

Bài báo khoa học

Ứng dụng mô hình AERMOD mô phỏng sự lan truyền các chất ô nhiễm không khí từ khu công nghiệp Phú Tài tỉnh Bình Định

Đậu Văn Hùng^{1*}, Phạm Thanh Long¹, Lê Hoàng Nghiêm²

¹ Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu;
vanhung0494@gmail.com; longpham.syhimete@gmail.com

² Đại học Tài nguyên và Môi trường thành phố Hồ Chí Minh;
hoangnghiem@hcmure.edu.vn

*Tác giả liên hệ: vanhung0494@gmail.com; Tel.: +84-974437773

Ban Biên tập nhận bài: 5/11/2023; Ngày phản biện xong: 1/12/2023; Ngày đăng bài: 25/2/2024

Tóm tắt: Từ nhiều năm nay, người dân sinh sống trên địa bàn phường Trần Quang Diệu không chỉ chịu đựng ô nhiễm khí thải mà còn bị ô nhiễm tiếng ồn, khói bụi do hoạt động của các doanh nghiệp trong KCN Phú Tài. Bài báo trình bày kết quả ứng dụng mô hình AERMOD mô phỏng sự lan truyền các chất ô nhiễm không khí từ khu công nghiệp Phú Tài tỉnh Bình Định. Phương pháp chính sử dụng trong báo cáo là phương pháp mô hình hoá. Sau khi thiết lập mô hình dựa trên kịch bản hiện trạng năm 2022 và thông qua các thông số đánh giá kiểm định mô hình, tiến hành mô phỏng theo bốn kịch bản tính toán: kịch bản hiện trạng (KB1), kịch bản lấp đầy (KB2), kịch bản chưa lấp đầy (KB3), kịch bản sự cố (KB4). Nghiên cứu đã tiến hành mô phỏng lan truyền các chất ô nhiễm không khí gồm bụi TSP, CO, SO₂, NO₂ và so sánh kết quả này với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh QCVN 05:2023/BTNMT, kết quả mô phỏng cho thấy ở KB1 nồng độ các chất ô nhiễm đều thấp hơn so với ngưỡng cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT. Ở KB2, nồng độ các chất bụi TSP, CO thấp hơn so với ngưỡng cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT, tuy nhiên nồng độ các chất SO₂ và NO₂ đều vượt so với QCVN 05:2023/BTNMT tính theo trung bình 1 giờ, 24 giờ và trung bình năm.

Từ khóa: AERMOD; Mô phỏng sự lan truyền các chất ô nhiễm; Bình Định.

1. Giới thiệu

Ở Việt Nam, việc sử dụng mô hình hoá trong một số đề tài và các dự án đánh giá tác động môi trường về thực hiện đánh giá ô nhiễm không khí từ khu công nghiệp đã góp phần dự báo được tác động về không gian, thời gian của chất ô nhiễm trong không khí, góp phần bảo vệ môi trường và phát triển bền vững khu công nghiệp. Hiện nay đứng trước tình hình ô nhiễm không khí xảy ra ngày một nghiêm trọng, không chỉ có ở khu vực đô thị và còn xảy ra tại các khu công nghiệp trên cả nước. Đã có rất nhiều nghiên cứu về ứng dụng mô hình hoá trong nghiên cứu ô nhiễm không khí từ khu công nghiệp và đô thị nhằm phân vùng đánh giá mức độ ảnh hưởng của không khí khi bị ô nhiễm. Các nghiên cứu trong nước về ô nhiễm không khí từ khu công nghiệp đa phần chỉ tập trung vào việc mô phỏng hiện trạng và kèm theo kịch bản sự cố môi trường, mà chưa có nhiều kịch bản đánh giá chi tiết đến nguồn thải và biến đổi khí hậu. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm giải quyết những hạn chế còn tồn đọng trong công tác đánh giá tải lượng ô nhiễm trong các khu công nghiệp vừa và lớn về quy mô diện tích cũng như lưu lượng xả thải, thông qua 04 kịch bản đánh giá bao gồm: kịch bản phát thải hiện trạng, kịch bản hệ thống xử lý khí thải bị quá tải (lấp đầy) và kịch bản chưa lấp đầy, cuối cùng là kịch bản sự cố khi hệ thống xử lý khí thải không hoạt động. Đó cũng chính

là tính mới trong nghiên cứu lần này của nhóm tác giả. Trước hiện trạng thực tế ô nhiễm môi trường tại Khu công nghiệp (KCN) Phú Tài, phường Trần Quang Diệu, thành phố Quy Nhơn (Bình Định) đã tồn tại từ lâu, ảnh hưởng nghiêm trọng đến cuộc sống người dân. Nghiên cứu “Ứng dụng mô hình Aermod mô phỏng sự lan truyền các chất ô nhiễm không khí từ khu công nghiệp Phú Tài tỉnh Bình Định” là cấp thiết nghiên cứu.

2. Số liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Khu công nghiệp Phú Tài thuộc phường Trần Quang Diệu và phường Bùi Thị Xuân, thành phố Quy Nhơn, nằm trên giao tuyến Quốc lộ 1A và Quốc lộ 19; cách cảng biển Quy Nhơn 12 km; cách sân bay Phù Cát 20 km; cách ga đường sắt Diêu Trì 2 km [1]. Từ nhiều năm nay, người dân sinh sống trên địa bàn phường Trần Quang Diệu không chỉ chịu đựng ô nhiễm khí thải mà còn bị ô nhiễm tiếng ồn, khói bụi do hoạt động của các doanh nghiệp trong KCN Phú Tài. Người dân cũng đã nhiều lần gửi đơn kiến nghị lên các cấp chính quyền địa phương. Phản ánh của người dân phường Trần Quang Diệu cũng phù hợp với kết quả kiểm tra công tác bảo vệ môi trường mới đây của Ban Quản lý Khu Kinh tế tỉnh Bình Định. Kết quả kiểm tra cho thấy, tại KCN Phú Tài có nhiều doanh nghiệp vi phạm các quy định về bảo vệ môi trường [2]. Hình 1 mô tả vị trí khu vực nghiên cứu.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu.

2.2. Số liệu sử dụng

Số liệu khí tượng được xây dựng trong mô hình TAMP, bảng tổng hợp số liệu khí tượng là dữ liệu đầu vào cho mô hình AERMOD bao gồm như bảng 1.

Bảng 1. Bảng tổng hợp dữ liệu đầu vào trong mô hình khí tượng [3,4].

STT	Tên	STT	Tên
1	Năm	11	Chiều cao của lớp biên tạo ra
2	Tháng	12	Độ dài Monin-Obukhov
3	Ngày	13	Bề mặt dài gồ ghề
4	Số thứ tự ngày trong 1 năm	14	Tỷ lệ Bowen
5	Giờ (24/01)	15	Hệ số albedo
6	Bức Xạ Nhiệt	16	Tốc độ gió
7	Vận tốc bề mặt	17	Hướng gió (độ) tương ứng với tốc độ gió
8	Vận tốc đối lưu	18	Chiều cao của gió (m)
9	Nhiệt độ (K)	19	Nhiệt độ thể thẳng đứng trong lớp 500m trên lớp biên
10	Chiều cao của lớp biên đối lưu	20	Chiều cao của nhiệt độ (m)

Bên cạnh đó để phục vụ xây dựng tập số liệu trên cần có thêm các số liệu khí tượng như bảng 2.

Bảng 2. Bảng tổng hợp số liệu khí tượng đầu vào khác [5,6].

STT	Tên	STT	Tên
1	Năm	6	Giá trị 1 nếu là mức độ cao nhất, giá trị 0 hướng gió cho mức hiện hành
2	Tháng	7	Tốc độ gió cho mức hiện hành
3	Ngày	8	Nhiệt độ ở mức hiện tại (K)
4	Giờ	9	Độ lệch chuẩn của hướng gió
5	Chiều cao đo (m)	10	Độ lệch chuẩn của tốc độ

Dữ liệu nguồn thải bao gồm dữ liệu về vị trí, tọa độ các ống khói, thông số các nồng độ, vận tốc và tải lượng các chất có trong nguồn thải, lưu lượng thải. Dữ liệu địa hình là bản đồ địa hình DEM tại khu vực nghiên cứu có độ phân giải là 1km. Dữ liệu nguồn thải trong mô hình là từng ống khói của từng công ty trong KCN Phú Tài (Hình 2).



