

# MÔ PHỎNG Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ VÀ XÁC ĐỊNH HỆ SỐ KHUYẾT TÁN RỐI NGANG

## MODELING AIR POLLUTION AND DEFINING HORIZONTAL TURBULENT COEFFICIENT

Lê Thị Quỳnh Hà, Bùi Tá Long  
Viện Cơ học Ứng dụng - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam  
Email: [quynhhale@hcm.vnn.vn](mailto:quynhhale@hcm.vnn.vn), [buita@hcmc.netnam.vn](mailto:buita@hcmc.netnam.vn)

### TÓM TẮT

Trong bài báo trình bày phương pháp tiếp cận của các tác giả trong bài toán mô phỏng lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường không khí. Các hệ số này được sử dụng để tính toán ô nhiễm không khí do các ống khói gây ra. Các tác giả đã tiến hành tính toán các hệ số này cho một số tỉnh thành ở Việt Nam: TP Hồ Chí Minh, Ninh Thuận và Vùng Kinh tế trọng điểm Miền Trung. Các kết quả tính toán ô nhiễm không khí do các ống khói với các hệ số nhận được cho kết quả phù hợp với thực tế,

### ABSTRACT

The methods for calculating the turbulent coefficients are presented in this paper. Those coefficients are used for the air pollution modelling by the stacks. This method is realized for some provinces in Vietnam : Hochiminh city, Ninh Thuan province, The Central-Vietnam Key Economic Region. The use of those coefficient for modeling air pollution give the results appropriate to observed data.

### Mở đầu

Sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật ngày nay dẫn đến sự phát triển nhanh chóng của sản xuất hàng hoá và quá trình đô thị hoá trên toàn thế giới. Quá trình phát triển kinh tế xã hội một mặt không ngừng cải thiện chất lượng sống của con người, một mặt tạo ra một loạt các vấn đề suy thoái môi trường trên toàn cầu, đặc biệt là ở những nước đang phát triển. Vì vậy việc giữ gìn và bảo vệ môi trường đã trở nên vấn đề bức xúc. Trong đó, vấn đề bảo vệ môi trường không khí chiếm một vị trí đặc biệt.

Hiện nay để đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường không khí gây ra tại một vùng trên thế giới cũng như ở Việt Nam thường tồn tại hai phương pháp sau:

- **Phương pháp thực nghiệm:** Đo đạc khảo sát tại nhiều điểm trên hiện trường của một vùng, bằng phương pháp thống kê, đánh giá hiện trạng ô nhiễm không khí vùng đó.
- **Phương pháp thống kê nửa thực nghiệm:** Dùng các mô hình toán học

nhằm mô tả quá trình khuếch tán tạp chất cũng như tính toán với sự trợ giúp của máy vi tính để tính toán nồng độ tạp chất, chọn một số điểm đo đạc, khảo sát để kiểm tra độ tin cậy của mô hình, sau đó áp dụng mô hình, sau đó áp dụng mô hình để đánh giá cho các vùng khác có điều kiện tương tự.

Theo tài liệu của WMO, UNEP hiện nay trên thế giới có khoảng 20 mô hình chia thành 3 hướng chính sau đây:

- **Hướng 1: Mô hình thống kê kinh nghiệm** dựa trên cơ sở lý thuyết Gauss. Các nhà khoa học có công phát triển hướng mô hình này là Taylor, Sutton, Tunner... và hiện nay đang được các nhà khoa học trên thế giới hoàn thiện thêm.
- **Hướng 2: Mô hình thống kê thủy động lực học** sử dụng lý thuyết khuếch tán rối trong điều kiện khí quyển có phân tầng nhiệt, mô hình này được Berliand hoàn thiện và áp dụng thành công ở Nga (nên còn được gọi là mô hình Berliand).

- **Hướng 3: Mô hình số trị** phải giải một hệ từ 7-9 phương trình nhiệt động lực học, cân bằng ẩm và cân bằng tạp chất. Hướng nghiên cứu này đang ở giai đoạn thử nghiệm chưa thu được kết quả mấy [6].

### Mô hình lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường không khí của BERLIAND.

Berliand đã tiến hành nghiên cứu về sự khuếch tán chất ô nhiễm trong môi trường không khí theo phương pháp thủy động lực học thống kê. Trên cơ sở đó ông đã tìm được công thức xác định nồng độ trung bình chất ô nhiễm tại điểm có tọa độ  $x, y$  trên mặt phẳng gần mặt đất ( $z = 1-2$  mét) đối với nguồn điểm.

Xuất phát từ phương trình vi phân tổng quát

$$\frac{\partial C}{\partial t} + V_x \frac{\partial C}{\partial x} + V_y \frac{\partial C}{\partial y} + V_z \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \alpha C - \beta C \quad (1)$$

Berliand giả thiết quá trình khuếch tán rối là dừng, trục  $Ox$  hướng theo chiều gió có vận tốc trung bình là  $u$ , bỏ qua các lực xâm nhập và biến đổi hoá học, giả thiết một số điều kiện gần đúng. Khi đó phương trình vi phân (1) được viết dưới dạng sau:

$$V_x \frac{\partial C}{\partial x} + V_z \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \quad (2)$$

Để giải bài toán lan truyền chất ô nhiễm Berliand đã sử dụng các profile thẳng đứng của tốc độ gió và hệ số khuếch tán rối có dạng lũy thừa như sau:

$$U_z = U_1 \left( \frac{z}{z_1} \right)^n \quad (3)$$

$$K_z = K_1 \left( \frac{z}{z_1} \right)^m$$

$U_z$ - Tốc độ gió tại độ cao  $z$  (m/s)

$K_z$ - Hệ số khuếch tán rối tại độ cao  $z$  (m<sup>2</sup>/s)

