

## **Ứng dụng mô hình AERMOD mô phỏng khuếch tán bụi từ các nhà máy nhiệt điện thuộc Trung tâm Điện lực Vĩnh Tân**

Huỳnh Anh Kiệt<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thành Luân<sup>1</sup>, Trương Trung Hiền<sup>2</sup>, Vũ Thành Nam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Viện Nhiệt đới Môi trường;

<sup>2</sup>Trung tâm Công nghệ Môi trường (ENTEC).

\*Email: anhkiet.moitruong@gmail.com

Nhận bài: 01/11/2022; Hoàn thiện: 19/11/2022; Chấp nhận đăng: 14/12/2022; Xuất bản: 20/12/2022.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.VITTEP.2022.113-120>

### **TÓM TẮT**

*Trung tâm điện lực Vĩnh Tân hiện đang hoạt động ổn định với 4 Nhà máy nhiệt điện than gồm Vĩnh Tân 1, Vĩnh Tân 2, Vĩnh Tân 4 và Vĩnh Tân 4 mở rộng có tổng công suất 4.284 MW. Kết quả ứng dụng mô hình AERMOD mô phỏng khuếch tán bụi từ các ống khói của các nhà máy điện theo các kịch bản cho thấy: Khi các công trình xử lý khí thải đạt hiệu quả, nếu vận hành 100% công suất thì nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt 201,62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa khô và 207,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa mưa; Trong trường hợp công trình xử lý khí thải Tổ máy 1 Nhà máy điện Vĩnh Tân 1 gặp sự cố, khí thải không xử lý thải ra môi trường xung quanh thì nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt 266,45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa khô và 276,58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa mưa. Khu vực chịu ảnh hưởng chủ yếu là núi Linh Sơn cách nguồn thải khoảng 5,0 km về phía Bắc, tuy nhiên, nồng độ TSP vẫn nằm trong giá trị giới hạn cho phép ở tất cả các kịch bản.*

**Từ khóa:** Khuếch tán bụi; AERMOD; Trung tâm điện lực Vĩnh Tân.

### **1. MỞ ĐẦU**

Trung tâm Điện lực Vĩnh Tân có 4 nhà máy nhiệt điện than đã được xây lắp và đang vận hành với tổng công suất 4.284 MW, trong đó, Vĩnh Tân 1 gồm 2 tổ máy công suất 620 MW, Vĩnh Tân 2 gồm 2 tổ máy công suất 622 MW, Vĩnh Tân 4 gồm 2 tổ máy 600 MW và Vĩnh Tân 4 mở rộng gồm 1 tổ máy 600 MW. Bụi tổng (TSP) trong khí thải từ các nhà máy điện có khả năng ảnh hưởng đến khu vực xung quanh, đặc biệt là trong trường hợp công trình xử lý gặp sự cố. Việc xác định khu vực bị ảnh hưởng và phân bố nồng độ chất ô nhiễm thông qua mô phỏng bằng mô hình hoá là phương pháp kỹ thuật hiện đại đã được nhiều cá nhân, tổ chức trong và ngoài nước sử dụng phổ biến: ứng dụng hệ mô hình TAPM và AERMOD đánh giá lan truyền ô nhiễm khí H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>SH từ hoạt động chăn nuôi tại huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu [3], ứng dụng mô hình khuếch tán ADMS mô phỏng lan truyền bụi do đốt rơm rạ ngoài đồng ruộng trên địa bàn Thành phố Hà Nội [4], ứng dụng mô hình hoá tính toán ô nhiễm SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> cho nguồn thải đường và thể tích tại mỏ khai thác đá tỉnh Bình Dương [6], ứng dụng mô hình ISC3 để đánh giá chất lượng môi trường không khí khu vực Hà Nội (tính với TSP) [1], mô phỏng khuếch tán SO<sub>2</sub> và TSP bằng 2 mô hình ISCST3 và AERMOD tại khu công nghiệp Hiệp Phước [5], đánh giá hiệu quả của mô hình AERMOD, ISCST3, HPDM trên cơ sở 17 dữ liệu nghiên cứu thực địa [8], So sánh việc sử dụng ISCST3, ISCPRIME và AERMOD trong đánh giá rủi ro chất độc trong không khí [7],... Mô hình AERMOD cho ra kết quả mô phỏng sự khuếch tán chất ô nhiễm không khí phù hợp hơn thực tế so với ISCST3 do có nhiều tính năng đặc biệt hơn như: xử lý được sự không đồng nhất theo chiều dọc của lớp biên hành tinh; xử lý được sự phát thải tại bề mặt đất; xử lý được các nguồn điện công nghiệp không đều; mô hình hóa vật chất ô nhiễm ba chiều cho lớp biên đối lưu; hạn chế được sự trộn lẫn theo chiều dọc trong lớp biên ổn định; cố định sự phản xạ bề mặt ở chân ống khói [5, 7, 9, 10]. AERMOD đã được Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (US. EPA) khuyến nghị sử dụng thay thế cho mô hình ISCST3 và đã được Bộ

