câu hỏi với câu trả lời "có" / "không";
- Câu hỏi mở - nghiên cứu sinh phải viết câu trả lời tối đa 15 dòng.

Chương trình chọn ra 60 câu hỏi cho bài thi cuối kỳ cùng bằng cách chọn ngẫu nhiên.

Điểm bài thi cuối kỳ chiếm trọng số 60% điểm đánh giá của của học phần.

Bài thi cuối kỳ được thực hiện dựa trên nền tảng MOODLE.



References / Tài liệu tham khảo

Kathleen Hess-Kosa (2011), *Indoor Air Quality- The latest sampling and analytical methods*. Second Edition, CRC Press.

Thad Godish (2001), *Indoor environmental Quality*. Lewis Publishers.

Peter Pluschke (Editor) (2001), *The Handbook of Environmental Chemistry 4.F - Indoor Air Pollution*, Springer.

Maroni M., Seifert B. and Lindvall T. (Editors) (1995), *Indoor Air Quality - A Comprehensive Reference Book*, Elsevier Science B.V, The Netherlands.

Ad Bas (2004), *Indoor Air Quality - A Guide to Facility Managers, Second Edition*, The Fairmont Press, Inc. and Marcel Dekker, Inc.

Burroughs H. E. and Hansen S. J. (2004), *Managing Indoor Air Quality*, The Fairmont Press, Inc. and Marcel Dekker, Inc.

Robert Jennings Heinsohn and John M. Cimbala (2003), *Indoor Air Quality Engineering*, Marcel Dekker, Inc.

WHO (2010), *WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants*, Bonn.

Fisk W.J., Spencer R. K., Grimsrud D.T., Offermann F.J., Pedersen B., Sextro R. (1987), *Indoor air quality control techniques: Radon, Formaldehyde, Combustion Products*, Noyes Data Corporation, USA.

Trinh Dinh Tran, Truong Xuan Nguyen, Hien Thi Thu Nguyen, Ha Thi Le Vo, Dung Trung Nghiem, Tuyen Huu Le, Duc Sy Dao & Noi Van Nguyen, 2020. Seasonal variation, sources and health risk assessment of indoor/outdoor BTEX at nursery schools in Hanoi, Vietnam. *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. 231, No. 273, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-020-04635-6>.

Trinh Dinh Tran, Phuong Minh Nguyen, Dung Trung Nghiem, Tuyen Huu Le, Minh Binh Tu, Laurent Y. Alleman, Viet Minh Nguyen, Dong Thanh Pham, Ngoc Minh Ha, Minh Nhat Dang, Chieu Van Le and Noi Van Nguyen, 2020. Assessment of Air Quality in School Environments in Hanoi, Vietnam: A Focus on Mass-Size Distribution and Elemental Composition of Indoor-Outdoor Ultrafine/Fine/Coarse Particles. *Atmosphere*, Vol. 11, No. 519; <https://www.mdpi.com/2073-4433/11/5/519>.



Access to the course / Tiếp cận khóa học

Tất cả các tài liệu đã phát triển cho môn học được đăng trong khóa học từ xa trên cơ sở nền tảng MOODLE. Bạn có thể tham gia khóa học từ xa sau khi đăng ký.

Các tài liệu kèm theo cũng được đăng trên trang web của dự án INTENSE:
<http://intense.network>, <http://intense.network/e-modules/>.

Liên hệ:

Điều phối viên trường INTENSE

tại Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

PGS. TS. Nghiêm Trung Dũng.

Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường

E-mail: dung.nghiemtrung@hust.edu.vn