



Original Article

Air Pollution Assessment of Thermal Power and Cement Plants in Ninh Binh Province

Ngo Anh Tuan^{1,2}, Kim Minh Thuy³, Hoang Anh Le^{1,*},
Pham Thi Viet Anh¹, Pham Thu Huyen¹

¹*Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science, Hanoi, Vietnam
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

²*Kim Son District Construction Investment Project Management Board
An Cu, Thuong, Kim Son, Ninh Binh, Vietnam*

³*Nguyen Gia Environmental Technology, Equipment, and Engineering Consulting Co., LTD
02-D47, Le Trong Tan, Ha Dong, Hanoi, Vietnam*

Received 30 July 2024

Revised 12 September 2024; Accepted 23 October 2024

Abstract: Cement production and thermal power generation are two primary industries in Ninh Binh province, but they are also among the sources of emissions that can negatively affect to local and regional air quality. This study employs the AERMOD air dispersion modeling system to assess the air pollution levels caused by the operations of the cement and thermal power plants in Ninh Binh province. The results show that the highest average hourly concentrations of TSP, SO₂, and NO_x are 30.1 µg/m³, 73.2 µg/m³, and 361 µg/m³, respectively; the highest average daily concentrations are 3.77 µg/m³, 2.17 µg/m³, and 49.0 µg/m³, respectively. The predominant direction of pollutant dispersion is towards the West and Southwest, affecting areas within Ninh Binh City and Tam Diep City. The AERMOD model results indicate that pollutant concentrations are lower than the relevant national technical standards. However, it is concerning that a small region within Cuc Phuong National Park shows signs of being affected by these air pollutants. Therefore, stringent control measures on emissions from thermal power and cement plants must be in place to ensure the local air quality and public health.

Keywords: Industry, Air pollution, AERMOD, Ninh Binh.

* Corresponding author.

E-mail address: leha@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnu.ees.5202>

Đánh giá lan truyền chất ô nhiễm phát sinh từ một số nhà máy nhiệt điện, xi măng tại tỉnh Ninh Bình

Ngô Anh Tuấn^{1,2}, Kim Minh Thúy³, Hoàng Anh Lê^{1,*},
Phạm Thị Việt Anh¹, Phạm Thu Huyền¹

¹Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

²Ban Quản lý Dự án Đầu tư Xây dựng huyện Kim Sơn,
An Cư, Thượng Kiệm, Kim Sơn, Ninh Bình, Việt Nam

³Công ty Trách nhiệm Hữu hạn Tư vấn kỹ thuật, thiết bị và Công nghệ Môi trường Nguyễn Gia,
Ô 02, D47 Khu Đô thị Lê Trọng Tấn, Hà Đông, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 30 tháng 7 năm 2024

Chỉnh sửa ngày 12 tháng 9 năm 2024; Chấp nhận đăng ngày 23 tháng 10 năm 2024

Tóm tắt: Sản xuất xi măng (SXXM), nhiệt điện là các ngành công nghiệp trọng điểm của tỉnh Ninh Bình, nhưng đồng thời là một trong những nguồn phát sinh khí thải có thể ảnh hưởng xấu tới chất lượng không khí địa phương và các vùng lân cận. Nghiên cứu này sử dụng mô hình tính toán lan truyền chất ô nhiễm trong không khí AERMOD để đánh giá mức độ ô nhiễm không khí (ÔNKK) do hoạt động của một số nhà máy SXXM, nhiệt điện gây nên trên địa bàn tỉnh Ninh Bình. Kết quả cho thấy, nồng độ trung bình giờ (1 giờ) cao nhất của bụi TSP, SO₂, NO_x lần lượt là 30,1 µg/m³; 73,2 µg/m³; 361 µg/m³; nồng độ trung bình ngày (24 giờ) cao nhất lần lượt là 3,77 µg/m³; 2,17 µg/m³; 49,0 µg/m³. Hướng lan truyền chất ô nhiễm chủ yếu là hướng Tây - Tây Nam, với vùng ảnh hưởng thuộc địa phận thành phố Ninh Bình, thành phố Tam Điệp. Các kết quả mô hình cho thấy nồng độ chất ô nhiễm ở mức thấp hơn nhiều so với các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia liên quan. Tuy nhiên, rất đáng lo ngại trong khi một vùng nhỏ thuộc khu Vườn Quốc gia Cúc Phương có dấu hiệu ảnh hưởng nhẹ bởi các chất ô nhiễm. Do vậy cần có các biện pháp kiểm soát chặt chẽ khí thải phát sinh từ các nhà máy nhiệt điện, xi măng vẫn cần thiết để đảm bảo không ảnh hưởng tới sức khỏe cộng đồng và môi trường không khí.

Từ khóa: Sản xuất công nghiệp, Ô nhiễm không khí, Mô hình hóa, AERMOD, Ninh Bình.