Hình 2. Vị trí các ống khói của các công ty trong khu công nghiệp Phú Tài.

Theo hiện trạng các công ty trong khu CN Phú Tài thống kê đến năm 2022, bao gồm 12 công ty, mỗi công ty sẽ có lò hơi khác nhau. Nhiên liệu đốt là than đá, gỗ phế phẩm và trấu. Các công ty trong khu CN Phú Tài khi đi vào hoạt động sẽ có 12 ống thải, trong đó 05 ống thải có khí thải từ hoạt động sản xuất gỗ, 01 khí thải của hoạt động sản xuất gạch men.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu thập, thống kê, phân tích tổng hợp và kế thừa: Tổng hợp tài liệu, đánh giá tổng quan các nghiên cứu liên quan trong nước và trên thế giới. Xuất phát từ thực trạng ô nhiễm không khí tại các đô thị lớn trên thế giới và trong nước, đặc biệt khu vực tập trung các khu CN lớn, nhiệm vụ nghiên cứu tiến hành điều tra, phân tích, tổng hợp và đánh giá tình hình nghiên cứu ô nhiễm không khí khu vực các khu CN, những bất cập về kỹ thuật, về quản lý nhằm chỉ ra được các mặt hạn chế của các giải pháp “cứng”, qua đó đề xuất phương án quản lý “mềm” hiệu quả cả về mặt quản lý lẫn phục vụ cho các lĩnh vực quy hoạch đô thị [7,8].

Phương pháp đo đạc, lấy mẫu hiện trường: phục vụ kiểm định mô hình từ dữ liệu hiện trạng tại KCN, bao gồm số liệu lưu lượng thải, nồng độ các chất tại thời điểm quan trắc [9].

Phương pháp mô hình mô phỏng: Nghiên cứu sẽ sử dụng bộ mô hình Aermol nhằm thiết lập mô hình, xây dựng bản đồ phân vùng chất lượng không khí. Sử dụng mô hình/bộ công cụ để tính toán diễn biến phân bố chất lượng môi trường không khí khu vực khu công nghiệp Phú Tài tỉnh Bình Định [10,11].

Ứng dụng hệ thống tin địa lý (GIS): GIS phát triển trên cơ sở kế thừa của ngành bản đồ học (*Catorgraphy*), công cụ tính toán tự động tin học (*inform atic*). Kết quả tính toán ứng với các giải pháp khác nhau từ nghiên cứu này sẽ được phân tích và biên tập thành các bản đồ số, bản đồ hình ảnh, điều này sẽ giúp cho kết quả được trình bày rõ ràng, khoa học và dễ hiểu cho người theo dõi [12,13].

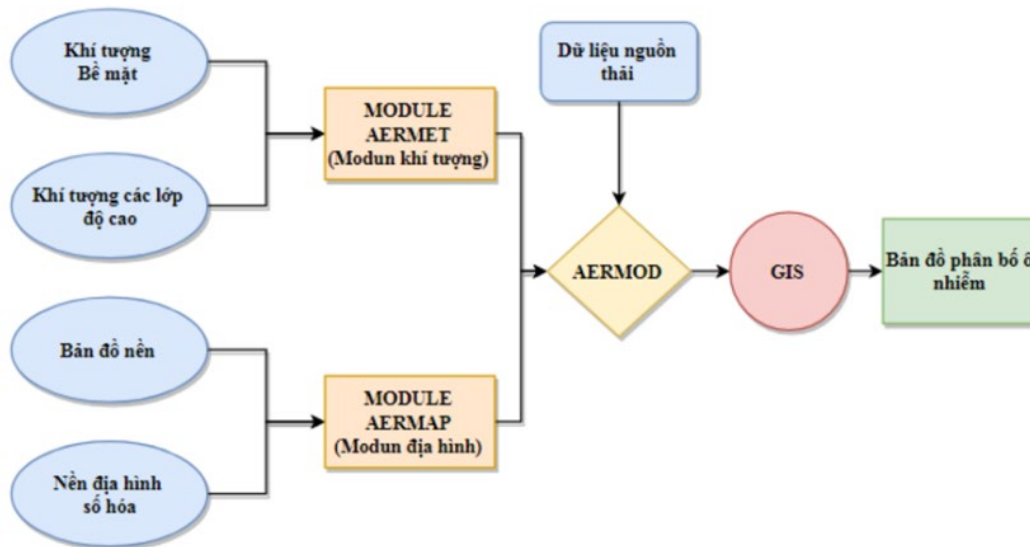
Thông tin các kịch bản mô phỏng:

Kịch bản 1 (KB1): Kịch bản hiện trạng 2022 (khi dự án có xử lý khí thải). Nghĩa là 100% các hệ thống xử lý khí thải của các ống thải sẽ vận hành theo đúng các thông số kỹ thuật thiết kế.

Kịch bản 2 (KB3): Tỷ lệ lấp đầy bình quân ở KCN Phú Tài hiện nay vào khoảng 85%.

Kịch bản 3 (KB3): Tỷ lệ chưa lấp đầy bình quân ở KCN Phú Tài hiện nay vào khoảng 50%.

Kịch bản 4 (KB4): Kịch bản sự cố (khi dự án không có xử lý khí thải. Nghĩa là toàn bộ hệ thống xử lý khí thải tất cả các ống thải của nhà máy không vận hành, toàn bộ các chất ô nhiễm sẽ phát tán ra môi trường mà không qua xử lý.



Hình 3. Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu [14].

2.4. Các thông số đánh giá

Các thông số đánh giá mô hình được trình bày ở bảng 3 [15,16].

Bảng 3. Các thông số đánh giá mô hình.

Chỉ số	Công thức tính	Giá trị	Ý nghĩa
ME	$ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - O_i)$	$-\infty \rightarrow +\infty$ Tốt = 0	Sai số mô phỏng trung bình bằng bao nhiêu?
R	$R = \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - O)(P_i - P)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (O_i - O)^2 * \sum_{i=1}^N (P_i - P)^2}}$	$0 \rightarrow 1$ Tốt = 1	Tương quan giữa giá trị mô phỏng và quan trắc
FB	$FB = \frac{(P - O)}{0.5 \times (P + O)}$	$0 \rightarrow 1$ Tốt = 0	Đánh giá mức độ đồng thuận giữa trung bình mô phỏng và quan trắc
S	$S = \left \frac{(P - O)}{O} \right * 100\%$		Phần trăm chênh lệch giữa hai giá trị trung bình

Các Quy chuẩn đánh giá kết quả mô hình được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Giá trị giới hạn các thông số cơ bản trong không khí xung quanh (QCVN 05:2023/BTNMT).

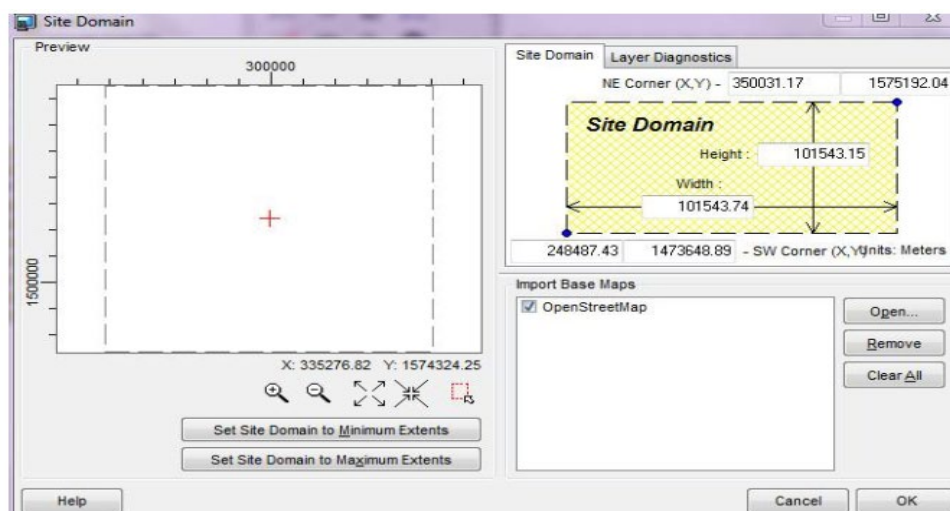
STT	Thông số	Đơn vị	QCVN 05:2023/BTNMT				Kết quả đo môi trường nền trung bình 1 giờ
			TB 1h	TB 8h	TB 24h	TB năm	
1	TSP	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	300	-	200	100	121
2	CO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30.000	10.000	-	-	<6000
3	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	350	-	125	50	61
4	NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200	-	100	40	44

Ghi chú: “-”: không có và không quy định.

