CẢI TIẾN PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN THAM SỐ KHÍ ĐỘNG LỰC HỌC PHỤC VỤ CHO BÀI TOÁN LAN TRUYỀN Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ

PGS. TS **Nguyễn Kỳ Phùng**, **Nguyễn Thị Huỳnh Trâm**
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh

Các điều kiện khí tượng, như gió và các đặc trưng rối, là một trong những yếu tố quan trọng nhất quyết định sự phân bố chất ô nhiễm không khí. Mô phỏng bài toán ô nhiễm không khí cho kết quả tốt hay không phụ thuộc rất nhiều vào phương pháp tính toán hệ số rối. Zhao(2002)[27] đã đề nghị phương pháp tính toán hệ số rối tức thời trong điều kiện tổng quát. Tuy nhiên, thông số H, thông lượng nhiệt, một thông số quan trọng của phương pháp này lại không được đo đạc tại các trạm khí tượng tại Việt Nam. Do đó, nhóm tác giả đề nghị một phương pháp cải tiến phương pháp Zhao để có thể áp dụng phương pháp này tại Việt Nam.

1. Giới thiệu

Tính toán hệ số rối là một trong những bước quan trọng trong việc mô hình hoá bài toán lan truyền ô nhiễm không khí. Với phương pháp của Pasquill-Gifford (1976)[10], hệ số rối (σ_y, σ_z) được tính dựa vào cấp độ ổn định khí quyển. Phương pháp này được Paolo Zannetti (1990)[20], D.Bruce Turner(1994) [5], Noel De Nevers(1995)[19], Rod Barratt (2001)[23] áp dụng lý thuyết này trong quá trình nghiên cứu. Ưu điểm của phương pháp này là dễ tính. Tuy nhiên, phương pháp này lại chỉ tính toán được trong khoảng cách từ 100 m đến 10.000 m. Và cách xác định độ ổn định cũng chỉ mang tính tương đối.

Một phương pháp khác được đề nghị để tính toán hệ số rối dựa vào các thông số khí động lực học (u*, L, d, z0) và tham số rối σ_v, σ_w.

Gryning et al (1987)[11] đã đưa ra công thức tính các tham số rối trong điều kiện khí quyển không ổn định dựa vào mô hình của Brost at al(1982)[9]. Sau đó phương pháp này cũng được Irwin và Paumier (1990)[15] kiểm tra lại. Bên cạnh đó Nieuwstadt (1984)[18] cũng đưa ra cách tính các tham số rối trong điều kiện khí quyển ổn định và phương pháp này cũng được Gryning et al (1987)[11] sử dụng.

Irwin(1983)[12] đã nghiên cứu đưa ra cách tính hệ số rối theo phương ngang σ_z dựa vào tham số rối ngang σ_v. Venkatram et all.(1984)[8] đã đưa ra công thức tính hệ số khuếch tán rối đứng σ_z dựa vào tham số rối σ_w. Phương pháp này tuy tính toán phức tạp nhưng có thể được áp dụng để tính toán hệ số rối tại một thời điểm mà không cần quá nhiều thông số đầu vào. A. VenKatram (1980)[6] đã đưa ra công thức tính độ dài Monio-Obukhov theo vận tốc ma sát u*. Tuy nhiên, công trình mới chỉ dừng lại ở việc tính toán trong trường hợp khí quyển ổn định. K.J.Schaudt (1997)[15] đã đưa ra một phương pháp tính vận tốc ma sát(u*), độ cao thay thế d, độ gồ ghề z_0 chỉ dựa vào vận tốc gió u_1, u_2, u_3 được đo ở 3 độ cao z_1, z_2, z_3 theo phương pháp lặp. Tuy nhiên, công trình này cũng chỉ mới dừng lại ở mức tính toán các thông số này trong trường hợp ổn định. Wenguang G. ZHAO et al (2002)[27] đã đưa ra một phương pháp có thể tính toán các tham số khí động lực học trong trường hợp khí quyển ổn định lẫn trong trường hợp khí quyển không ổn định. Tuy nhiên, phương pháp này ngoài các thông số đầu vào là vận tốc gió u_1, u_2 và nhiệt độ $T(z_1)$, $T(z_2)$ được đo ở 2 độ cao z_1, z_2 còn yêu cầu thêm 1 thông số đầu vào thông lượng nhiệt nhạy (H). Do đó, phương pháp này gặp một khó khăn khi không phải ở trạm khí tượng thủy văn nào cũng đo đạc thông số H này, nhất là ở tại Việt Nam hiện nay.

Nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu cải tiến phương pháp của Zhao để có thể áp dụng phương pháp này tại Việt Nam.

2. Phương pháp tính

a. Tính toán các thông số trong trường hợp khí quyển ổn định

Người đọc phản biện: TS. ***Dương HồngSơn***

Tính các tham số khí động lực học trong điều kiện ổn định

Schaudt(1997)[15] đưa ra một phương pháp tính độ cao thay thế *d(m)*, độ nhám bề mặt z_0*(m)* và vận tốc ma sát u_**(m/s)* và nhiệt độ đặc trưng T_**(K)*, chiều dài Monin-Obukhov *L(m)* trong điều kiện khí quyển ổn định. Mục tiêu của phương pháp này đưa ra cách tính các tham số trên sao cho phù hợp với số đo thực tế bằng cách dựa vào phương pháp tính sai số.

Phương trình profile vận tốc gió trong điều kiện ổn định như sau:

$$u(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln\left(\frac{z-d}{z_o}\right) \quad (1)$$

Trong đó $k = 0,41$ là hằng số Karman và u(z) là vận tốc gió ở độ cao z. Sự hiện diện của tham số log-arit trong công thức này sẽ gây ra sai số trong việc tính toán d và z0.

Phương trình (1) có thể được áp dụng để tính toán vận tốc gió ở ba độ cao khác nhau. Khi đó giá trị d có thể được tính theo công thức như sau:

$$F(d) = \left[\ln\left(\frac{z_j-d}{z_i-d}\right) \Big/ \ln\left(\frac{z_k-d}{z_i-d}\right)\right] - \frac{(u_j-u_i)}{(u_k-u_i)} = 0 \quad (2)$$

Trong đó u_i(m/s), u_j(m/s), u_k (m/s) là vận tốc gió ở ba độ cao z_i (m), z_j (m), z_k (m) và $i \# j \# k \# i$.

Áp dụng phương pháp lặp Newton cho phương trình (2) để tìm ra giá trị d.

Với mỗi giá trị d vừa tìm được thay vào phương trình sau đây để tìm ra giá trị u_* và z_0.

$$u_* = \kappa(u_j - u_i) \Big/ \ln\left(\frac{z_j-d}{z_i-d}\right) \quad (3)$$

$$z_0 = \frac{(z_i-d)}{e^{\left(\frac{\kappa u_i}{u_*}\right)}} \quad (4)$$

Kết luận: Với 6 thông số đầu vào là u_i (m/s), u_j (m/s), u_k (m/s) là vận tốc gió ở ba độ cao z_i (m), z_j (m), z_k (m), tác giả có thể xác định được ba tham số trong trường hợp khí quyển ổn định dựa vào 3 phương trình (2), (3) và (4).

Phương pháp kiểm tra độ chính xác của các giá trị

Để chọn được cặp giá trị phù hợp, mỗi giá trị d, u_* và z_0 vừa tìm được theo công thức (2), (3) và (4) sẽ được đánh giá độ chính xác thông qua sai số X^2 và độ phù hợp Q (Press et all, 1986, chương 14, phần 2)[22] như sau:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{u_i - \left(\frac{u_*}{\kappa}\right) \ln\left(\frac{z_i-d}{z_0}\right)}{\sigma_{u_i}} \right) \quad (5)$$

$$Q = 1 - P\left(\frac{N-2}{2}, \frac{\chi^2}{2}\right) \quad (6)$$

Trong đó P là hàm gamma khuyết và có giá trị từ 0 đến 1. Giá trị Q càng tiến đến 1 thì độ phù hợp của các giá trị tính toán càng cao. Nếu Q > 0,1 thì độ phù hợp là có thể chấp nhận được. Tuy nhiên Schaut (1997) cũng khuyến cáo rằng tốt nhất nên chọn cặp giá trị có Q > 0,85.