Tài nguyên và Môi trường khuyến nghị sử dụng trong xây dựng kế hoạch quản lý môi trường không khí cấp tỉnh tại Việt Nam [2]. Từ những ưu điểm nêu trên, nghiên cứu sẽ ứng dụng mô hình AERMOD để mô phỏng khuếch tán bụi từ các nhà máy nhiệt điện thuộc Trung tâm Điện lực Vĩnh Tân theo các kịch bản khác nhau trong mùa khô và mùa mưa.

## 2. MÔ PHỎNG, TÍNH TOÁN, THẢO LUẬN

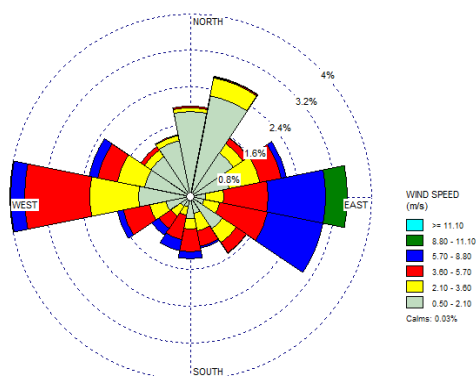
### 2.1. Số liệu đầu vào

#### (1). Dữ liệu khí tượng

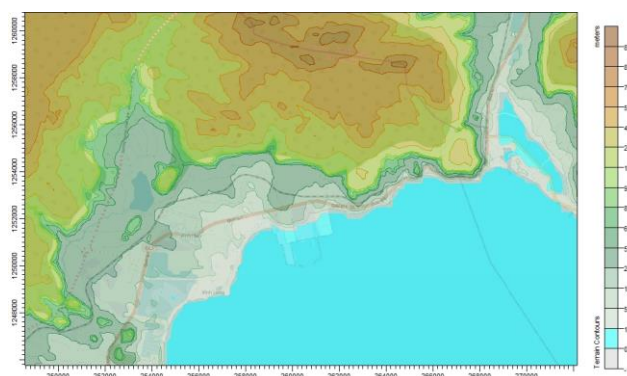
Dữ liệu quan trắc khí tượng được thu thập từ bộ dữ liệu quan trắc tốc độ gió, hướng gió, nhiệt độ, độ che phủ mây, áp suất khí quyển theo giờ của Trung tâm Dữ liệu Khí hậu Quốc gia (NCDC) tại trạm Phan Thiết năm 2021. Dữ liệu này được xử lý lại bằng phần mềm AERMET để trở thành dữ liệu đầu vào cho mô hình (xem hình 1, 2).

#### (2). Dữ liệu địa hình

Địa hình của khu vực Dự án là dữ liệu SRTM DEM độ phân giải 90x90 m được tích hợp sẵn trong gói phần mềm và được xử lý bằng công cụ AERMAP để trở thành dữ liệu đầu vào cho mô hình.



Hình 1. Hoa gió năm 2021 trạm Phan Thiết.



Hình 2. Bản đồ địa hình khu vực Trung tâm điện lực Vĩnh Tân.

