

Utjecaj perioda osrednjavanja meteoroloških parametara na procjenu stabilnosti prizemnog sloja atmosfere

Surface Layer Stability Estimation in Dependence on the Averaging Period Length

DARKO KORAČIN

Sažetak: Uobičajeni parametar za određivanje standardnih devijacija vertikalnog (σ_z) i lateralnog (σ_y) rasapa primjesa ispuštenih u atmosferu je satna procjena stabilnosti prizemnog sloja atmosfere. Metodu za takvo određivanje čine Pasquill-Giffordove krivulje. Prelaz na kraće periodične srednjake stabilnosti (desetminutne, dvadesetminutne i tridesetminutne) pokazuje postojanje razlika i do tri klase u odnosu na satni srednjak stabilnosti. Sve navedene razlike ukazuju da je potrebno koristiti desetminutne srednjake stabilnosti u određivanju σ_z i σ_y .

Ključne riječi: Gausovski model difuzije; Osrednjavanje stabilnosti; Usporedba raznih perioda stabilnosti; Standardna devijacija vertikalnog rasapa primjesa; Standardna devijacija lateralnog rasapa primjesa.

Abstract: Usual parameters needed in estimation of vertical (σ_z) and lateral (σ_y) diffusion is the stability in the surface layer. Estimation methods include P-G (or similar) stability curves. A comparison of stability estimation by hourly means with that by 30-minutes, 20-minutes and 10-minutes means reveals differences in stability of order up to three stability classes. A suggestion is given to use 10-minutes means of stability in evaluation of σ_z and σ_y .

Key words: Gaussian diffusion model; Stability averaging; Various averaging periods comparison; Standard deviation of vertical diffusion; Standard deviation of lateral diffusion.

1. UVOD

U problemima proučavanja onečišćenja zraka potrebno je odrediti prizemnu koncentraciju polutanata u određenom vremenskom intervalu i na određenoj udaljenosti od ispusta. Najčešće se upotrebljava Gausovska jednadžba difuzije, a njena primjena zahtjeva poznavanje veličina lateralnog i vertikalnog širenja dimne perjanice. Te veličine su obično izražene u obliku standardne devijacije raspodjele koncentracija polutanata u lateralnom (σ_y) i vertikalnom smjeru (σ_z) u odnosu na rasprostiranje uzdužne osi dimne perjanice.

1.1. Određivanje σ_y

σ_y se određuje iz formule:

$$\sigma_y = \sigma_v t (t/t_L) \quad (1)$$

gdje je σ_v standardna devijacija horizontalne komponente strujanja zraka poprečno na uzdužnu os dimne

perjanice, t je vrijeme putovanja polutanta nakon napuštanja ispusta, a t_L je Lagrangeova integralna konstanta.

Upotrebom približnog odnosa (u slučaju malih fluktuacija smjera strujanja zraka): $\sigma_v t \approx \sigma_x$ (σ_x je standardna devijacija smjera horizontalne komponente strujanja zraka, x je udaljenost od ispusta) i transformacijom vremenske funkcije $f(t/t_L)$ iz (1) u funkciju udaljenosti, dobijemo novi odnos:

$$\sigma_y = \sigma_x \times f(x) \quad (2)$$

Eksperimentalno se određuju σ_y (Lidarom ili akustičnim radom), σ_x (anemograf na visini ispusta) te se za pojedini x proračunava $f(x)$. Na taj način se dobijaju tabele za σ_y koje se koriste u primjeni gausovske jednadžbe difuzije.

Za period dana u kojem je nestabilna stratifikacija prizemnog sloja zraka, difuzija unutar sloja miješanja može se odrediti ako je poznat površinski toplinski fluks i visina sloja miješanja:

$$\sigma_y/h = F_m [(W_*/U) (x/h)]$$

gdje je W_* konvektivna brzina strujanja zraka koja je karakteristični parametar za sloj slobodne konvekcije iznad prizemnog sloja trenja. Ovisna je o toplinskom fluksu koji uvjetuje konvekciju:

$$W_* = \left(\frac{gh}{T} \frac{H_s}{\rho c_p} \right)^{1/3}$$

H_s — površinski toplinski fluks

h — visina sloja miješanja.

U je srednja brzina strujanja zraka za sloj miješanja kao cjelinu. Za mali x/h funkcija F_m je približno jednaka (Hanna et al, 1977):

$$0,5 (W_*/U) (x/h)$$

Za veće vrijednosti x/h vrijednosti za F_m su tabelirane (Deardorff i Willis, 1975).

Ukoliko nemamo podataka o σ_θ za primjenu jednadžbe (2), koriste se već izrađene krivulje $\sigma_y(x)$, najčešće Pasquill-Giffordove (Gifford, 1961). Te krivulje se odnose na lokalitete s malom hrapavošću površine ($z_0 \approx 3$ cm). Izrađene su za trominutni interval osrednjavanja meteoroloških parametara difuzije i svaki drugi period osrednjavanja zahtijeva unošenje korekcije po relaciji:

$$\sigma_{ya}/\sigma_{yb} = (t_a/t_b)^q,$$

gdje je:

y_a — vrijednost y za interval osrednjavanja podataka mjerenja

y_b — vrijednost y za trominutni interval

t_a — period osrednjavanja meteoroloških parametara difuzije

t_b — trominutni period

$$q \approx 0,2 \quad \text{za } \min < t_a < 1h$$

$$0,25 \leq q \leq 0,3 \quad \text{za } 1h < t_a < 100h$$

(Hanna et al, 1977).

Ako se parametri difuzije odnose na gradsku sredinu ($z_0 \approx 1m$) i period osrednjavanja meteoroloških parametara difuzije od 1h, koriste se McElroy-Pooler (1968) krivulje za određivanje $\sigma_y(x)$.

Postoji također više vrsta krivulje σ_y i σ_z za pojedine topografske i meteorološke uvjete (Weber, 1976).

1.2. Određivanje $\sigma_z(x)$

Za $\sigma_z(x)$ u slučaju prizemnog ispusta postoje Pasquill-Giffordove krivulje (Gifford, 1961) do 800 metara udaljenosti od ispusta nad ravninskim terenom. Također postoje Weberove (1976), Turnerove (1970) i McElroy-Poolerove (1968) krivulje za $\sigma_z(x)$.

