

Bài báo khoa học

## Nghiên cứu quản lý chất lượng không khí bằng công cụ mô hình tại khu công nghiệp Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu

Hồ Minh Dũng<sup>1\*</sup>, Trương Công An<sup>1,2</sup>, Nguyễn Thoại Tâm<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM; H\_minhdung@yahoo.com; anbqlkcn@gmail.com; thoaitam1986@gmail.com

<sup>2</sup> Ban Quản lý các khu công nghiệp Bà rịa – Vũng Tàu; anbqlkcn@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: H\_minhdung@yahoo.com; Tel.: +84-903605245

Ban Biên tập nhận bài: 9/3/2024; Ngày phản biện xong: 12/4/2024; Ngày đăng bài: 25/7/2024

**Tóm tắt:** Khu công nghiệp (KCN) Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng là một trong số các KCN quan trọng trong việc phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu (BRVT). Hiện nay, công tác quản lý môi trường không khí tại KCN vẫn chưa đạt hiệu quả tốt. Nghiên cứu này thực hiện nhằm tính toán tải lượng khí thải và mô phỏng lan truyền ô nhiễm không khí từ đó đề xuất các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả công tác quản lý chất lượng không khí tại KCN. Kết quả nghiên cứu cho thấy: (i) LPG và CNG là 2 nhiên liệu sử dụng chính trong KCN, nhưng phát thải ô nhiễm chính từ quá trình đốt là do sử dụng các loại nhiên liệu khác như than đá, biomass, dầu FO,..; (ii) Kết quả mô phỏng lan truyền ô nhiễm không khí bằng mô hình AERMOD (kết hợp mô hình khí tượng TAPM) cho thấy, nồng độ CO và NO<sub>2</sub> trung bình 1 giờ cao nhất và 8 giờ hoặc 24 giờ cao nhất trong cả 2 mùa (khô và mưa) đều đạt QCVN 05:2013/BNM; nồng độ SO<sub>2</sub> và TSP trung bình 1 giờ cao nhất đều vượt QCVN 05:2013/BNM, cao gấp 1,6 lần và 3,6 lần đối với SO<sub>2</sub> và 4,6 lần và 15,4 lần đối với TSP; (iii) Qua kết quả mô phỏng và đánh giá tác động ô nhiễm không khí đến khu vực xung quanh, nghiên cứu đã đề xuất một số giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả công tác quản lý và giảm phát thải khí thải ra môi trường không khí tại KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng.

**Từ khóa:** KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng; AERMOD; Chất lượng không khí.

### 1. Mở đầu

Hiện nay, ở Việt Nam có rất nhiều nhà máy, cơ sở sản xuất trong các khu công nghiệp (KCN) được xây dựng và đi vào hoạt động. Sự ra đời của KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng đã góp phần không nhỏ vào sự phát triển kinh tế - hạ tầng chung của tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu (BRVT). Đồng thời, đã giải quyết số lượng lớn nhu cầu công việc cho người lao động. Các ngành nghề thu hút vào KCN này tập trung chủ yếu là các ngành công nghiệp nặng như: cơ khí chế tạo, công nghiệp luyện kim, sản xuất vật liệu xây dựng, sản xuất phân bón,... Đây là các ngành nghề sản xuất có lượng chất thải phát sinh lớn và có khả năng gây ô nhiễm môi trường cao. Tuy nhiên, công tác bảo vệ môi trường (BVMT), đặc biệt là môi trường không khí tại một số nhà máy chưa được quan tâm đúng mức. Các thông tin về các nguồn phát thải khí ô nhiễm tại KCN này vẫn chưa được thống kê một cách đầy đủ, tiềm ẩn rủi ro tác động ô nhiễm không khí từ KCN đến khu vực xung quanh. Chính vì vậy, việc thực hiện nghiên cứu này là rất cần thiết. Các nghiên cứu về ô nhiễm không khí ở KCN tập trung chủ yếu vào quan trắc đánh giá hiện trạng và mô phỏng chất lượng không khí, cụ thể có một số nghiên cứu:

Nghiên cứu [1] đã sử dụng mô hình AERMOD để mô phỏng phát tán chất ô nhiễm từ hoạt động công nghiệp ở bang Odisha, Ấn Độ ; Tương tự, có nghiên cứu thực hiện ở Thổ Nhĩ Kỳ và ở Việt nam cũng sử dụng mô hình ARMOD [2, 3]; Nghiên cứu [4] đã phân tích mức độ phơi nhiễm của người dân với các chất ô nhiễm không khí từ 3 KCN ở miền Nam nước Ý, nghiên cứu sử dụng mô hình MOLOCH để mô phỏng các trường gió cho khu vực nghiên cứu; Nghiên cứu [5] đã tiến hành quan trắc nhằm đánh giá ảnh hưởng của hoạt động công nghiệp đến ô nhiễm không khí tại khu vực Al-Fatha, Al-Alam và Baiji ở Irắc; Nghiên cứu [6] áp dụng mô hình Gaussian puff được để mô phỏng sự phân tán của ô nhiễm không khí tại KCN hóa chất ở Thượng Hải, Trung Quốc; Nghiên cứu [7] thực hiện quan trắc các thông số khí tượng và không khí theo mùa để đánh giá ô nhiễm không khí từ hoạt động KCN ở phía Nam của Đài Loan đến khu vực xung quanh; Nghiên cứu [8] đã đánh giá diễn biến chất lượng môi trường tại khu vực nghiên cứu từ đó đưa ra các biện pháp quản lý chất lượng môi trường tại KCN Giao Long [7].

Nghiên cứu kiêm kê khí thải đối với nguồn công nghiệp là công đoạn không thể thiếu trong công tác quản lý chất lượng không khí ở các KCN. Có 3 phương pháp chính thường được sử dụng để tính toán phát thải nguồn công nghiệp là: Phương pháp quan trắc, phương pháp cân bằng vật chất và phương pháp sử dụng hệ số phát thải. Nhìn chung, phương pháp quan trắc khí thải tại nguồn được coi là phương pháp tốt nhất để phản ánh được thực tế thải lượng khí thải tuy nhiên chi phí thực hiện lại quá cao và tốn kém nhiều nhân lực. Với phương pháp cân bằng vật chất thì thường không mang tính chính xác cao. Phương pháp sử dụng hệ số phát thải để tính toán phát thải trong các KCN nhìn chung là phù hợp trong điều kiện hiện nay.

Mô hình chất lượng không khí là một trong những công cụ được sử dụng khá phổ biến hiện nay trong công tác quản lý chất lượng không khí. Công cụ này không những cho phép mô phỏng hiện trạng lan truyền ô nhiễm không khí mà còn có thể dự báo theo các kịch bản phát thải khác nhau của các nguồn thải. Có nhiều hệ mô hình có thể sử dụng để mô phỏng CLKK ở các qui mô khác nhau, trong đó phổ biến có thể kể đến: Hệ mô hình WRF/MM5-CMAQ [9–11], hệ mô hình FVM-TAPOM [12–14], hệ mô hình WRF-Chem, WRF-CAMx [15–18], hệ mô hình TAPM-AERMOD [19–22]. Ngoài ra, hệ mô hình này còn được sử dụng để mô phỏng chất lượng không khí trong một số nghiên cứu khác như ở KCN Tâm Thắng, tỉnh Đăk Nông [23], cảng Gò Dầu, Đồng Nai [24], hệ thống cảng ở TP.HCM [25],.... Từ các nghiên cứu ở trên, cho thấy mỗi loại mô hình có những ưu, nhược điểm riêng. Để phục vụ cho nghiên cứu này, nhóm tác giả lựa chọn mô hình khí tượng TAPM kết hợp với mô hình lan truyền chất lượng không khí AERMOD vì hệ mô hình TAPM-AERMOD dễ dàng tiếp cận, phù hợp với mô phỏng cho các nguồn khí thải công nghiệp và cho kết quả mô phỏng chính xác cao và khi thực hiện mô phỏng hệ mô hình không cần phải sử dụng bộ nhớ lưu trữ nhiều.

Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá mức độ tác động từ các hoạt động của KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng đến chất lượng môi trường không khí xung quanh KCN, từ đó đề xuất giải pháp giảm thiểu ô nhiễm.



**Hình 1.** Bản đồ vị trí và mặt bằng KCN Phú Mỹ 2 và KCN Phú Mỹ 2 mở rộng.

**Đối tượng và phạm vi nghiên cứu:** Phạm vi nghiên cứu là KCN Phú Mỹ 2 và KCN Phú Mỹ 2 mở rộng, phía Nam giáp KCN Cái Mép, phía Bắc giáp KCN Phú Mỹ 3, phía Đông giáp Quốc lộ 51 và phía Tây giáp KCN Phú Mỹ 1 (Hình 1). Nghiên cứu thực hiện trong năm 2022 cho các nguồn phát thải ô nhiễm không khí tại các nhà máy trong KCN với các chất ô nhiễm chính gồm TSP, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> và CO.

**Hiện trạng công tác quản lý môi trường không khí:** Trong năm 2022, KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng đã có 14 nhà máy đầu tư và chính thức đi vào hoạt động ổn định. Do tập trung nhiều ngành nghề khác nhau, chủ yếu là các ngành công nghiệp nặng nên công tác quản lý môi trường không khí hiện nay tại KCN vẫn còn gặp nhiều khó khăn. Nhìn chung, các hệ thống xử lý khí thải (HTXLKT) tại các nhà máy trong KCN đều được lắp đặt đầy đủ theo đúng hồ sơ môi trường được cấp phép. Các công nghệ xử lý khí thải tại các nhà máy đáp ứng được tiêu chuẩn xử lý bụi và SO<sub>2</sub>,... trong khí thải nếu được vận hành đúng quy định. Tuy nhiên, do đội ngũ vận hành HTXLKT tại các nhà máy vẫn chưa có chuyên môn và kinh nghiệm; việc bảo trì, bảo dưỡng định kỳ các HTXLKT vẫn chưa được thực hiện đầy đủ... điều đó có thể được xem là một trong các nguyên nhân dẫn đến công tác BVMT không khí tại các nhà máy trong KCN chưa đạt hiệu quả cao. Ngoài ra, dựa trên các kết quả báo cáo định kỳ thì chất lượng khí thải của các doanh nghiệp trong năm 2022 đều đạt QCVN 19:2009/BTNMT. Tuy nhiên, số liệu quan trắc định kỳ này chưa phản ánh được thực trạng, đây cũng là tình trạng phổ biến hiện nay trong công tác quản lý môi trường tại các doanh nghiệp. Do đó, để đánh giá thực tế các quá trình vận hành các HTXLKT tại các nhà máy cần phải có khảo sát thực tế tại từng doanh nghiệp. Ngoài ra, từ kết quả quan trắc chất lượng không khí xung quanh tại KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng thì các thông số quan trắc (TSP, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO) đều đạt QCVN 05:2013/BTNMT (QCVN 05).

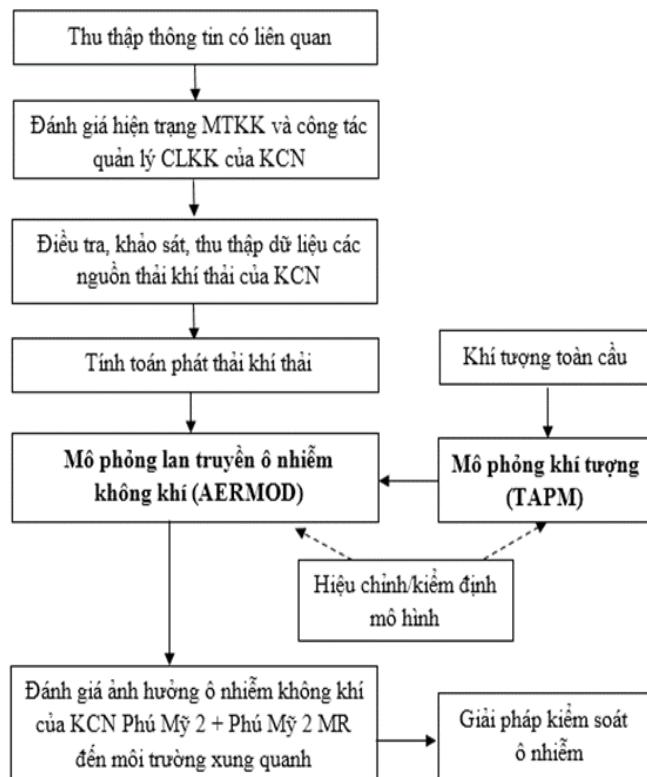
## 2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Thu thập dữ liệu

Phương pháp này kế thừa kết quả nghiên cứu từ những nghiên cứu trước và các số liệu thu thập các văn bản, báo cáo từ các Sở, Ban, Ngành, Công ty IDICO làm nguồn dữ liệu đầu vào cho nghiên cứu [26]. Phương pháp thu thập dữ liệu được sử dụng để tổng hợp tất cả các dữ liệu thu cấp nhằm phục vụ cho các quá trình phân tích thực trạng về môi trường, công tác quản lý môi trường tại KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng.

### 2.2. Điều tra, khảo sát thực địa

Phương pháp điều tra, khảo sát thực địa nhằm giúp tìm hiểu được tình hình thực tế, để biết được những bất cập khó khăn trong công tác quản lý môi trường không khí ở KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng. Ngoài ra, giúp thu thập được những thông tin, số liệu chính xác hơn ở doanh nghiệp trong KCN. Việc thu thập dữ liệu về phát thải khí thải tại KCN được thu thập thành 2 dạng phát thải từ quá trình sản xuất và từ các ống khói của các lò đốt.



Hình 2. Sơ đồ nghiên cứu.

### 2.3. Tính tải lượng phát thải

Phương pháp tính toán tải lượng phát thải là phương pháp dựa trên hệ số phát thải. Tải lượng phát thải của từng doanh nghiệp bao gồm 02 nguồn: nguồn điểm (từ sử dụng nhiên liệu đốt) và nguồn điện (từ quá trình sản xuất).

$$\text{Phát thải từ đốt nhiên liệu: } E_i = AR_i \times EF_i \times (1-ER/100) \quad (1)$$

Trong đó,  $E_i$  là tải lượng phát thải của nhiên liệu  $i$  (kg/năm);  $EF_i$  là hệ số phát thải của nhiên liệu  $i$  được sử dụng (kg/tấn);  $AR_i$  là lượng nhiên liệu  $i$  được sử dụng (tấn/năm);  $ER$  là hiệu suất của hệ thống xử lý ô nhiễm không khí (%).

$$\text{Phát thải từ quá trình sản xuất: } E_i = AR_i \times EF_i \quad (2)$$

Trong đó  $E_i$  là tải lượng phát thải của ngành công nghiệp  $i$  (kg/năm);  $EF_i$  là hệ số phát thải ngành công nghiệp  $i$  (kg/tấn); và  $AR_i$  là sản lượng sản xuất của ngành công nghiệp  $i$  (tấn/năm).

Các hệ số phát thải được sử dụng của AP42 và EMAP/EEA.