Tính độ dài Monin_Obukhov trong trường hợp khí quyển ổn định

A. Venkatram (1980)[6] đã tiến hành thu thập dữ liệu và đưa ra công thức tính độ dài Monin_Obukhov trong trường hợp khí quyển ổn định dựa theo vận tốc ma sát u* như sau :

$$L = A.u^{2*} \quad (7) \qquad A = 1.1 \times 10^{3} \square^{2} \square^{-1}$$

Tính các tham số khí động lực học trong điều kiện tổng quát

Độ cao thay thế (d(m)), độ nhám bề mặt z0(m), các tham số tỉ lệ như vận tốc ma sát u*(m/s) và tỉ lệ nhiệt độ đặc trưng T*(K) có thể được tính dựa vào số liệu của vận tốc gió (u1, u2)và nhiệt độ không khí (T1, T2) ở hai độ cao z_1 và z_2 và thông lượng nhiệt (H) thông qua phương pháp lặp của phương pháp TCLI theo Zhao(2002) như sau:

Vận tốc ma sát được tính toán theo công thức sau:

$$u_* = \frac{\kappa[u(z_2) - u(z_1)]}{\ln\left(\frac{z_2-d}{z_1-d}\right) + \psi\square(z_1) - \psi\square(z_2)} \quad (8)$$

Với $\psi\square(z_1); \psi\square(z_2)$ là các hệ số hiệu chỉnh độ ổn định ở độ cao z_1 ,z_2.

K : Hằng số Karman.

Chiều dài Monin –Obukhov ở lớp giữa z_1, z_2

được tính như sau:

$$L = -\frac{\rho_a c_p u_*^3 \left(T_a(z_1) + T_a(z_2)\right)}{2\kappa H} \quad (9)$$

Trong đó,

pa: mật độ không khí (kg.m-3)

cp: nhiệt dung đẳng áp

g: gia tốc trọng trường, 9,8 (m/s^2)

H: thông lượng nhiệt nhạy (W/m^{-2})

Gọi ξ là biến không thứ nguyên liên quan đến độ ổn định khí quyển:

$$\xi(z) = \frac{z-a}{L} \quad (10)$$

Tùy theo độ ổn định khí quyển, hệ số hiệu chỉnh độ ổn định được xác định như sau :

Khi ξ (z) > 0 (trung tính hay ổn định):

$$\psi_{\square}(z) = \psi_h(z) = -5\xi(z) \quad (11)$$

Khi ξ 9z) < 0 (không ổn định):

$$\psi_{\square}(z) = 2\ln\left[1 + X(z)\right] + \ln\left[1 + X^2(z)\right] - 2\arctan\left[X(z) + \frac{\pi}{2} - 3\ln 2\right] \quad (12)$$

$$\psi_h(z) = 2\ln\left[1 + X^2(z)\right] - 2\ln 2 \quad (13)$$

Với

$$X(z) = \left[1 - 16\zeta(z)\right]^{1/4} \quad (14)$$

Khi cho một giá trị d cho trước, các tham số u*, L sẽ được tính bằng phương pháp lặp từ các phương trình (8), (9), (10), (11) hoặc là phương trình (8), (9), (10), (12), (13), (14) cho đến khi giá trị của các tham số này đạt một giá trị ổn định..

Đây được xem là bước lặp bên trong của phương pháp TCLI. Khi bước lặp này đạt giá trị ổn định, nhiệt độ đặc trưng sẽ được tính như sau:

$$T_* = \frac{\kappa\left[T_a(z_1) - T_a(z_2)\right]}{\ln\left(\frac{z_2 - d}{z_1 - d}\right) + \psi_h(z_1) - \psi_h(z_2)} \quad (15)$$

Từ đó ta tiến hành tính lại:

$$H = \rho_a c_p u_* T_* \quad (16)$$

Tính lại giá trị của:

$$d = \frac{z_2 - z_1 \exp\left[\frac{-B + (B^2 - 4C)^{1/2}}{2}\right]}{1 - \exp\left[\frac{-B + (B^2 - 4C)^{1/2}}{2}\right]} \quad (17)$$

Với,

$$B = \psi_{\square}(z_1) - \psi_{\square}(z_1) + \psi_h(z_1) - \psi_h(z_2) \quad (18)$$

$$C = \left[\psi_{\square}(z_1) - \psi_{\square}(z_1)\right] + \left[\psi_h(z_1) - \psi_h(z_2)\right] - k^2 \rho_a c_p \frac{\left[u(z_2) - u(z_1)\right]\left[T_a(z_2) - T_a(z_1)\right]}{H} \quad (19)$$

Khi giá trị mới của tính được từ công thức (17). Giá trị d này sẽ được thay vào công thức (8) để tiến hành bước lặp bên trong lần thứ 2 để tìm ra bộ giá trị mới của *u*, L ,S ,X*...