Za veličinu vertikalne difuzije σ_z od povišenog ispusta (kad je σ_z manji od visine ispusta i kad su moguća mjerenja standardne devijacije vertikalnog kuta vektora vjetera σ_φ) vrijedi:

$$\sigma_z = \sigma_\varphi x F(x/U t_L)$$

gdje je U brzina vjetera mjerena na visini ispusta.

Za mali x i s tim u vezi vrlo kratko vrijeme difuzije ($t < t_L$), pri čemu kratkoća vremena nije potpuno ocijenjena (Hanna et al, 1977), dobijamo približnu jednadžbu:

$$\sigma_z = \sigma_\varphi x$$

Za veće vrijednosti x Draxler (1976) je dao vrijednosti za F na osnovu eksperimenata.

Napomenimo da su u toku nastojanja da se veličine σ_y i σ_z povežu s univerzalnim parametrima koji karakteriziraju prizemni sloj atmosfere kao npr. Monin-Obukhov duljina, toplinski fluks i visina sloja miješanja (Irvin, 1979).

Mjerenja σ_φ se rijetko provode, pa se koriste već eksperimentalno dobivene krivulje, gore navedene, uz odgovarajuće korekcije ovisno o periodu osrednjavanja meteoroloških parametara difuzije.

Možemo sažeti tri kvalitativna stupnja određivanja σ_y i σ_z :

- 1) direktna mjerenja i laboratorijski pokusi
- 2) mjerenja σ_θ i σ_φ
- 3) korištenje gotovih krivulja.

Treći, najnetočniji pristup (kod nas nažalost najčešći) nužno zahtijeva da ulazni parametri — period osrednjavanja te klase stabilnosti budu što bliže izvornim parametrima tih krivulja kako bi ionako postojeću netočnost sveli na najmanju moguću mjeru. Najčešće koristimo Pasquill-Giffordove krivulje koje su rađene za trominutni interval pa se vrijednosti $\sigma_y(x)$ korigiraju na satni interval. Klase stabilnosti se obično određuju iz podataka o insolaciji, radijaciji (Turner 1970), naoblaci i brzini vjetera, a rjeđe iz podataka o temperaturnom gradijentu i srednjoj brzini vjetera u promatranom sloju (Vogt et al, 1971).

U ovom radu će se ispitati u kojoj mjeri poboljšavamo određivanje σ_y i σ_z uvođenjem klasa stabilnosti za period od 10 minuta nasuprot dosadašnjem satnom periodu, a to je u skladu s težnjama danim u reviziji Regulatory Guidea 1.23 (1980) za prelazak na kraće periode osrednjavanja meteoroloških parametara.

2. PODACI MJERENJA I METODA RADA

Analizirani su podaci automatske meteorološke stanice na otoku Viru kod Zadra ($\varphi = 44^\circ 18'$, $\lambda = 15^\circ 02'$, $h_{NN} = 4$ m). U sastavu stanice nalazi se meteorološki toranj visine 50 metara. Na 10 i 50 metara su senzori za temperaturu, relativnu vlagu i vjetar. Prizemno su senzori za tlak zraka, globalno sunčevo zračenje i oborinu. U centralnom dijelu stanice nalazi se mikroročunarski sistem MR 800 (proizveden u institutu »Jožef Stefan«, Ljubljana) s analognim i digitalnim zapisom meteoroloških parametara. Digitalni zapis je tako programiran da osrednjava meteorološke parametre (osim tlaka zraka i globalnog sunčevog zračenja) svakih 10 minuta i daje njihove ekstreme.

Na osnovi tehničke kompletnosti materijala i sinoptičkih situacija izabrane su četiri vremenske situacije za koje je sprovedena analiza:

a) 2. 4. u 00 h do 4. 4. 1980. u 24 h — izrazita promjenljivost brzine (od tišine do 18 m/s) i smjera vjetra.

Tokom promatranog perioda prošla je fronta na tom području te su bili prisutni ciklonalni i kasnije anticiklonalni tip vremena.

b) 1. 6. u 01 h do 2. 6. 1980. u 24 h — period izražene nestabilnosti (grmljavina, pljusak).

1. 6. u 3 h je prošla fronta, a u 16 h istog dana je prošla još jedna slabije izražena fronta, tako da je većinom nad promatranim područjem bila nestabilna atmosfera.

c) 13. 8. 1980. od 00 do 24 h — period povišenih temperatura (od 20,0 do 27,8 °C).

Prevladao je anticiklonalni tip sa slabom burom.

d) 25. 10. u 18 h do 27. 10. u 10 h — veće brzine vjetra u slučaju bure (od 3,1 do 22,7 m/s).

Neposredno prije promatranog perioda je prošla fronta.

Uspoređene su klase stabilnosti dobivene na osnovu satnih, tridesetminutnih, dvadesetminutnih i desetminutnih srednjaka temperature na 10 i 50 metara i brzine vjetra na 50 metara. Korišten je Vogtov bazični pristup za određivanje klasa stabilnosti (Vogt et al, 1971).

Tabela po Vogtu je za satne srednjake temperaturnog gradijenta i brzine vjetra i primjenjena je u ovom radu na desetminutne srednjake.

Oznake za tip stabilnosti (Pasquill, 1974), su:

- A — jako nestabilno
- B — umjereno nestabilno
- C — slabo nestabilno
- D — neutralno
- E — slabo stabilno
- F — umjereno stabilno
- G — jako stabilno.

Stabilnost G je uvedena kasnije (Regulatory Guide 1.111, Rev. 1, 1977).

Na slikama 2.1—2.7 prikazan je vremenski hod desetminutnih (—), dvadesetminutnih (-----), tridesetminutnih (.....) i satnih (——) srednjaka stabilnosti, razlike temperature $T_{50}-T_{10}$, brzine vjetra na 10 i 50 metara za sve slučajeve a)-d) osim perioda od 18 h 26. do 10 h 27. 10. 1980.

3. REZULTATI

Iz slika 2.1—2.7 se vidi da kraće periodični srednjaci od 1 h ulaznih parametara za određivanje stabilnosti odstupaju od satnih i to se odražava na klasama stabilnosti (osim u slučaju izrazite bure).