### 2.4. Thiết lập mô hình

- Mô hình TAPM (*The Air Pollution Model*): TAPM là một mô hình thuộc Tổ chức Nghiên cứu Công nghiệp và Khoa học của Úc (CSIRO). Mô hình này được dùng như một công cụ hỗ trợ khí tượng cho các mô hình lan truyền chất ô nhiễm không khí, đặc biệt là file khí tượng đầu vào cho mô hình AERMOD. Dữ liệu đầu vào của mô hình TAPM là các dữ liệu quan trắc khí tượng toàn cầu cho các khu vực khác nhau trên thế giới, bao gồm: dữ liệu lưới cao độ địa hình toàn cầu, dữ liệu thảm thực vật, các loại đất, nhiệt độ bề mặt nước biển, khí tượng qui mô toàn cầu, thông tin về khu vực cần mô phỏng (như tọa độ, vị trí, địa hình, nhiệt độ trung bình các năm, diện tích mặt đất và nước, loại đất, phần trăm thực vật...). Mô hình này được sử dụng ở nhiều nơi như Melbourne (Úc), Cabauw Tower (Hà Lan), và cả ở Việt Nam [27, 28]. Mô hình TAPM mô phỏng chi tiết hóa khí tượng bằng các ô lưới lồng vào nhau. Trong nghiên cứu này, số miền mô phỏng được chọn là 3 theo kích thước từ lớn đến bé. Kích thước miền tính ngoài cùng là  $40 \times 40$  ô lưới, kích thước mỗi ô lưới là  $20\text{km} \times 20\text{km}$ ; Miền tính thứ hai là  $40 \times 40$  ô lưới, kích thước mỗi ô lưới là  $10\text{km} \times 10\text{km}$ ; Miền tính cuối cùng là  $40 \times 40$  ô lưới, kích thước mỗi ô lưới là  $5\text{km} \times 5\text{km}$ , bao trùm khu vực nghiên cứu.

- Mô hình AERMOD: dùng để mô phỏng lan truyền ô nhiễm không khí trong nghiên cứu này. Mô hình AERMOD là chữ viết tắt của cụm từ (*The AMS/EPA Regulatory Model*), được đặc biệt thiết kế để hỗ trợ cho chương trình quản lý của US-EPA. Mô hình gồm 3 thành phần: Mô đun phát thải AERMIC, mô đun địa hình AERMAP và mô đun khí tượng AERMET. Dữ liệu đầu vào của mô hình AERMOD bao gồm: Dữ liệu về nguồn thải (bao gồm tọa độ nguồn thải, tải lượng phát thải (g/s), nhiệt độ dòng khí (độ K), đường kính trong ống khói (m), lưu lượng dòng khí ( $\text{m}^3/\text{s}$ )); Dữ liệu khí tượng (mô hình TAPM cung cấp file dữ liệu khí tượng bề mặt “Surface data” và khí tượng cao không “Upper data” cho mô hình AERMOD) và dữ liệu địa hình (được xử lý bằng mô đun AERMAP) [27, 28].

Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình:

Các công thức thống kê được sử dụng để đánh giá mức độ chính xác của mô hình với  $P_i$  là giá trị mô phỏng và  $O_i$  là giá trị quan trắc

$$\text{Sai số mô phỏng \%: } S = 100 \times (P_i - O_i)/O_i \quad (3)$$

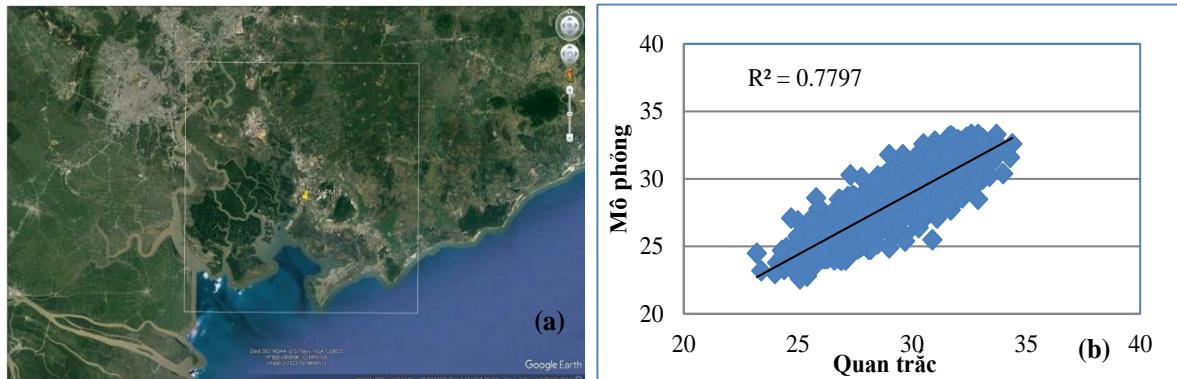
Hệ số  $R$  để đánh giá sự tương quan giữa giá trị mô phỏng và quan trắc.

$$R = \frac{\sum (P_i - \bar{P}_i)(O_i - \bar{O}_i)}{\sqrt{(P_i - \bar{P}_i)^2} \sum (O_i - \bar{O}_i)^2} \quad (4)$$

Kiểm định mô hình TAMP: Sử dụng số liệu quan trắc tượng của Trạm quan trắc không khí tự động (Trạm QTTĐ Khu xử lý chất thải tập trung Tóc Tiên); Thông số nhiệt độ được

thực hiện kiểm định với kết quả quan trắc cho mùa khô (1 tuần của tháng 3) và mùa mưa (1 tuần của tháng 10) trong năm 2022 (Hình 2).

Kiểm định mô hình AERMOD: Sử dụng số liệu quan trắc chất lượng không khí định kỳ tại KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ mở rộng, các thông số được sử dụng để kiểm định gồm CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, TSP thực hiện vào năm 2022.



Hình 2. (a) Bản đồ xác định khu vực mô phỏng; (b) Kết quả kiểm định thông số nhiệt độ.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Kết quả tính toán phát thải khí thải

Sau khi thực hiện tính toán phát thải khí thải (dựa trên số liệu điều tra, thu thập được), các kết quả được tổng hợp thể hiện trong các bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1. Tài lượng khí thải nguồn điểm tại các doanh nghiệp.

TT	Tên doanh nghiệp	Tài lượng khí thải (tấn/năm)				
		NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	TSP	PM <sub>10</sub>
1	Công ty TNHH Kính Nỗi Siêu Trắng Phú Mỹ	127,54	55,89	0,4	1,28	1,28
2	Công ty CP Thép Posco Yamato Vina	170,95	54,66	159,81	1,16	1,17
3	Công ty TNHH Posco Việt Nam	3,89	42,56	0,44	0,45	2,04
4	Công ty CP điện lạnh Hòa Phát	0,0079	0,033	0,014	0,0013	0,0021
5	Công ty TNHH thép Tung Ho Việt Nam	16,29	6,13	17,84	0,0041	0,0071

Bảng 2. Tài lượng khí thải từ quá trình sản xuất tại các doanh nghiệp.

TT	Tên doanh nghiệp	Tài lượng ô nhiễm (tấn/năm)				
		CO	SO <sub>2</sub>	NM VOC	TSP	PM <sub>10</sub>
1	Công ty TNHH Kính Nỗi Siêu Trắng Phú Mỹ	-	-	-	110,88	99,79
2	Công ty TNHH MTV Gas Industry	630,00	219,00	-	-	69,00
3	Công ty CP Thép Posco Yamato Vina	-	-	179,75	359,49	215,69
4	Công ty TNHH Posco Việt Nam	-	-	180,00	360,00	216,00
5	Công ty CP Điện Lạnh Hòa Phát	-	-	1,62	3,23	1,94
6	Công ty TNHH Thép Tung Ho Việt Nam	-	-	77,60	155,19	93,11
7	Công ty TNHH VSSC Steel Center	-	-	0,02	0,03	0,02
8	Công ty Cổ Phần sản xuất Container Hòa Phát	-	-	37,50	75,00	45,00
9	Công ty TNHH Ống Thép Hàn Xoắn Nippon Steel Việt Nam	-	-	9,00	18,00	10,80

TT	Tên doanh nghiệp	Tải lượng ô nhiễm (tấn/năm)				
		CO	SO <sub>2</sub>	NMVOC	TSP	PM <sub>10</sub>
10	Công ty CP Quốc Tế Đại Dương Oss	-	-	7,50	15,00	9,00
11	Công ty TNHH Thép Povina	-	-	5,40	10,80	6,48
12	Công ty CP Steel Builder	-	-	3,75	7,50	4,50
13	Công ty TNHH gia công thép SMC Phú Mỹ	-	-	22,50	45,00	27,00
14	Công ty TNHH Behn Meyer Agricare Việt Nam	-	-	-	17,37	13,89

Hiện nay, trong KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng, LPG và CNG là nhiên liệu được sử dụng nhiều nhất trong các nhà máy. Bên cạnh đó, các nhà máy còn có sử dụng một số nhiên liệu khác như dầu FO, than đá, biomass,...