Cứ như vậy, quá trình lặp dừng lại khi *d* đạt đến giá trị ổn định:

$$\left|d_{\square} - d_{\square-1}\right| \le 0.05 \quad (20)$$

Từ phương trình profile vận tốc gió tổng quát:

$$u(z) = \frac{u_*}{\kappa}\left[\ln\left(\frac{z-d}{z_0} - \psi_{\square}(z)\right)\right] \quad (21)$$

ta cũng được z_0:

$$z_o = \frac{z-d}{\exp\left[k\frac{u(z)}{u_*} + \psi_{\square}(z)\right]} \quad (22)$$

Phương pháp tính toán đề nghị

Tác giả đưa ra một hướng tiếp cận mới bằng cách kết hợp cả ba hướng tiếp cận của A. VenKatram (1980)[2], K.J.Schaudt(1997)[6], Wenguang G. ZHAO at al (2002)[14] để có thể áp dụng tại Việt Nam.

Sau khi áp dụng hướng tiếp cận mới để tìm ra các tham số khí động lực học (u*, L, d, z0). Tác giả sẽ dùng các tham số này để tính toán các tham số rối σ_y, σ_z và từ đó sẽ tính các hệ số rối σ_v, σ_w.

Quá trình tính toán hệ số rối sẽ được chia làm hai giai đoạn. Đầu tiên tác giả tính toán các tham số khí động lực học trong trường hợp khí quyển ổn định. Bộ số liệu này sẽ được dùng như tham số đầu vào để tính các tham số khí động lực học trong trường hợp tổng quát.

Rõ ràng phương pháp của Zhao(2002)[14] là một phương pháp hoàn chỉnh hơn phương pháp của Schaut(1997)[8] vì nó có thể tính toán được trong trường hợp khí quyển ổn định lẫn khí quyển

không ổn định với những thông số đầu vào rất đơn giản. Tuy nhiên khi đem áp dụng vào Việt Nam, tác giả gặp phải một khó khăn là tham số thông lượng nhiệt nhạy H, một thông số rất quan trọng trong phương pháp này, không được đo đạc ở các trạm khí tượng tại Việt Nam.

Trong khi đó phương pháp của Schaut có thể tính được hai thông số u*, và d trong điều kiện ổn định mà không cần phải có dữ liệu của H.

Do đó tác giả sử dụng phương pháp của Schaut để tính ra được hai thông số u*, d trong trường hợp khí quyển ổn định. Sau đó tác giả sử dụng phương pháp của A. Venkaram (1980)[6] để tính được độ dài L dựa theo vận tốc ma sát u* để tính được độ dài L trong trường hợp khí quyển ổn định.

Dựa vào công thức (15) tác giả tính ra được nhiệt độ đặc trưng T* trong trường hợp khí quyển ổn định. Sau đó dùng hai tham số u*, T* để tính thông lượng nhiệt nhạy H trong trường hợp khí quyển ổn định

Với 4 thông số u*, d, L, H trong trường hợp khí quyển ổn định vừa tìm được, tác giả sử dụng như là dữ liệu đầu vào cho phương pháp của Zhao(2002) [14] để tính toán ra các thông số u*, d, L, ,T* trong trường hợp tổng quát.

Bảng 1. So sánh các thuật toán

	Thuật toán Schaudt (1997)	**Thuật toán Zhao(2002)**	**Thuật toán do tác giả đề nghị**
Thông số đầu vào	u_1 (m/s), z_1 (m) u_2 (m/s), z_2 (m) u_3 (m/s) z_3 (m)	u_1 (m/s), z_1 (m), T_1 (m) u_2 (m/s), z_2 (m), T_2 (m) H	u_1 (m/s), z_1 (m), T_1 (m) u_2 (m/s), z_2 (m), T_2 (m) u_3 (m/s) z_3 (m), T_3 (m)
Thông số đầu ra	d, u_*,,z_0	d, u_*, L,z_0, T_*	d, u_*, L,z_0, T_*
Phạm vi áp dụng	Trường hợp khí quyển ổn định	Trường hợp tổng quát	Trường hợp tổng quát
Ưu điểm	- Thông số đầu vào đơn giản - Đưa ra phương pháp kiểm tra độ chính xác của bộ dữ liệu đầu vào	- Tính toán trong trường hợp tổng quát	- Tính toán trong trường hợp tổng quát. - Dữ liệu đầu vào đơn giản và có thể đo đạc được tại Việt Nam
Nhược điểm khi áp dụng tại Việt Nam	-Chỉ tính trong trường hợp khí quyển ổn định	-Thông số H không được đo đạc tại các trạm khí tượng tại Việt Nam	
Độ phức tạp của thuật toán	O(n)	O(n^2)	O(n^2)

3. Thử nghiệm

Tác giả tiến hành thu thập dữ liệu khí tượng dựa theo các thông số được đo đạc hàng ngày tại trạm khí tượng Tân Sơn Hòa, Thành phố Hồ Chí Minh.