Istaknimo samo neke značajnije karakteristike:

2. 4. 1980. — između 10 i 12 h satni, tridesetminutni i dvadesetminutni srednjaci stabilnosti su se promijenili s B na C i ponovno na B klasu, a desetminutni srednjak se promijenio čak 6 puta. Prije 13 h desetminutni srednjak jedini daje čak E klasu dok svi ostali srednjaci ostaju na B klasi.

3. 4. 1980. — iza 14 h desetminutni srednjak stabilnosti jedini daje B klasu.

4. 4. 1980. — u 11,40 desetminutni srednjak stabilnosti daje B klasu koju satni srednjak došije tek u 14 h.

1. 06. 1980. — iza 7 h svi srednjaci stabilnosti, osim satnog, osciliraju prema B i C (satni došije samo C klasu). Nakon 11 h svi srednjaci, osim satnog, se pomiču prema neutralnoj klasi, dok satni ostaje na C.

2. 06. 1980. — od 10 do 13 h desetminutni srednjak jedini došije B klasu, a satni srednjak tek u 14 h pokazuje C klasu. Od 16 do 18 h jedino satni srednjak ne dolazi do A klase.

13. 08. 1980. — u 2 h jedino desetminutna stabilnost ima izolirani šiljak prema E klasi.

Budući da postoje odstupanja kraće periodičnih srednjaka stabilnosti u odnosu na satnu stabilnost, od interesa je usporediti što sumarno daje šest desetminutnih srednjaka u odnosu na satni. Način usporedbe je slijedeći:

Klasama stabilnosti su pridruženi brojevi A-1, B-2, C-3, D-4, E-5, F-6. Na taj način su za sva 182 termina satnim stabilnostima (S) pridruženi cijeli brojevi, a od 6 desetminutnih je nađen aritmetički srednjak (S_6) koji nije nužno cijeli broj. Ukoliko se S_6 i S razlikuju upravo za $\pm 0,5$ to je označeno kao pomak za $\pm 1/2$ klase stabilnosti S_6 u odnosu na S, a u ostalim slučajevima je provedeno zaokruživanje na najbliži cijeli broj. Rezultati takve usporedbe po terminima su dani u tabeli 3.1.

Tabela: 3.1. Čestine pomaka (S_6-S) i idetičnosti satnih stabilnosti (S) i aritmetičkih srednjaka od 6 desetminutnih (S_6) po terminima

Table 3.1, Frequency of differences (S_6-S) — and of identities $S_6=S$; S is the hourly stability and S_6 is the arithmetic mean of six 10-minutes stabilities

Termin (h)	Pomak		S = S_6	Pomak	
	-1 klasa	-1/2 klase		+ 1/2 klase	+ 1 klasa
0—1			7		
1—2			8		
2—3			7		1
3—4			8		
4—5			7		1
5—6			8		
6—7			8		
7—8	1		6	1	
8—9		1	5	2	
9—10	1		7		
10—11			6		
11—12	1		6		
12—13		1	4	1	1
13—14			6	1	
14—15			6		
15—16	1		4	2	
16—17			7		
17—18		1	5		1
18—19			8		
19—20			6	1	1
20—21			7	1	
21—22	1		6	1	
22—23		2	6		
23—24			8		
Ukupno	5	5	157	10	5

Pomaci se javljaju čak u 14 termina u navedenih 8 dana i nema nekog termina s izrazito većim brojem pomaka.

Satne stabilnosti (S) u određenom smislu nešto potcjenjuju stabilnija stanja u odnosu na aritmetički srednjak stabilnosti (S_6) u ovom uzorku.

Kakvi su pomaci S_6 u odnosu na S po pojedinim klasama vidi se iz tabele 3.2.

Tabela: 3.2. Čestine istovremenih pojava satnih stabilnosti (S) i aritmetičkih srednjaka od 6 desetminutnih stabilnosti (S_6)

Table 3.2. Frequency of simultaneous occurrences of S_6 and S; S is the hourly stability and S_6 is the arithmetic mean of six 10-minutes stabilities

$S_6 \backslash S$	S				
	A	B	C	D	E
A	10				
A/B	2				
B	1	8			
B/C		3	1		
C		2	12	4	
C/D			2	2	
D				125	
D/E				1	3
E				2	1

Najveći rasap je za satnu stabilnost D — odgovarajući aritmetički srednjak stabilnosti S_6 poprima vrijednosti od C do E.

Također treba istaći da je ukupno u 60 do 182 termina (33%) aritmetički srednjak dao necjelobrojni rezultat.

Radi ocjene signifikantnosti odstupanja aritmetičkog srednjaka stabilnosti u odnosu na satnu stabilnost, proveden je test s rangovima. On je pokazao da su ta dva niza signifikantno različita (na razini $\alpha = 0.10$).

Promatrajući povezanost meteoroloških parametara uočava se da su najveća odstupanja desetminutne stabilnosti u odnosu na satnu neposredno iza podneva kad je zagrijavanje tla i prizemnog sloja zraka najintenzivnije, a s tim u vezi i najbrža vremenska promjena meteoroloških parametara (najjače turbulentno miješanje) (2.4., 3.4., 4.4., 2.6.).

1. 6. iza 4 h pomak desetminutnih u odnosu na satnu stabilnost od tri klase prema nestabilnim i nakon toga pomak jednu klasu prema stabilnim, javlja se u trenutku naglog smanjenja i nakon toga porasta brzine vjetra na 10 i 50 m pred početak formiranja kraće inverzije. Pomak prema stabilnim klasama, kod jačanja brzine vjetra uz smanjenje temperaturnih razlika, javlja se 2.4. iza 21 h, 4.4. iza 14 h, 1.6. iza 12 h, 2.6. u 2 h i 18 h te 13.8. iza 18 h. Nasuprot tome, u slučaju jačeg smanjenja brzine vjetra, javlja se pomak prema nestabilnijim klasama (3.4. u 14 h, 4.4. u 8 h i 14 h, 1.6. u 8 h, 2.6. u 17 h, 13.8. prije 18 h).