$n, m$  - Các chỉ số đặc trưng cho sự biến đổi của tốc độ gió và hệ số khuếch tán rối trong khí quyển theo chiều cao

Với các điều kiện biên và ban đầu Berliand đã giải phương trình (2) bằng phương pháp phân ly biến số, kết quả được nghiệm của bài toán lan truyền chất ô nhiễm tại mặt đất ( $z = 1-2$  m) ứng với nguồn điểm liên tục như sau:

$$C(x, y, 0) = \frac{M}{2(1+n)K_1 \sqrt{\pi K_0 x^3}} \times \exp \left[ -\frac{U_1 H^{n+1}}{(1+n)^2 K_1 x} - \frac{y^2}{4K_0 x} \right] \quad (5)$$

Phân bố chất ô nhiễm trên mặt đất có trị số nồng độ trung bình cực đại  $C_{\max}$  ở điểm có tọa độ  $X_{\max}$  trên trục  $Ox$  (theo hướng gió) được xác định từ công thức (2) thoả mãn điều kiện cực trị. Giải điều kiện này ta tìm được nồng độ trung bình cực đại chất ô nhiễm tại khoảng cách cực đại tương ứng:

$$C_{\max} = \frac{0,116(1+n)^2 M}{U_1 H^{1,5(1+n)}} \sqrt{\frac{K_1}{K_0 U_1}} \quad (6)$$

$$X_{\max} = \frac{2}{3} \frac{U_1 H^{1+n}}{K_1 (1+n)^2} \quad (7)$$

Trong các công thức (5), (6), (7) ta có:

$M$ - Lượng thải (Công suất nguồn thải) (mg/s).

$K_1$ - Hệ số khuếch tán rối ở mực 1m (m<sup>2</sup>/s).

$n$ - Số mũ của hàm biến thiên tốc độ gió

$K_0$ - Kích thước khuếch tán rối ngang (m) đặc trưng cho sự biến đổi của hình chiếu phểu khối trên mặt phẳng XOY, nó được liên hệ với hệ số khuếch tán rối ngang  $K_y$  và tốc độ gió trung bình  $U$  theo công thức:

$$K_0 = K_y / U$$

$U_1$ - Tốc độ gió tại độ cao  $Z=1$ m.

$H$  - Độ cao hiệu dụng của ống khói (m). Đại lượng này được tính theo công thức:

$$H = h + \Delta H$$

$h$  - Độ cao thực của ống khói (m)

$\Delta H$ - Độ nâng ban đầu của luồng khí thải (m) được tính theo công thức:

$$\Delta H = \frac{1,5 \cdot W_0 \cdot R_0}{U_{10}} \left( 2,5 + \frac{3,3 \cdot g \cdot R_0 \cdot \Delta T}{T_k \cdot U_{10}^2} \right)$$

$U_{10}$ - Tốc độ gió tại độ cao 10 m (m/s)

$\Delta T = T_r - T_k$ - Hiệu nhiệt độ giữa khí thải ra khỏi miệng ống khói ( $T_r$ ) và nhiệt độ môi trường không khí xung quanh ( $T_k$ ). ( $T_k, T_r$  tính bằng Kelvin)

$W_0$ - Tốc độ phụt của luồng khí thải (m/s)

$R_0$ - Bán kính miệng ống khói (m)

$g$ - Gia tốc trọng trường (m/s<sup>2</sup>)

Như vậy chúng ta thấy, để tính toán sự ô nhiễm của không khí do ống khói gây ra ta cần phải biết giá trị của các hệ số khuếch tán.

## Xác định các hệ số khuếch tán rối

### Hệ số khuếch tán rối đứng

Để nghiên cứu sự phân tán của chất ô nhiễm trong không khí cần thiết phải biết giá trị của hệ số khuếch tán rối trong lớp khí quyển gần mặt đất. Các công thức thực nghiệm giả định profile thẳng đứng hệ số khuếch tán rối biểu thị theo qui luật lũy thừa có dạng

$$K_z = K_1 \left( \frac{z}{z_1} \right)^m \quad (9)$$

trong đó  $K_1$  - hệ số khuếch tán rối ở độ cao 1 mét.

Để nghiên cứu sự phân tán của chất ô nhiễm trong không khí cần thiết phải biết giá trị của hệ số khuếch tán rối trong lớp khí quyển gần mặt đất. Hầu như tất cả các phương pháp xác định hệ số khuếch tán rối đứng hiện nay đều sử dụng gradient nhiệt độ và độ ẩm không khí và vận tốc gió.

Một trong những phương pháp phổ biến nhất là phương pháp Buduko. Ưu điểm của phương pháp này là đơn giản, nhanh chóng và thuận tiện của các tham số sử dụng (sự khác biệt của nhiệt độ ở hai độ cao và vận tốc gió ở một độ cao)

$$K_1 = \frac{0.14 u_1}{\ln \frac{1}{z_0}} \left[ 1 - \frac{\Delta T}{u_1^2} \frac{\ln^2 \frac{1}{z_0}}{\ln \frac{z_{2,0}}{z_{0,5}}} \right] \quad (8)$$

(10)

Những năm gần đây người ta còn sử dụng các kết quả quan trắc cân bằng nhiệt của bề mặt đệm.

$$K_1 = 0.8 \frac{B - P}{\Delta T + 1.56 \Delta e} \quad (11)$$

Trong đó  $B$  - cân bằng bức xạ,  $P$  là dòng nhiệt vào đất,  $\Delta t$  và  $\Delta e$  là chênh lệch nhiệt độ và độ ẩm không khí ở các mức 0.5 m và 2 m

Theo [3], một số các nhà khoa học Nga xác định  $K_1$  bằng công thức thực nghiệm sau:

$$K_1 = 0,104 \cdot \Delta U \left[ 1 + 1,38 \frac{\Delta T}{(\Delta U)^2} \right] \quad (12)$$

$\Delta U = U_2 - U_{0,5}$  - hiệu tốc độ gió ở mực 2 và 0,5 mét

$\Delta T = T_{0,5} - T_2$  - hiệu nhiệt độ không khí tại mực 0,5 và 2 mét.