#### (3). Kịch bản tính toán, mô phỏng

- Kịch bản 1 (KB1): Các nhà máy hoạt động 100% công suất thiết kế, các công trình xử lý khí thải hoạt động hiệu quả, khí thải sau xử lý đạt QCVN 19:2009/BTNMT theo kết quả quan trắc nguồn thải;

- Kịch bản 2 (KB2): Các nhà máy hoạt động 75% công suất thiết kế, các công trình xử lý khí thải hoạt động hiệu quả, khí thải sau xử lý đạt QCVN 19:2009/BTNMT;

- Kịch bản 3 (KB3): Các nhà máy hoạt động 100% công suất thiết kế, Tổ máy 1 của Nhà máy Vĩnh Tân 1 gặp sự cố, khí thải chưa được xử lý thải vào môi trường xung quanh, các công trình xử lý của các Nhà máy còn lại hoạt động hiệu quả;

- Kịch bản 4 (KB4): Các nhà máy hoạt động 75% công suất thiết kế, Tổ máy 1 của Nhà máy Vĩnh Tân 1 gặp sự cố, khí thải chưa được xử lý thải vào môi trường xung quanh, các công trình xử lý của các Nhà máy còn lại hoạt động hiệu quả.

#### (4). Dữ liệu về nguồn thải

Các dữ liệu về nguồn thải đầu vào cho tính toán, mô phỏng theo các kịch bản được trình bày trong bảng 1, bảng 2.

**Bảng 1. Các dữ liệu về nguồn thải đầu vào cho tính toán, mô phỏng.**

Nhà máy		Ổng khói		KB1			KB2		
		D (m)	H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (°C)	W (g/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (°C)	W (g/s)
Vĩnh Tân 1	Tổ máy 1	7,00	210	815	85,3	16,98	611	85,3	12,73
	Tổ máy 2	7,00	210	829	82,0	5,16	622	82,0	3,87
Vĩnh Tân 2	Tổ máy 1	7,00	210	532	90,0	33,40	399	90,0	25,05
	Tổ máy 2	7,00	210	548	88,8	49,49	411	88,8	37,12
Vĩnh Tân 4	Tổ máy 1	6,35	210	804	94,4	13,75	603	94,4	10,31
	Tổ máy 2	6,35	210	801	93,1	10,73	600	93,1	8,05
Vĩnh Tân 4 MR	Tổ máy 3	6,45	210	745	92,8	9,31	559	92,8	6,98

**Bảng 2. Các dữ liệu về nguồn thải đầu vào cho tính toán, mô phỏng (tiếp theo).**

Nhà máy		Ổng khói		KB3			KB4		
		D (m)	H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (°C)	W (g/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (°C)	W (g/s)
Vĩnh Tân 1	Tổ máy 1	7,00	210	815	317,6	339,51	611	317,6	254,63
	Tổ máy 2	7,00	210	829	82,0	5,16	622	82,0	3,87
Vĩnh Tân 2	Tổ máy 1	7,00	210	532	90,0	33,40	399	90,0	25,05
	Tổ máy 2	7,00	210	548	88,8	49,49	411	88,8	37,12
Vĩnh Tân 4	Tổ máy 1	6,35	210	804	94,4	13,75	603	94,4	10,31
	Tổ máy 2	6,35	210	801	93,1	10,73	600	93,1	8,05
Vĩnh Tân 4 MR	Tổ máy 3	6,45	210	745	92,8	9,31	559	92,8	6,98

Ghi chú: D (m): Đường kính; H (m): Chiều cao; Q (m<sup>3</sup>/s): Lưu lượng khí thải; t (°C): Nhiệt độ khí thải.