1. Mở đầu

Ngành công nghiệp SXXM và sản xuất nhiệt điện (SXNĐ) đóng một vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế, xã hội trên thế giới [1, 2]. Tuy nhiên, khí thải từ các cơ sở sản xuất (CSSX) này có thể gây ra một số vấn đề về ÔNKK nếu chúng không được kiểm soát tốt. Các chất ô nhiễm phát

sinh từ nguồn thải này rất đa dạng, bao gồm: bụi, các chất khí (SO₂, NO_x, CO, CO₂), các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (volatile organic compound - VOC), các chất hydrocarbon thơm đa vòng (PAHs - Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) các hợp chất độc hại có khả năng dầy ung thư như dioxin và furan (Polychlorinated dibenzo-para-

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: leha@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5202>

dioxins - PCDDs và polychlorinated dibenzofurans - PCDFs) [1, 2]. ÔNKK từ các nguồn thải này gây ảnh hưởng tới sức khỏe của cộng đồng, cũng như chất lượng môi trường đất, nước và sinh vật [2].

Ninh Bình là tỉnh có dấu hiệu về ÔNKK cục bộ tại một số địa phương trên địa bàn của tỉnh [3]. Các nguồn ÔNKK có thể từ các hoạt động công nghiệp, giao thông vận tải, làng nghề [3], từ đốt rơm rạ ngoài đồng ruộng [4], từ các nhà máy SXXM và SXNĐ [5]. Trong đó, các nhà máy SXXM và nhà máy SXNĐ than chiếm tỷ trọng phát triển công nghiệp lớn của tỉnh [6, 7]. Các CSSX này có đóng góp tỷ trọng phát triển kinh tế rất cao cho địa phương [7], nhưng đồng thời cũng là các điểm nóng về ÔNKK khu vực [5]. Nghiên cứu của Dao và cộng sự (2022) cho thấy tỷ lệ mắc bệnh viêm đường hô hấp trên ở tỉnh Ninh Bình là 9,2% [8]. Có nhiều phương pháp để thực hiện đánh giá mức độ gây ÔNKK bởi nguồn thải từ các SXXM và SXNĐ. Trong đó mô hình khuếch tán khí quyển (*AMS/EPA Regulatory Model - AERMOD*) thường được sử dụng bởi tính ưu việt của nó so với các mô hình khác như độ chính xác cao, các thông số khí tượng và nguồn thải đặc trưng sẵn có, tính thân thiện với người dùng, có phiên bản miễn phí để người dùng có thể sử dụng được [9]. Hệ thống mô hình AERMOD được khuyến nghị dùng cho các tác động cách xa nguồn phát thải lên đến 50 km, và là mô hình được Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (*United States Environmental Protection Agency - EPA*) chấp thuận cho các ứng dụng nhằm đánh giá sự tuân thủ các quy định quốc gia về kiểm soát nguồn ÔNKK [9].

Nghiên cứu này có mục đích đánh giá mức độ và phạm vi ảnh hưởng của các chất ÔNKK phổ biến (TSP, SO₂, NO_x) phát sinh từ một số CSSX là các nhà máy SXXM và SXNĐ trên địa bàn tỉnh Ninh Bình bằng mô hình khuếch tán khí quyển AERMOD. Kết quả mô hình hóa về nồng độ chất ô nhiễm do hoạt động của các CSSX nêu trên được so sánh với quy chuẩn hiện hành, hiểu thêm về mức đóng góp nồng độ chất ô nhiễm, phạm vi vùng ô nhiễm và từ đó có kế hoạch quản lý, giảm thiểu nguồn ô nhiễm này có hiệu quả hơn.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp thu thập và xử lý cơ sở dữ liệu

Nguồn dữ liệu đầu vào của nghiên cứu dưới đây bao gồm:

- Sự phân bố các nguồn thải này được mô tả trong Hình 1, bao gồm: nhà máy SXNĐ Ninh Bình, nhà máy SXXM Tam Điệp, Duyên Hà 1 và 2, Vissai 1 và 2. Dữ liệu về nguồn phát thải của các CSSX đang hoạt động cần có: tọa độ ống khói, dữ liệu phát thải liên quan được thu thập từ hệ thống quan trắc tự động, liên tục của nhà máy Bảng 1.

- Nghiên cứu này giả định toàn bộ các nguồn phát thải không thay đổi vị trí, phát thải liên tục, các giá trị đầu vào sử dụng trong mô hình là giá trị trung bình cả năm.

- Dữ liệu khí tượng: thu thập dữ liệu theo giờ trong cả năm 2022 tại Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia. Các thông số khí tượng thu thập bao gồm: nhiệt độ, độ ẩm, khí áp, vận tốc gió, hướng gió, bức xạ, lượng mưa, độ che phủ mây.