2.5. Thiết lập mô hình

Dữ liệu đầu vào cho mô hình TAPM gồm: Dữ liệu địa hình; Dữ liệu khí tượng quan trắc toàn cầu cho thời gian mô phỏng; Dữ liệu tọa độ không gian vị trí mô phỏng và kích thước các ô lưới mô phỏng do người sử dụng khai báo. Trong nghiên cứu này thiết lập mô phỏng với 3 ô lưới lồng với kích thước từng ô lưới như sau: Miền tính D1: 750km × 750km (25 ô × 25 ô với kích thước mỗi ô nhỏ là 30km × 30km); Miền tính D2: 250km × 250km (25 ô × 25 ô với kích thước mỗi ô nhỏ là 10km × 10km); Miền tính D3: 75km × 75km (25 ô × 25 ô với kích thước mỗi ô nhỏ là 3km × 3km). Đây là miền tính trong cùng, bao gồm cả khu vực nghiên cứu là KCN Phú Tài [17,18].

Mô hình AERMOD mô phỏng ô nhiễm không khí theo US EPA thì mô phỏng liên tục 1 năm là đủ cơ sở khoa học đánh giá có bị ô nhiễm hay không. Kết quả chạy mô hình AERMOD sau đây cho tất cả 24h trong ngày, 365 ngày trong năm [19,20].



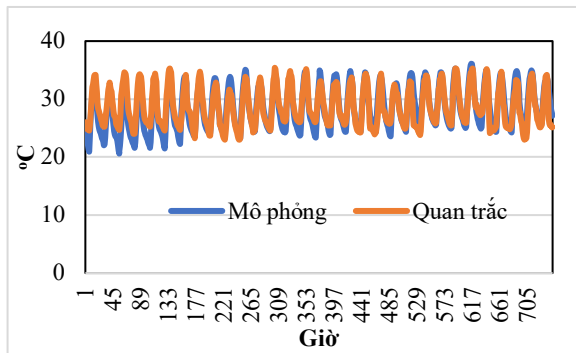
Hình 4. Các thiết lập về miền tính khu vực mô phỏng.

3. Kết quả và thảo luận

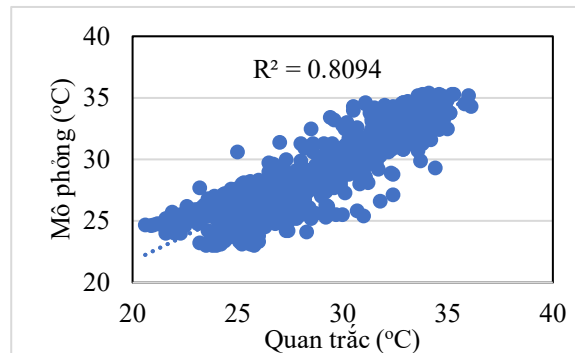
3.1. Kết quả kiểm định mô hình

Do nghiên cứu dựa vào tình hình thực tế tại KCN Phú Tài không có số liệu lan truyền ô nhiễm không khí. Do đó, nghiên cứu này chỉ tiến hành hiệu chỉnh kiểm định số liệu khí tượng mà không hiệu chỉnh kiểm định số liệu mô phỏng lan truyền ô nhiễm không khí.

Kết quả nhiệt độ từ mô hình TAPM và kết quả nhiệt độ đo đạc tại trạm Quy Nhơn vào khoảng thời gian từ ngày 01/03/2022 đến ngày 31/03/2022 là tương đồng nhau (hình 5). Các số liệu từ kết quả mô phỏng của mô hình được so sánh với số liệu đo đạc thực tế tại trạm Quy Nhơn vào các ngày mô phỏng với hệ số tương quan khá cao $R^2 = 0,80$ cho thấy mô hình TAPM mô phỏng rất tốt nhiệt độ ngày và đêm trong khu vực nghiên cứu (Hình 6). Kết quả mô phỏng nhiệt độ cao nhất vào thời gian từ 12h đến 17h giao động trong khoảng $33^\circ\text{C} \div 36^\circ\text{C}$, đây cũng là khoảng thời gian có nhiệt độ cao nhất tại trạm Quy Nhơn.

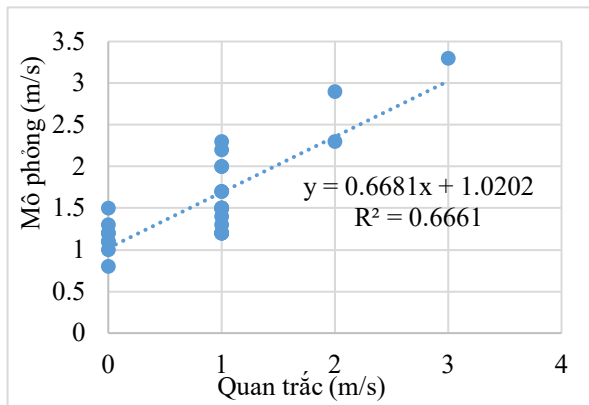


Hình 5. Kết quả so sánh nhiệt độ giữa mô phỏng và quan trắc trong tháng 03/2022 tại trạm Quy Nhơn.

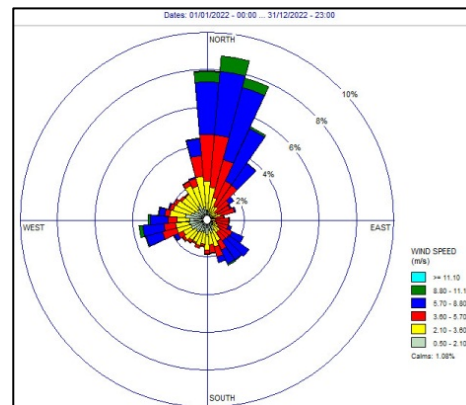


Hình 6. Tương quan nhiệt độ từ mô phỏng và quan trắc thực tế trong tháng 03/2022 tại Trạm Quy Nhơn.

Kết quả mô phỏng từ mô hình TAPM về vận tốc gió từ ngày 1-7/3/2022 được đánh giá qua hệ số tương quan $R^2 = 0,66$ (Hình 7). Vận tốc gió lớn nhất mô phỏng được vào các khoảng thời gian từ 13 giờ và 19 giờ, điều đó có nghĩa là vận tốc gió lớn nhất tương ứng với thời điểm mặt đất bị đốt nóng mạnh nhất làm cho khí quyển bị xáo trộn (*unstable*) nhất.



Hình 7. Tương quan vận tốc gió từ mô phỏng và quan trắc thực tế từ 1-7/3/2022 tại Trạm Quy Nhơn.