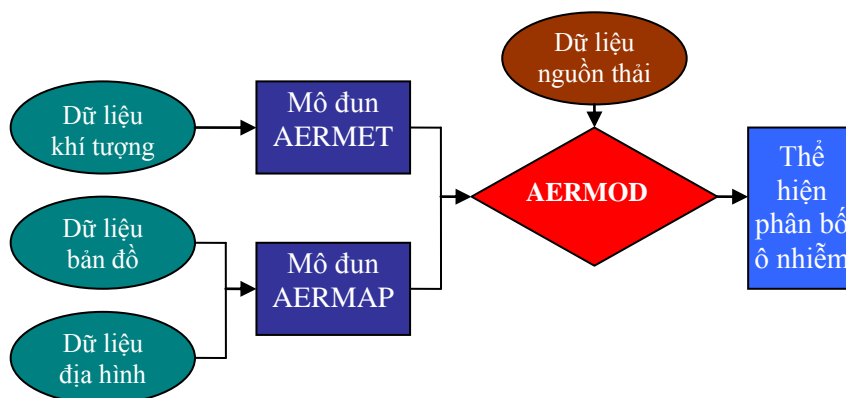
## 2.2. Phương pháp, công cụ mô phỏng

### (1). Công cụ mô phỏng

Nghiên cứu ứng dụng mô hình AERMOD View để mô phỏng khuếch tán bụi từ các nhà máy nhiệt điện tại Trung tâm Điện lực Vĩnh Tân sử dụng gói phần mềm do Lakes Environmental phát triển trên cơ sở mô hình AERMOD (The AMS/EPA Regulatory Model) của Hiệp hội Khí tượng thuỷ văn Hoa Kỳ/ Ủy ban Cải tiến mô hình quy định - Cơ quan Bảo vệ môi trường (American Meteorological Society/ Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee - AERMIC). Hệ thống mô hình hoá gồm chương trình chính là AERMOD và 2 bộ tiền xử lý AERMAP (công cụ địa hình) và AERMET (công cụ khí tượng) [11, 12].

### (2). Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu chia thành các giai đoạn chính gồm: Thu thập các dữ liệu có liên quan; Xử lý dữ liệu thô thành dữ liệu đầu vào cho mô hình; mô phỏng khuếch tán TSP theo các kịch bản lựa chọn; Xây dựng bản đồ phân bố ô nhiễm; Đánh giá kết quả và kết luận. Sơ đồ tổng quát quy trình nghiên cứu được trình bày trong hình 3.



Hình 3. Sơ đồ tổng quát quy trình nghiên cứu.

(3). Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Một trong các công thức thống kê có thể sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình như chỉ số RMSE, MAGE, R với  $P_i$  là giá trị mô phỏng,  $O_i$  là giá trị quan trắc và N (n) là số lượng chuỗi số liệu.

Chỉ số RMSE tính biên độ trung bình của sai số mô phỏng:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2} \quad (1)$$

Chỉ số MAGE tính sai số phần trăm tuyệt đối trung bình:

$$MAGE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{|P_i - O_i|}{O_i} \times 100 \right) \quad (2)$$

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

$$R = \frac{\sum (P_i - \bar{P}_i)(O_i - \bar{O}_i)}{\sqrt{\sum (P_i - \bar{P}_i)^2 \sum (O_i - \bar{O}_i)^2}} \quad (3)$$