U slučaju oscilacija kraćeperiodičnih srednjaka temperaturne razlike $T_{50}-T_{10}$ u odnosu na satne (radi brzih promjena grijanja i hlađenja tla i prizemnog sloja zraka) uočavaju se i oscilacije kraće periodičnih stabilnosti u odnosu na satnu (2.4. u 2h, 10h do 13 h, iza 18 h, 3.4. od 13 h do 15 h, 4.4. od 12 h do 15 h, 1.6. od 8 h do 10 h, iza 21 h, 2.6. od 10 h do 14 h, 16 h do 24 h, 13.8. od 8 do 16 h).

U slučaju izrazitijih šiljaka desetminutne temperaturne razlike prema pozitivnijim vrijednostima $T_{50}-T_{10}$, pripadna desetminutna stabilnost ukazuje na stabilnije klase u odnosu na duže periodične stabilnosti (2.4. u 13 h, 3.4. u 21 h, 2.6. u 18 h, 13.8. u 2 h).

4. ZAKLJUČAK

Na osnovi analize uzorka od 8 dana u 4 različite vremenske situacije može se zaključiti slijedeće:

— Određivanje klasa stabilnosti ovisi o periodu osrednjavanja ulaznih meteoroloških parametara i postoje razlike između satnih i kraće periodičnih srednjaka stabilnosti.

— Navedena ovisnost nije ista u svim vremenskim situacijama. Jedino u slučaju izrazite bure nije potrebno prelaziti na desetminutne stabilnosti jer ne pokazuju razlike u odnosu na satne stabilnosti.

— Odstupanje kraće periodičnih srednjaka stabilnosti u odnosu na satni javlja se i u dnevnim i u noćnim terminima.

— Satna stabilnost nije u potpunosti sumarna slika desetminutnih stabilnosti.

Iz svega navedenog, kao i iz činjenice da su desetminutni srednjaci stabilnosti bliži osnovnom periodu za koje su određeni σ_y i σ_z (3 minute) slijedi da je potrebno koristiti desetminutne srednjake stabilnosti umjesto satnih. Na taj način dobijamo i stvarniju sliku stanja i razvoja meteoroloških parametara i difuzije polutanata u prizemnom sloju atmosfere.

PRIOLOG

Slike 2.1—2.7:

Vremenski hod desetminutnih (—), dvadesetminutnih (- - -), tridesetminutnih (----) i satnih (—) srednjaka stabilnosti, brzine vjetra na 10 i 50 metara te razlike temperature $T_{50}-T_{10}$ za

2. 4. 1980.	(sl. 2.1)
3. 4. 1980.	(sl. 2.2)
4. 4. 1980.	(sl. 2.3)
1. 6. 1980.	(sl. 2.4)
2. 6. 1980.	(sl. 2.5)
13. 8. 1980.	(sl. 2.6)
25./26. 10. 1980.	(sl. 2.7)

Figures 2.1—2.7:

Time variation of 10-minutes (—), 20-minutes (- - -), 30-minutes (----) and hourly (—) means of stability, wind speed at 10 and 50 meters and temperature differences $T_{50}-T_{10}$ on

April 2, 1980	(fig. 2.1)
April 3, 1980	(fig. 2.2)
April 4, 1980	(fig. 2.3)
June 1, 1980	(fig. 2.4)
June 2, 1980	(fig. 2.5)
August 13, 1980	(fig. 2.6)
October 25/26, 1980	(fig. 2.7)

LITERATURA

- Deardorff, J. W., G. E. Willis, 1975: A Parameterization of Diffusion into the Mixed Layer. *J. Appl. Meteor.*, 14, 1451—1458.
- Draxler, R. R., 1976: Determination of Atmospheric Diffusion Parameters. *Atmos. Environ.*, 10, 99—105.
- Gifford, F. A., 1961: Use of Routine Meteorological Observations for Estimating Atmospheric Dispersion, *Nucl. Safety*, 2, 47—51.
- Hanna, S. R., Briggs, G. A., Deardorff, J., Egan, B. A., Gifford, F. A., and Pasquill, F., 1977: Summary of Recommendations made by the AMS Workshop on Stability Classification Schemes and Sigma Curves, *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 58, 1305—1309.
- Irwin, J. S., 1979: Estimating Plume Dispersion a Recommended Generalized Scheme, Fourth Symposium on Turbulence, Diffusion, and Air Pollution, of the American Meteorological Society, January 15—18, Reno, Nevada.
- McElroy, J. L., F. Pooler, 1968: St Louis Dispersion study, Vol. 2, Analysis. Rept. AP-53, Dept. of Health, Education and Welfare, Washington, D. C.
- Misra, P. K., A. C. McMillan, 1980: On the Dispersion Parameters of Plumes from Tall Stacks in a Shoreline Environment, *Boundary Layer Meteorology* 19, 175—185.
- Pasquill, F., 1974: Atmospheric Diffusion, London. Regulatory Guide 1.111, Rev. 1, U. S. Nuclear Regulatory Commission, Office of Standards Development, July 1977.
- Regulatory Guide 1.23, Rev. U. S. Nuclear Regulatory Commission, Office of Standards Development, September 1980.
- Turner, D. B., 1970: Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates EPA, AP-26, Washington, D. C.
- Vogt, K. J., Heinemann, K., Nordneck, H., Polster, G., Rohloff, F., Angeletti, L., 1971: Ausbreitung und Ablagerung, Jül — 807 — St, Kernforschungsanlage Jülich, August.
- Weber, A. H., 1976: Atmospheric Dispersion Parameters in Gaussian Plume Modeling, Part I, Review of Current Systems and Possible Future Developments. EPA — 600/4-76-030 a, Washington, D. C.