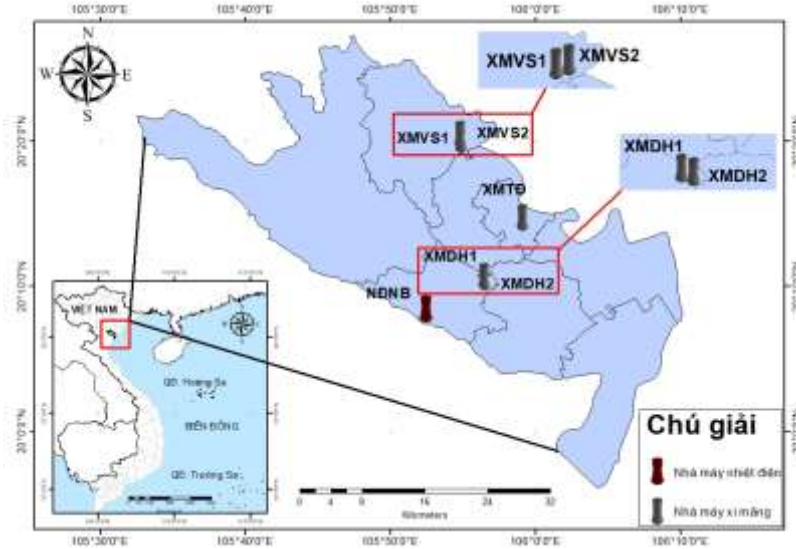
Các dữ liệu về nguồn phát thải và dữ liệu khí tượng trên được xử lý để trở thành dữ liệu đầu vào cho mô hình AERMOD.

2.2. Phương pháp mô hình hóa

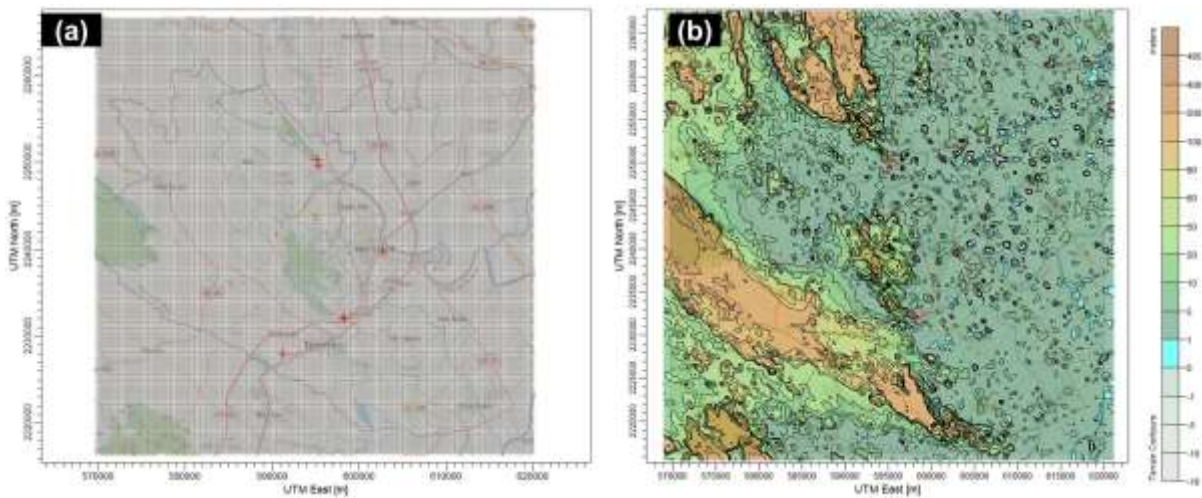
Mô hình AERMOD được bắt đầu phát triển từ năm 1991 bởi Ủy ban Cải tiến Mô hình - Quy định (*Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee - AERMIC*) thuộc Hiệp hội Khí tượng thủy văn Hoa Kỳ (*American Meteorological Society*) của US EPA [10]. Mô hình AERMOD được sử dụng để mô phỏng lan truyền các chất ÔNKK phổ biến (TSP, SO₂, NO_x) phát sinh từ các cơ sở SXNĐ và SXXM trên địa bàn tỉnh Ninh Bình. Trong nghiên cứu này, mô hình AERMOD được sử dụng là phiên bản cập nhật mới nhất (v.23132, ngày 10/12/2023) của US EPA, trên nền giao diện của AERMOD View phiên bản 10.2. Vùng tính toán (domain, Hình 2a) bao phủ toàn bộ tỉnh Ninh Bình với kích thước chiều dài × chiều rộng = 70 km × 60 km. Vùng tính toán nêu trên được chia nhỏ bao gồm các ô lưới kích thước 200 m × 200 m. Dữ liệu địa hình được trích xuất từ ảnh

vệ tinh SRTM độ phân giải 30 m và được nâng cấp lên độ phân giải 200 m ô lưới bằng phương pháp nội suy song tuyến tính (Hình 2b). Độ phân

giải 200 m của dữ liệu địa hình trùng khớp với độ phân giải ô lưới của miền tính của mô hình.



Hình 1. Bản đồ phân bố các cơ sở sản xuất nhà máy SXNM và SXND trên địa bàn tỉnh Ninh Bình.



Hình 2. Sơ đồ thuộc tính khởi chạy mô hình AERMOD: (a) Vùng mô hình tính toán (domain) lan truyền ô nhiễm; (b) Bản đồ địa hình.

Trong phân loại nguồn, các nguồn thải từ ống khói của các CSSX nêu trên (các cơ sở SXND và SXNM) được xem là nguồn phát thải dạng điểm. Nồng độ trung bình các chất ÔNKK

phát sinh từ các nguồn thải đó được tính theo theo phân phối Gaussian với công thức (1) dưới đây [11].

$$C_s\{x_r; y_r; z\} = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}\sigma_{zs}} \cdot F_y \cdot \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[\exp\left(-\frac{(z-h_{es}-2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zs}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h_{es}+2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zs}^2}\right) \right] \quad (1)$$

Trong đó:

$C_s\{x_r; y_r; z\}$: nồng độ chất ô nhiễm (g/m^3);

Q : tốc độ phát thải của nguồn (g/s);

\bar{u} : tốc độ gió hiệu dụng (m/s);

Z_{ieff} : độ cao địa hình (m);

σ_{zs} : hệ số khuếch tán rối (m);

h_{es} : chiều cao hiệu dụng ống khói (m);

F_y : hàm phân phối biên (m^{-1}).