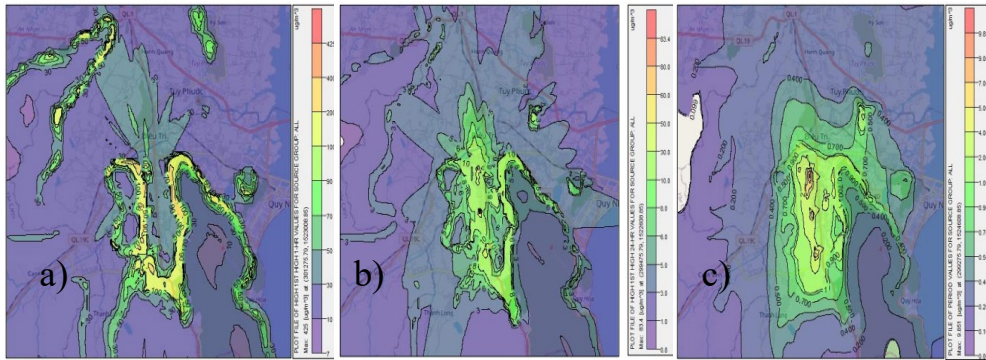
Hình 8. Biểu đồ hoa gió tại khu vực nghiên cứu.

Biểu đồ hoa gió năm 2022 tại khu vực mô phỏng (hình 8) cho thấy 03 hướng gió chính trong năm tại khu vực nghiên cứu đó là hướng Đông Bắc, Tây Nam và Đông Nam. Tốc độ gió mô phỏng được thay đổi trong khoảng 0,5-11,1 m/s. Tần suất gió với vận tốc dao động từ 0,5-2,1 m/s chiếm 44,8%, 2,1-3,6 m/s chiếm 22,5 và 3,6-5,7 m/s chiếm 27%, còn lại gió với vận tốc 5,7-8,8 m/s chiếm dưới 10%.

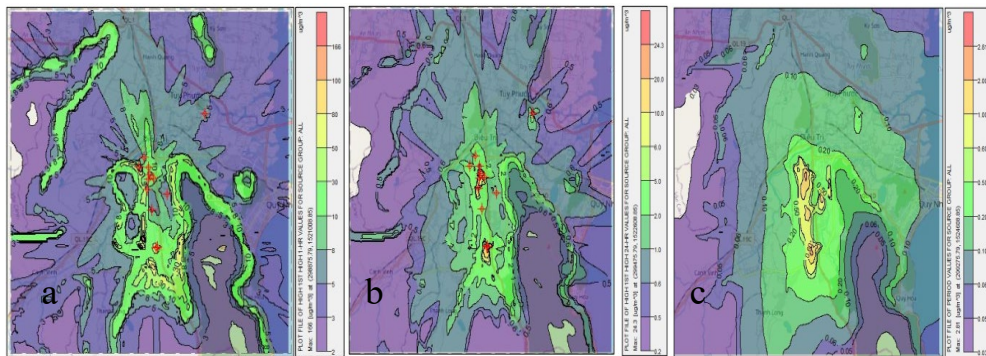
3.2. Kết quả mô phỏng bốn kịch bản tính toán

3.2.1. Kết quả mô phỏng kịch bản hiện trạng năm 2022 (KB1)

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ bụi TSP trung bình 1 giờ cao nhất tại vị trí cách ống thoát khí 1200m về phía Đông Bắc của nhà máy, mô phỏng được là $60,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ 1 giờ cao nhất là $260,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, thấp hơn so với quy chuẩn cho phép QCVN 05:2023/BTNMT là $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nồng độ trung bình 24 giờ cao nhất tại vị trí cách ống thoát khí 500m về phía Đông của nhà máy, mô phỏng được là $83,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ thấp hơn so với giá trị của QCVN 05:2023/BTNMT cho trung bình 24 giờ là $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nồng độ trung bình năm có giá trị cao nhất là $9,851 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và cách ống thải 950m về phía Tây Bắc của nhà máy. Nồng độ trung bình năm thấp hơn so với giá trị của QCVN 05:2023/BTNMT cho trung bình năm cho phép $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 9).

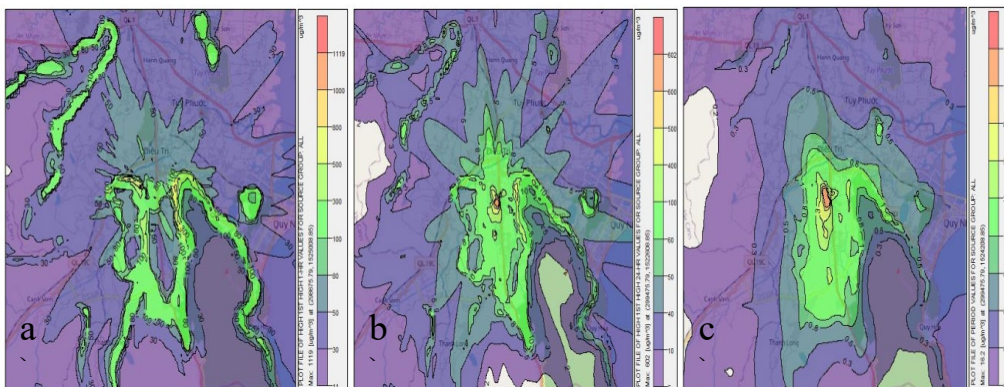


Hình 9. Bản đồ lan truyền bụi TSP trong a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB1.



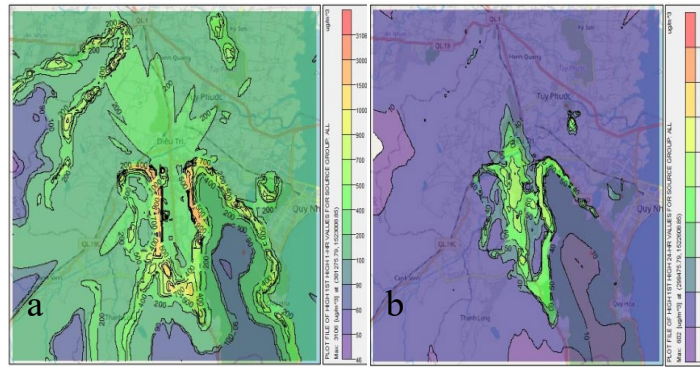
Hình 10. Bản đồ lan truyền SO_2 trong a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB1.

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ SO_2 trung bình 1 giờ cao nhất đạt $166 \mu\text{g}/\text{m}^3$ khu vực có giá trị nồng độ SO_2 cao nhất kéo dài 3.500m tính từ vị trí ống thải về hướng Đông Bắc của nhà máy, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ SO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $236 \mu\text{g}/\text{m}^3$, thấp hơn so với quy chuẩn cho phép QCVN 05:2023/BTNMT là $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Trong 24 giờ và trung bình năm cao nhất lần lượt là $24,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $2,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hướng lan truyền chính là hướng Đông Bắc và Tây Bắc của nhà máy, giá trị nồng độ SO_2 từ kết quả mô phỏng thấp hơn so với giá trị của QCVN 05:2023/BTNMT cho trung bình 24 giờ và trung bình năm cho phép lần lượt là $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 10).



Hình 11. Bản đồ lan truyền NO_2 trong a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB1.

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ NO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $133 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kết quả nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất kéo dài 2.000m tính từ nhà máy về phía Bắc, Đông Bắc. Nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ NO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $177 \mu\text{g}/\text{m}^3$, thấp hơn so với quy chuẩn cho phép QCVN 05:2023/BTNMT là $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Trong 24 giờ và trung bình năm lần lượt là $98,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $16,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, với hướng lan truyền chính là hướng Đông Bắc và Tây Bắc, kết quả mô phỏng được thấp hơn so với giá trị của QCVN 05:2023/BTNMT cho trung bình 24 giờ và trung bình năm cho phép lần lượt là $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 11).



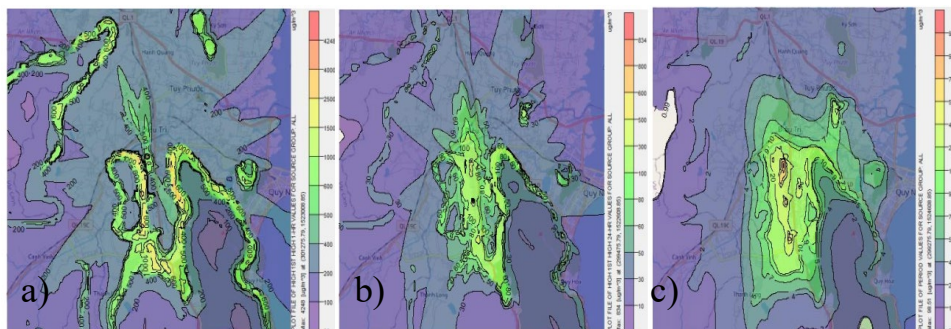
Hình 12. Bản đồ lan truyền CO trong a) 1 giờ b) 8 giờ cho nhà máy theo KB1.