**Bảng 3.** Tải lượng khí thải phát sinh từ các loại nhiên liệu sử dụng.

TT	Nhiên liệu	Lượng nhiên liệu sử dụng (tấn/năm)	Tải lượng khí thải (tấn/năm)				
			NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	TSP	PM <sub>10</sub>
1	CNG	57.420.222,90	196,75	86,22	0,62	1,97	1,97
2	Than đá	21.529,77	131,88	5,49	517,43	7,19	4,86
3	Biomass	16.792,80	21,22	23,58	2,83	45,06	40,60
4	FO	54.936,00	0,13	0,03	0,81	0,01	0,01
5	LPG	5.306.968,80	10,78	4,72	0,03	0,11	0,11

Theo thống kê đánh giá tải lượng ô nhiễm của các loại nhiên liệu thì than đá là nguồn gây phát thải ô nhiễm chính trong KCN, tỉ lệ 99% cho tải lượng SO<sub>2</sub>, 37% cho NO<sub>2</sub>, 13% cho TSP, 10% cho PM<sub>10</sub> và 4% cho CO. Sau đó đến biomass với tỉ lệ 86% cho tải lượng PM<sub>10</sub>, 83% cho TSP, 20% cho CO, 6% cho NO<sub>2</sub> và 1% cho SO<sub>2</sub>. Đối với CNG thì tỉ lệ 72% cho tải lượng CO, 54% cho NO<sub>2</sub>, 4% cho TSP và PM<sub>10</sub>. Còn dầu FO và LPG chiếm tỉ lệ không đáng kể trong việc phát thải chất ô nhiễm trong KCN này.

### 3.2. Kết quả mô phỏng khí tượng và chất lượng không khí

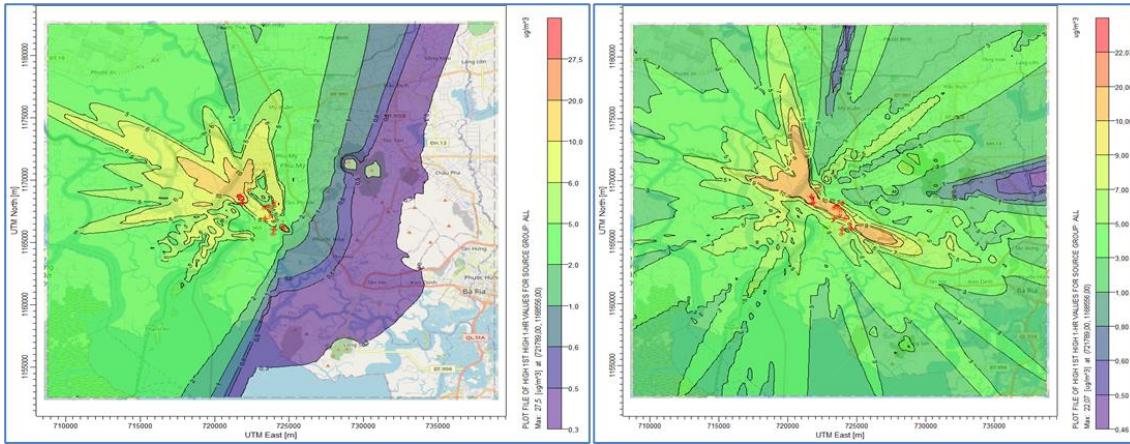
#### 3.2.1. Mô phỏng khí tượng bằng mô hình TAPM

Để kiểm định mô hình khí tượng TAPM, hai thông số quan trọng là nhiệt độ bề mặt và tốc độ gió được chọn để kiểm định. Kết quả kiểm định cho thấy được các giá trị nhiệt độ và tốc độ gió mô phỏng qua mô hình khí tượng TAPM gần với giá trị quan trắc thực tế với hệ số R<sup>2</sup> lần lượt là 0,78 (Hình 3). Từ kết quả kiểm định mô hình khí tượng TAPM mô phỏng cho khu vực TX. Phú Mỹ cho thấy kết quả mô phỏng có thể sử dụng làm dữ liệu đầu vào cho mô hình AERMOD. Các kết quả mô phỏng khí tượng vào mùa khô và mùa mưa trong năm 2022 cho thấy: vào mùa khô hướng gió chủ đạo là Đông Nam, với tốc độ gió dao động trong khoảng 0,5-6,0 m/s và nhiệt độ dao động trong khoảng 24-35°C; vào mùa mưa hướng gió chủ đạo hướng Tây Bắc, với tốc độ gió dao động trong khoảng 0,4-5,4 m/s và nhiệt độ dao động trong khoảng 26-34°C.

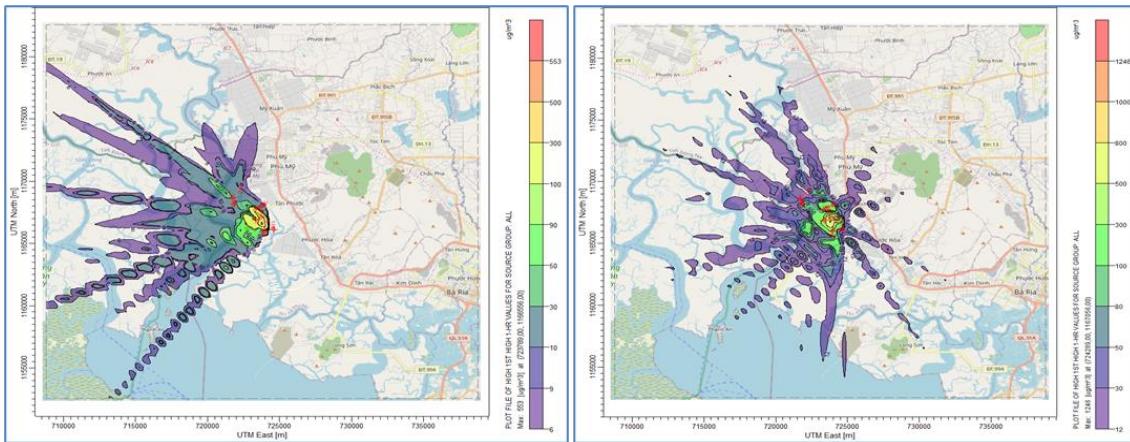
#### 3.2.2. Mô phỏng chất lượng không khí bằng mô hình AERMOD

Kết quả mô phỏng chất lượng không khí từ mô hình AERMOD được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu quan trắc định kỳ của KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ mở rộng tại 2 vị trí: A1 (Trong KCN Phú Mỹ 2 mở rộng, tọa độ X = 723553.37, Y = 1166533.41) và A2 (Bên ngoài KCN Phú Mỹ 2, tọa độ X = 723270.38, Y = 1170064.78). Với các thông số quan trắc là CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, TSP và PM<sub>10</sub>. Kết quả tính toán sai số mô phỏng giữa giá trị mô phỏng và giá trị quan trắc chất lượng không khí dao động từ -11% đến 14%. Sai số này nằm trong khoảng

cho phép  $\pm 15\%$ , vì vậy, mô hình AERMOD có khả năng mô phỏng lan truyền ô nhiễm cho nghiên cứu này. Các kết quả mô phỏng chất lượng không khí trong mùa khô và mưa năm 2022 được thể hiện trên hình 3, 4.