Ngoài ra, nghiên cứu này giả định các chất ô nhiễm lan truyền xuôi theo hướng gió; tuân theo phân bố Gauss theo phương thẳng đứng và phương ngang; các chất ô nhiễm xét đến không phản ứng hóa học với nhau và với không khí xung quanh; không có hiện tượng hấp phụ chất ô nhiễm vào mặt đất.

Về các kịch bản tính toán, các giá trị trung bình tính theo giờ (1 giờ) cao nhất và trung bình ngày (24 giờ) cao nhất được sử dụng vì chúng là khoảng thời gian được quy định trong Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 05:2023/BTNMT về giá trị giới hạn tối đa các thông số cơ bản trong không khí xung quanh (CLKKXQ). Bên cạnh đó giá trị nồng độ trung bình tính trong 8 giờ của TSP, SO_2 và NO_x không được quy định, hoặc giá trị trung bình năm được xem là quá dài để quản lý chất lượng không khí của khu vực. Do vậy, sử dụng giá trị trung bình năm sẽ làm chậm trễ trong công tác quản lý môi trường địa phương.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

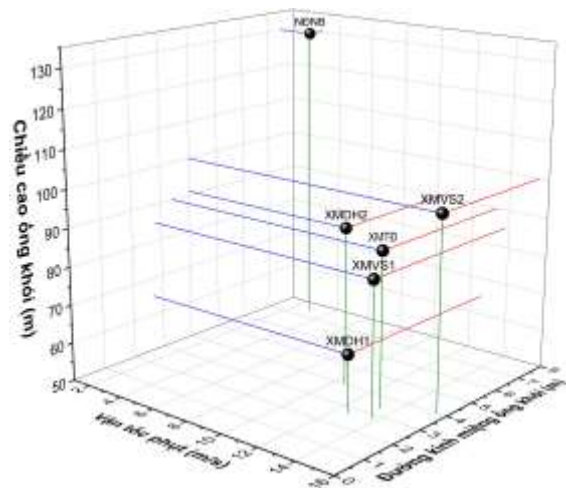
3.1. Đặc tính các nguồn thải từ nhà máy sản xuất xi măng, nhiệt điện và điều kiện khí tượng tỉnh Ninh Bình

Theo số liệu thống kê mới nhất năm 2024, hiện trên địa bàn tỉnh Ninh Bình có 6 nhà máy SXXM đang hoạt động [6, 12-14]. Tuy vậy nhiều CSSX trong số đó đã phải tạm dừng hoặc cắt giảm công suất sản xuất do giá nguyên, nhiên vật liệu đầu vào cho SXXM tăng cao. Bên cạnh đó, thị trường xuất khẩu xi măng ngày càng thu hẹp do các nước nhập khẩu xi măng nay đã không hoặc giảm nhu cầu, hoặc một số nguồn cung từ quốc gia khác tạo nên sự cạnh tranh [6].

Trong nghiên cứu này, các CSSX hoạt động thường xuyên được thống kê và đánh giá. Thông

số đặc trưng từ các nguồn thải thuộc nhà máy SXXM, SXNĐ trên địa bàn tỉnh Ninh Bình được liệt kê trong Bảng 1. Theo đó, trên địa bàn tỉnh Ninh Bình hiện có 3 nhà máy SXXM và 1 nhà máy SXNĐ than đá và đang hoạt động [12-14]. Trong đó nhà máy SXXM Visai và Duyên Hà đều có 2 ống khói phát thải công suất lớn. Số CSSX còn lại chỉ có một hệ thống ống khói dẫn khí phát thải ra môi trường.