### Hệ số khuếch tán rối ngang

Do chuyển động rối mà các phần tử (các chất gây ô nhiễm, các vi sinh vật, ...) sẽ lan truyền rất nhanh trong không khí. Đặc trưng cho khuếch tán rối chính là các hệ số khuếch tán rối theo 3 trục  $Ox, Oy, Oz$  ( $K_x, K_y, K_z$ ) chúng liên hệ với quãng đường dịch chuyển Prant trong lý thuyết rối thống kê hiện đại. Vì vậy để thiết lập quy luật biến đổi của  $K_y$  theo khoảng thời gian, ta xuất phát từ cơ sở lý thuyết rối thống kê hiện đại theo như trong công trình. Theo như trong công trình [2, 4] các tác giả đã chỉ ra mối quan hệ giữa  $K_x$  và  $R_u$  được xác định như sau:

$$K_x(t) = \overline{u'^2} \int_0^t R_u(\alpha) d\alpha \quad (13)$$

trong đó  $R_u(\alpha)$  là hàm tương quan của thành phần tốc độ theo trục  $x$ .

Tích phân của hệ số tương quan  $R_u(\alpha)$  trong công thức (13) có thứ nguyên thời gian và đặc trưng cho khoảng thời gian trong đó còn tồn tại mối liên hệ tương quan giữa các chuyển động của các hạt trong dòng chuyển động

$$T_u = \int_0^{\infty} R_u(\alpha) d\alpha \quad (14)$$

Đại lượng  $T_u$  được gọi là kích thước rối Lagrange.

Trong trường hợp chung thì sự phụ thuộc của hệ số khuếch tán vào thời gian có thể tìm được nếu như chúng ta đã biết dạng của hàm  $R_u(t)$ . Đối với những dạng dòng rối khác nhau thì hàm số này xác định dựa trên cơ sở các dữ liệu kinh nghiệm hoặc với sự trợ giúp của các suy luận lý thuyết. [2, 5, 1]

## Một số kết quả ban đầu

Trong phần này chúng tôi dẫn ra một số ví dụ kết quả tính toán hệ số khuếch tán rối cho một số địa phương khác nhau theo những số liệu khí tượng mà chúng tôi có được: TP Hồ Chí Minh, Ninh Thuận và Vùng Kinh tế Trọng điểm Miền Trung.

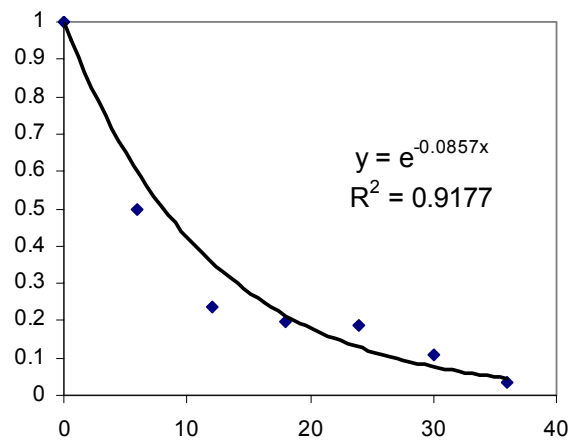
### Kết quả tính toán hệ số khuếch tán rối ngang cho điều kiện TP HCM

Chuỗi số liệu đầu vào là các giá trị quan trắc chuẩn về vận tốc gió của Đài Khí tượng Thủy văn phía Nam trong các năm 1991-2000 (mỗi ngày 4 obs quan trắc vào lúc 1h, 7h, 13h và 19h).

Sau khi lọc sai số và tiến hành những tính toán cần thiết, chúng ta nhận được hàm số tự tương quan của phương ngang trong tháng 12/2000 có thể xấp xỉ khá tốt bởi hàm số  $R(\tau) = \exp(-0.0857 \times \tau)$  như chỉ ra trên Hình 1.

Với xấp xỉ hàm số tự tương quan như trên, chúng ta thấy rằng khi thời gian tăng lên thì hệ số khuếch tán rối ngang cũng tăng lên, song sự tăng này trở nên chậm dần khi tăng thời gian, và sẽ tiến tới giá trị khoảng 11.67 m<sup>2</sup>/s khi mà  $\square$

tiến đến vô cùng, và khuếch tán rối ngang có sự phát triển nhất. Đối với tầng biên khí quyển các giá trị này là hợp lý.



Hình 1. Xấp xỉ hàm số autocorrelation chuẩn hoá tính cho tháng 12/2000

Một cách tương tự như vậy, các tính toán đã được tiến hành đối với các số liệu quan trắc chuẩn của vận tốc gió tại TP Hồ Chí Minh trong khoảng thời gian 1997 – 2000. Có những tháng các tích phân này có giá trị bằng không - điều đó xảy ra vì hàm số tự tương quan không thể xấp xỉ - giá trị của hàm này nhanh chóng trở nên nhỏ hơn không, hoặc không thấy có quy luật rõ ràng... Thường những trường hợp này xảy ra khi hướng gió thay đổi theo thời gian không có quy luật rõ ràng. Các giá trị lớn của tích phân nhận được với những hàm số tương quan thay đổi chậm. Để ý rằng theo lý thuyết thì  $K_x$  và  $K_y$  là bằng nhau, sau khi sử dụng công thức (13) chúng ta sẽ nhận được các giá trị thích hợp bằng cách so sánh với các số liệu quan trắc thực tế. Kết quả cho thấy các giá trị nhỏ hơn tỏ ra thích hợp hơn (Bảng 1)