Dữ liệu thu thập liên tục trong ba ngày 19, 20, 21/11/2007. Mỗi ngày tiến hành đo đạc tại bốn thời điểm là 1h, 7h, 13h, 19h.

Tại mỗi thời điểm sẽ tiến hành đo vận tốc gió u1, u2, u3, u4 tại 4 độ cao z1, z2, z3, z4. Nhiệt độ không khí sẽ tiến hành đo ở 5 vi trí z1, z2, z3, z4 và tại mặt đất tương ứng T1, T2, T3, T4,Ts.

Bên cạnh đó, tại mỗi thời điểm tiến hành đo đạc áp suất không khí Pa(mb) và áp suất hơi nước (ePa).

Tác giả tiến hành tính toán các hệ số khí động lực học dựa theo dữ liệu khí tượng đã thu thập được.

Với mỗi bộ số liệu vận tốc gió u1, u2, u3, u4 tại 4 độ cao z1, z2, z3, z4. Tác giả tiến hành tính toán các hệ số u*, d, z_0 trong điều kiện khí quyển ổn định để tạo thành bộ số liệu đầu vào cho việc tính toán u*,

d, L, T*, z_0 trong trường hợp tổng quát.

Để tính được các tham số này, tác giả chia ra 4 bộ số liệu khác nhau từ bộ số liệu trên để đảm bảo sự ngẫu nhiên của số liệu trong việc tính toán. 4 bộ số liệu được chia như sau:

- Bộ 1 sẽ được tính với vận tốc gió u1, u2, u3, tại 3 độ cao z1, z2, z3;
- Bộ 2 sẽ được tính với vận tốc gió u1, u2, u4, tại 3 độ cao z1, z2, z4;
- Bộ 3 sẽ được tính với vận tốc gió u1, u3, u4, tại 3 độ cao z1, z3, z4;
- Bộ 4 sẽ được tính với vận tốc gió u3, u3, u4, tại 3 độ cao z2, z3, z4.

Với mỗi bộ này sẽ tính toán sai số và độ phù hợp Q và chỉ giữ lại một bộ có Q lớn nhất trong bốn bộ này để làm đầu vào cho bước lặp thứ hai.

Giả sử ta chọn được bộ 3 sẽ được tính với vận tốc gió u1, u3, u4, tại 3 độ cao z1, z3, z4 sau bước tính toán trên. Tác giả tiến hành tính toán cho bước lặp thứ hai.

Tại bước lặp thứ hai, tác giả tiếp tục chia bộ số liệu vừa được chọn làm 3 bộ dữ liệu để đảm bảo sự ngẫu nhiên của số liệu trong việc tính toán. Ba bộ số liệu như sau:

- Bộ 1 sẽ được tính với vận tốc gió u1, u3, tại 2 độ cao z1, z3;
- Bộ 2 sẽ được tính với vận tốc gió u1, u4, tại 2 độ cao z1, z4;
- Bộ 3 sẽ được tính với vận tốc gió u3, u4, tại 3 độ cao z3, z4.

Với mỗi bộ số liệu này, tác giả tiến hành tính toán các tham số u*, d, L, T*, z0 trong trường hợp tổng quát. Và trong ba bộ này, tác giả sẽ chỉ giữ lại một bộ dựa vào sự ổn định của giá trị d.

Với bộ dữ liệu này, tác giả tiến hành tính toán các tham số rối . Sau đó tiến hành tính hệ số rối theo thời gian.

Kết quả tính toán cho thấy phương pháp này cho ra kết quả giá trị Q rất tốt. Giá trị của Q toàn bộ đều lớn hơn 0,999 trong khi Schaut (1997) chỉ đề nghị Q > 0,85.

Với bảng số liệu này, nhóm tác giả tiến hành chọn một bộ giá trị có giá trị Q lớn nhất trong bốn bộ được chọn tính để làm dữ liệu đầu vào cho lần lặp thứ 2.