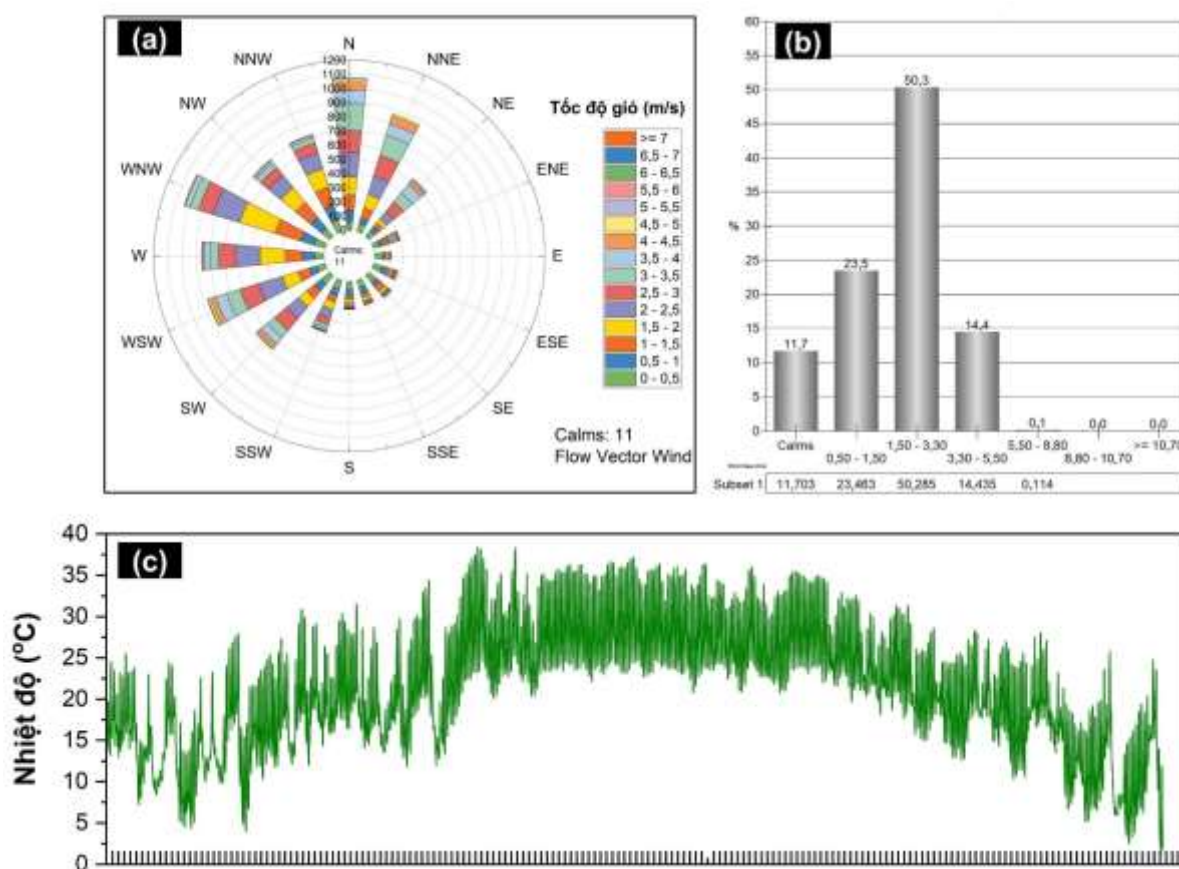
Hình 3 thể hiện biểu đồ không gian 3 chiều giữa các đại lượng đặc trưng (chiều cao ống khói, đường kính miệng ống khói và tốc độ phụt khí thải) của các ống khói thuộc các CSSX là các nhà máy SXXM và SXNĐ trên địa bàn tỉnh Ninh Bình. Chiều cao vật lý của các ống khói của các nhà máy sản xuất vào khoảng 65-130 m, trong đó ống khói nhà máy NĐNB có độ cao lớn nhất ($h = 130$ m). Đường kính miệng ống khói cũng có sự giao động $\phi = 2,7-7,5$ m, trong đó ống khói nhà máy NĐNB có đường kính miệng lớn nhất ($\phi = 130$ m). Tính chất vật lý này ảnh hưởng lớn đến việc phát tán các chất ô nhiễm vào môi trường trong điều kiện khí tượng địa phương [9, 11]. Với ống khói có đường kính miệng nhỏ (NĐNB) thì lưu lượng thải sẽ lớn hơn so với các ống khói còn lại. Bên cạnh đó hệ số phát thải (Q) cũng là thông số có thể ảnh hưởng đến khả năng phát thải (vận tốc phụt) của luồng khí thải [9, 11].



Hình 3. Biểu đồ không gian 3 chiều giữa các đại lượng đặc trưng của các ống khói thuộc các cơ sở sản xuất nhà máy SXXM và nhiệt điện trên địa bàn tỉnh Ninh Bình.

Điều kiện khí tượng đặc trưng (nhiệt độ, hướng gió, tốc độ gió) của tỉnh Ninh Bình được thể hiện trong Hình 4. Hướng gió chủ đạo trên địa bàn tỉnh chủ yếu nằm ở góc cung phần tư thứ 1 & 2, bao gồm hướng Bắc, hướng Đông và Đông Đông Bắc (Hình 4a). Tần suất xuất hiện gió với $v = 1,5 \text{ m/s} - 3 \text{ m/s}$ vào khoảng 50% (Hình 4b). Như vậy có thể thấy tần suất xuất hiện gió mạnh tương đối nhiều trên địa bàn tỉnh. Kết quả này có thể đoán định được phần nào hướng

di chuyển, vùng gánh chịu chất ÔNKK chính các chất ÔNKK là về hướng Nam, hướng Tây, và Tây Tây Nam của các CSSX. Biến thiên nhiệt độ trên địa bàn tỉnh là $21,5 \pm 7,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Nhiệt độ thấp vào đầu năm, sau đó tăng dần, có xu hướng tăng cao trong khoảng từ cuối tháng 5 đến đầu tháng 8 và sau đó lại giảm dần về cuối năm (Hình 4c). Nhìn chung điều kiện thời tiết của tỉnh đặc trưng cho khu vực phía Nam của vùng Đồng Bằng Bắc Bộ.