Bảng 1. Các giá trị kích thước rối ngang tính toán cho TP HCM giai đoạn 1991-2000

Tháng	1991	1992	1993	1994	1995
1	5.64	0.00	5.48	12.00	11.24
2	5.22	0.00	4.18	9.31	6.83
3	5.00	12.36	6.22	3.49	0.00
4	6.15	17.39	0.00	12.42	0.00
5	8.99	26.32	16.81	9.39	72.99
6	21.65	59.88	9.35	8.00	5.36
7	9.88	8.36	22.17	0.00	7.46
8	9.91	9.25	10.27	4.22	10.03
9	4.52	19.61	5.02	3.93	24.27
10	11.60	25.32	25.25	11.03	9.85
11	4.63	9.73	10.21	0.00	5.73

12	11.21	3.43	5.52	13.87	0.00
----	-------	------	------	-------	------

Tháng	1996	1997	1998	1999	2000
1	0.00	8.58	23.53	14.16	5.25
2	7.67	10.93	5.69	8.78	14.86
3	9.12	4.46	8.40	6.33	24.04
4	10.01	0.00	4.87	34.25	8.02
5	13.50	75.19	33.11	23.75	0.00
6	5.66	0.00	0.00	12.52	31.75
7	74.07	9.64	0.00	0.00	22.57
8	26.81	0.00	29.94	71.94	31.55
9	49.75	13.25	24.57	40.00	67.57
10	9.08	6.38	21.88	9.96	31.85
11	6.92	9.60	13.53	13.99	17.42
12	9.89	10.01	14.04	13.72	11.67

### Kết quả tính toán hệ số khuếch tán rối ngang cho điều kiện tỉnh Ninh Thuận

Chuỗi số liệu đầu vào của các tính toán này là các giá trị quan trắc chuẩn về vận tốc gió của Trạm khí tượng Phan Rang trong các năm 1999-2003 (mỗi ngày có 4 obs quan trắc vào lúc 1h, 7h, 13h và 19h). Từ các số liệu đó chúng ta có được các hệ số K0 cho điều kiện Phan Rang (Bảng 2)

**Bảng 2. Các giá trị kích thước rối ngang tính toán cho Phan Rang**

	1999	2000	2001	2002	2003
1	10.69	14.11	59.34	28.10	19.58
2	22.00	26.86	40.74	7.26	75.00
3	8.80	50.69	233.00	7.26	13.73
4	8.80	96.10	40.86	7.26	13.73
5	8.80	25.61	40.74	7.26	34.89
6	8.80	25.61	40.74	7.26	13.73
7	8.80	25.61	6.79	7.26	21.20
8	12.20	108.31	20.09	7.26	13.73
9	8.80	25.61	40.74	7.26	13.73
10	10.32	3.04	40.74	7.26	13.73
11	32.82	25.61	85.29	20.39	14.09
12	17.45	8.21	43.46	38.60	13.73

### Kết quả tính toán hệ số khuếch tán rối ngang cho điều kiện Vùng KTTĐ Miền Trung

Trong quá trình thực hiện bài báo này các tác giả đã nhận được sự giúp đỡ rất nhiệt tình của các cán bộ của các Đài Khí tượng Trung Trung bộ. Tuy nhiên mặc dù rất cố gắng nhưng tác giả

vẫn không có được các số liệu quan trắc khí tượng của Đài Khí tượng Quảng Nam, vì vậy các tính toán chỉ có thể được tiến hành cho 3 tỉnh thành Huế, Quảng Ngãi và Đà Nẵng. Chuỗi số liệu đầu vào là các giá trị quan trắc chuẩn về vận tốc gió của Đài Khí tượng Đà Nẵng và Quảng Ngãi trong các năm 2001-2003; và các số liệu tương tự của Thừa Thiên – Huế trong các năm 2002-2004 (mỗi ngày có 4 obs quan trắc vào lúc 1h, 7h, 13h và 19h).

Chúng ta có thể thấy rằng nhìn chung ở khu vực Vùng Kinh tế trọng điểm miền Trung thì vận tốc gió trung bình các tháng là không cao – rất ít các tháng có giá trị tuyệt đối trung bình tháng của các thành phần vận tốc gió lớn hơn 1. Phương sai của các thành phần tốc độ gió là không lớn, các tháng có giá trị này lớn thì cũng chỉ xấp xỉ 1. Rõ ràng nguyên nhân của điều này là do các lần quan trắc thấy lặng gió của khu vực này là rất lớn. Tại Trạm Khí tượng Huế và Quảng Ngãi số lần lặng gió quan trắc được trong thời gian 3 năm là rất lớn, 75% các tháng có tần suất lặng gió quan trắc được vượt quá 50%. Tại trạm khí tượng Đà Nẵng thì số lần lặng gió có ít hơn, nhưng vẫn còn đáng kể.

