

## KLIMATSKA ANALIZA HORIZONTALNIH VARIJACIJA STABILNOSTI ATMOSFERE NAD RAVNIČARSKIM TERENOM

### Climatic Analyses of Atmospheric Stability Horizontal Variations Over a Lowland

BRANKO CIVIDINI

Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb

NADEŽDA ŠINIK

Geofizički zavod

Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

Primljeno 24. rujna 1987, u konačnom obliku 26. listopada 1987.

**Sažetak:** Razmatrane su horizontalne varijacije stabilnosti graničnog sloja atmosfere u području sjeveroistočne Hrvatske i zapadne Vojvodine. Prostorne razdiobe godišnjih učestalosti pojedine kategorije stabilnosti kao i analiza njihove simultane pojave ukazuju na horizontalne varijacije stabilnosti, koje treba uzeti u obzir kod primjene gausovskih modela disperzije.

**Ključne riječi:** Pasquillove kategorije stabilnosti, horizontalne varijacije stabilnosti

**Abstract:** Horizontal variations of stability of the boundary layer atmosphere over northeastern Croatia and western Vojvodina have been analyzed. Space distributions of annual frequency of each stability classes and an analysis of their simultaneous occurrence indicate stability horizontal variations that have to be taken into account in the gaussian dispersion modelling.

**Key words:** Pasquill stability classes, horizontal variations of stability.

#### 1. UVOD

U meteorologiji je poznat pojam stabilnosti česti zraka koji se veže uz stanje ravnoteže česti zraka u odnosu prema njenoj okolini. Razlikujemo tri stanja atmosfere ili stabilnosti: labilno; neutralno ili stabilno stanje.

U graničnom sloju stabilnost atmosfere veže se uz turbulenciju i razmatra se kao parametar koji kategorizira efekt turbulencije na procese u atmosferi kao npr. na širenje dimne perjanice onečišćenja u atmosferi (Beychok, 1979). Intenzitet turbulencije možemo kategorizirati u definirane intervale koje zovemo kategorije (klase) stabilnosti (Pasquill, 1961) ili kategorije (klase) turbulencije (Sedefian i Bennett, 1980). Stabilnost predstavlja dakle veličinu koja u sebi sadrži informaciju o stupnju razvijenosti turbulencije u promatranom dijelu atmosfere.

U označavanju kategorija stabilnosti najčešće se koristi Pasquillova notacija A, B, C, D, E i F (Pasquill, 1961), kojoj je Turner (1964) dodao i sedmu kategoriju G. Kategorije A, B i C označavaju jako, umjereno i malo labilnu atmosferu ili stanja atmosfere s dobro razvijenom turbulencijom koja je generirana termičkim i mehaničkim uzrocima. Kategorije E, F i G označavaju malo, umjereno i jako stabilnu atmosferu ili stanje atmosfere sa slabije razvijenom turbulencijom jer termički uzroci (»negativni« uzgon) djeluju suprotno mehaničkom uzroku. Kategorija D označava neutralnu atmosferu u kojoj su čest zraka i okolina u termičkoj ravnoteži jer je vertikalni gradijent temperature zraka jednak suho adijabatičkom, a generiranje turbulencije uzrokuju mehanički faktori, tj. smicanje vjetrova visinom i »hrapavost« podloge.

Stabilnost određenog sloja atmosfere može se odrediti na osnovi jednog ili više meteoroloških elemenata mjerenih u tom sloju, pa se u literaturi mogu naći različite metode za njenu ocjenu. Mnoge od ovih metoda razvijene su za potrebe procjene veličine difuzije, odnosno njenih parametara, kao što su standardne devijacije horizontalne ( $\sigma_y$ ) i vertikalne ( $\sigma_z$ ) komponente distribucije koncentracije onečišćenja u atmosferi. Pasquill je za ove potrebe predložio jednu jednostavnu metodu ocjene stabilnosti baziranu na prizemnim podacima o vjetru, naoblaci i insolaciji, koja je kasnije doživjela mnoge modifikacije (Turner, 1964; Lončar, 1974). Druge jednostavne metode uglavnom uključuju samo termičke ili samo mehaničke karakteristike graničnog sloja, kao metoda vertikalnog gradijenta temperature (USRNC, 1972), ili metoda standardne devijacije smjera vjetrova ( $\sigma_\theta$ ) (Luna & Church, 1972; Sedefian & Bennett, 1980; Mitchell, 1982). Složenije metode uvažavaju oba faktora značajna za razvijanje ili slabljenje turbulencije, a najčešće se kao direktna mjera stabilnosti preporučuju Richardsonov broj ( $Ri$ ,  $Ri_B$ ), Monin-Obukhova duljina ( $L$ ) ili univerzalni parametar stabilnosti  $S$ , koji je definiran kao omjer između visine graničnog sloja  $h$  i  $L$  (American Meteorological Society Workshop, 1977; Hanna, Briggs & Hosker Jr., 1982).