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ CO trung bình 1 giờ và 8 giờ cao nhất trong năm lần lượt là $3.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ CO trung bình 1 giờ cao nhất là $< 6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, thấp hơn rất nhiều so với quy chuẩn cho phép QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $30.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và trung bình 8 giờ là $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (hình 12).

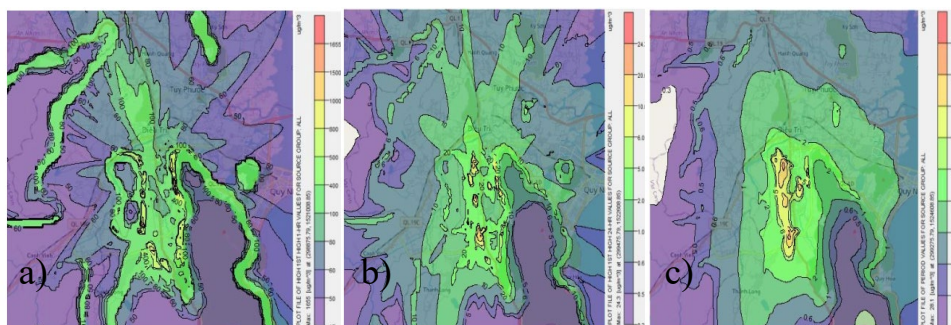
Trong trường hợp nhà máy vận hành sản xuất với hệ thống xử lý khí thải hoạt động bình thường (KB1) thì tất cả các chỉ tiêu TSP, CO, NO_2 , SO_2 đều thấp hơn ngưỡng cho phép đối với QCVN 05:2023/BTNMT về chất lượng không khí xung quanh.

3.2.2. Kết quả mô phỏng kịch bản lắp đầy (KB2)

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ bụi TSP trung bình 1 giờ cao nhất đạt $1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hướng lan truyền chính là hướng Đông Bắc của nhà máy, chòm ô nhiễm kéo dài 2.700m về phía Đông Bắc của nhà máy, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất là $2701 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cao hơn so với ngưỡng cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nồng độ bụi TSP trung bình 24 giờ cao nhất và trung bình năm mô phỏng được lần lượt là $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $20.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ với hướng lan truyền chính là hướng Đông Bắc và Tây Bắc, kết quả mô phỏng thấp hơn so với QCVN 05:2023/BTNMT với ngưỡng cho phép trung bình 24 giờ và trung bình năm là $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 13).

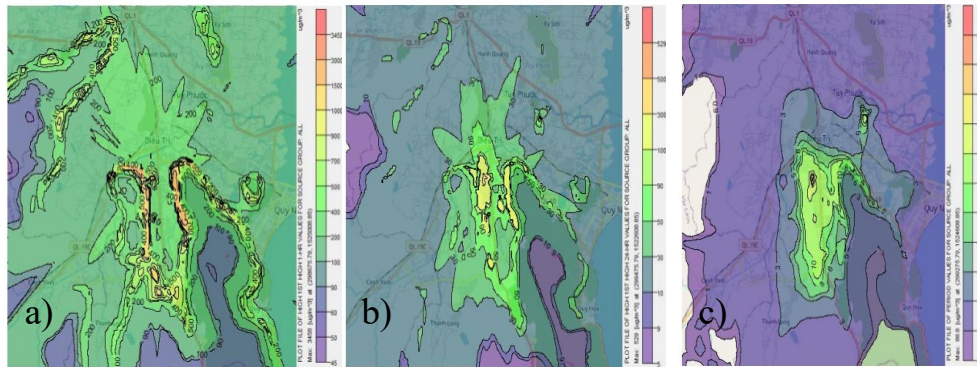


Hình 13. Bản đồ lan truyền bụi TSP trong: a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB2.



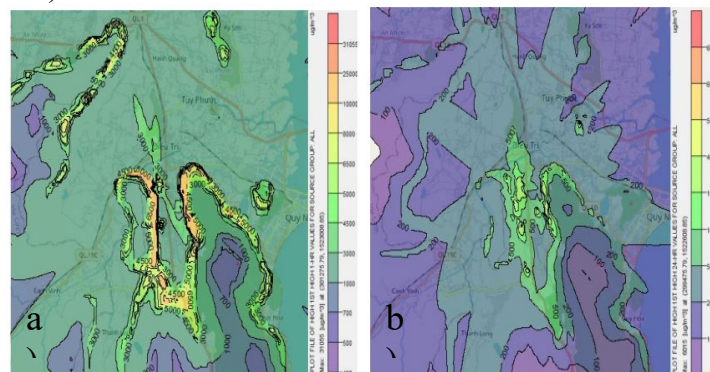
Hình 14. Bản đồ lan truyền SO_2 trong: a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB2.

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ SO_2 trung bình 1 giờ cao nhất đạt $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, khu vực này cách nhà máy 1.300 m về hướng Bắc, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ SO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $800.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cao hơn 2,1 lần so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT với ngưỡng cho phép trung bình 1 giờ là $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Trung bình 24 giờ cao nhất đạt $24,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nằm bên trong KCN về hướng Đông, thấp hơn 5 lần so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT với ngưỡng cho phép trung bình 24 giờ là $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ngoài ra có thể thấy được khu vực có nồng độ SO_2 trung bình 24 giờ mô phỏng được thấp hơn ngưỡng cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT có bán kính lên đến 3.700 m theo hướng Đông Bắc. Trung bình năm cao nhất đạt $28,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nằm bên trong KCN, kết quả mô phỏng thấp hơn 1,8 lần so với giá trị cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT cho trung bình trung bình năm là $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 14).



Hình 15. Bản đồ lan truyền NO_2 trong a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB2.

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ NO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $1364 \mu\text{g}/\text{m}^3$, khu vực này nằm xung quanh KCN, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ NO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $1.538 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cao hơn 7,2 lần so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Trung bình 24 giờ cao nhất đạt $381 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và nằm bên trong khuôn viên các nhà máy về hướng Đông, cao hơn 3,8 lần so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT với ngưỡng cho phép trung bình 24 giờ là $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ngoài ra có thể thấy được khu vực có nồng độ NO_2 trung bình 24 giờ mô phỏng được cao hơn ngưỡng cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT kéo dài đến 3.400m theo hướng Đông Bắc. Trung bình năm đạt $55,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và nằm bên trong khuôn viên nhà máy, kết quả mô phỏng cao hơn 1,4 lần so với giá trị của QCVN 05:2023/BTNMT cho trung bình trung bình năm cho phép là $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 15).

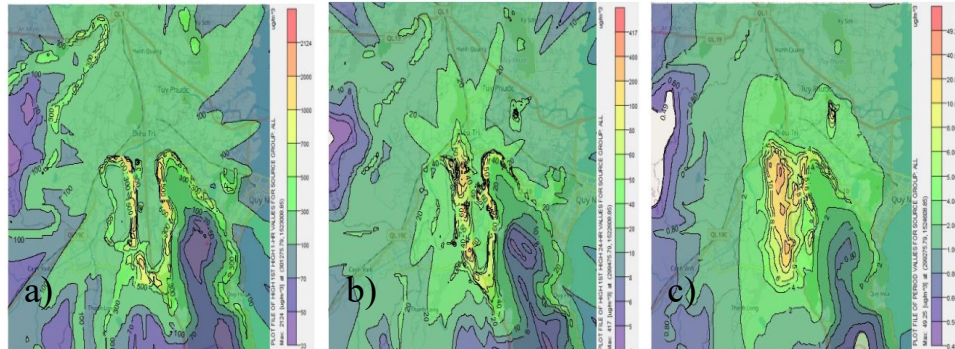


Hình 16. Bản đồ lan truyền CO trong a) 1 giờ b) 8 giờ cho nhà máy theo KB2

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ CO trung bình 1 giờ cao nhất là $10.554 \mu\text{g}/\text{m}^3$, khu vực này cách nhà máy 1.900 m về hướng Đông Bắc, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ CO trung bình 1 giờ cao nhất là $< 16.554 \mu\text{g}/\text{m}^3$, thấp hơn so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $30.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ CO trung bình 8 giờ cao nhất trong năm đạt $1.397 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Thấp hơn rất nhiều so với quy chuẩn cho phép QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 8 giờ là $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 16).