Kết quả của lần lặp thứ 2, nhóm tác giả nhận thấy sau khi thực hiện lần lặp này, giá trị d_out (kí hiệu giá trị d sau khi lặp) không khác so với giá trị d_in (ký hiệu giá trị d trước khi lặp), chứng tỏ giá trị d_in được đưa vào khá tốt.

Tại mỗi thời điểm nhóm tác giả tiến hành chọn một bộ giá trị d, u*, L với tiêu chí giá trị u* gần nhất so với giá trị trung bình của u* của ba bộ số liệu tính để tiến hành tính các tham số rối và hệ số rối, phục vụ cho việc tính toán bài toán lan truyền ô nhiễm không khí.

4. Kết quả

Bảng 2. Dữ liệu khí tượng thu thập tại trạm Tân Sơn Hòa (ngày 19, 20, 21/2007)

Date	Time	z_1(m)	z_2(m)	z_3(m)	z_4(m)	u_1(m/s)	u_2(m/s)	u_3(m/s)	u_4(m/s)	u_{10}(m/s)	T_1(oC)	T_2(oC)	T_3(oC)	T_4(oC)	Ts(oC)	P(mb)	e(hPa)
19_11_2007	1	1.5	3	5	10	0.15	0.48	0.72	0.98	0.98	26.4	26.3	26.1	26	26.5	1014	300
19_11_2007	7	1.5	3	5	10	0.4	0.65	0.82	0.97	0.97	25.6	25.5	25.4	25.3	25.7	1016	292
19_11_2007	13	1.5	3	5	10	0.63	0.84	0.99	1.01	1.01	28.8	28.7	28.6	28.5	28.9	1013	287
19_11_2007	19	1.5	3	5	10	0.57	0.78	0.87	0.99	0.99	25	24.9	24.8	24.7	25.1	1014.8	321
20_11_2007	1	1.5	3	5	10	0.5	0.74	0.91	1	1	26.3	26.2	26.1	26	26.4	1017	299
20_11_2007	7	1.5	3	5	10	0.53	0.72	0.85	0.97	0.97	24.1	24	23.8	23.2	24.2	1020.2	289
20_11_2007	13	1.5	3	5	10	0.26	0.6	0.85	1.04	1.04	32.3	31	30.5	29.4	32.4	1016	293
20_11_2007	19	1.5	3	5	10	0.56	0.89	1.01	1.09	1.09	28.3	28.2	28.1	28	28.4	1019	292
21_11_2007	1	1.5	3	5	10	0.46	0.71	0.85	0.97	0.97	25	24.9	24.8	24.7	25.1	1019	292
21_11_2007	7	1.5	3	5	10	0.56	1.01	1.04	1.06	1.06	23.6	23.5	23.2	23	23.7	1020	282
21_11_2007	13	1.5	3	5	10	0.42	0.79	0.94	0.99	0.99	32	31.3	31.2	31	32.1	1019	264
21_11_2007	19	1.5	3	5	10	0.68	0.88	1	1.02	1.02	29.5	29.4	29.3	29.2	30	1018.5	262

Chú thích :
Date: Ngày đo đạc
Time: Giờ đo đạc
u1(m/s), u2(m/s), u3(m/s), u4(m/s): Vân tốc gió đo tại độ cao z1(m), z2(m), z3(m), z4(m) tương ứng
u10(m/s): Vận tốc gió đo tại độ cao 10m
T1(^{0}C), T 2(^{0}C), T 3(^{0}C), T 4(^{0}C): nhiệt độ đo tại độ cao z1(m), z2(m), z3(m), z4(m) tương ứng
TS(^{0}C): Nhiệt độ tại mặt đất
P(mb): Áp suất không khí
e(hPa): Độ ẩm không khí

