ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ PHÂN TẦNG ĐẾN PHÂN BỐ THẲNG ĐỨNG CỦA TỐC ĐỘ GIÓ, NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ ẨM TRONG LỚP SÁT ĐẤT TẠI TRẠM KHÍ TƯỢNG HOÀI ĐỨC

NCS. **Nguyễn Lê Tâm**
Viện Khí tượng Thủy văn

Phân bố tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm theo độ cao trong lớp sát đất có thể coi là phân bố loga, điều này đã được nhiều tác giả đưa ra khi ước lượng các yếu tố khí tượng trong lớp sát đất. Kiểu phân bố này chỉ đúng trong trường hợp phân tầng cân bằng. Trong thực tế, phân tầng cân bằng ít khi xảy ra, do đó các giá trị tính toán theo cách này thường lệch so với giá trị phân bố thực của các yếu tố khí tượng một lượng nhất định. Ảnh hưởng của sự phân tầng khí quyển đối với phân bố thẳng đứng của các yếu tố khí tượng trong lớp sát đất đã được nhiều công trình đề cập đến [1, 2, 3, 4]. Trong đó công trình của Mônin-Obukhov là có cơ sở vật lý hơn cả, theo Mônin và Obukhov, phân bố tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm trong lớp sát đất được xác định bằng

$$U_i = \frac{U_*}{\chi}\left[f_u\left(\frac{Z_i}{L}\right) - f_u\left(\frac{Z_o}{L}\right)\right] \qquad (i = 1,2,\ldots., Nu) \quad (1)$$

$$\theta_i = \theta_0 + T_*\left[f_\theta\left(\frac{Zj}{L}\right) - f_\theta\left(\frac{Z_o}{L}\right)\right] \qquad (j = 1,2\ldots., No) \quad (2)$$

$$q_k = q_\circ + q_*\left[f_a\left(\frac{Z_k}{L}\right) - f_a\left(\frac{Z_o}{L}\right)\right] \qquad (k = 1,2\ldots., Nq) \quad (3)$$

các biểu thức sau:

Ở đây:

$$L = -\frac{(\tau/\rho)^{3/2}}{\chi\beta H/Cp\rho} = \frac{U_*^2}{\chi^2\beta T_*} \qquad (4)$$

$$U_* = \sqrt{\tau/\zeta} \qquad (5)$$

$$T_* = -\frac{H}{\chi Cp\rho U_*} \qquad (6)$$

$$q_* = -E/\chi\rho U_* \qquad (7)$$

U_i, θ_j, q_k - các giá trị đo được của tốc độ gió, nhiệt độ thế vị và độ ẩm riêng ở các độ cao Z_i, Z_j, Z_k;

Nu, N_θ, Nq - số lượng các mực đo gió, nhiệt độ và độ ẩm, tại trạm khí tượng Hoài Đức; gió được đo tại các độ cao 10m và 2m, độ ẩm và nhiệt độ được đo tại các độ cao 0,5m; 1,5m và 2m.

U_* - quy mô tốc độ (tốc độ động lực),
T_* - quy mô nhiệt độ,
q_* - quy mô độ ẩm,
L - quy mô độ dài (Mônin - Obukhôv),
τ - thông lượng động lượng (ứng suất ma sát rối),
H - thông lượng nhiệt rối,
E - thông lượng ẩm(ẩn nhiệt hoá hơi),
ρ - mật độ không khí,
Cp - nhiệt dung đẳng áp,
χ - hằng số Karman.

Phân bố này được viết cho trường hợp mặt đệm phẳng, đồng nhất, bỏ qua hiệu ứng phân tầng ẩm.