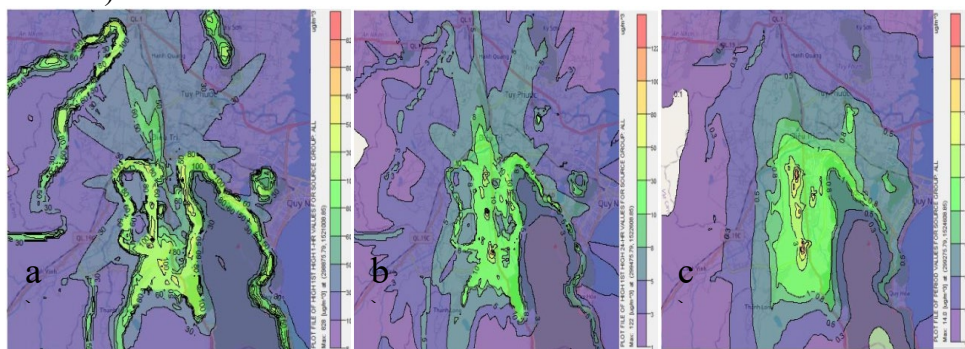
3.2.3. Kết quả mô phỏng kịch bản chưa lắp đầy (KB3)

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ bụi TSP trung bình 1 giờ cao nhất đạt $1250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hướng lan truyền chính là hướng Đông Bắc của nhà máy, chòm ô nhiễm kéo dài 2.700m về phía Đông Bắc của nhà máy, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất là $1371 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cao hơn so với ngưỡng cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nồng độ bụi TSP trung bình 24 giờ cao nhất và trung bình năm mô phỏng được lần lượt là $49,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $6,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ với hướng lan truyền chính là hướng Đông Bắc và Tây Bắc, kết quả mô phỏng thấp hơn so với QCVN 05:2023/BTNMT với ngưỡng cho phép trung bình 24 giờ và trung bình năm là $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 17).

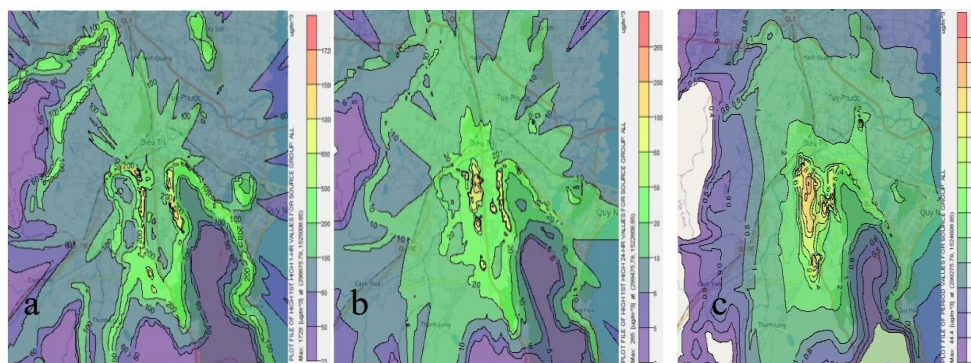


Hình 17. Bản đồ lan truyền bụi TSP trong a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB3.

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ SO_2 trung bình 1 giờ cao nhất đạt $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$, khu vực này cách các nhà máy 1.300m về hướng Bắc, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ SO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $836 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cao hơn 2,6 lần so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT với ngưỡng cho phép trung bình 1 giờ là $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ SO_2 trung bình 24 giờ cao nhất đạt $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nằm bên trong khuôn viên nhà máy về hướng Đông, thấp hơn 1,2 lần so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT với ngưỡng cho phép trung bình 24 giờ là $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ SO_2 trung bình năm cao nhất đạt $14,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nằm bên trong trung tâm KCN, kết quả mô phỏng thấp hơn 2,5 lần so với giá trị cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT cho trung bình năm là $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 18).

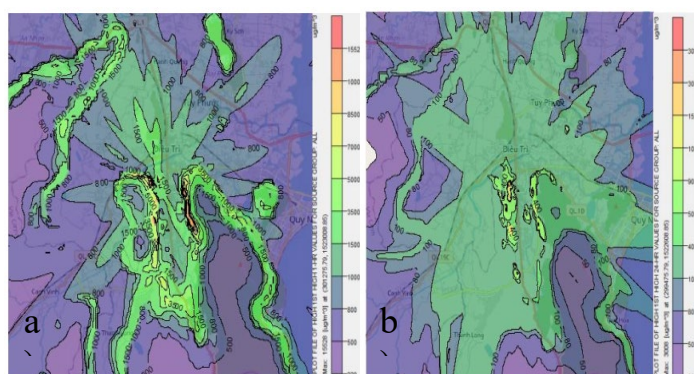


Hình 18. Bản đồ lan truyền SO_2 trong a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB3.



Hình 19. Bản đồ lan truyền NO_2 trong a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB3.

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ NO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $1194 \mu\text{g}/\text{m}^3$, khu vực này cách các công ty, nhà máy 1.700 m về hướng Đông Bắc, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ NO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $1.238 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cao hơn 6,2 lần so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Trung bình 24 giờ cao nhất đạt $265 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và nằm bên trong khuôn viên nhà máy về hướng Đông, cao hơn 2,6 lần so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT với ngưỡng cho phép trung bình 24 giờ là $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ NO_2 trung bình năm đạt $44,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và nằm bên trong khuôn viên các công ty và nhà máy, kết quả mô phỏng cao hơn 1,1 lần so với giá trị của QCVN 05:2023/BTNMT cho trung bình trung bình năm cho phép là $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 19).



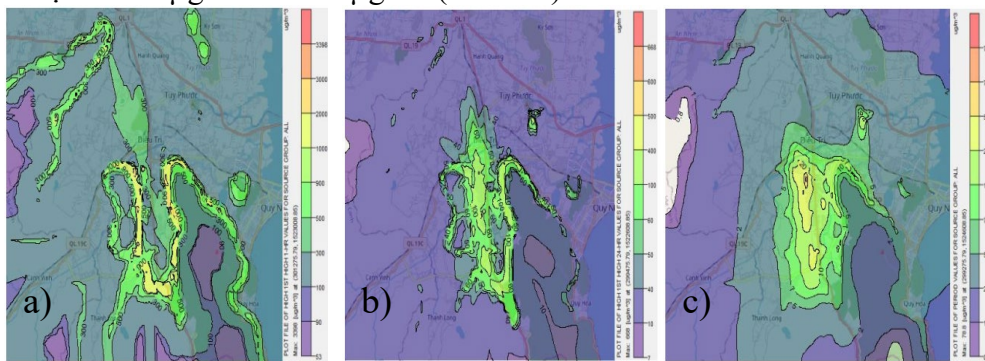
Hình 20. Bản đồ lan truyền CO trong a) 1 giờ b) 8 giờ cho nhà máy theo KB3.

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ CO trung bình 1 giờ cao nhất là $10.221 \mu\text{g}/\text{m}^3$, khu vực này cách nhà máy 2.100m về hướng Đông Bắc, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ CO trung bình 1 giờ cao nhất là $< 18.221 \mu\text{g}/\text{m}^3$, thấp hơn so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $30.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ CO trung bình 8 giờ cao nhất trong năm đạt $11.495 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cao hơn khoảng 1,1 lần so với quy chuẩn cho phép QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 20).