**Bảng 3. Số trường hợp lặng gió mỗi tháng tại VKTTĐMT**

	HUẾ			QUẢNG NGÃI		
	2002	2003	2004	2001	2002	2003
1	68	65	65	51	47	42
2	65	60	63	43	50	48
3	64	57	67	59	57	47
4	63	70	68	63	56	65
5	70	79	67	69	62	49
6	65	68	65	77	66	37
7	79	70	72	68	85	64
8	75	74	73	62	59	64
9	68	69	74	66	67	66
10	76	69	73	48	47	47
11	66	73	67	37	40	50
12	55	71	79	46	60	37

Có những tháng các tích phân này có giá trị bằng không - điều đó xảy ra vì hàm số tự tương quan không thể xấp xỉ - giá trị của hàm này nhanh chóng trở nên nhỏ hơn không, hoặc không thấy có quy luật rõ ràng. Thường những trường hợp này xảy ra khi hướng gió thay đổi theo thời gian không có quy luật rõ ràng, và có lẽ cần những đo đạc thường xuyên hơn. Các giá trị lớn của tích phân nhận được với những hàm

số trong quan thay đổi chậm. Theo lý thuyết thì  $K_x$  và  $K_y$  là bằng nhau. Sau khi sử dụng công thức (13) chúng ta sẽ nhận được các giá trị thích hợp bằng cách so sánh với các số liệu quan trắc thực tế. Kết quả cho thấy các giá trị nhỏ hơn tỏ ra thích hợp hơn và chúng ta có các giá trị  $K_0$  như chỉ ra trong Bảng 4

**Bảng 4. Kết quả tính toán hệ số  $K_0$  cho khu vực Vùng Kinh tế trọng điểm miền Trung giai đoạn 2001 - 2004**

QUẢNG NGÃI			
	2001	2002	2003
1	21.91	9.57	69.46
2	8.79	16.13	81.10
3	8.74	42.89	71.76
4	13.27	19.10	0.00
5	260.90	4.97	0.00
6	0.00	0.00	14.52
7	0.00	0.00	10.58
8	24.25	5.39	0.00
9	10.72	0.00	0.00
10	7.18	42.99	24.00
11	21.07	27.26	46.40
12	12.07	16.51	11.52

HUẾ			
	2002	2003	2004
1	36.09	101.99	12.50
2	24.82	29.38	18.81
3	19.78	28.50	16.81
4	11.45	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00
8	30.14	0.00	35.54
9	21.36	0.00	0.00
10	16.29	0.00	15.83
11	5.94	9.17	8.88
12	3.13	20.98	6.05

ĐÀ NẴNG			
	2001	2002	2003
1	6.38	6.27	5.88
2	7.16	3.14	12.15
3	6.04	5.44	10.02
4	3.75	4.01	2.49
5	3.83	4.75	3.08

6	3.09	0.00	0.00
7	2.72	0.00	0.00
8	0.00	0.00	2.64
9	0.00	4.20	0.00
10	5.56	0.00	9.26
11	13.36	3.06	3.82
12	4.70	4.22	6.06

### Sử dụng kết quả tính toán hệ số khuếch tán rối ngang để tính toán sự phân bố nồng độ chất ô nhiễm trong môi trường không khí.

Để đánh giá độ tin cậy của các tham số  $K_0$  được tính toán theo phương pháp đã trình bày ở trên, chúng ta xem xét kết quả ứng dụng các kết quả này vào tính toán thực tế cho các địa phương nói trên.

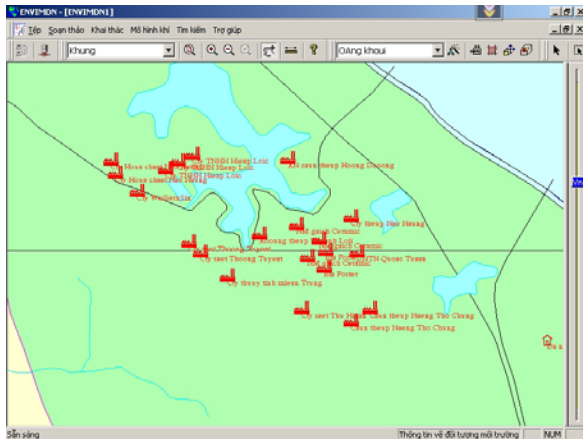
#### Kết quả tính toán bước đầu cho Nhà máy Điện Hiệp Phước - địa bàn TP Hồ Chí Minh

Nhà máy Điện Hiệp Phước được xây dựng nhằm cung ứng bổ sung nguồn điện cho khu chế xuất Tân Thuận, thị trấn mới dọc đường 17 km và khu công nghiệp cơ bản tại phía nam. Nhà máy nằm tại Ấp Đông, xã Hiệp Phước, Huyện Nhà Bè, TP Hồ Chí Minh, địa điểm này nằm tại điểm hợp lưu của sông Nhà Bè và kênh Đồng Điền. Trong những năm 1999 – 2000 Viện Môi Trường và Tài Nguyên đã tiến hành giám sát môi trường không khí của nhà máy, những số liệu này và số liệu quan trắc của Đài Khí tượng Thủy văn Nam bộ đã là cơ sở cho nhưng tính toán so sánh

Trong “Chương trình giám sát chất lượng môi trường không khí nhà máy điện Hiệp Phước” của Trung tâm Công nghệ Môi trường – Viện Môi trường và Tài nguyên có dẫn ra các vị trí của các điểm đo, chế độ làm việc của các tổ máy và giá trị nồng độ chất ô nhiễm tại điểm đo. Từ các số liệu này và "Báo cáo đánh giá tác động môi trường Nhà máy Điện Hiệp Phước", các tác giả đã nhận được các số liệu cần thiết để tính toán nồng độ chất ô nhiễm tại các điểm đo. Các tham số khí tượng được lấy từ số liệu quan trắc. Vì những lý do về số liệu, chúng tôi chọn chất ô nhiễm để tính toán là  $SO_2$ . Mô hình phát tán chất ô nhiễm được dùng là mô hình Berliand.

Kết quả tính toán cho thấy, nồng độ tính toán theo mô hình Berliand với các giá trị của hệ số K0 nhận được cho kết quả tương đối gần với số liệu đo đạc. Khi công suất của nhà máy tăng lên thì nồng độ chất ô nhiễm cũng tăng lên. Độ lệch giữa tính toán và thực đo có thể được giải thích bởi nhiều nguyên nhân: do sai số các hệ số của mô hình, do sai số của quá trình quan trắc. Tuy nhiên những kết quả này cũng cho thấy những mô hình dạng Berliand có khả năng mô tả khá tốt bức tranh phát tán chất ô nhiễm của ống khói cũng như sự cần thiết phải có những công trình nghiên cứu nhằm Việt Nam hóa các hệ số của mô hình, mà bài báo này là một trong những cố gắng đó.