2.3. Kết quả mô phỏng và bình luận

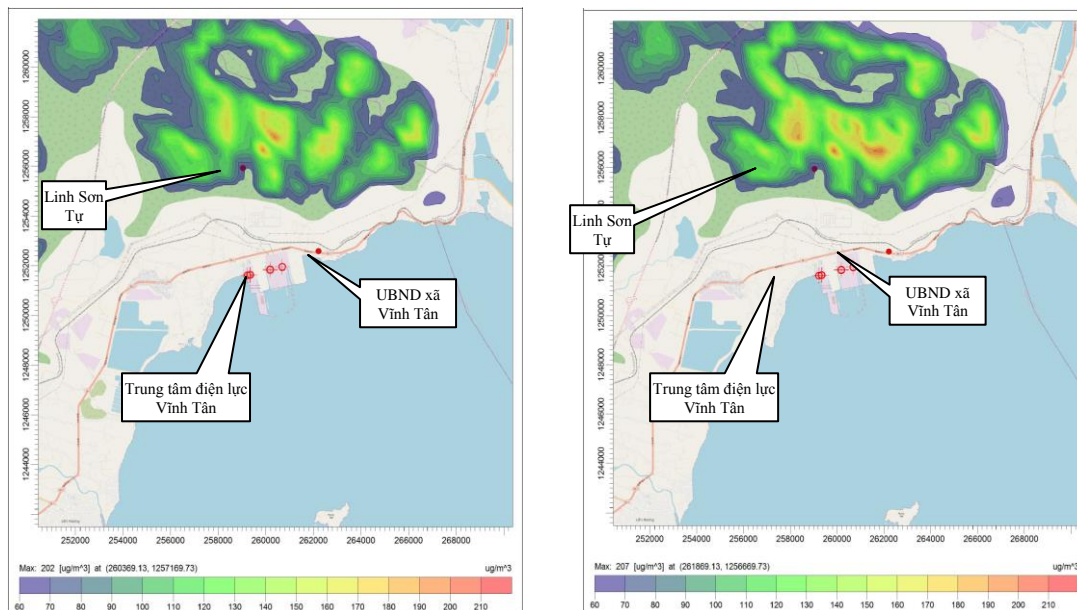
(1). Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Nghiên cứu đã sử dụng kết quả quan trắc TSP không khí xung quanh của Công ty TNHH Điện lực Vĩnh Tân 1 tháng 4/2021 phục vụ kiểm định mô hình. Kết quả kiểm định mô hình tại vị trí quan trắc khu vực chùa Linh Sơn Tự (cách ranh giới Trung tâm Điện lực Vĩnh Tân khoảng 3,4 km về phía Bắc) cho thấy nồng độ TSP tính toán là  $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  so với nồng độ TSP quan trắc là  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Giá trị chỉ số MAGE = 3,3%, như vậy, các kết quả mô phỏng không có nhiều sai khác so với số liệu đo đạc thực tế.

(2). Các kết quả mô phỏng

Phân bố nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ trong mùa khô và mùa mưa theo các kịch bản được trình bày trong các hình 4-7.

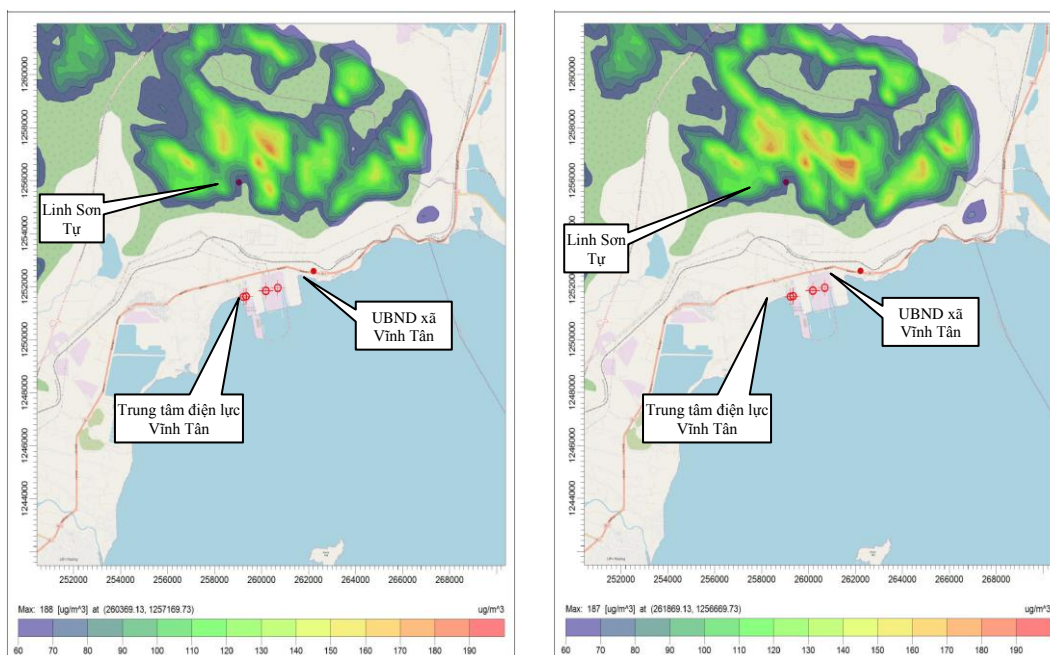
Theo kịch bản 1 (KB1): Trong mùa khô, nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt  $201,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tại núi Linh Sơn cách chân ống khói của Nhà máy điện Vĩnh Tân 1 khoảng 5,2 km; Trong mùa mưa, nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt  $207,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tại núi Linh Sơn cách chân ống khói của Nhà máy điện Vĩnh Tân 1 khoảng 4,8 km.