Najispravniji pristup proučavanja stabilnosti atmosfere bio bi onaj koji bi omogućavao razmatranje zajedno i prostornih i vremenskih promjena stabilnosti što proizlazi iz prirode odvijanja fizikalnih procesa u atmosferi. S druge strane, da bi se pojednostavnio problem, ima pri određenim uvjetima smisla promatrati promjene stabilnosti odvojeno.

Vremenske promjene stabilnosti dosta su izučavane, posebno utjecaj tih promjena na parametre graničnog sloja atmosfere ili na rezultate proračuna koncentracija onečišćenja gausovskim modelom difuzije (Draxler, 1980; Straka et al, 1981; Ludvig, 1981; Vidič, 1981). Posljedica neuvažavanja ovih promjena (ne zanemarujući ostale uzroke) je da i najuspješniji modeli difuzije onečišćenja potcjenjuju ili precjenjuju iznose prizemnih koncentracija u odnosu na stvarno izmjerene koncentracije. Ispitivanja osjetljivosti modela difuzije na promjene stabilnosti pokazala su da pomak u procjeni ili promjena stabilnosti za samo jednu kategoriju može uzrokovati grešku u proračunu koncentracija i do 4 reda veličine (Vidič, 1981). Ovo je posebno značajno zbog činjenica da ocjena satnih stabilnosti nije uvijek pouzdana, jer zbog osrednjavanja ne prikazuje stvarne promjene u atmosferi. Naime, detaljna ispitivanja stabilnosti u kraćim vremenskim intervalima (10 min) ukazala su na to da unutar jednog sata stabilnost može varirati za dvije, pa i više kategorija (Koračin, 1981).

Prostorne varijacije stabilnosti najčešće se promatraju posebno po vertikali, a posebno po horizontali. Vertikalne varijacije stabilnosti vezane su uz podjelu graničnog sloja, odnosno uz vertikalne promjene turbulencije zraka. Zbog toga je stabilnost izrazito promjenljiva veličina idući u visinu, što se posebno uočava ako promatramo neki od brojčanih parametara stabilnosti, npr: Ri (Reiter & Lester, 1968). S druge strane u graničnom sloju uočeno je da je stabilnost viših slojeva zbog veće udaljenosti od podloge manje varijabilna, ekstremi su slabije izraženi, a i promjene u toku dana su pravilnije (Šinik i drugi, 1985).

Kako horizontalne fluktuacije turbulencije nisu tako izražene kao u vertikalnom smjeru (Venkatram, 1979), tako su i promjene stabilnosti u horizontali daleko manje nego u vertikali. To je vjerojatno jedan od razloga što u literaturi o tome nalazimo malo radova. Ispitivanja prostornih promjena stabilnosti pokazala su da i osrednjene godišnje stabilnosti pokazuju prostorne varijacije (Šinik i Cividini, 1981).

Općenito, prostorne promjene stabilnosti prvenstveno su uzrokovane različitim termičkim i mehaničkim uvjetima u pojedinim dijelovima promatranog područja, ali i promjenama hrapavosti, odnosno reljefa terena.

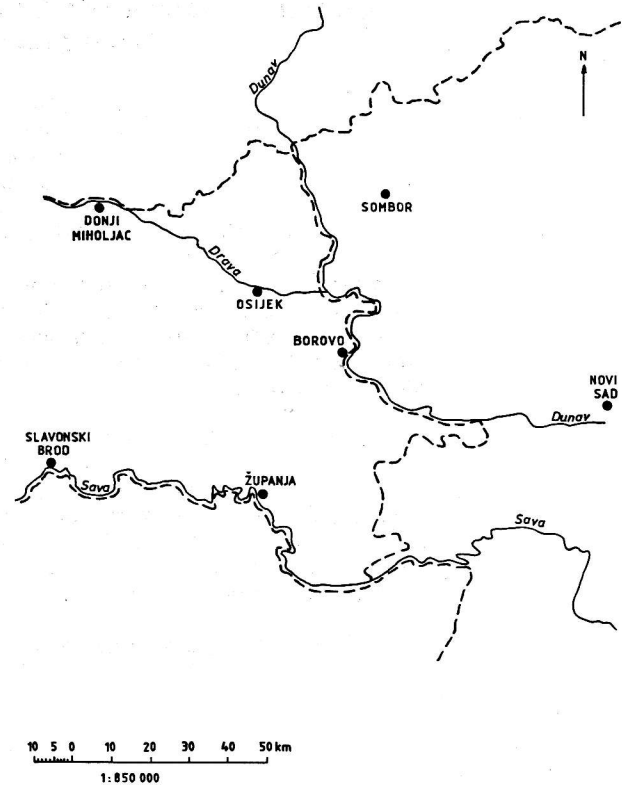
Svrha ovog rada je da ukaže na značaj uvažavanja horizontalnih prostornih varijacija stabilnosti u proučavanju procesa u graničnom sloju atmosfere.