Hình 4. Điều kiện khí tượng đặc trưng của tỉnh Ninh Bình: (a) hướng gió, tốc độ gió, (b) tần suất xuất hiện gió, (c) nhiệt độ.

3.2. Kết quả mô hình hóa các chất ô nhiễm không khí (TSP, SO_2 , NO_x) phát sinh từ nhà máy sản xuất xi măng, nhiệt điện trên địa bàn tỉnh Ninh Bình

Các kết quả của mô hình AERMOD về lan truyền chất ô nhiễm phát thải từ hoạt động của các nhà máy SXXM và SXNĐ trên địa bàn tỉnh

Ninh Bình được trình bày trong Hình 5. Lưu ý rằng các kết quả đề lựa chọn giá trị trung bình (giờ, ngày) cao nhất để trình diễn.

Kết quả mô hình cho thấy, nồng độ trung bình giờ (1 giờ) và trung bình ngày (24 giờ) cao nhất của bụi TSP lần lượt là $30,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $3,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Như vậy mức phát thải từ các CSSX này

là nguồn nhỏ lẻ, chưa gây ra vấn đề ÔNKK, chưa vượt chuẩn cho phép (*QCVN 05:2023/BTNMT quy định giá trị trung bình 1 giờ là 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, giá trị trung bình 24 giờ là 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$*) đối với CLKKXQ. Khu vực tập trung nồng độ bụi TSP cao chủ yếu ở quanh nhà máy XMTĐ. Theo đó khu vực ảnh hưởng chủ yếu thuộc thành phố Ninh Bình, thành phố Tam Điệp (Hình 5a, b).

Kết quả mô hình AERMOD cho thấy nồng độ trung bình giờ (1 giờ) và nồng độ trung bình ngày (24 giờ) cao nhất của SO_2 lần lượt là 73,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và 2,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 5c, d). Mức phát thải từ các CSSX xi măng cũng chưa gây ra vấn đề ÔNKK. Nồng độ SO_2 phát sinh từ các CSSX này vẫn còn thấp hơn rất nhiều so với giá trị chuẩn cho phép (*QCVN 05:2023/BTNMT quy định giá trị trung bình 1 giờ là 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, giá trị trung bình 24 giờ là 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$*) đối với CLKKXQ. Hướng lan truyền chủ yếu là hướng Tây, gần khu vực nhà máy XMTĐ và vùng huyện Nho Quan.

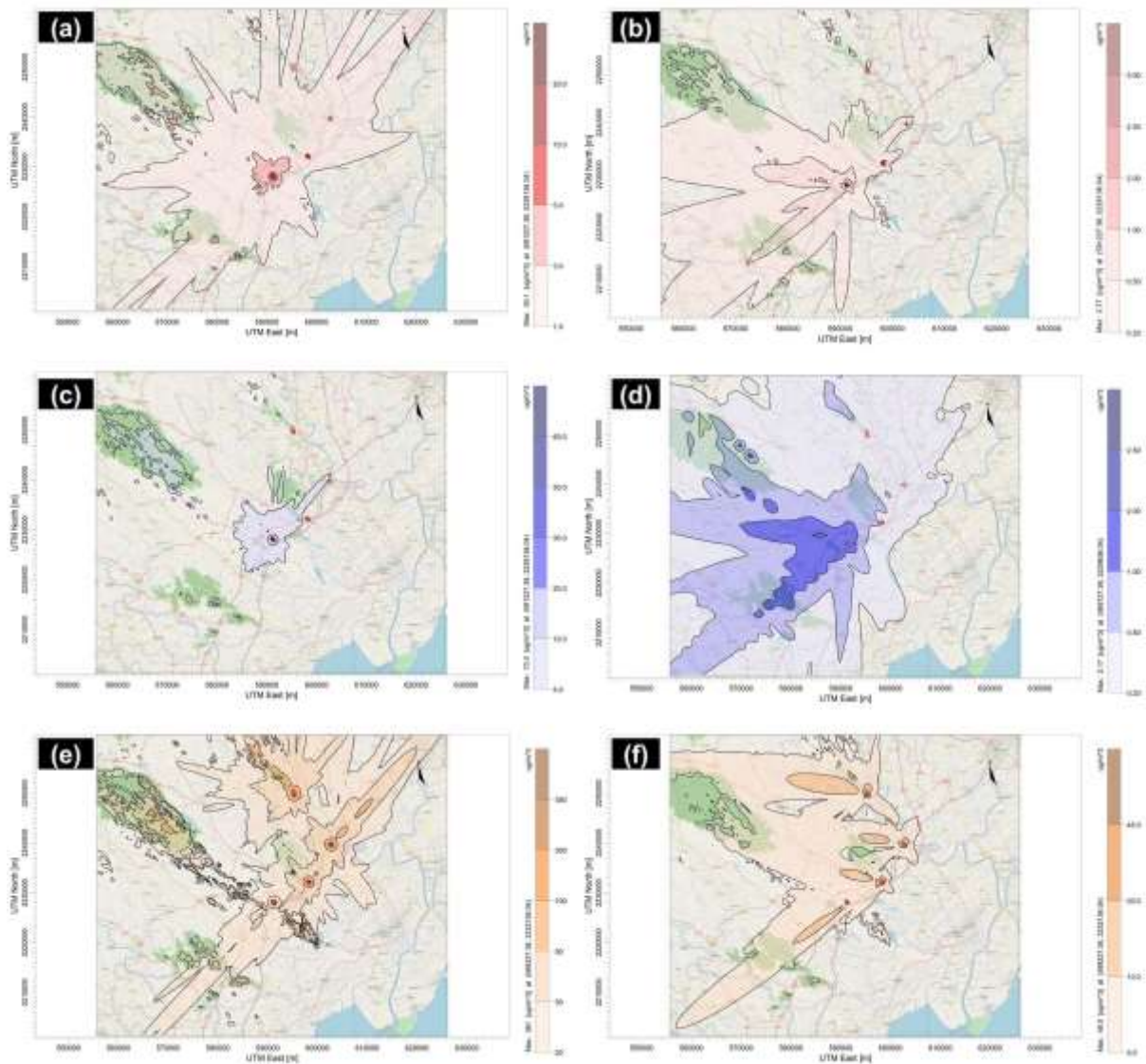
Nồng độ trung bình giờ (1 giờ) và nồng độ trung bình ngày (24 giờ) cao nhất đối với NO_x lần lượt là 361 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và 49,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Trong khi đó, NO_2 được xem là chiếm khoảng 5% trong NO_x [15]. Như vậy, giá trị nồng độ trung bình giờ và trung bình ngày cao nhất của NO_2 ước tính tương ứng khoảng 18,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và 2,45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kết quả trên cho thấy mức phát thải từ các CSSX chưa gây ra vấn đề ÔNKK, còn thấp hơn rất nhiều so với giá trị giới hạn theo quy định