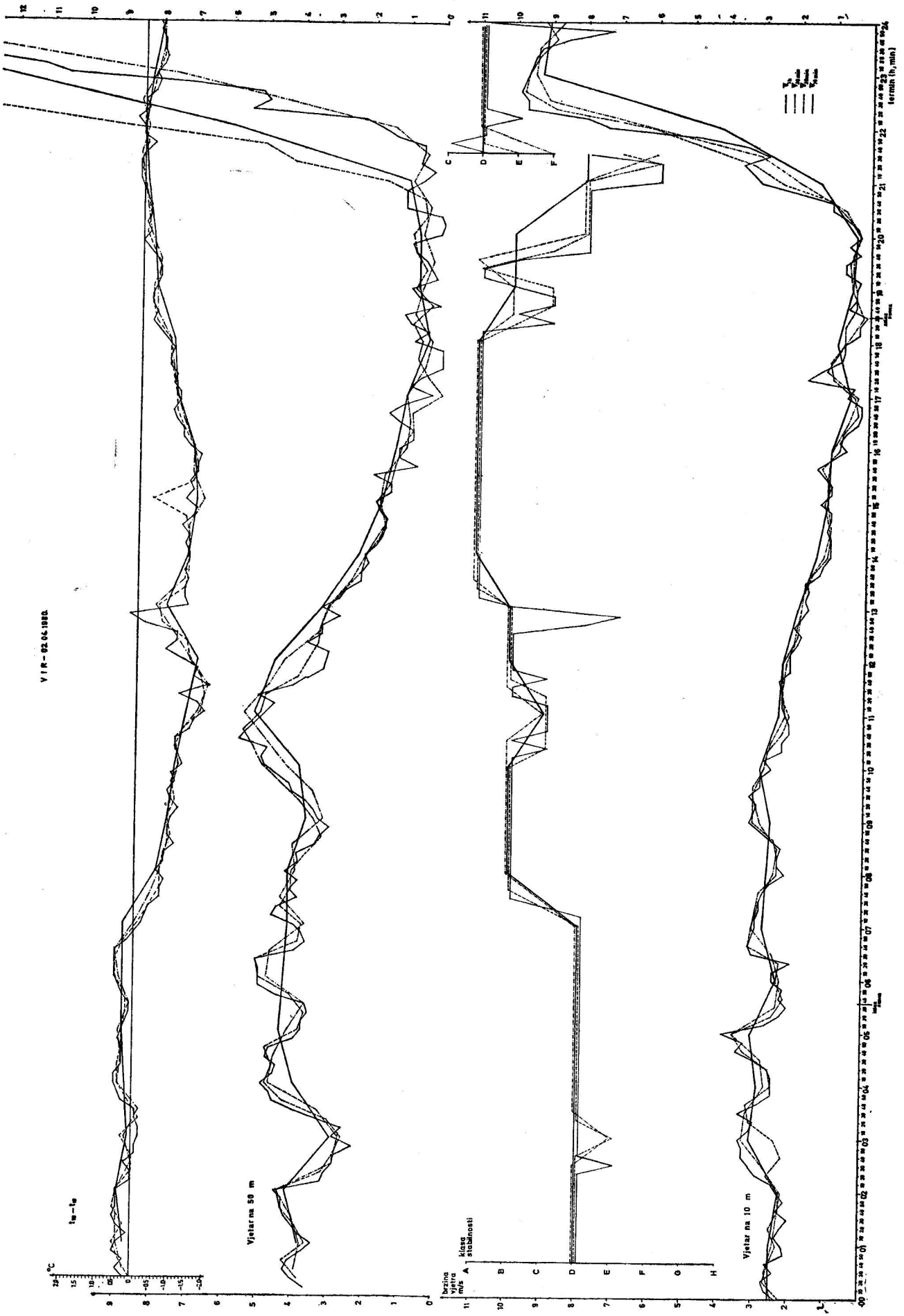
SUMMARY

Standard deviations of vertical (σ_z) and lateral (σ_y) plume diffusion make important parameters in the Gaussian models of surface concentrations estimation. They are usually evaluated by means of P-G (or some other) stability curves with stability classes being input parameters.

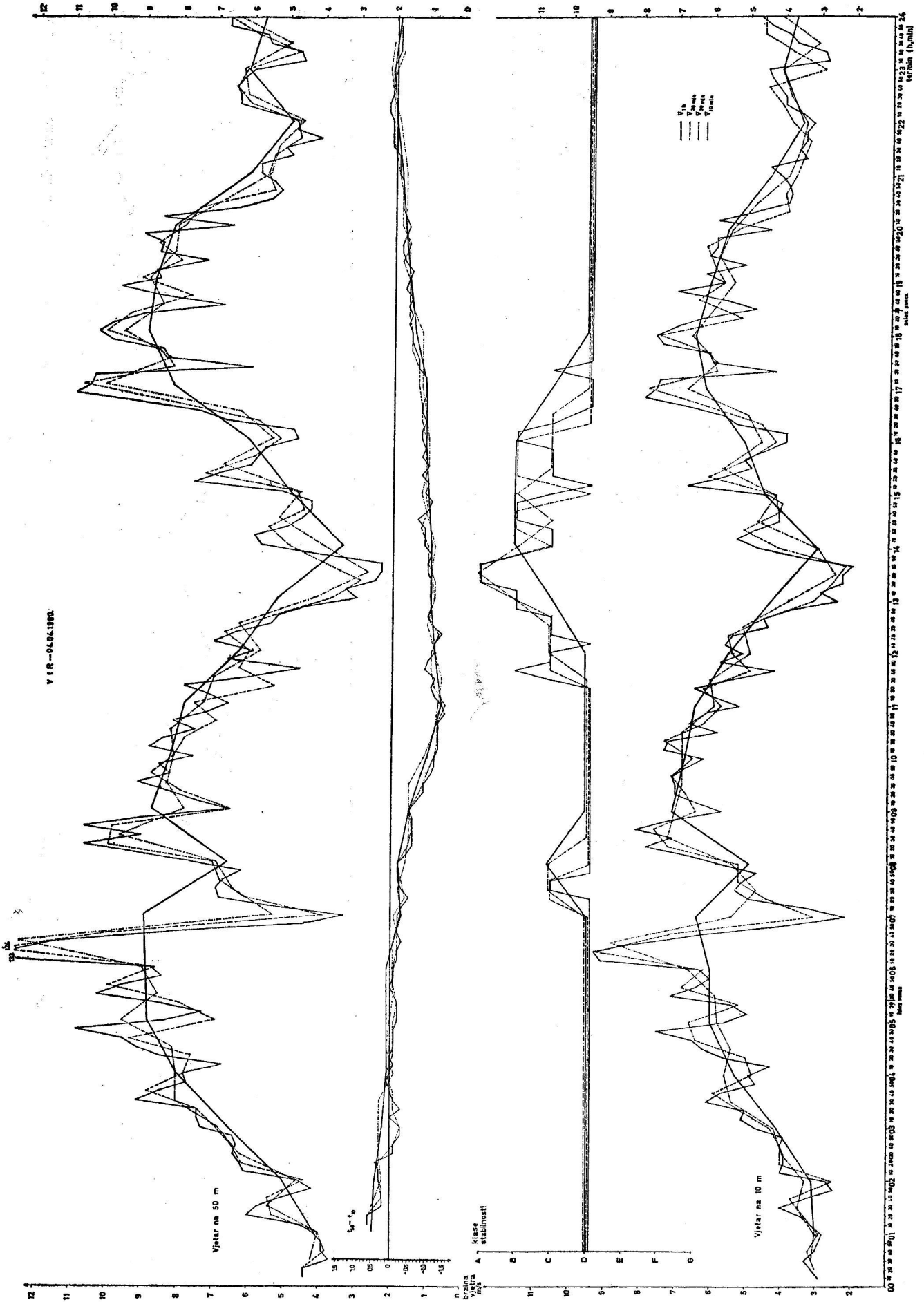
In order to improve σ_z and σ_y we have incorporated into the procedure ten-minutes stability values instead of usually used hourly values. Four samples of time series of ten-, twenty- and thirty minutes stability values as well as hourly ones of wind speed and temperature differences between 10 m and 50 m height are illustrated on Figs 2.1—2.7. One can see a general difference between hourly means of stability and those from shorter periods. The Bora wind weather situations make exception. Ten-minutes stability means differ from hourly ones up to three stability classes.