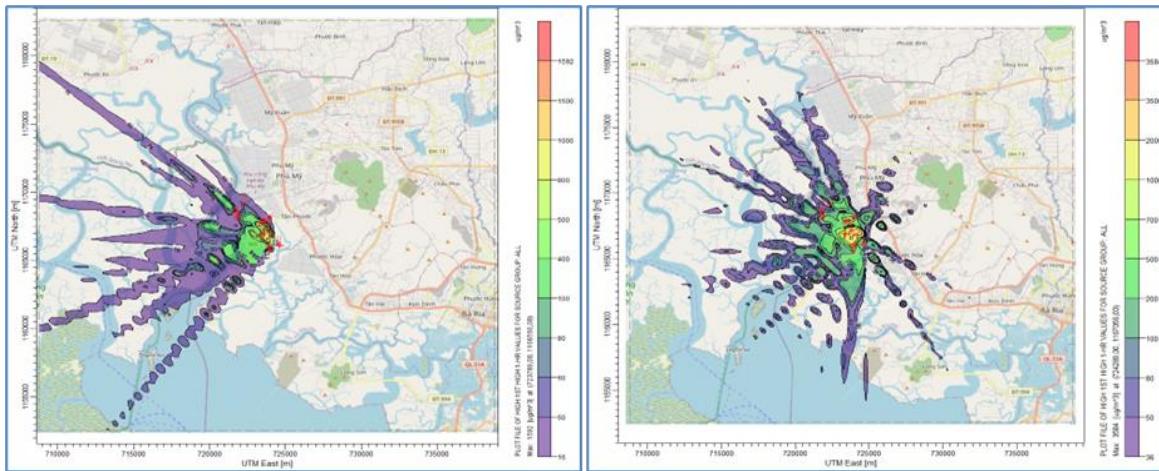
**Hình 3.** Kết quả mô phỏng nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất NO<sub>2</sub> mùa khô và mùa mưa.



**Hình 4.** Kết quả mô phỏng nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất SO<sub>2</sub> mùa khô và mùa mưa.

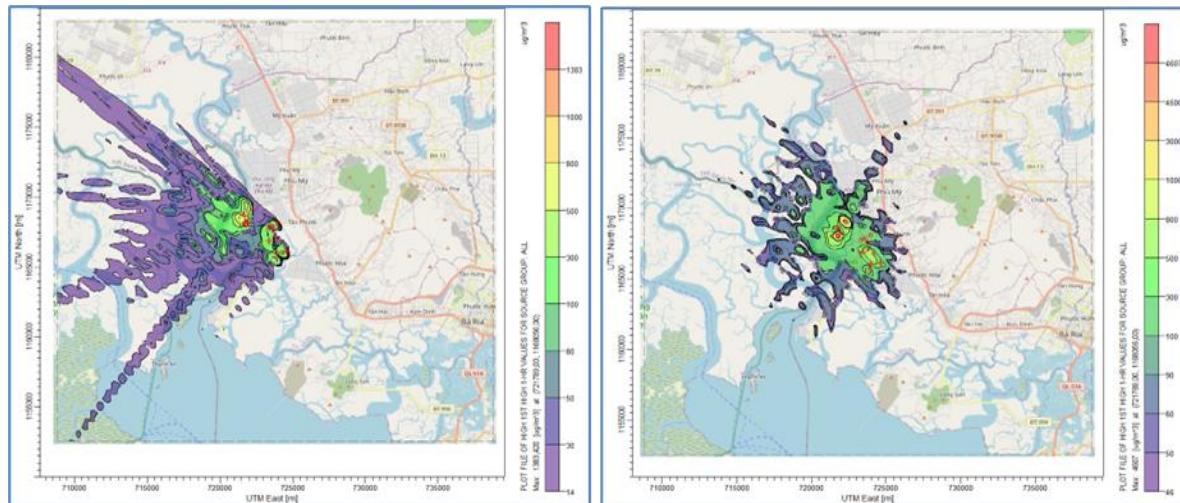
- NO<sub>2</sub>: Trong mùa khô năm 2022, nồng độ NO<sub>2</sub> trung bình 1 giờ cao nhất là 27,5 µg/m<sup>3</sup> (Hình 3) và nồng độ trung bình 24 giờ cao nhất là 4,53 µg/m<sup>3</sup> đều thấp hơn QCVN 05 (lần lượt là 200 µg/m<sup>3</sup> và 100 µg/m<sup>3</sup>). Tương tự, trong mùa mưa năm 2022, nồng độ NO<sub>2</sub> trung bình 1 giờ cao nhất là 22,07 µg/m<sup>3</sup> (Hình 3) và nồng độ trung bình 24 giờ cao nhất là 3,54 µg/m<sup>3</sup> đều thấp hơn QCVN 05. Khu vực ghi nhận nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất và 24 giờ cao nhất đều nằm trong khu vực của KCN.

- SO<sub>2</sub>: Trong mùa khô năm 2022, nồng độ SO<sub>2</sub> trung bình 1 giờ cao nhất của là 553 µg/m<sup>3</sup> (Hình 5), vượt gấp 1,6 lần so với QCVN 05, và nồng độ trung bình 24 giờ cao nhất là 23,1 µg/m<sup>3</sup> thấp hơn QCVN 05. Điều này cho thấy, ở một vài thời điểm, chất lượng không khí xung quanh trong KCN bị ô nhiễm bởi SO<sub>2</sub> do quá trình đốt cháy nhiên liệu có chứa S (than đá, dầu FO,...). Khu vực ghi nhận nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất và 24 giờ cao nhất đều nằm trong khu vực của KCN. Ở các khu vực lân cận (trong vòng bán kính từ 1-3 km so với trung tâm của KCN) nồng độ trung bình 1 giờ của SO<sub>2</sub> dao động trong khoảng 200-300 µg/m<sup>3</sup> đạt QCVN 05. Tương tự, trong mùa mưa năm 2022, nồng độ SO<sub>2</sub> trung bình 1 giờ cao nhất của là 1.246 µg/m<sup>3</sup> (Hình 4), vượt gấp 3,6 lần so với QCVN 05, và nồng độ trung bình 24 giờ cao nhất là 51,9 µg/m<sup>3</sup> thấp hơn QCVN 05. Ở các khu vực lân cận (trong vòng bán kính từ 1-3 km so với trung tâm của KCN) nồng độ trung bình 1 giờ của SO<sub>2</sub> dao động trong khoảng 500-1000 µg/m<sup>3</sup> vượt QCVN 05, gấp 1,5-3,0 lần.



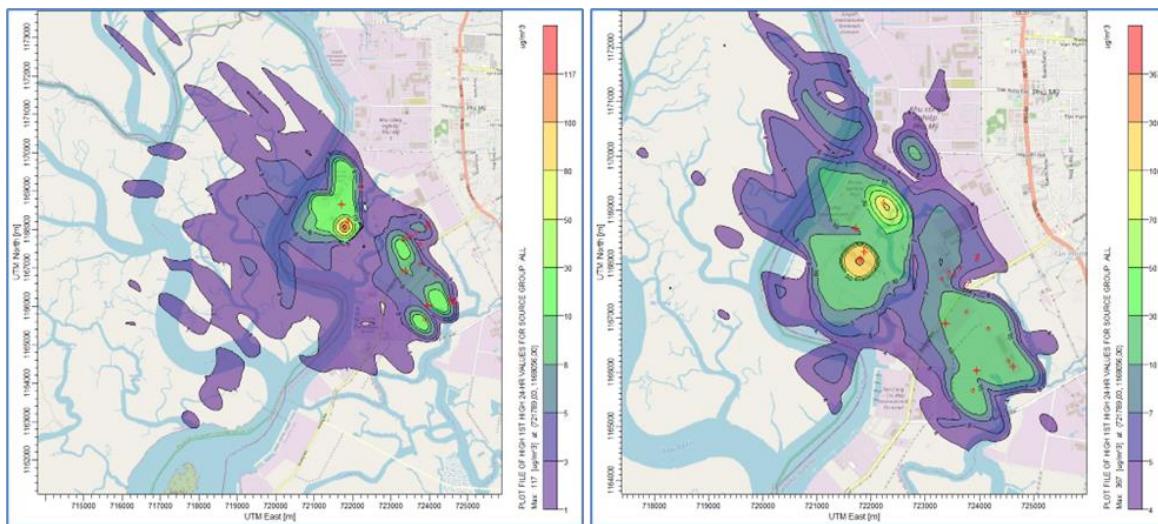
**Hình 5.** Kết quả mô phỏng nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất của CO mùa khô và mùa mưa

- CO: Trong mùa khô năm 2022, nồng độ CO trung bình 1 giờ cao nhất là  $1.592 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Hình 5) và nồng độ trung bình 8 giờ cao nhất là  $199 \mu\text{g}/\text{m}^3$  đều thấp hơn QCVN 05. Tương tự, trong mùa mưa năm 2022 nồng độ CO trung bình 1 giờ cao nhất của là  $3.584 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Hình 5) và nồng độ trung bình 8 giờ cao nhất là  $448 \mu\text{g}/\text{m}^3$  đều đạt QCVN 05. Khu vực ghi nhận nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất và 24 giờ cao nhất đều nằm trong khu vực của KCN.