(*QCVN 05:2023/BTNMT quy định giá trị trung bình 1 giờ là 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, giá trị trung bình 24 giờ là 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$*) đối với CLKKXQ. Hướng lan truyền chất ô nhiễm chủ yếu là hướng Tây - Tây Nam, khu vực ảnh hưởng chủ yếu thuộc thành phố Tam Điệp, thành phố Ninh Bình và một phần huyện Gia Viễn (Hình 5e, f).

Xem xét tổng quát cho thấy, các chất ÔNKK phát sinh từ hoạt động của các cơ sở SXSM và SXNĐ trên địa bàn tỉnh Ninh Bình chưa gây nên vấn đề ÔNKK. Nồng độ các chất ÔNKK (TSP, SO_2 và NO_x) có nồng độ thấp hơn nhiều so với giá trị giới hạn được quy định trong QCVN 05:2023/BTNMT. Vùng ảnh hưởng chủ yếu tập trung ở khu vực quanh các CSSX. Tuy nhiên, vấn đề lan truyền chất ÔNKK từ các CSSX rất đáng quan ngại do vùng ảnh hưởng lại là vùng tập trung mật độ dân số cao, là trung tâm của tỉnh Ninh Bình như thành phố Ninh Bình, thành phố Tam Điệp. Thêm vào đó, đáng lưu ý là một phần chất ÔNKK đã lan truyền và có ảnh hưởng đến khu vực Vườn Quốc gia Cúc Phương với nồng độ các chất ÔNKK đó là rất nhỏ và được xem là không đáng kể (Hình 5). Tuy nhiên đó là điều đáng quan tâm, cần tăng cường kiểm tra, có cơ chế quản lý tốt hoạt động vận hành hệ thống xử lý khí thải để đảm bảo không phát sinh các chất ÔNKK gây ảnh hưởng tới môi trường, các hệ sinh thái nhạy cảm và cộng đồng dân cư xung quanh.

Bảng 1. Đặc tính ống khói của các nhà máy [12-14, 16]

STT	Tên nhà máy	Ký hiệu	Chiều cao ống khói (m)	Đường kính miệng ống khói (m)	Nhiệt độ luồng khí thải ($^{\circ}\text{C}$)	Mức phát thải - Q (g/s)			Tốc độ phụt (m/s)
						TSP	SO_2	NO_x	
1	Nhà máy nhiệt điện Ninh Bình	NĐNB	130	7,5	108,1	6,24	15,18	36,99	2,89
2	Nhà máy xi măng Tam Điệp	XMTĐ	90	3,4	112,2	0,83	0,35	66,38	13,34
3	Nhà máy xi măng Duyên Hà 1	XMDH1	65	2,7	110,2	1,01	0,22	17,58	12,60
4	Nhà máy xi măng Duyên Hà 2	XMDH2	91	4	100,5	0,90	1,06	31,08	10,48
5	Nhà máy xi măng Vissai 1	XMVS1	85	2,8	101,5	0,31	0,89	27,98	13,76
6	Nhà máy xi măng Vissai 2	XMVS2	100	4	111,2	1,58	0,88	59,74	15,51



Hình 5. Mô hình hóa lan truyền các chất ÔNKK phát sinh từ một số nhà máy xi măng, nhiệt điện trên địa bàn tỉnh Ninh Bình: TSP, SO₂, NO_x trung bình giờ (a, c, e) và trung bình ngày (b, d, f).