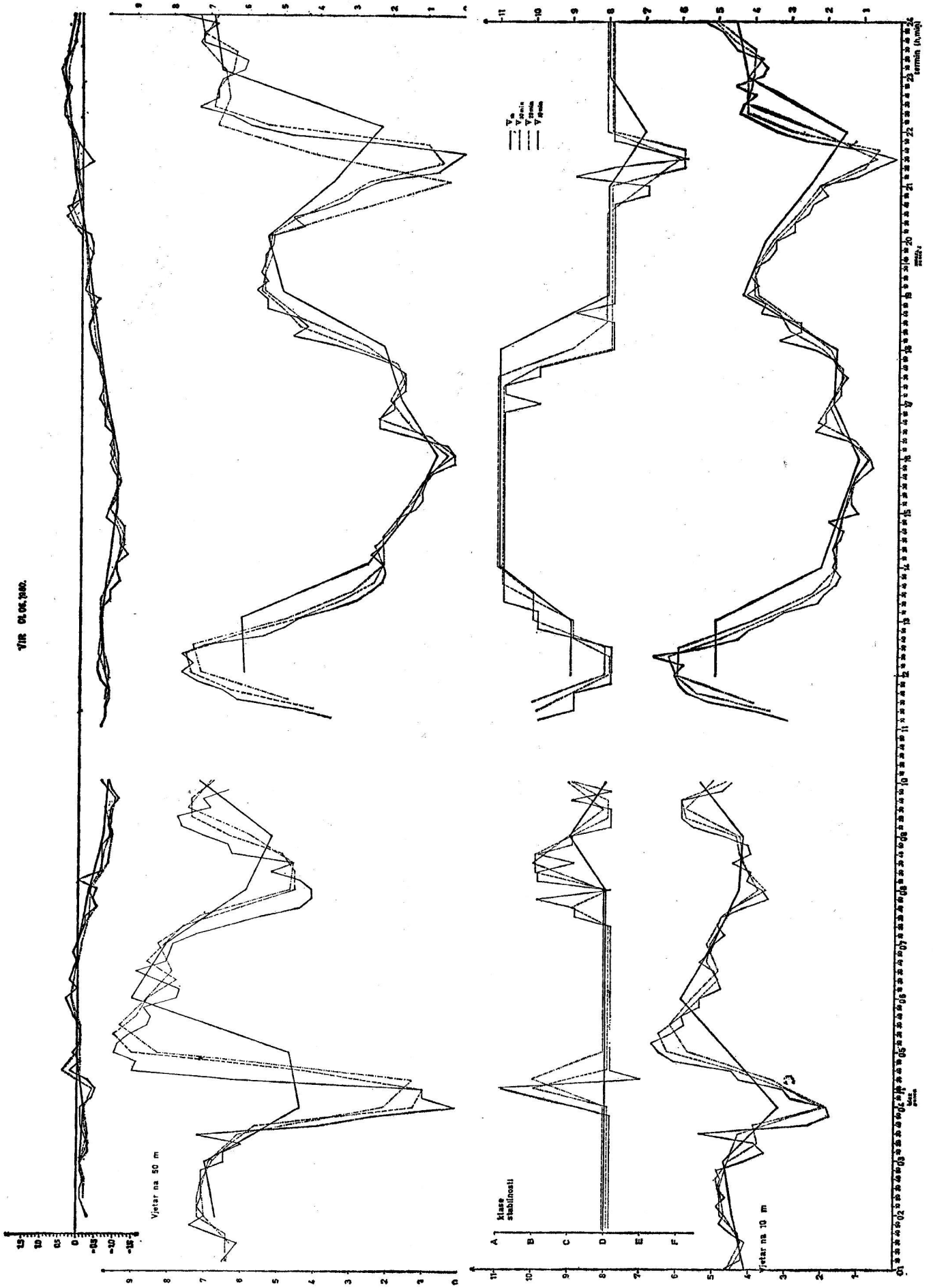
Stability classes have been identified by numbers to make possible a comparison of 6 ten-minutes values arithmetic means with corresponding hourly values of stability. Round off arithmetic means differ from hourly stability up to one stability class in 33% of cases, both during day and night hours. Hourly values of stability do not represent 6 ten-minutes stability means.