**Hình 6.** Kết quả mô phỏng nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất TSP mùa khô và mùa mưa.

- TSP: Trong mùa khô năm 2022, nồng độ TSP trung bình 1 giờ cao nhất là  $1.384 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Hình 6), vượt gấp 4,6 lần so với QCVN 05 ( $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), và nồng độ trung bình 24 giờ cao nhất là  $194 \mu\text{g}/\text{m}^3$  thấp hơn QCVN 05 ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Khu vực ghi nhận nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất và 24 giờ cao nhất của TSP đều nằm trong khu vực của KCN. Ở các khu vực lân cận (trong vòng bán kính từ 1-2 km so với trung tâm của KCN) nồng độ trung bình 1 giờ của TSP dao động trong khoảng  $500-1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vượt QCVN 05 từ 1,7 đến 3,3 lần. Trong mùa mưa năm 2022, nồng độ TSP trung bình 1 giờ cao nhất của là  $4.607 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Hình 6), vượt gấp 15,4 lần so với QCVN 05, và nồng độ trung bình 24 giờ cao nhất là  $612 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vượt gấp 3,1 lần so với QCVN 05. Khu vực ghi nhận nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất và 24 giờ cao nhất của TSP đều nằm trong khu vực của KCN. Ở các khu vực lân cận (trong vòng bán kính từ 1-2 km so với trung tâm của KCN) nồng độ trung bình 1 giờ của TSP dao động trong khoảng  $3,0-4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vượt QCVN 05 từ 1,7 đến 3,3 lần.



**Hình 7.** Kết quả mô phỏng nồng độ trung bình 24 giờ cao nhất PM<sub>10</sub> mùa khô và mùa mưa.

- PM<sub>10</sub>: Trong mùa khô năm 2022, nồng độ PM<sub>10</sub> trung bình 24 giờ cao nhất là 117 µg/m<sup>3</sup>, đạt QCVN 05. Nhưng kết quả mô phỏng vào mua mưa cho thấy nồng độ PM<sub>10</sub> trung bình 24 giờ cao nhất là 367 µg/m<sup>3</sup>, vượt gấp 2,4 lần so với QCVN 05 (150 µg/m<sup>3</sup>). Khu vực ghi nhận nồng độ PM<sub>10</sub> cao là nằm trong KCN, xung quanh các nhà máy thép (Hình 7). Điều này cho thấy, ngoài các nguồn phát thải gây ô nhiễm do đốt nhiên liệu phục vụ cho quá trình sản xuất thì phát thải từ nguồn điện cũng góp phần gây ô nhiễm cục bộ trong khu vực KCN.

*Ghi chú:* Các kết quả mô phỏng đã có tính toán nồng độ nền của các chất ô nhiễm tại khu vực nghiên cứu (sử dụng số liệu quan trắc chất lượng không khí tại trạm quan trắc Trạm quan trắc không khí tự động Khu xử lý chất thải tập trung Tóc Tiên, TX. Phú Mỹ, tỉnh BRVT).

**Bảng 4.** So sánh kết quả mô phỏng với một số nghiên cứu khác.

Nghiên cứu	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	CO (µg/m <sup>3</sup> )	TSP (µg/m <sup>3</sup> )
Nghiên cứu này	553 (mùa khô)/ 1.246 (mùa mưa)	27,5 (mùa khô)/ 22,1 (mùa mưa)	1.592 (mùa khô)/ 3.584 (mùa mưa)	1.384 (mùa khô)/ 4.607 (mùa mưa)
Nghiên cứu tại KCN Tân Tạo (TP.HCM) [21]	5.478	4.069	40.694	581
Nghiên cứu tại KCN Phú Tài (Bình Định) [31]	236	177	6.000	260,3

Khi so sánh kết quả mô phỏng trong nghiên cứu này với một số nghiên cứu tương tự cho thấy nồng độ các chất ô nhiễm mô phỏng được có sự khác biệt đáng kể, nguyên nhân chính có thể từ các loại nhiên liệu sử dụng và loại hình công nghiệp hoạt động trong các KCN.

### 3.3. Đề xuất các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí

Kết hợp với kết quả mô phỏng và khảo sát thực tế tại các doanh nghiệp trong KCN cho thấy hiện nay công tác quản lý môi trường không khí tại KCN cơ bản đã được thực hiện theo đúng qui định, tuy nhiên vẫn còn gặp một số khó khăn trong công tác kiểm tra và xử lý các trường hợp vi phạm về các vấn đề BVMT tại các doanh nghiệp, để khắc phục những khó khăn đó cần phải có những giải pháp như sau:

### 3.3.1. Giải pháp về cơ chế, chính sách

Chấp hành pháp luật trong BVMT là một trong những vấn đề quan trọng trong tiến trình cải thiện chất lượng môi trường. Đối với KCN, chủ hạ tầng cũng như các nhà đầu tư cần hiểu rõ và chấp hành nghiêm chỉnh các hoạt động BVMT; Cần xem xét rà soát quy định pháp luật để ủy quyền toàn bộ công tác quản lý môi trường KCN cho Ban quản lý (BQL) các KCN để quản lý trực tiếp nhằm tạo sự chủ động và thống nhất trong công tác quản lý; Tăng cường tổ chức phổ biến các văn bản pháp luật về môi trường để doanh nghiệp nắm và thực hiện tốt, nâng cao trách nhiệm của Doanh nghiệp về BVMT trong quá trình hoạt động sản xuất; Các Sở, Ban ngành cần phải tuyệt đối tuân thủ yêu cầu trong quá trình thẩm định lựa chọn dự án đầu tư, thẩm định môi trường đảm bảo lựa chọn công nghệ tiên tiến, hiện đại, giảm thiểu tối đa ảnh hưởng đến môi trường, không tiếp nhận dự án có công nghệ lạc hậu, có khả năng gây ô nhiễm môi trường cao; Chính sách ưu tiên đầu tư và ưu đãi cho các doanh nghiệp có quy trình sản xuất hiện đại và ưu đãi các chính sách về môi trường để các doanh nghiệp có thể tiếp cận được với các công nghệ xử lý môi trường hiện đại; Phát triển mô hình KCN sinh thái, KCN kiểu mẫu để góp phần thực hiện chiến lược tăng trưởng xanh của Việt Nam; Vận động các doanh nghiệp đẩy mạnh áp dụng các biện pháp sản xuất sạch hơn, sử dụng nhiên liệu sạch, cải tiến công nghệ nhằm giảm thiểu các chất gây ô nhiễm không khí.

### 3.3.2. Giải pháp về công tác quản lý

Việc quản lý và BVMT tại các nhà máy trong KCN là một trong những nhiệm vụ của công tác quản lý môi trường tại KCN. Vì vậy, BQL các KCN cần thường xuyên tổ chức khóa tập huấn nâng cao năng lực quản lý, bảo vệ môi trường ở các nhà máy cho các cán bộ quản lý nhằm giúp họ hiểu được tầm quan trọng của môi trường từ đó đưa ra được kế hoạch quản lý phù hợp; Tăng cường công tác thanh tra, kiểm tra đối với các cơ sở đang hoạt động. Thành lập tổ giám sát riêng đối với những dự án có khả năng phát thải lớn như các nhà máy thép để tổ chức kiểm tra, giám sát thường xuyên và chủ động phòng ngừa ô nhiễm trong quá trình hoạt động của các doanh nghiệp; Ứng dụng các công nghệ thông tin, công nghệ 4.0 trong công tác quản lý môi trường, xây dựng hệ thống mạng kết nối thông tin giữa các đơn vị ban ngành; Tăng cường chất lượng và nâng cao năng lực của cán bộ chuyên trách về môi trường tại KCN, hướng dẫn các doanh nghiệp trong KCN thực hiện đúng các quy định BVMT, phát hiện và kịp thời ứng phó, khắc phục khi xảy ra sự cố môi trường; Thiết lập hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu về chất lượng môi trường không khí trong KCN nhằm phục vụ tốt việc nghiên cứu, theo dõi, đánh giá, dự báo về tình hình chất lượng không khí trong KCN, từ đó đưa ra các biện pháp thích hợp kiểm soát nguồn thải và nâng cao chất lượng không khí.