Bảng 3. Bảng dữ liệu tính toán tham số khí động lực học trong điều kiện ổn định

Date	Time	z_1(m)	z_2(m)	z_3(m)	u_1(m/s)	u_2(m/s)	u_3(m/s)	t_1(oC)	t_2(oC)	t_3(oC)	d	u_fric	z0	Chi_square	Q
19_11_2007	1	1.5	5	10	0.15	0.72	0.98	26.4	26.1	26	0.712477	0.137911	0.504189	6.78E-17	0.999999993
19_11_2007	7	1.5	5	10	0.4	0.82	0.97	25.6	25.4	25.3	1.11739	0.074312	0.042103	3.86E-16	0.999999984
19_11_2007	13	1.5	3	10	0.63	0.84	1.01	28.8	28.7	28.5	1.264183	0.043132	0.000591	1.18E-14	0.999999913
19_11_2007	19	1.5	3	10	0.57	0.78	0.99	25	24.9	24.7	1.090909	0.055893	0.006251	2.15E-15	0.999999963
20_11_2007	1	1.5	3	10	0.5	0.74	1	26.3	26.2	26	1.001822	0.070841	0.027581	6.50E-19	0.999999999
20_11_2007	7	1.5	3	10	0.53	0.72	0.97	24.1	24	23.2	0.710034	0.073193	0.040575	1.47E-15	0.999999969
20_11_2007	13	1.5	5	10	0.26	0.85	1.04	32.3	30.5	29.4	1.224974	0.092353	0.086713	2.23E-14	0.999999881
20_11_2007	19	3	5	10	0.89	1.01	1.09	28.2	28.1	28	2.530588	0.029634	0.000002	6.23E-18	0.999999998
21_11_2007	1	1.5	5	10	0.46	0.85	0.97	25	24.8	24.7	1.263634	0.057925	0.00911	2.28E-15	0.999999962
21_11_2007	7	3	5	10	1.01	1.04	1.06	23.5	23.2	23	2.530588	0.007409	2.49E-25	6.23E-18	0.999999998
21_11_2007	13	3	5	10	0.79	0.94	0.99	31.3	31.2	31	2.949564	0.016599	1.69E-10	1.21E-14	0.999999912
21_11_2007	19	1.5	3	10	0.68	0.88	1.02	29.5	29.4	29.2	1.344066	0.034706	0.000051	2.66E-17	0.999999996

Bảng 4. Kết quả tính các tham số khí động lực học trong trường hợp tổng quát

Date	Time	z1(m)	z2(m)	L	d	u_fric	z0	h	σ_u	σ_v
19_11_2007	1	5	10	-110.751	0.712477	0.162356	0.61006	1485.313	3.835106	0.444445
19_11_2007	7	5	10	-86.1963	1.11739	0.089467	0.077989	818.4861	1.969034	0.111111
19_11_2007	13	3	10	-56.4461	1.264183	0.052196	0.002124	477.5192	1.123497	0.111111
19_11_2007	19	3	10	-58.8928	1.090909	0.067741	0.01519	619.727	1.521585	0.111111
20_11_2007	1	3	10	-62.6863	1.001822	0.085457	0.051341	781.801	1.987779	0.111111
20_11_2007	7	3	10	-24.9181	0.710034	0.103368	0.100925	945.6609	3.128797	0.444445
20_11_2007	13	5	10	-18.881	1.224974	0.143764	0.210793	1315.221	5.130664	0.444445
20_11_2007	19	5	10	-72.0111	2.530588	0.035122	0.000017	321.3128	0.6773	0.111111
21_11_2007	1	5	10	-81.5194	1.263634	0.07	0.022092	640.3953	1.485936	0.111111
21_11_2007	7	5	10	-42.3621	2.530588	0.009444	5.06E-20	86.40025	0.164121	0.111111
21_11_2007	13	5	10	-41.9467	2.949564	0.020818	1.59E-08	190.4491	0.402531	0.111111
21_11_2007	19	3	10	-54.9419	1.344066	0.042003	0.000277	384.2624	0.872943	0.111111

5. Kết luận

Với phương pháp nhóm tác giả đề nghị, nhóm tác giả đã đưa ra được một phương pháp tính toán hệ số rối tức thời để phục vụ cho việc mô hình hoá bài toán lan truyền chất ô nhiễm không khí.

Phương pháp có thể được áp dụng để tính toán khi hiện nay tại một số trạm khí tượng tại Việt Nam chưa đủ điều kiện về các phương tiện khoa học kỹ thuật để đo đạc thông số thông lượng nhiệt.

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

1. Nguyễn Kỳ Phùng và nhóm nghiên cứu(2004),Xây dựng bộ dữ liệu phục vụ bài toán ô nhiễm không khí do giao thông gây ra- Sở khoa học và công nghệ TpHCM 2004.

2. Nguyễn Kỳ Phùng và nhóm nghiên cứu(2006), Nghiên cứu xây dựng WEBGIS quản lý ô nhiễm không khí khu công nghiệp- Sở khoa học và công nghệ TpHCM 2006.

3. Nguyễn Kỳ Phùng, Nguyễn Thị Huỳnh Trâm(2002), Mô hình hóa quá trình khuếch tán chất ô nhiễm không khí do nguồn điểm cao gây ra. Hội nghị khoa học trường ĐHKHTN 2002.