Mùa khô

Mùa mưa

**Hình 4.** Phân bố nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ theo KBI.



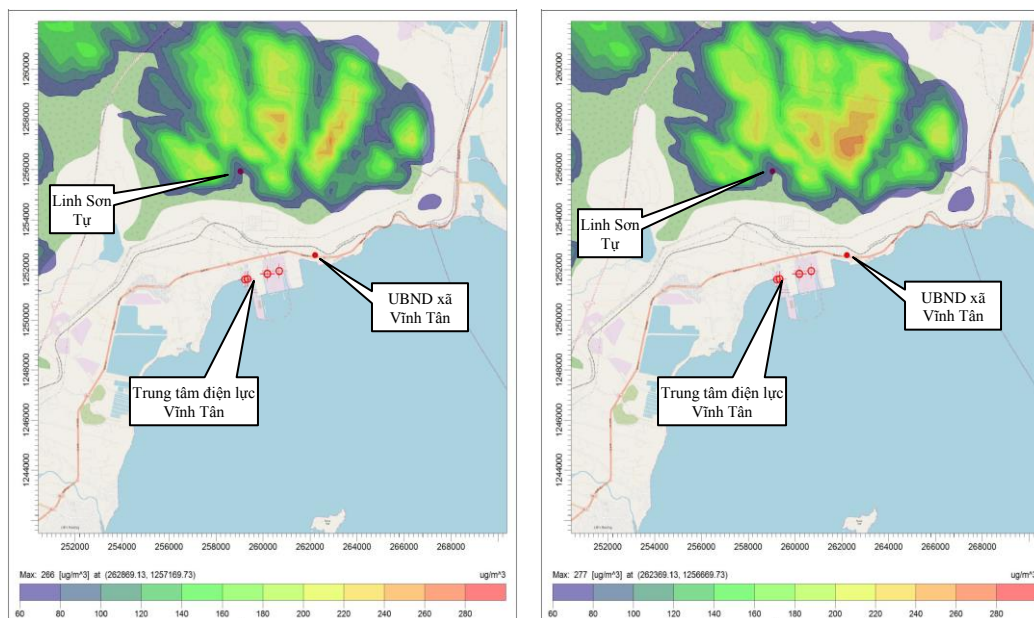
Mùa khô

Mùa mưa

**Hình 5.** Phân bố nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ theo KB2.

Theo kịch bản 2 (KB2): Trong mùa khô, nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt  $187,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tại núi Linh Sơn cách chân ống khói của Nhà máy điện Vĩnh Tân 1 khoảng 5,2 km; Trong mùa mưa, nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt  $186,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tại núi Linh Sơn cách chân ống khói của Nhà máy điện Vĩnh Tân 1 khoảng 4,7 km.