Như vậy, để tính toán được phân bố các yếu tố khí tượng đã nêu cần xác định dạng của hàm vạn năng không thứ nguyên f(Z/L). Theo Mônin-Obukhov các công thức để tính hàm không thứ nguyên f(Z/L) như sau:

$$f_u(\varsigma) = f_\theta(\varsigma) = f_a(\varsigma) = \begin{cases} \ln\varsigma + \beta_u\varsigma \ldots\ldots\ldots \text{khi } 0 < \varsigma \\ \ln|\varsigma| + \beta_u'\varsigma \ldots\ldots\ldots khi \ldots \varsigma_0 \le \varsigma \le 0 \\ a_u + c_u\varsigma^{-1/3} \quad \text{khi } \varsigma < \varsigma_0 \end{cases} \qquad (8)$$

Ở đây: $f_u(\varsigma)$, $f_\theta(\varsigma)$, $f_a(\varsigma)$ là các hàm vạn năng không thứ nguyên đối với tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm riêng:

$$\varsigma = \frac{z}{L}$$

z - độ cao tính toán.

Trong đó: $\zeta < 0$ phân tầng không ổn định

$\zeta > 0$ phân tầng ổn định

$\zeta = 0$ phân tầng cân bằng (phiếm định)

Các công trình nghiên cứu khác nhau cho thấy các hàm $f_a(\varsigma)$, $f_\theta(\varsigma)$, $f_u(\varsigma)$ có thể coi là bằng nhau [3]. Zilichinkevich và Tralikov sử dụng số liệu của 204 ca quan trắc gradien các yếu tố tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm tại trạm Ximlianxkoe đã tính được các hệ số β_u , β_u', a_u, ζ_0 các tác giả đã đưa ra dạng hàm không thứ nguyên đối với trạm này như sau:

$$f(\varsigma) = f_u(\varsigma) = f_\theta(\varsigma) = f_a(\varsigma) = \begin{cases} \ln\varsigma + 9{,}9\varsigma \ldots\ldots\ldots \text{khi } 0 < \varsigma \\ \ln|\varsigma| + 1{,}45\varsigma \ldots\ldots\ldots khi \ldots -0{,}16 \le \varsigma \le 0 \\ 0{,}25 + 1{,}25\varsigma^{-1/3} \quad \text{khi } \varsigma < -0{,}16 \end{cases} \qquad (9)$$

Áp dụng công thức (9) để tính phân bố thẳng đứng của tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm cho trạm khí tượng Hoài Đức thì sai số khá lớn, trong nhiều trường hợp sai số còn lớn hơn cả sai số tính theo phân bố loga. Do vậy, nên tìm công thức hàm vạn năng không thứ nguyên khác phù hợp với đặc điểm địa phương của trạm Hoài Đức. Điều này cần có bộ số liệu đủ tin cậy để xác định các hệ số của hàm f(ς) trong các trường hợp phân tầng khác nhau. Việc lựa chọn số liệu được thực hiện như sau:

- Số liệu được đưa vào xem xét là các số liệu thu thập được ngay sau khi trạm khí tượng tự động MILOS 500 đưa vào lấy số liệu (số liệu năm 1993), các số liệu này được kiểm tra tính hợp lý và lấy hiệu chính khí cụ theo đúng quy phạm.

- Các số liệu khi lặng gió hay gió tầng 2m lớn hơn hoặc bằng tầng 10m bị loại bỏ.

- Hướng gió giữa tầng 2m và 10m không lệch nhau quá 22^0.

Tổng cộng có 390 ca quan trắc được đưa vào xem xét là các số liệu cách nhau 3 giờ một, trong đó 14 ca bị loại do lặng gió hoặc gió tầng 2m lớn hơn tầng 10m; đa số những trường hợp lặng gió, hướng gió tại hai mức 2m và 10m cũng sai khác nhau lớn hơn 22^0. Trong 376 ca còn lại có 161 ca phân tầng ổn định, 225 ca phân tầng không ổn định và cân bằng. Sự phân tầng không ổn định và cân bằng thường quan trắc được từ 10 giờ đến 16 giờ trong ngày, các tháng mùa hè sự phân tầng bất ổn định kéo dài hơn các tháng mùa đông và về tần suất, mùa hè cũng lớn hơn mùa đông - tháng V và tháng VI năm 1993 (43,6%) gần gấp đôi tháng I năm 1993 (23,8%).