4. Nguyễn Kỳ Phùng, Nguyễn Thị Huỳnh Trâm(2004), Tính toán quá trình khuếch tán chất ô nhiễm không khí do giao thông gây ra Hội nghị khoa học trường ĐHKHTN 2004.

5. Nguyễn Thị Huỳnh Trâm(2006), Xác định trường vận tốc gió và hệ số rối phục vụ bài toán lan truyền ONKK. Đề tài cấp trường năm 2006.

Tiếng Anh

6. A.Venkatram(1980),"Estimating the Monin-Obukhov Length in the stable boundary layer for dispersion calculation", Boundary-Layer Meteorology 19,pp 481-485.

7. A.VenKatram, D. Strimaitis and D. Dicristofaro (1984), "A semiempirical model to estimate vertical dispersion of elevated releases in the stable boundary layer", Atmospheric Enviroment Vol. 18.No. 5. pp.923-928.

8. Brost, R.A., Wyngaard, J.C. and Lenscow,D. (1982) "Marine stratocumulus layers. Part II: Turbulence budg-

ets", Journal of the Atmospheric Sciences 39, pp 818-836.

9. D.Bruce Turner(1994), Workbook of atmospheric dispersion estimates – An Introduction to Dispersion Modeling, Second Edition, Lewis Publishers.

10. Gryning, S.E., Holtslag, A.A.M., Irwin, J.S., and Sivertsen, B (1987), "Applied dispersion modelling based on meteorological scaling parameters", Atmospheric Enviroment 21,pp 79-89.

11. Irwin, J.S (1983), "Estimating plume dispersion – acomparison of several sigma schemes", Journal of Applied Meteorology 22, pp 92-114.

12. Irwin, J.S. and Paumier, J.O (1990), "Characterizing the dispersive state of convective boundary layers for applied dispersion modeling", Boundary-Layer Meteorology 53, pp 267-296.

13. Karsten Hinrichsen(1984), "Comparison of four analytical dispersion model for near- surface releases above a grass surface", Atmospheric Enviroment Vol. 20.No. 1. pp.29-40, 1986.

14. K.J.Schaudt (1997), "A new method for estimating roughness parameters and evaluating the quality of observations", Journal of Applied meteorology, 37, 470-476.

15. Leiv Havard Slordal, Sam-Erik Walker and Sverre Solberg The Urban Air Dispersion Model EPISODE applied in AirQUIS2003 Technical Description.

16. Mark Z.Jacobson (1999), Fundamentals of atmospheric modeling, Cambridge University Press, United States of America.

17. Nieuwstadt, F.T.M.(1984), "The Turbulent Structure of the Stable, Nocturnal Boundary Layer", Journal of the Atmospheric Sciences., 41,2202-2216.

18. Noel De Nevers(1995), Air pollution control engineering McGraw-Hill. Inc., NewYork.

19. Paolo Zannetti (1990), Air pollution modeling - Theories, Computational Methods and Available Software, Van Nostrand Reinhold, New York.

20. P.J.Comer and D.H. Slater(1982), An application of a multiple point source atmospheric dispersion model. Atmospheric Enviroment Vol. 17. No.1,pp.4349,1983.

21. Press, W. H.,B. P. Flannery, S. A. Teukolsky, and W. T. Vetterling (1986), Numerical Recipes, Cambridge University Press, pp 818.

22. Rod Barratt (2001), Atmospheric Dispersion Modelling – An introduction to practical applications, Earthscan Publications Ltd London.

23. Roland R.Draxler(1979), "An improved gaussian model for long-term average air concentration estimates", Atmospheric Enviroment Vol. 14. pp.597-601.

24. Sam-Erik Walker, Leiv H.Slordal, Cristina Guerreiro, Frederick Gram and Knut E.Gronskei(1999), "Air pollution exposure monitoring and estimation Part II: Model evaluation and population exposure", J.Environ.Monit 1, pp 321-326.

25. Shih-Kung Kao(1958), "Turbulent transfer in the boundary layer of a stratified fluid",Journal of meteorology Vol 16, pp 497-503.

26. Wenguang G.ZHAO, Albert OLIOSO, Jean-Pierre LAGOUARGE, Jean-Marc BONNEFOND, Mark IRVINE, Yann KERR,John McANENEY, Olivirer MARLOIE (2002), "Estimation of aerodynamic parameters under non-neutral stability conditions from Alpilles measurement data", Agronommie 22,pp 619-625.