### 3.3.3. Giải pháp về công nghệ

Hiện tại các nhà máy tại KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng đã thực hiện những biện pháp kiểm soát ô nhiễm không khí như xây dựng HTXLKT trước khi xả ra môi trường, nhựa hóa và vệ sinh đường nội bộ hạn chế bụi bẩn, trồng cây xanh trong khuôn viên KCN...Tuy nhiên, với sự mở rộng quy mô hoạt động công nghiệp và chiều hướng gia tăng nồng độ chất ô nhiễm, vẫn nên thực hiện một số biện pháp sau để đảm bảo chất lượng môi trường không khí: Đổi mới công nghệ, sử dụng chu trình khép kín, thay thế các loại máy móc, dây chuyền công nghệ lạc hậu, gây nhiều ô nhiễm bằng các dây chuyền công nghệ hiện đại, ít ô nhiễm hơn; Khuyến khích dùng nguồn nhiên liệu sạch có ít chất ô nhiễm, thay nhiên liệu cũ bằng nhiên liệu mới... để giảm phát thải ô nhiễm không khí tại các nhà máy; Cải tiến quá trình đốt nhiên liệu để giảm thiểu khí thải độc hại. Bắt buộc các doanh nghiệp phải thực hiện đúng theo các quy trình vận hành HTXLKT, sử dụng đúng và không được cắt giảm các hóa chất hấp thụ trong quá trình xử lý nhằm tiết kiệm chi phí vận hành cho các công trình xử lý, đây là một trong những nguyên nhân gây nên các tình trạng ô nhiễm môi trường. Qua kết quả mô phỏng nhận thấy TSP phát sinh tại KCN vượt so với QCVN 05, lượng bụi này phát sinh chủ

yếu từ quá trình sản xuất của các nhà máy luyện thép. Ngoài bụi phát sinh từ các lò luyện qua hệ thống xử lý khí thải và thải qua các ống khói thì 1 phần bụi lớn từ nguồn điện như quá trình bốc dỡ, sàng phế liệu để loại bỏ tạp chất. Do đó, để hạn chế lượng bụi phát sinh, các nhà máy thép cần hạn chế việc bốc dỡ phế liệu và sàng phế liệu lúc gió mạnh, đồng thời thực hiện trong kho kín tránh ảnh hưởng của gió làm phát tán bụi vào môi trường không khí.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã đánh giá được hiện trạng công tác quản lý môi trường không khí tại KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng: Thông qua nghiên cứu, từ việc khảo sát thực tế ở các doanh nghiệp trong KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng cho thấy hiện nay công tác quản lý môi trường không khí tại KCN cơ bản đã được thực hiện theo đúng qui định, tuy nhiên công tác vận hành và bảo trì/bảo dưỡng các công trình xử lý khí thải vẫn chưa được đảm bảo hiệu quả cũng như công nghệ xử lý khí thải chưa đáp ứng xử lý hiệu quả khí thải trong quá trình sử dụng nhiên liệu.. Kết quả tính toán tải lượng ô nhiễm từ việc sử dụng nhiên liệu cho thấy than đá là nguồn gây phát thải ô nhiễm chính trong KCN (tỉ lệ 99% cho tải lượng SO<sub>2</sub>, 37% cho NO<sub>2</sub>, 13% cho TSP, 10% cho PM10 và 4% cho CO) mặc dù lượng nhiên liệu sử dụng chính trong KCN là CNG và LPG. Với kết quả mô phỏng chất lượng không khí cho thấy, nồng độ NO<sub>2</sub> trung bình 1 giờ cao nhất và 24 giờ cao nhất; nồng độ CO trung bình 1 giờ cao nhất và 8 giờ cao nhất trong cả 2 mùa (khô và mưa) đều đạt QCVN 05; Kết quả mô phỏng nồng độ SO<sub>2</sub> trung bình 1 giờ cao nhất lần lượt là 553 µg/m<sup>3</sup> (mùa khô) và 1.246 µg/m<sup>3</sup> (mùa mưa) đều vượt gấp 1,6 lần và 3,6 lần so với QCVN 05. Đối với thông số TSP, nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất, đều vượt 4,6 lần (mùa khô) và 15,4 lần (mùa mưa) so với QCVN 05. Từ kết quả mô phỏng, nghiên cứu đã đề xuất một số giải pháp thích hợp để nâng cao hiệu quả công tác quản lý chất lượng không khí tại KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng.

Bên cạnh đó, nghiên cứu này chỉ thực hiện tính toán phát thải và mô phỏng chất lượng không khí tại KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng mà chưa tính đến các khả năng lan truyền, ảnh hưởng của ô nhiễm không khí từ các KCN lân cận trong khu vực, cũng như tác động từ hoạt động giao thông trong nội bộ KCN. Ngoài ra, nghiên cứu chỉ dừng lại ở những chất ô nhiễm không khí thông thường như SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, TSP và PM<sub>10</sub> và chưa đánh giá được các khí khác như PM<sub>2.5</sub> hoặc VOC. Nếu điều kiện cho phép, có thể mở rộng nghiên cứu theo các hướng trên nhằm hoàn thiện cũng như có các kết quả đánh giá được chính xác và toàn diện hơn.

**Đóng góp của tác giả:** Tổng hợp, viết bản thảo, hoàn chỉnh bản thảo: H.M.D.; Thu thập số liệu, tính toán phát thải: T.C.A.; Thực hiện mô phỏng: N.T.T.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ nhiệm vụ thường xuyên theo chức năng mã số TX2024-24-01.

**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

- Kumar, D.S.; Bhushan, S.H.; Kishore, D.A. Atmospheric dispersion model to predict the impact of gaseous pollution in an industrial and mining cluster. *Glob. J. Environ. Sci. Manag.* **2018**, 4(3), 351–358.
- Tuygun, G.T.; Altug, H.; Elbir, T.; Gaga, E.E. Modeling of air pollutant concentrations in an industrial region of Turkey. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **2017**, 24(9), 8230–8241.
- Phong, L.H. Ứng dụng phần mềm Lakes AERMOD View đánh giá ô nhiễm không khí tại khu công nghiệp Amata. Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường, TP. Hồ Chí Minh, 2016.