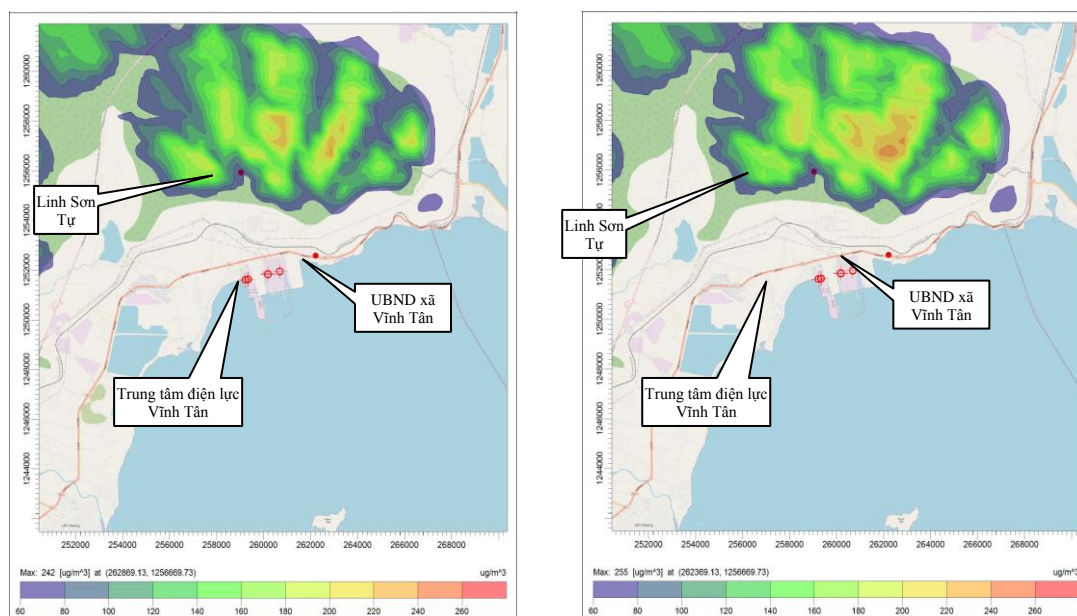
Theo kịch bản 3 (KB3): Trong mùa khô, nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt 266,45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  tại núi Linh Sơn cách chân ống khói của Nhà máy điện Vĩnh Tân 1 khoảng 5,6 km; Trong mùa mưa, nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt 276,58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  tại núi Linh Sơn cách chân ống khói của Nhà máy điện Vĩnh Tân 1 khoảng 5,2 km.



Mùa khô

Mùa mưa

**Hình 6.** Phân bố nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ theo KB3.



Mùa khô

Mùa mưa

**Hình 7.** Phân bố nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ theo KB4.

Theo kịch bản 4 (KB4): Trong mùa khô, nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt 241,90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  tại núi Linh Sơn cách chân ống khói của Nhà máy điện Vĩnh Tân 1 khoảng 5,2 km; Trong mùa

mưa, nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt 254,72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  tại núi Linh Sơn cách chân ống khói của Nhà máy điện Vĩnh Tân 1 khoảng 5,0 km.

### 3. KẾT LUẬN

Mô hình hoá là phương pháp kỹ thuật hiện đại, phát triển mạnh trong vài thập kỷ trở lại đây trên Thế giới cũng như ở nước ta. Phương pháp có mức độ định lượng và độ tin cậy cao cho việc đánh giá, dự báo tác động môi trường. Mô hình AERMOD cho ra kết quả mô phỏng sự khuếch tán chất ô nhiễm không khí phù hợp thực tế và đã được Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (US. EPA) khuyến nghị sử dụng kể từ tháng 12/2007. Mô hình AERMOD cũng đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường khuyến nghị sử dụng trong xây dựng kế hoạch quản lý môi trường không khí cấp tỉnh tại Việt Nam.