### Kết quả tính toán bước đầu cho khu công nghiệp Hoà Khánh



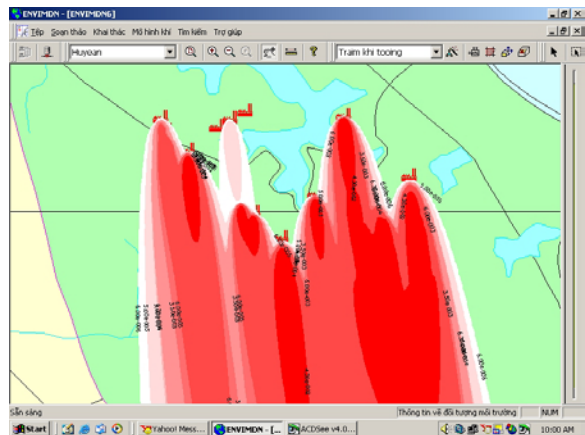
Hình 2. Các ống khói khu công nghiệp Hoà Khánh

Các thông số kỹ thuật của ống khói của khu công nghiệp Hoà Khánh (Hình 2): chiều cao, đường kính, nhiệt độ khí thải, tốc độ phụt khí, tải lượng khí thải ... ít được quan trắc hơn. Trong quá trình làm công trình tác giả chỉ có được một số số liệu như vậy cho năm 2002. Vì thế, các tính toán cho khu công nghiệp Hoà Khánh cũng thực hiện cho năm 2002 với các điều kiện khí tượng đặc trưng sau đây: điều kiện gió trung bình mỗi tháng, điều kiện lặng gió, điều kiện gió lớn. ứng với mỗi hướng gió chúng ta xây dựng các lưới tính riêng phủ lên khu vực khu công nghiệp Hoà Khánh. Các kết quả tính toán nồng độ cực đại (mg/m<sup>3</sup>) của các chất ô nhiễm cho điều kiện tốc độ gió trung bình được dẫn ra trong Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả tính toán nồng độ cực đại (mg/m<sup>3</sup>) cho các tháng năm 2002

Tháng	SO <sub>2</sub>	CO	Bụi	NO <sub>x</sub>	VOC
1	0.469	0.185	0.199	0.032	0.061
2	0.484	0.198	0.021	0.034	0.065
3	0.340	0.117	0.013	0.023	0.038
4	0.240	0.079	0.010	0.013	0.026
5	0.238	0.074	0.008	0.012	0.024
6	0.479	0.198	0.022	0.021	0.065
7	0.518	0.021	0.022	0.025	0.068
8	0.511	0.199	0.022	0.023	0.065
9	0.345	0.118	0.013	0.021	0.039
10	0.348	0.119	0.013	0.023	0.039
11	0.524	0.182	0.021	0.038	0.060
12	0.478	0.176	0.020	0.035	0.058
TCVN	0.5	40	0.3	0.4	-

Các kết quả tính toán cho thấy trong hầu hết các trường hợp thì nồng độ các chất ô nhiễm đều thấp hơn nồng độ cho phép của tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5937 – 1995. Thật vậy, nồng độ CO cực đại đạt được vào tháng 2, tháng 6, tháng 8 năm 2002 trong các kịch bản này là gần 0.199 mg/m<sup>3</sup>, nhỏ hơn 200 lần so với nồng độ cho phép (40 mg/m<sup>3</sup>). Nồng độ bụi lơ lửng đạt giá trị cực đại gần 0.2 mg/m<sup>3</sup> vào tháng 1/2002 giá trị này chỉ bằng nửa nồng độ cho phép. Tương tự, vào tháng 11/2002 nồng độ NO<sub>x</sub> đạt giá trị cực đại là 0.038 mg/m<sup>3</sup>, nhỏ hơn nồng độ cho phép là 11 lần. Nồng độ VOC (chất hữu cơ dễ bay hơi) cũng chỉ đạt giá trị cực đại là 0.058 mg/m<sup>3</sup>. Chỉ có nồng độ SO<sub>2</sub> là cùng bậc với TCVN 5937 – 1995, và vào tháng 7, 8 và tháng 11 năm 2002 thì có tồn tại vùng có nồng độ SO<sub>2</sub> lớn hơn nồng độ cho phép, tuy nhiên vùng này có diện tích rất nhỏ (trên Hình 3 chỉ có thể thấy vùng có nồng độ lớn hơn 0.1 mg/m<sup>3</sup>, nhưng diện tích của vùng này cũng không lớn lắm).



Hình 3 Phân bố nồng độ SO<sub>2</sub> trong tháng 11/2002

Như vậy, có thể thấy là đối với những điều kiện trung bình thì hoạt động của các ống khói khu

công nghiệp Hoà Khánh chưa làm cho không khí xung quanh không thoả mãn TCVN loại A.

### Kết quả tính toán bước đầu cho tỉnh Ninh Thuận

Để mô phỏng ảnh hưởng đến môi trường không khí tỉnh Ninh Thuận chúng ta cần phải có được các số liệu quan trắc khí tượng. Tại Trạm Khí tượng Phan Rang, các quan trắc khí tượng được tiến hành đều đặn với 4 obs quan trắc một ngày. Với sự hỗ trợ nhiệt tình của các cán bộ Trạm Khí tượng Phan Rang, các tác giả đã có thể sử dụng số liệu khí tượng của các năm 1999 – 2003. Các số liệu quan trắc vận tốc và hướng gió đã được sử dụng để tính toán các hệ số khuếch tán rối ngang cho khu vực Ninh Thuận theo phương pháp đã trình bày ở các phần trước.