Khi nội suy các số liệu đo đạc trong lớp sát mặt đất của khí quyển, sự khác biệt giữa các gradien thẳng đứng của nhiệt độ thế vị và nhiệt độ tuyệt đối không đáng kể. Vì vậy, các hiệu của các giá trị θ ở các mức xem xét có thể coi là đồng nhất với các độ lệch của các giá trị nhiệt độ tuyệt đối; hoặc là nhiệt độ đo bằng độ C.

Phương pháp tính các quy mô rối và nội suy tốc độ gió cho mức 10m từ 2m, nhiệt độ và độ ẩm riêng cho mức 1,5m từ 0,5m và 2m đã được trình bày trong [5]. Công nhận giá trị ς_0=-0,16 với kết quả hiệu chỉnh tính các hệ số β_u, β_u', a_u, C_u nhằm đạt được sai số quân phương nhỏ nhất [6] cho cả 3 yếu tố với các mức nội suy kể trên; biểu thức tính hàm vạn năng không thứ nguyên f(ς) cho trạm Hoài Đức có thể viết dưới dạng:

$$f_u(\varsigma) = f_\theta(\varsigma) = f_a(\varsigma) = \begin{cases} \ln\varsigma + 0{,}2\varsigma \text{.....khi } 0 < \varsigma \text{.....(a)} \\ \ln|\varsigma| + \varsigma \text{.....khi... } -0{,}16 \le \varsigma \le 0 \text{.....(b)} \\ 0{,}25 + 1{,}15\varsigma^{-1/3} \text{ khi } \varsigma < -0{,}16 \text{.....(c)} \end{cases} \qquad (10)$$

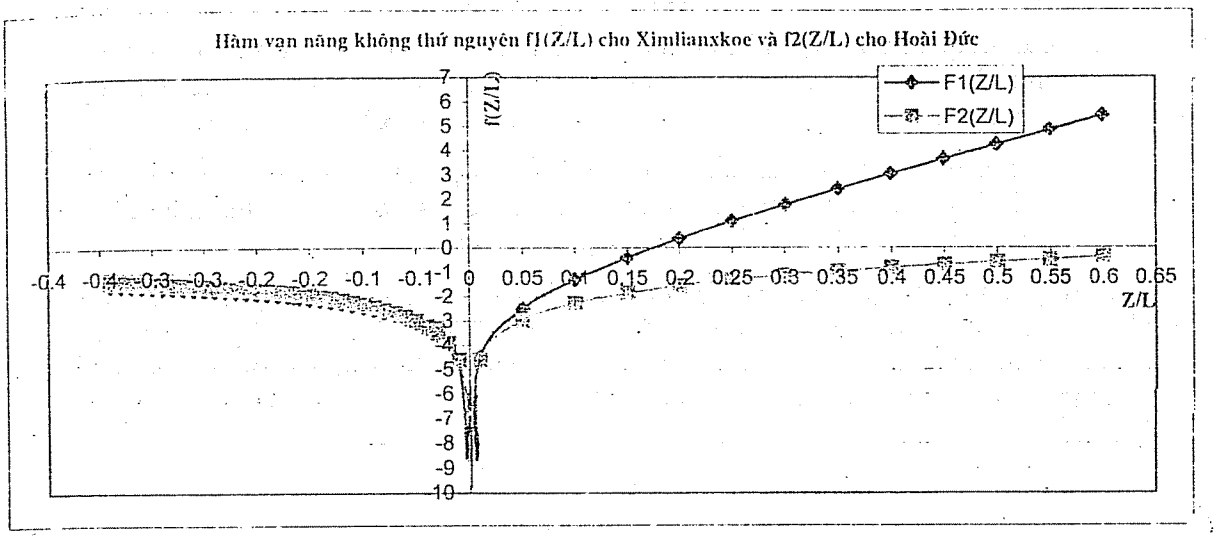
Công thức (10) đã được đánh giá độ ổn định theo chỉ tiêu:

$$S = \frac{(\sigma_{N1} - \sigma_{N2}).100}{\sigma_{N2}} \le 5\% \text{.....} \sigma_{N1} < \sigma_{N2}$$

Kết quả cho:

- Đối với công thức (10.a) S=3,6% với N_1=80; N_2=105.
- Đối với công thức (10.b và (10.c) S=2,7% với N_1=149; N_2=225.