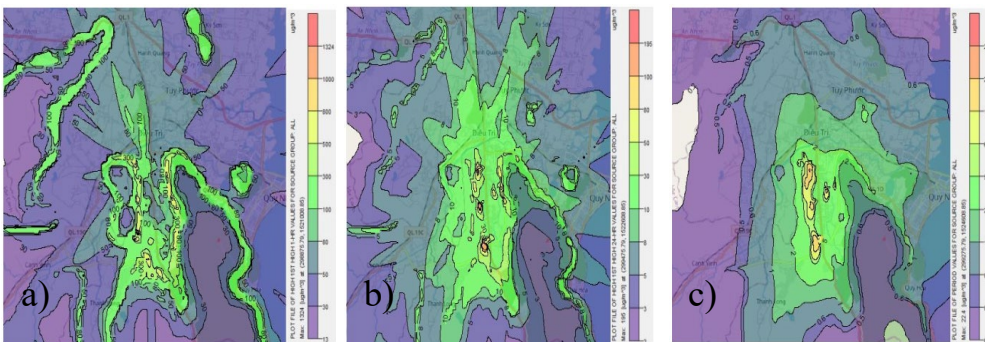
3.2.4. Kết quả mô phỏng kịch bản sự cố (KB4)

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ bụi TSP trung bình 1 giờ cao nhất đạt $3.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hướng lan truyền chính là hướng Đông Bắc của nhà máy, chùm ô nhiễm kéo dài 8.100m về phía Đông Bắc của nhà máy, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất là $3.271 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cao hơn rất nhiều so với ngưỡng cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nồng độ bụi TSP trung bình 24 giờ cao nhất và trung bình năm mô phỏng được lần lượt là $600,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $70,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ với hướng lan truyền chính là hướng Đông Bắc và Tây Bắc, kết quả mô phỏng thấp hơn so với QCVN

05:2023/BTNMT cao hơn với ngưỡng cho phép trung bình 24 giờ và thấp hơn trung bình năm lần lượt là $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 21).

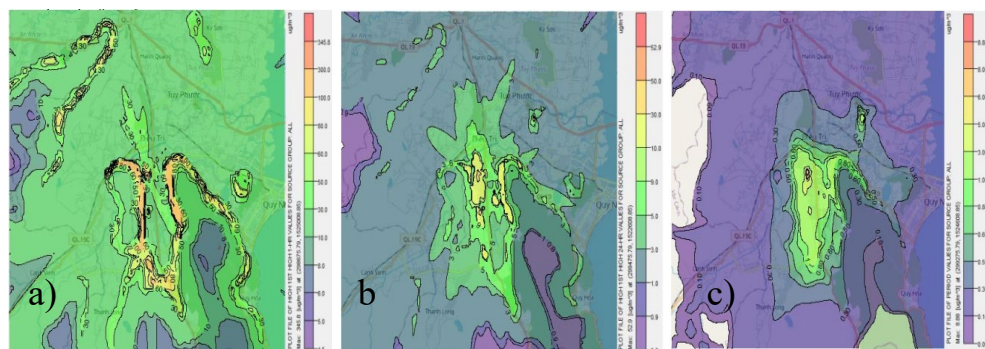


Hình 21. Bản đồ lan truyền bụi TSP trong a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB4.



Hình 22. Bản đồ lan truyền SO_2 trong a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB4.

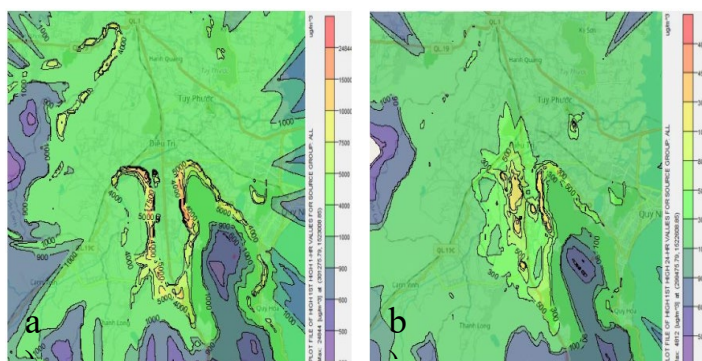
Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ SO_2 trung bình 1 giờ cao nhất đạt $1.175 \mu\text{g}/\text{m}^3$, khu vực này cách nhà máy 2.500m về hướng Bắc, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ SO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $1.324 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cao hơn 4,2 lần so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT với ngưỡng cho phép trung bình 1 giờ là $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Trung bình 24 giờ cao nhất đạt $173 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nằm bên trong khuôn viên nhà máy về hướng Đông, cao hơn 1,2 lần so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT với ngưỡng cho phép trung bình 24 giờ là $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Trung bình năm cao nhất đạt $22,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nằm bên trong trung tâm khu CN ở các công ty, nhà máy, kết quả mô phỏng thấp hơn 2,2 lần so với giá trị cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT cho trung bình trung bình năm là $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 22).



Hình 23. Bản đồ lan truyền NO_2 trong a) 1 giờ b) 24 giờ c) trung bình năm cho nhà máy theo KB4.

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ NO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $345 \mu\text{g}/\text{m}^3$, khu vực này cách nhà máy 1.700m về hướng Đông Bắc, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ NO_2 trung bình 1 giờ cao nhất là $365,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cao hơn 1,8 lần so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Trung bình 24 giờ cao nhất đạt $51,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và nằm bên trong khuôn viên nhà máy về hướng Đông, thấp hơn 2,1 lần so với quy

chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT với ngưỡng cho phép trung bình 24 giờ là $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ NO_2 trung bình năm đạt $5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và nằm bên trong khuôn viên nhà máy, kết quả mô phỏng thấp hơn 7,4 lần so với giá trị của QCVN 05:2023/BTNMT cho trung bình trung bình năm cho phép là $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 23).



Hình 24. Bản đồ lan truyền CO trong a) 1 giờ b) 8 giờ cho nhà máy theo KB4.

Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ CO trung bình 1 giờ cao nhất là $16.554 \mu\text{g}/\text{m}^3$, khu vực này cách nhà máy 2.100m về hướng Đông Bắc, nếu cộng thêm với nồng độ nền thì tổng nồng độ CO trung bình 1 giờ cao nhất là $< 24.124 \mu\text{g}/\text{m}^3$, thấp hơn so với quy chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $30.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ CO trung bình 8 giờ cao nhất trong năm đạt $3.397 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Thấp hơn rất nhiều so với quy chuẩn cho phép QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 1 giờ là $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hình 24).

4. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu sử dụng hệ mô hình khí tượng TAPM (của Úc) và ô nhiễm không khí AERMOD (của Cục Bảo Vệ Môi Trường Mỹ) phục vụ mô phỏng lan truyền các chất ô nhiễm không khí cho 4 kịch bản phát thải cho KCN Phú Tài: Kịch bản hiện trạng năm 2022 (KB1): Nghĩa là 100% các hệ thống xử lý khí thải của các ống thải sẽ vận hành theo đúng các thông số kỹ thuật thiết kế; Kịch bản 2 (KB2): Tỷ lệ lấp đầy bình quân ở KCN Phú Tài hiện nay vào khoảng 85%; Kịch bản 3 (KB3): Tỷ lệ chưa lấp đầy bình quân ở KCN Phú Tài hiện nay vào khoảng 50%; Kịch bản 4 (KB4): Kịch bản sự cố (khi dự án không có xử lý khí thải. Nghĩa là toàn bộ hệ thống xử lý khí thải tất cả các ống thải của nhà máy không vận hành, toàn bộ các chất ô nhiễm sẽ phát tán ra môi trường mà không qua xử lý.