Ngoài ra mô phỏng sự ô nhiễm không khí do các ống khói còn cần có các số liệu về các ống khói và tải lượng của chúng hoạt động trong địa bàn tỉnh Ninh Thuận và các tỉnh lân cận như Bình Thuận, Khánh Hoà, Lâm Đồng.... Tuy nhiên điều kiện số liệu cũng như thời gian thực hiện đề tài tương đối hạn chế. Mặc dù đã có sự hỗ trợ nhiệt tình của các cán bộ của Sở Khoa học Công nghệ và Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh Ninh Thuận, nhóm cán bộ thực hiện đề tài cũng chỉ có được một số số liệu như vậy của một số nhà máy, cơ sở sản xuất thị xã Phan Rang – Tháp Chàm (Hình 4). Tuy nhiên các số liệu này mang tính chất định tính nhiều hơn định lượng, và không cho thấy được sự thay đổi theo thời gian của hoạt động các nhà máy.



Hình 4. Một số ống khói khu vực thị xã Phan Rang – Tháp Chàm

Vì thế, các tính toán cho khu vực Phan Rang được nhóm tác giả thực hiện cho năm 2003 với các điều kiện khí tượng đặc trưng sau đây: điều kiện các hướng gió chính mỗi tháng (chọn

hướng gió có tần suất lớn nhất trong tháng và vận tốc trung bình đối với hướng gió này). Qua các bảng trên chúng ta có được hướng gió chính mỗi tháng và vận tốc trung bình năm 2003 như sau (Bảng 6)

Bảng 6. Các hướng gió chính năm 2003

Tháng	Tần suất lớn nhất (%)	Hướng gió có tần suất lớn nhất	Vận tốc trung bình của hướng (m/s)
1	49.2	NE	5.08
2	58.0	NE	4.51
3	41.9	NE	4.42
4	16.7	SE	3.40
5	21.8	SW	3.67
6	45.8	SW	3.24
7	21.8	SW	4.00
8	49.2	SW	3.79
9	32.5	SW	2.87
10	30.6	NE	3.45
11	43.3	NE	4.08
12	75.8	NE	4.45

Các kết quả tính toán nồng độ cực đại ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) của các chất ô nhiễm cho các điều kiện tốc độ gió trung bình được dẫn ra trong Bảng 7.

Bảng 7. Kết quả tính toán nồng độ cực đại ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) cho các tháng năm 2002

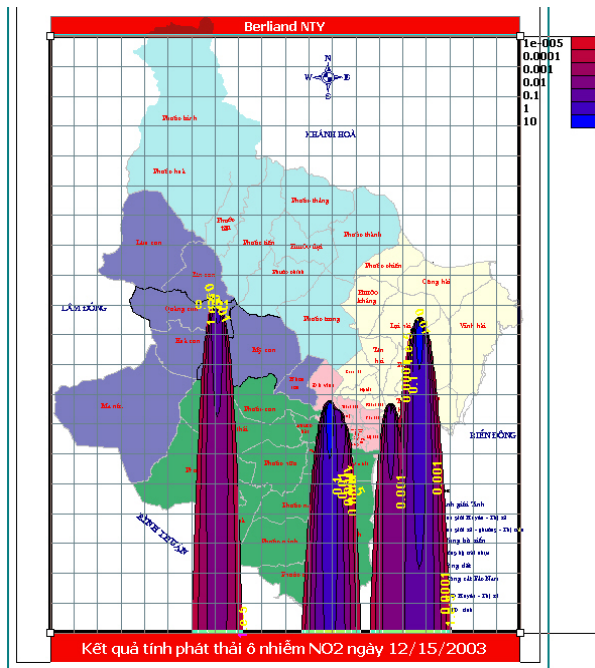
Tháng	CO	SO <sub>2</sub>	Bụi	NO <sub>2</sub>
1	1.81	2.60	1.10	6.00
2	1.51	1.64	0.71	3.79
3	2.35	3.50	1.44	8.07
4	2.52	4.52	1.87	10.43
5	1.42	2.89	1.00	6.39
6	2.97	5.03	1.76	11.24
7	1.83	3.34	1.18	7.38
8	2.42	4.34	1.53	9.66
9	3.60	5.99	1.90	13.55
10	2.86	4.42	1.70	10.20
11	2.52	3.74	1.52	8.62
12	2.34	3.49	1.42	8.05
TCVN	40	0.5	0.3	0.4

Các kết quả tính toán cho thấy trong tất cả các trường hợp có gió thì nồng độ cực đại của CO đều thấp hơn nồng độ cho phép của tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5937 – 1995. Thật vậy, nồng độ CO cực đại đạt được vào ngày 15/12/2003



trong các kịch bản này là gần  $4.66 \text{ mg/m}^3$ , nhỏ hơn gần 10 lần so với nồng độ cho phép ( $40 \text{ mg/m}^3$ ). Đối với các chất còn lại thì trong tất cả các trường hợp có gió nồng độ cực đại của chúng đều cao hơn nồng độ cho phép của tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5937 – 1995. Nồng độ bụi lơ lửng đạt giá trị cực đại gần  $2,68 \text{ mg/m}^3$  vào tháng 12/2003, còn giá trị cực tiểu bằng  $0,71 \text{ mg/m}^3$  tại tháng 2/2003; giá trị này đã lớn hơn nồng độ cho phép loại A ( $0,3 \text{ mg/m}^3$ ). Tương tự, vào tháng 12/2003 nồng độ  $\text{NO}_2$  đạt giá trị cực đại là  $18,6 \text{ mg/m}^3$  và cực tiểu là  $3,79 \text{ mg/m}^3$ , cả hai giá trị này đều lớn hơn nồng độ cho phép loại A ( $0,4 \text{ mg/m}^3$ ). Nồng độ  $\text{SO}_2$  có giá trị cực đại là  $8,06 \text{ mg/m}^3$  và cực tiểu là  $1,64 \text{ mg/m}^3$ , cả hai giá trị này đều lớn hơn nồng độ cho phép loại A ( $0,5 \text{ mg/m}^3$ ).