4. Kết luận

Hiện nay trên địa bàn tỉnh Ninh Bình có 3 nhà máy SXSM và 01 nhà máy SXNĐ than đã và đang hoạt động. Theo kết quả mô hình AERMOD cho thấy, nồng độ trung bình giờ (1 giờ) cao nhất của bụi TSP, SO₂, NO_x lần lượt là 30,1 µg/m³; 73,2 µg/m³; 361 µg/m³; nồng độ trung bình ngày (24 giờ) cao nhất lần lượt là 3,77 µg/m³; 2,17 µg/m³; 49,0 µg/m³. Hướng lan

truyền chất ô nhiễm chủ yếu là hướng Tây - Tây Nam, với vùng ảnh hưởng thuộc địa phận thành phố Ninh Bình, thành phố Tam Điệp. Nồng độ các chất ÔNKK ở mức thấp hơn nhiều so với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia liên quan (QCVN 05:2023/BTNMT). Cần chú ý với kết quả cho thấy sự xuất hiện một vùng nhỏ thuộc khu Vườn Quốc gia Cúc Phương có dấu hiệu ảnh hưởng bởi các chất ÔNKK như TSP, SO₂ và NO_x. Khí thải từ các CSSX nêu trên cần được quản lý tốt để

không gây nên các vấn đề về ÔNKK khu vực và địa phương.

Lời cảm ơn

Các tác giả xin chân thành cảm ơn Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Ninh Bình đã hỗ trợ, cung cấp cơ sở dữ liệu phục vụ nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1] M. S. Mahdi, A. F. Khudheyer In Central Receivers Design in Concentrated Solar Thermal Power Plants: A Review, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing, 2021, pp. 012018.
- [2] N. Mohamad, K. Muthusamy, R. Embong, A. Kusbiantoro, M. H. Hashim, Environmental Impact of Cement Production and Solutions: A Review, Materials Today: Proceedings, Vol. 48, 2022, pp. 741-746, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.212>.
- [3] MONRE 2016-2020 National Environmental Assessment Report; Ministry of Natural Resources and Environment of Vietnam, Hanoi, Vietnam, 2021 (in Vietnamese).
- [4] D. M. Cuong, H. A. Le, H. X. Co, Calculation of Gas Emission from Rice Straw Open Burning in Ninh Binh Province for 2010 - 2015 Period and Proposal of Mitigation Solutions, VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, Vol. 32, No. 1S, 2016, <https://js.vnu.edu.vn/EES/article/view/2681> (in Vietnamese).
- [5] D. T. K. Huyen, L. T. Ha, H. V. Hung, Analyzing and Evaluating TSP Dust Pollution and Its Impacts on People Health in Ninh Binh Province Use the AQI, Natural Sciences and Technology, Vol. 33, No. 1S, 2017, pp. 291-298, <https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.4631>.
- [6] Vietnam Cement Association (VCA): Vietnam Cement Report, 2017) (in Vietnamese).
- [7] Department of Statistics of Ninh Binh Province: Statistical Yearbook, Statistical Publisher 2022 (in Vietnamese).
- [8] P. T. B. Dao, M. T. M. Phuong, T. V. Tam, B. T. Mai, L. M. Dat, N. T. Hang, N. T. Bích, N. T. T. Chung, N. T. Ngoc, N. T. X. Hoa, P. A. Dũng, P. T. B. Thuy, L. Nam, The Pattern of Upper Respiratory Disease in 6 Provincial Hospitals in Northern Vietnam from 2017-2021, Journal of Medical Research, Vol. 159, No. 11, 2022, pp. 204-211 (in Vietnamese).
- [9] J. D. S. Cerqueira, H. N. D. Albuquerque, F. D. A. S. D. Sousa, Atmospheric Pollutants: Modeling with AERMOD Software, Air Quality, Atmosphere & Health, Vol. 12, 2019, pp. 21-32, <https://doi.org/10.1007/s11869-018-0626-9>
- [10] A. J. Cimorelli, S. G. Perry, A. Venkatram, J. C. Weil, R. J. Paine, R. B. Wilson, R. F. Lee, W. D. Peters, R. W. Brode, AERMOD: A Dispersion Model for Industrial Source Applications, Part I: General Model Formulation and Boundary Layer Characterization, Journal of Applied Meteorology and Climatology, Vol. 44, No. 5, 2005, pp. 682-693, <https://doi.org/10.1175/JAM2227.1>.
- [11] US.EPA, User's Guide for the AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD), US EPA, 2021.
- [12] Duyen Ha Cement Factory: Report Evaluating the Relative Accuracy, 2022 (in Vietnamese).
- [13] Tam Diep Cement Factory: Report Evaluating the Relative Accuracy, 2022 (in Vietnamese).
- [14] Vissai Cement Factory: Report Evaluating the Relative Accuracy, 2022 (in Vietnamese).
- [15] D. J. Jarvis, G. Adamkiewicz, M. E. Heroux, R. Rapp, F. J. Kelly, WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants: 5, Nitrogen Dioxide, World Health Organization (WHO), 2010. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK138707/> (accessed on: June 1st, 2024).
- [16] MONRE, Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE): Environmental license for Ninh Binh Thermal Power Plant, 142/GPMT-BTNMT, 2023 (in Vietnamese).