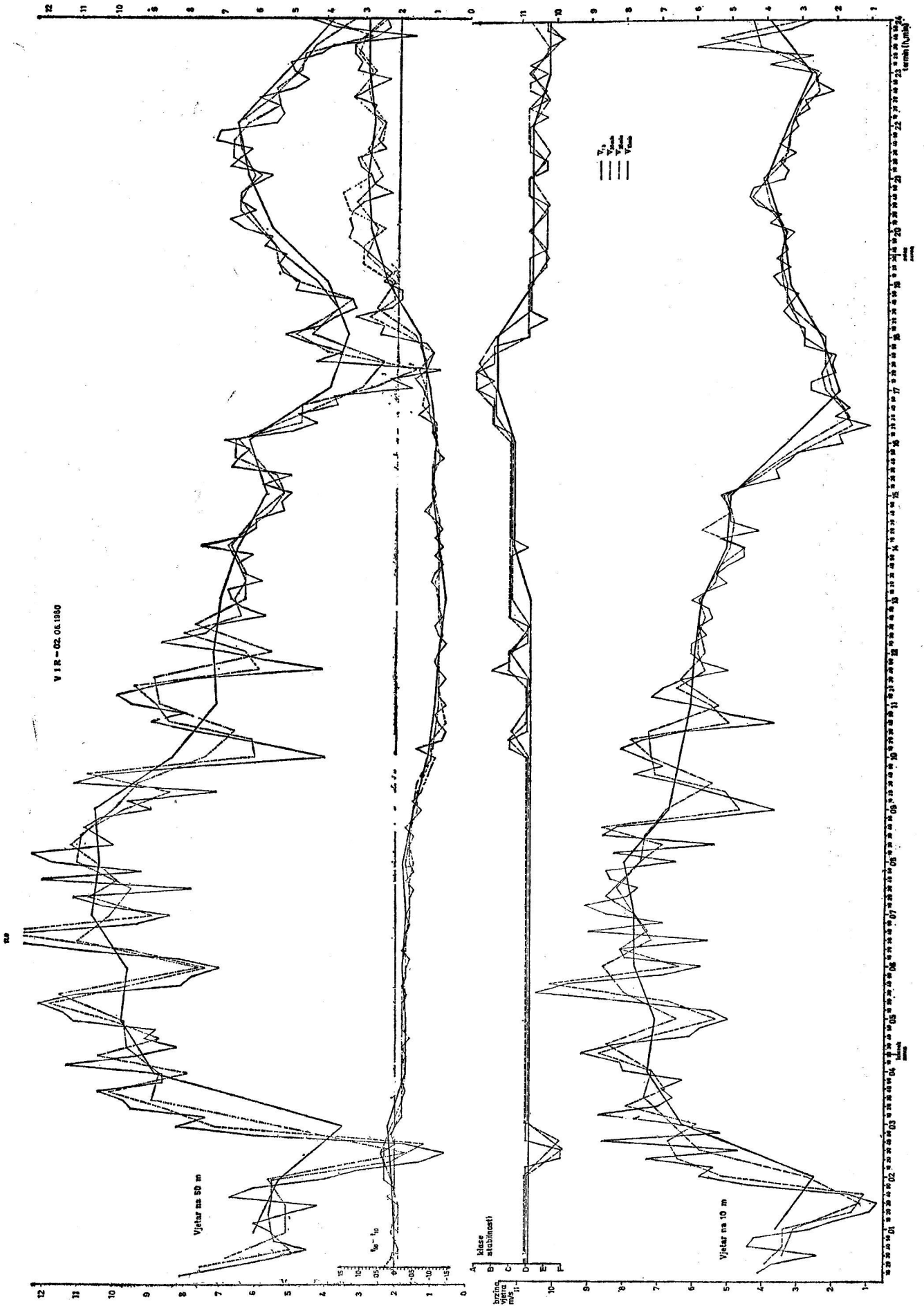
The whole analysis makes a basis for a conclusion, that mean values from shorter periods are more reliable to characterize the stability of the boundary layer (particularly the surface layer) so that they should be used as input parameters for σ_z and σ_y evaluation.