4. Perrino, C.; Gilardoni, S.; Landi, T.; Abita, A.; Ferrara, I.; Oliverio, S.; Busetto, M.; Calzolari, F.; Catrambone, M.; Cristofanelli, P.; Torre, S.D.; Esposito, G.; Giusto, M.; Mosca, S.; Paret, S.; Rantica, E.; Sargolini, T.; Tranchida, G.; Bonasoni, P. Air quality characterization at three industrial areas in Southern Italy. *Front. Environ. Sci.* **2020**, 7, 2019. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00196>.
5. Al-Hasnawi, S.; Hussain, H.; Al-Ansari, N.; Nutsson, S. The effect of the industrial activities on air pollution at Baiji and its surrounding areas, Iraq. *Engineering* **2016**, 8, 34–44.
6. Huang, Z.; Ma, W.; Chen, L. Surveillance efficiency evaluation of air quality monitoring networks for air pollution episodes in industrial parks: Pollution detection and source identification. *Atmos. Environ.* **2019**, 215(11), 116874.
7. Mao, I.F.; et al. Method development for determining the malodor source and pollution in industrial park. *Sci. Total Environ.* **2012**, 437 (15), 270–275.
8. Hạnh, H.H. Xây dựng cơ sở dữ liệu phát thải khí ô nhiễm của các nguồn điểm tại KCN Giao Long, tỉnh Bến Tre. Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường, TP. Hồ Chí Minh, 2016.
9. Li, L.; et al. Ozone sensitivity analysis with the MM5-CMAQ modeling system for Shanghai. *J. Environ. Sci.* **2011**, 23(7), 1150–1157.
10. Zheng, H.; et al. Development of a unit-based industrial emission inventory in the Beijing–Tianjin–Hebei region and resulting improvement in air quality modeling. *Atmos. Chem. Phys.* **2019**, 19(6), 3447–3462.
11. Nghiêm, L.H.; Oanh, N.T.K. Evaluation of the mesoscale meteorological model (MM5) community multi-scale air quality model (CMAQ) performance in hindcast and forecast of ground-level ozone. *J. Air Waste Manag. Assoc.* **2008**, 58(10), 1341–1350.
12. Dũng, H.M.; Khue, V.H.N. Study on load-carrying capacity zoning in atmospheric environment in developing countries - a case study of Can Tho City, Vietnam. *Int. J. Environ. Sci. Dev.* **2021**, 12 (7), 193–203.
13. Bang, H.Q.; Khue, V.H.N.; Tam, N.T.; Lasko, K. Air pollution emission inventory and air quality modeling for Can Tho City, Mekong Delta, Vietnam. *Air Qual. Atmos. Health* **2017**, 11, 35–47.
14. Băng, H.Q.; Hương, V.T.T.; Chuanak, S. Tính toán phát thải các chất ô nhiễm không khí và mô hình hóa chất lượng không khí cảng Sài Gòn, Việt Nam. *Sci. Technol. Dev.* **2013**, 16(M1), 12–21.
15. Zhang, Q.; Tong, P.; Liu, M.; Lin, H.; Yun, X.; Zhang, H.; Tao, W.; Liu, J.; Wang, S.; Tao, S.; Wang, X. A WRF-Chem model-based future vehicle emission control policy simulation and assessment for the Beijing-Tianjin-Hebei region, China. *J. Environ. Manag.* **2020**, 253 (1), 109751.
16. Ha, C.N.N.; Oanh, K.N.T. Photochemical smog modeling of PM2.5 for assessment of associated health impacts in crowded urban area of Southeast Asia. *Environ. Technol. Innovation* **2021**, 21, 101241.
17. Pachón, J.; et al. Development and evaluation of a comprehensive atmospheric emission inventory for air quality modeling in the megacity of Bogotá. *Atmosphere* **2018**, 9 (2), 49.
18. Han, B.S.; Baik, J.J.; Kwak, K.H. A preliminary study of turbulent coherent structures and ozone air quality in Seoul using the WRF-CMAQ model at a 50 m grid spacing. *Atmos. Environ.* **2019**, 218(1), 117012.
19. Dũng, H.M.; Băng, H.Q.; Thắng, L.V. Đánh giá lan truyền ô nhiễm không khí và đề xuất các kịch bản quy hoạch giảm thiểu ô nhiễm từ hoạt động chăn nuôi tại huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. *Tạp chí Phát triển Khoa học & Công nghệ: Chuyên san Khoa học Trái đất & Môi trường* **2018**, 2(2), 26–37.

20. Bang, H.Q.; et al. Modeling of air pollution and assessing impacts of air pollution on human health: Tra Vinh, Vietnam. *J. Environ. Sci. Nat. Resour.* **2019**, *19*(3), 55–63.
21. Bang, H.Q.; et al. Modeling impacts of industrial park activity on air quality of surrounding area for identifying isolation distance: A case of Tan Tao Industrial Park, Ho Chi Minh City, Viet Nam. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **2022**, *964*, 012023.
22. Ngoc, V.K.H.; et al. Application TAPM-AERMOD system model to study impacts of thermal power plants in SouthEast and SouthWest areas to the air quality of HCMC: current status and according to Vietnam power planning VII toward 2030. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **2021**, *964*, 012024.
23. Bình, N.P. Đề xuất giải pháp thích hợp và khả thi cải tiến công tác quản lý môi trường KCN Tâm Thắng, tỉnh Đăk Nông theo hướng Phát triển bền vững. Luận văn thạc sĩ, Viện Môi trường và Tài nguyên, TP. Hồ Chí Minh, 2014.
24. Khang, M.X. Kiểm kê khí thải và ứng dụng mô hình TAPM-AERMOD đánh giá tác động từ hoạt động của cảng Gò Dầu - Đồng Nai lên môi trường không khí tại cảng. Luận văn Thạc sĩ, Viện Môi trường và Tài nguyên, TP. Hồ Chí Minh, 2021.
25. Khuê, V.H.N. và cs. Tính toán phát thải khí thải và ứng dụng hệ mô hình TAPM-AERMOD mô phỏng ô nhiễm không khí từ hệ thống bến cảng tại Thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí phát triển Khoa học công nghệ: Chuyên san Khoa Học Trái Đất Môi Trường* **2018**, *2*(2), 97–106.
26. Báo cáo công tác bảo vệ môi trường năm 2022 của Công ty IDICO (chủ đầu tư KCN Phú Mỹ 2 và Phú Mỹ 2 mở rộng), 2020.
27. Hurley, P.; et al. Year-long, high-resolution, urban airshed modelling: verification of TAPM predictions of smog and particles in Melbourne, Australia. *Atmos. Environ.* **2003**, *37*, 1899–1910.
28. Hurley, P.; et al. Modelling the meteorology at the Cabauw Tower for 2005. *Bound. Layer Meteorol.* **2009**, *132*(1), 43–57.
29. Trực tuyến: <http://www.epa.gov/ttn/scram/7thconf/aermod>.
30. Trực tuyến: <http://www.epa.gov/scram001/7thconf/aermod>.
31. Hùng, Đ.V.; Long, P.T.; Nghiêm, L.H. 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. *Tạp chí Khí tượng thủy văn* **2024**, *758*, 72–86.

## **Study on air quality management by using model tools in Phu My 2 and Phu My 2 expanded industrial parks, Ba Ria - Vung Tau province**

**Ho Minh Dung<sup>1\*</sup>, Truong Cong An<sup>1,2</sup>, Nguyen Thoai Tam<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute for Environment and Resources, VNU-HCMC; H\_minhdung@yahoo.com; anbqlkcn@gmail.com; thoaitam1986@gmail.com

<sup>2</sup> Ba Ria - Vung Tau Industrial Zones Authority; anbqlkcn@gmail.com

**Abstract:** Phu My 2 and Phu My 2 expansion industrial parks are one of the important industrial zones in the socio-economic development of Ba Ria-Vung Tau province. Currently, the air quality management in this industrial zone has not been effective. This study was conducted to calculate the emission load and simulate the spread of air pollution, thereby proposing solutions to improve the effectiveness of air quality management in the industrial park. Research results show that: (i) LPG and CNG are the two main fuels used in the industrial park, but the main pollution emissions from the combustion process are due to the use of other fuels such as coal, biomass, and FO; (ii) Simulation results of air pollution spread using the AERMOD model (combine the TAPM meteorological model) show that the highest 1-hour average and the highest in 8-hours or 24-hours concentration of NO<sub>2</sub> and

CO in both seasons (rainy and dry seasons) reached QCVN 05:2013/BTNMT; The simulation results show that the highest 1-hour average concentration of SO<sub>2</sub> and TSP are higher than QCVN 05: 2013/BTNMT, 1.6 times and 3.6 times for SO<sub>2</sub> and 4.6 times and 15.4 times for TSP; (iii) Through the results of simulation and assessment of air pollution impacts on the surrounding area, the study has proposed some solutions to improve the efficient of the air quality management in Phu My 2 and Phu My 2 expansion industrial zones.

**Keywords:** Phu My 2 and Phu My 2 expanded industrial parks; AERMOD; Air quality.