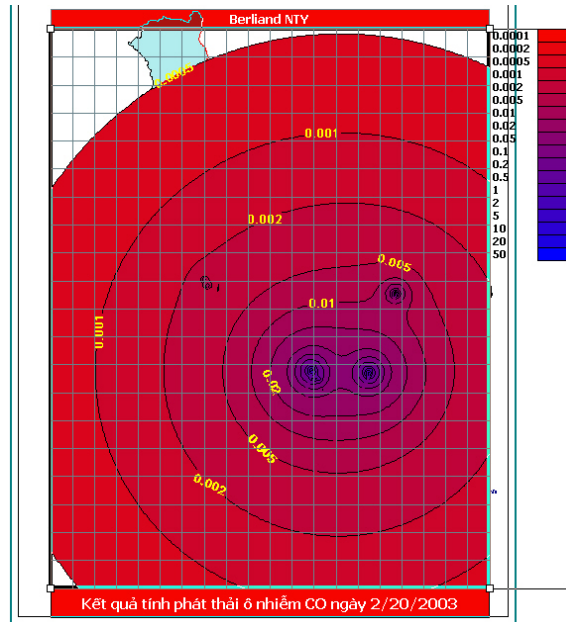
Tuy nhiên những điều nói trên chỉ đúng đối với nồng độ cực đại của các chất ô nhiễm. Về mặt toàn thể bức tranh ô nhiễm thì các vùng có nồng độ chất ô nhiễm lớn hơn giá trị cho phép có diện tích không lớn lắm (Hình 5).



Hình 5. Phân bố nồng độ  $\text{NO}_2$  trong tháng 12/2003

Chúng ta xem xét trường hợp lan truyền chất ô nhiễm trong điều kiện lặng gió. Trong trường hợp này chất ô nhiễm lan truyền theo các hướng như nhau, sự không đồng hướng của trường nồng độ chất ô nhiễm là do sự phân bố các ống khói không đồng nhất. Chúng ta có thể thấy là các đường đồng mức trong trường hợp này lan rộng hơn trường hợp có gió, và toàn bộ các nồng

độ cực đại của các chất đều vượt quá nồng độ cho phép. Tuy nhiên các vùng có nồng độ chất ô nhiễm lớn hơn giá trị cho phép có diện tích không lớn lắm xung quanh chân các ống khói, vì vậy những khu vực gần chân các ống khói có nồng độ chất ô nhiễm cao.



Hình 6. Phân bố  $\text{SO}_2$  trong trường hợp lặng gió

Nhìn chung, có thể thấy rằng các nồng độ cao của các chất ô nhiễm đều tập trung ở gần các ống khói của các nhà máy đường, nhà máy gạch và nhà máy xi măng do tải lượng giả định của các ống khói này là lớn hơn so với các ống khói khác. Đối với các kịch bản với gió có tần suất cao nhất mỗi tháng thì nhìn chung nồng độ  $\text{NO}_2$  luôn có giá trị cao nhất, rồi tới nồng độ  $\text{SO}_2$ , còn nồng độ bụi lơ lửng có giá trị thấp nhất, đây cũng chủ yếu do đóng góp của các ống khói trên. Tuy nhiên nhìn chung sự hoạt động của các ống khói trên chưa làm ảnh hưởng xấu lắm đến không khí xung quanh tỉnh Ninh Thuận. Trên Hình 6 chúng tôi dẫn ra ví dụ kết quả tính toán nồng độ CO do các ống khói trên gây ra. Trên hình này có thể thấy rằng các đường đồng mức với các nồng độ lớn chiếm diện tích không đáng kể.

## Kết luận

Như vậy, trong bài báo này dựa trên cơ sở lý thuyết các tác giả đã đề ra một phương pháp xác định hệ số khuếch tán rồi ngay để ứng dụng

trong các tính toán phân bố nồng độ chất ô nhiễm trong môi trường không khí. Các hệ số này nhận được bằng cách xử lý các số liệu quan trắc vận tốc gió. Kết quả tính toán cho thấy, mô hình Berliand với các giá trị của hệ số  $K_0$  nhận được cho kết quả tương đối gần với số liệu đo đạc. Trong tương lai chúng tôi sẽ tiếp tục phát triển hoàn thiện các nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Batchelor G.K.** The application of the similarity theory of turbulence to atmospheric diffusion.–Quart. J. Roy. Met. Soc., 1950, vol. 76, N 328, p. 133–146.
2. **Ozmidov R.V.** Phân tán hỗn hợp trong đại dương. - Leningrad, 1986. - 280 c.
3. **Phạm Ngọc Hồ, Hoàng Xuân Cơ.** Cơ sở khí tượng học, tập III. NXB Khoa học và kỹ thuật Hà Nội, 1991
4. **Phạm Ngọc Hồ.** Phương pháp xác định hệ số khuếch tán rối trong lớp biên khí quyển. Thông báo khoa học các trường đại học. N2, 1993
5. **Taylor G.I.** Diffusion by continuous movements.–Proc. Lond. Math. Soc., 1921, ser. A, vol. 20, p. 196-211.
6. **Phạm Ngọc Đăng.** Môi trường không khí. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội., 2001. – 436 tr.