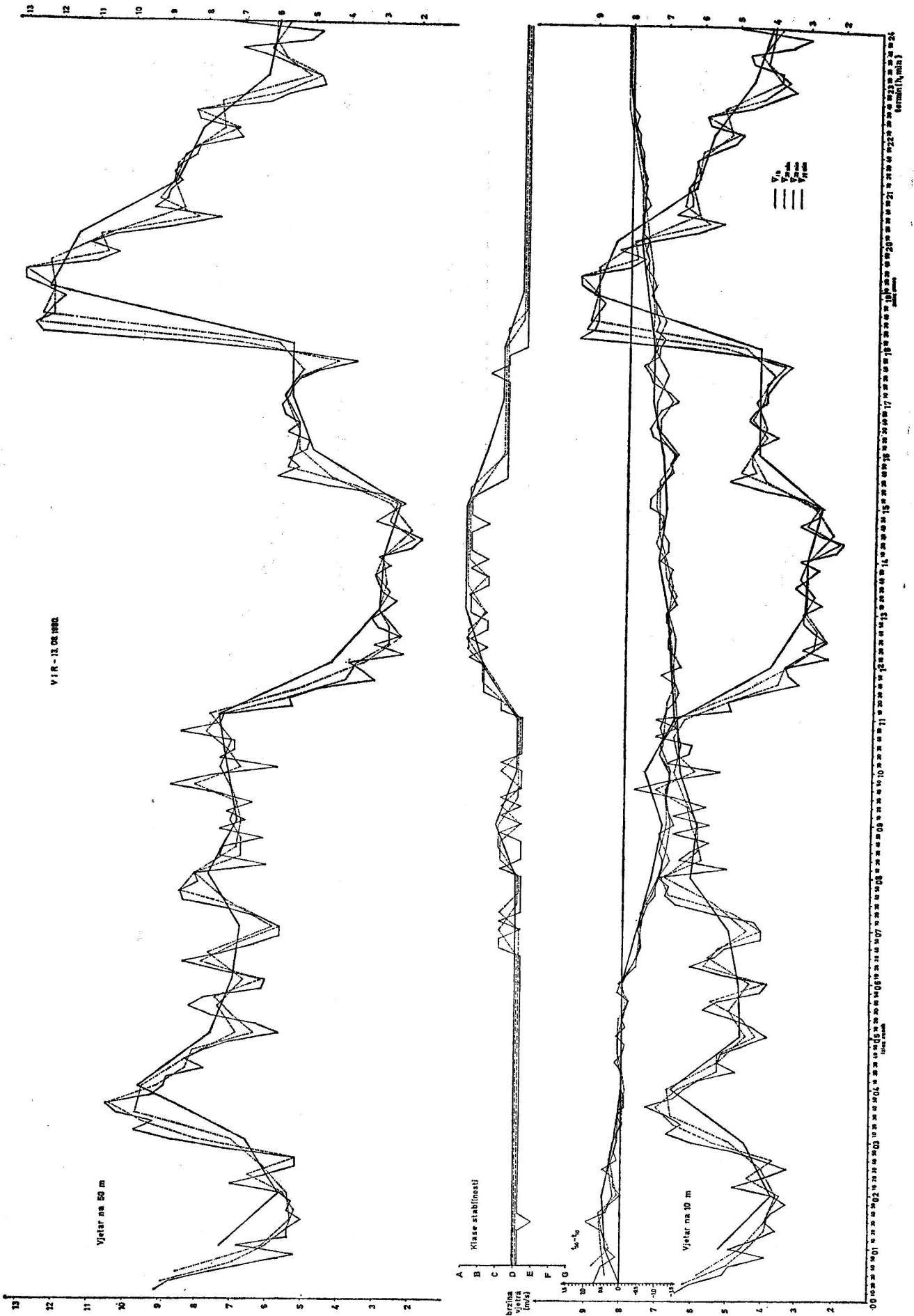




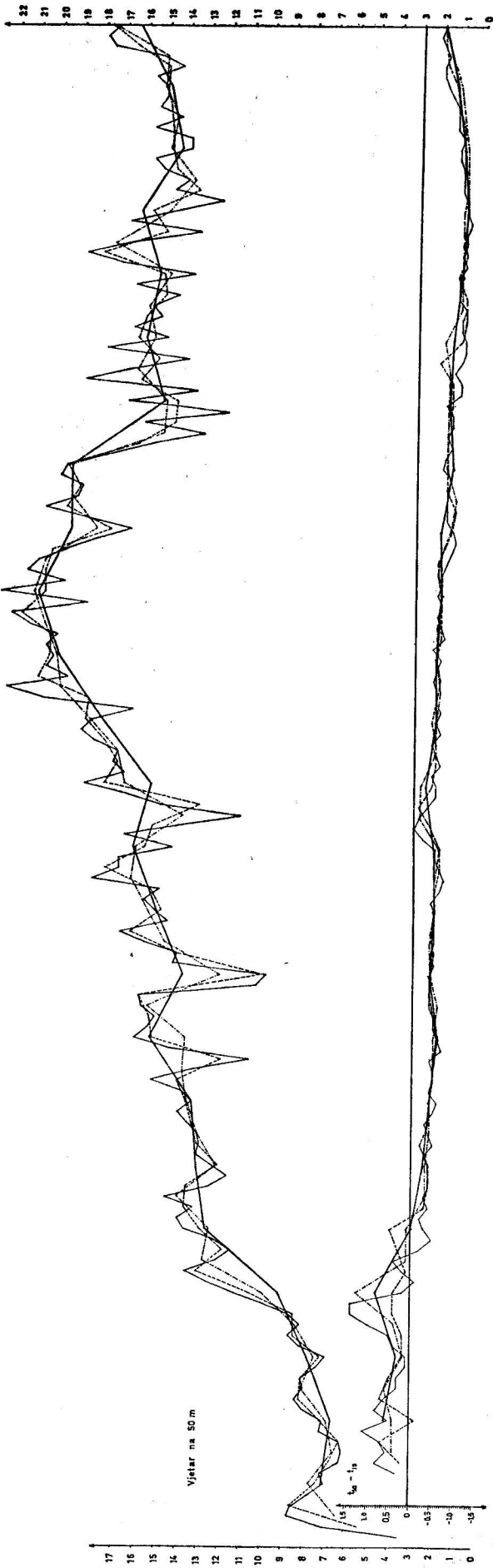




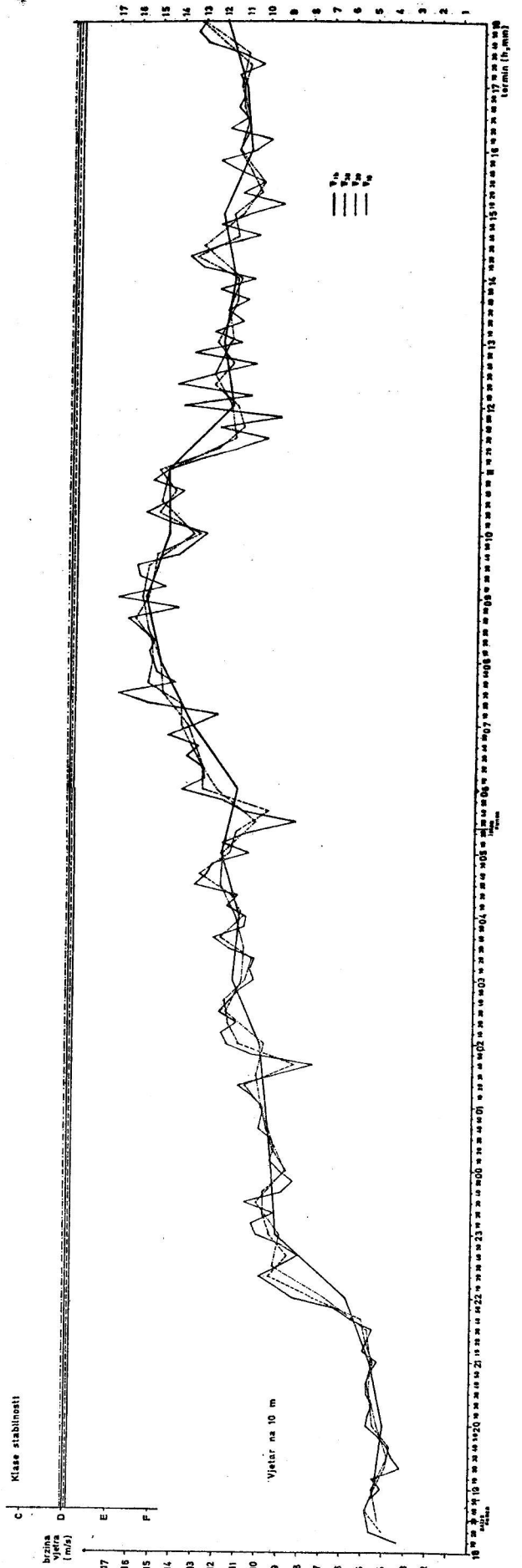




VIR - 25. 26. 10. 1962.



Klasa stabilnosti



brzina vjehara (m/s)

čas