Hàm vạn năng không thứ nguyên đối với trạm Hoài Đức có thể biểu diễn như hình sau:



Qua đồ thị nhận thấy hàm f(ς) khi $\varsigma > 0$ tức phân tầng ổn định lệch đáng kể so với dạng hàm này tại Ximlianxkoe và hàm dạng $\ln|\varsigma|$. Ngược lại, khi $\varsigma \le 0$, tức phân tầng cân bằng và bất ổn định, hàm f(ς) có dạng rất gần với hàm này tại Ximlianxkoe và phân bố dạng $\ln|\varsigma|$.

Bảng 1. **Sai số tính toán tốc độ gió**, nhiệt độ, độ ẩm riêng theo các phương án tính theo công thức loga, công thức (9) và (10)

Phương án tính hàm f(ζ)	Sai số quân phương					
	σ_{U10m} (nội suy từ 2m)	$\sigma_{\theta 1,5m}$ (nội suy từ 2m)	$\sigma_{\theta 1,5m}$ (nội suy từ 0,5m)	σq1,5m (nội suy từ 2m)	σq1,5m (nội suy từ 0,5m)	σ_{TB}
Phân tầng ổn định						
Công thức loga	0,302	0,264	0,264	0,129	0,129	0,2176
Công thức (9)	2,94	1,12	0,61	0,126	0,12	0,99
Công thức (10)	0,311	0,076	0,086	0,129	0,12	0,1444
Phân tầng cân bằng và bất ổn định						
Công thức loga	0,31	0,138	0,138	0,214	0,263	0,217
Công thức (9)	0,255	0,145	0,141	0,216	0,259	0,2032
Công thức (10)	0,27	0,121	0,144	0,214	0,263	0,2024

Qua đồ thị và các kết quả tính toán ở bảng 1 có thể đi đến một số nhận xét như sau:

1. Hàm vạn năng để xác định profin thẳng đứng của tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm trong lớp sát đất tại các địa phương khác nhau là khác nhau, điều đó

được giải thích bởi tương tác nhiệt động lực giữa mặt đệm và lớp khí quyển trên nó đối với các địa phương khác nhau là khác nhau.

2. Sai số quân phương khi tính theo công thức (10) giảm đáng kể so với công thức loga (giảm 33,8%) và công thức (9) (giảm 34,9%) trong trường hợp phân tầng ổn định (chiếm phần lớn thời gian trong ngày tại Hoài Đức).
3. Trong trường hợp phân tầng cân bằng và bất ổn định, sai số quân phương tính theo công thức (10) giảm không đáng kể, chỉ 6,7% khi tính theo công thức loga và 0,4% khi tính theo công thức (9).

Như vậy, tại trạm khí tượng Hoài Đức cần tính đến ảnh hưởng của sự phân tầng ổn định khi nội suy tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm theo công thức (10). Trong trường hợp phân tầng cân bằng và bất ổn định có thể sử dụng công thức phân bố loga các yếu tố khí tượng để nội suy tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm ở các mức đã nêu mà không gây ra sai số đáng kể.

Tài liệu tham khảo

1. Stull Roland B. , 1989 . An introduction to boundary layer meteorology. Kluwer Academic Publisher, 666p.
2. Laikhman - Vật lý lớp biên khí quyển. NXB KTTV, Leningrat, 1970.
3. Zilichinkevich - Động lực học lớp biên khí quyển. NXB KTTV, Leningrat, 1970.
4. Vương Quốc Cường, Lê Đình Quang. Xác định độ nhám Zo và hệ số m trong công thức biến đổi gió theo quy luật loga và luỹ thừa tại Trạm Hoài Đức. Tạp chí KTTV tháng 1 năm 1999.
5. Nguyễn Lê Tâm. Xác định các đặc trưng lớp sát đất tại trạm Hoài Đức. Tạp chí Khí tượng Thủy văn tháng 5 năm 2002.
6. Phạm Thượng Hàn, Nguyễn Trọng Quế, Nguyễn Văn Hoà. Kỹ thuật đo lường các đại lượng vật lý-Tập 1. NXB Giáo dục, 1996.