Nghiên cứu đã tiến hành mô phỏng lan truyền các chất ô nhiễm không khí gồm Bụi TSP, CO, SO_2 , NO_2 và so sánh kết quả này với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh QCVN 05:2023/BTNMT, kết quả mô phỏng cho thấy ở kịch bản 1 tất cả nồng độ các chất ô nhiễm đều thấp hơn so với ngưỡng cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT. Ở kịch bản 2, nồng độ các chất TSP, CO thấp hơn so với ngưỡng cho phép của quy chuẩn, tuy nhiên nồng độ các chất SO_2 và NO_2 đều vượt so với quy chuẩn tính theo trung bình 1 giờ, 24 giờ và trung bình năm. Ở kịch bản 3, nồng độ các chất TSP và SO_2 thấp hơn so với ngưỡng cho phép của quy chuẩn, tuy nhiên nồng độ các chất CO và NO_2 đều vượt so với quy chuẩn. Ở kịch bản 4, tất cả nồng độ các chất ô nhiễm đều cao hơn quy chuẩn với nồng độ trung bình 1 giờ, nhưng lại thấp hơn so với ngưỡng cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT với nồng độ trung bình 24 giờ và trung bình năm.

Kiến nghị nhà máy xây dựng và vận hành các hệ thống xử lý khí thải ở cả 2 ống thải theo như thiết kế, có phương án xử lý kịp thời khi hệ thống xử lý khí thải gặp sự cố nhằm giảm thiểu tác động xấu đến môi trường không khí xung quanh.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: Đ.V.H., L.H.N.; Xử lý, phân tích số liệu: Đ.V.H., L.H.N., P.T.L.; Viết bản thảo bài báo: Đ.V.H.; Chỉnh sửa bài báo: Đ.V.H.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ vào kết quả của luận văn thạc sỹ: “Ứng dụng mô hình Aermod mô phỏng sự lan truyền các chất ô nhiễm không khí từ khu công nghiệp Phú Tài tỉnh Bình Định”.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Tổng quan khu công nghiệp Phú Tài, Báo Tài nguyên và môi trường tỉnh Bình Định, 2019.
2. Xử lý ô nhiễm môi trường tại KCN Phú Tài (Bình Định): Cần một giải pháp căn cơ, Báo Dân tộc và phát triển, tỉnh Bình Định, 2020.
3. Cimorelli, A.J.; Perry, S.G.; Venkatram, A.; Weil, J.C.; Paine, R.J.; Wilson, R.B.; Lee, R.F.; Peters, W.D.; Brode, R.W. AERMOD: A Dispersion Model for Industrial Source Applications. Part I: General Model Formulation and Boundary Layer Characterization. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* **2005**, 44(5), 682–693.
4. Danish, F. Application of GIS in Visualization and Assessment of Ambient Air Quality for SO₂ in Lima Ohio. Thesis Master of Art Degree in Geography and Planning, The University of Toledo, 2013.
5. Kesarkar, A.P.; Dalvi, M.; Kaginalkar, A.; Ojha, A. Coupling of the weather research and forecasting model with AERMOD for pollutant dispersion modeling. A case study for PM₁₀ dispersion over Pune, India. *Atmos. Environ.* **2007**, 41(9), 1976–1988.
6. Kakosimos, K.E.; Assael, M.J.; Katsarou, A.S. Application and evaluation of AERMOD on the assessment of particulate matter pollution caused by industrial activities in the Greater Thessaloniki area. *Environ. Technol.* **2011**, 32(6), 593–608.
7. Ma, J.; Yi, H.; Tang, X.; Zhang, Y.; Xiang, Y.; Pu, L. Application of AERMOD on near future air quality simulation under the latest national emission control policy of China: a case study on an industrial city. *J. Environ. Sci.* **2013**, 25(8), 1608–1617.
8. Perry, S.G.; Cimorelli, A.J.; Paine, R.J.; Brode, R.W.; Weil, J.C.; Venkatram, A.; Wilson, R.B.; Lee, R.F.; Peters, W.D. AERMOD: A dispersion model for industrial source applications. Part II: Model performance against 17 field study databases. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* **2005**, 44 (5), 694–708.
9. Rzeszutek, M. Assessment of the AERMOD dispersion model over complex terrain with different types of meteorological data: Tracy Power Plant experiment, 2017.
10. Seangkiatiyuth, K.; Surapipith, V.; Tantrakarnapa, K.; Lothongkum, A.W. Application of the AERMOD modeling system for environmental impact assessment of NO₂ emissions from a cement complex. *J. Environ. Sci.* **2011**, 23(6), 931–940.
11. Vishwa H.S., Varandan. Performance study of AERMOD under Indian condition, 2014.
12. Anh, P.T. và cs. Mô phỏng ô nhiễm không khí từ nguồn thải công nghiệp tại khu vực có địa hình đồi núi. Kỷ yếu hội nghị môi trường toàn quốc lần thứ III 2010, tr. 314–322.
13. Bằng, H.Q. Ứng dụng mô hình khí tượng TAMP tại khu vực Thị Vải năm 2014. Viện Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia, 2014.
14. Hân, N. Thực trạng và giải pháp bảo vệ môi trường ở các khu công nghiệp. *Tạp chí cộng sản* **2021**.
15. Hiếu, H.T.N. và cs. Xây dựng hệ thống tích hợp đánh giá ô nhiễm không khí do các phương tiện giao thông đường bộ tại Huế. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam* **2011**, 49(5C), 333–342.
16. Long, B.T. và cs. Xây dựng mô hình giám sát chất lượng không khí cho các nhà máy công nghiệp - nhà máy xi măng Lukcs, Thừa Thiên Huế làm ví dụ nghiên cứu. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2008**, 573, 35–44.

17. Long, B.T.; Hiều, H.T.N.; Hà, L.T.Q. Mô phỏng ô nhiễm không khí từ nguồn thải công nghiệp tại khu vực có địa hình đồi núi – Trường hợp nhà máy xi măng Bim Sơn, Thanh Hóa. Báo cáo nghiên cứu nghiên cứu, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, 2010.
18. Ngân, N.T.; Nghiêm, L.H. So sánh hai mô hình ISCST3 VÀ AERMOD trong việc mô phỏng sự khuếch tán chất ô nhiễm không khí: nghiên cứu tại Khu công nghiệp Hiệp Phước. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu*, 2017, 190–199.
19. Nghiêm, L.H. Áp dụng công cụ mô hình để đánh giá mức độ ô nhiễm không khí cho Khu Công nghiệp Nhơn Trạch. *Tạp chí Tài nguyên và Môi trường* 2012, 24(158), 37–39.
20. Thăng, Đ.X. Giáo trình ô nhiễm môi trường không khí. Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, 2007, tr. 15–35.

Applying the AERMOD model to simulate the spread of air pollutants from Phu Tai industrial park, Binh Dinh

Dau Van Hung^{1*}, Le Hoang Nghiem¹, Pham Thanh Long²

¹ Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment;
vanhung0494@gmail.com; hoangnghiem@hcmure.edu.vn

² Sub-Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change;
longpham.syhimete@gmail.com

Abstract: For many years now, people living in Tran Quang Dieu ward have not only suffered from exhaust pollution but also from noise and dust pollution due to the activities of businesses in Phu Tai Industrial Park. This article presents the results of applying the Aermod model to simulate the spread of air pollutants from Phu Tai industrial park, Binh Dinh province. The main method used in the report is the modeling method. After establishing the model based on the current situation scenario in 2022 and passing the model evaluation and testing parameters, simulations were conducted according to four calculation scenarios: current status scenario (KB1), backfill scenario (KB2), unfilled scenario (KB3), incident scenario (KB4). The study conducted a simulation of the spread of air pollutants including dust TSP, CO, SO₂, NO₂ and compared these results with the National Technical Regulation on ambient air quality QCVN 05:2023/BTNMT, simulation results show that in KB1 the concentration of pollutants is lower than the allowable threshold of QCVN 05:2023/BTNMT. In KB2, the concentration of TSP and CO dust is lower than the allowable threshold of QCVN 05:2023/BTNMT, however the concentration of SO₂ and NO₂ exceeds QCVN 05:2023/BTNMT on average by 1 hourly, 24-hour and annual average.

Keywords: AERMOD; Simulate the spread of pollutants; Binh Dinh province.