Kết quả ứng dụng mô hình AERMOD mô phỏng khuếch tán bụi từ các ống khói của các nhà máy nhiệt điện tại Trung tâm Điện lực Vĩnh Tân theo các kịch bản cho thấy: Khi các công trình xử lý khí thải đạt hiệu quả, nếu vận hành 100% công suất thì nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt 201,62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa khô và 207,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa mưa; Trong trường hợp công trình xử lý khí thải Tổ máy 1 Nhà máy điện Vĩnh Tân 1 gặp sự cố, khí thải không xử lý thải ra môi trường xung quanh thì nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt 266,45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa khô và 276,58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa mưa. Khu vực chịu ảnh hưởng chủ yếu là núi Linh Sơn cách nguồn thải khoảng 5,0 km về phía Bắc. Tuy nhiên, nồng độ TSP vẫn nằm trong giá trị giới hạn cho phép trong tất cả các kịch bản.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Thị Việt Anh, *Luận án tiến sĩ "Nghiên cứu, đánh giá tổng hợp chất lượng môi trường không khí khu vực Hà Nội"*, Hà Nội, (2014).
- [2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường Bo, *Hướng dẫn kỹ thuật xây dựng kế hoạch quản lý chất lượng môi trường không khí cấp tỉnh (ban hành kèm theo Quyết định số 3051/BTNMT-TCMT)*, Hà Nội, (2021).
- [3]. Hồ Minh Dũng, Hồ Quốc Bằng và Lê Việt Thắng, *"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 KH&CN. Tập 2, số 2, tr. 26-37, (2018).
- [4]. Ngô Quang Khôi Hoàng Anh Lê, *"Tích hợp kiểm kê khí thải và mô hình hóa đánh giá lan truyền ô nhiễm bụi do đốt rơm rạ ngoài đồng ruộng trên địa bàn thành phố Hà Nội"*, VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences. Vol. 37, No. 3, tr. 1-10, (2021).
- [5]. Nguyễn Thanh Ngân và Lê Hoàng Nghiêm, *"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) (1), tr. 190-199, (2017).
- [6]. Bùi Tá Long và nnk, *"Nghiên cứu ứng dụng mô hình hoá, tính toán ô nhiễm không khí cho nguồn thải đường và thể tích - Trường hợp áp dụng tại mỏ khai thác đá tỉnh Bình Dương"*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số tháng 7-2019, tr. 1-15, (2019).
- [7]. Tran T. Khanh, *"Comparative Use of ISCST3, ISCPRIME and AERMOD in Air Toxics Risk Assessment"*, A&WMA Guideline Models Specialty Conference, chủ biên, Newport, Rhode Island, (2001).
- [8]. Perry et al, *"AERMOD: A Dispersion Model for Industrial Source Applications. Part II: Model Performance against 17 Field Study Databases"*, Journal of Applied meteorology. 44, tr. 694-708, (2005).
- [9]. US.EPA, *EPA-454/R-03-002: Comparison of Regulatory Design Concentrations AERMOD vs ISCST3, CTDMPPLUS, ISC-PRIME*, North Carolina, USA, (2003).
- [10]. US.EPA (2004), *EPA-454/R-03-004: AERMOD: Description of model formulation*, North Carolina, USA.
- [11]. US.EPA, *AERMOD Implementation Guide*, North Carolina, USA, (2019).
- [12]. US.EPA, *EPA-454/R-19-014 : AERMOD Model Formulation and Evaluation*, North Carolina, USA, (2019).

ABSTRACT

**Application of AERMOD dispersion model for simulation of total suspended particles diffusion from thermal power plants in Vinh Tan power complex**

*Vinh Tan Power Complex is currently operating with 4 Thermal Power Plants including Vinh Tan 1, Vinh Tan 2, Vinh Tan 4 and Vinh Tan 4 expansion with a total capacity of 4,284 MW. The results of applying the AERMOD model to simulate TSP diffusion from the stacks according to the scenarios show that: When the emissions treatment facilities are effective, the average maximum concentration of TSP in 1 hour is 201.62 g/m<sup>3</sup> in the dry season and 207.00 g/m<sup>3</sup> in the rainy season if operating at 100% capacity. In case of the emissions treatment facility of Unit 1 of Vinh Tan 1 Power Plant have problems, untreated gas is discharged into the environment, the average maximum concentration of TSP in 1 hour is 266.45 μg/m<sup>3</sup> in dry season and 276.58 μg/m<sup>3</sup> in rainy season. The main affected area is Linh Son mountain, about 5.0 km to the north of sources, however, the concentration of TSP is still meet the allowable limit value in all scenarios.*

**Keywords:** Total suspended particles diffusion; AERMOD; Vinh Tan Power Complex.