## 2. METEOROLOŠKI PODACI I METODA RADA

U ispitivanju prostornih varijacija stabilnosti korišteni su meteorološki podaci Borova, Osijeka, Donjeg Miholjca, Slavenskog Broda, Županje, Novog Sada i Sombora. Podaci su obrađivani za 5-godišnje razdoblje 1976-80. na osnovi kojih su određene satne kategorije stabilnosti u 07. 14 i 21 sat.

Metoda ocjene satnih stabilnosti bazirana je na shemi Pasquilla modificiranoj prema istraživanjima Lončar (1974), koja u postupak uključuje i meteorološke pojave. Kategorije stabilnosti A-G određene su iz podataka o satnim brzinama vjetra, naoblaci i meteorološkim pojavama (magla, konvektivna naoblaka). Podaci vjetra dani su u Beaufortima i prevedeni su u m/s, a naoblaka je ocjenjivana u desetinama pokrivenosti neba. Prema tome, oba osnovna elementa za određivanje stabilnosti nisu mjerena već ocjenjivana, što znači da je u podacima svih 7 mjesta sadržana izvjesna subjektivnost motritelja.

Ovako određene stabilnosti reprezentiraju šire područje oko svake od 7 lokacija, što proizlazi iz samih podataka koji su uzeti kao osnov za ocjenu stabilnosti. Ovo je u skladu i sa zahtjevima ovog rada jer su prostorne varijacije stabilnosti promatrane u jednom dosta širokom području. Na slici 1. prikazan je raspored navedenih 7 meteoroloških stanica na području sjeveroistočne Hrvatske i zapadnog dijela Vojvodine.



Sl. 1. Raspored meteoroloških stanica u sjeveroistočnom dijelu SR Hrvatske i zapadnom dijelu SAP Vojvodine.  
Fig. 1. Distribution of the meteorological stations in northeastern part of Croatia and western part of Vojvodina.

## 3. REZULTATI

Osnov prikaza osrednjene slike prostornih varijacija stabilnosti daje pregled učestalosti stabilnosti u tabeli 1. Uočavamo značajne razlike u učestalosti pojave određenih kategorija stabilnosti kod promatranih stanica.

Pomoću podataka te tabele izvučene su izolinije godišnjih vjerojatnosti pojave pojedine kategorije stabilnosti po 50% razlike (slike 2-8). Očito je da i nad ovim relativno ravnim terenima postoje prostorne razlike u stabilnosti. One su najizrazitije u onom dijelu terena gdje su izolinije najgušće. Za većinu kategorija stabilnosti ova analiza otkriva da čak i u godišnjem prosjeku najizrazitije prostorne varijacije stabilnosti nastupaju u širem okolišu ušća Drave u Dunav. Pritom se uočava da se i ovako gruba prostorna analiza uklapa u opće zakonitosti turbulencije graničnog sloja. Naime u labilnim uvjetima kada su pod termičkim uplivom podloge turbulentni vrtlozi najrazvijeniji i po intenzitetu i po dimenzijama, miješanje zraka je najizraženije – što rezultira u najslabijim prostornima, a time i horizontalnim varijacijama. Najslabije miješanje zraka je u stabilnim situacijama, kada su lokalni uplivi uže ograničeni – zbog

Tabela 1. Godišnja učestalost pojave stabilnosti (‰), 1976-80.  
Table 2. Annual frequency of occurrences of stability (‰), 1976-80.

	A	B	C	D	E	F	G
Borovo	21.0	55.8	82.1	652.8	95.0	90.5	2.8
Osijek	91.0	93.4	87.1	381.1	160.7	106.7	80.0
D. Miholjac	83.7	99.2	79.4	469.2	122.8	138.5	8.5
Sl. Brod	73.0	84.0	111.7	356.2	177.6	102.2	95.3
Županja	30.0	63.8	103.7	562.7	110.9	102.5	16.2
Sombor	72.1	92.7	117.5	375.9	140.5	87.8	113.6
Novi Sad	73.1	84.7	92.6	465.1	115.8	107.6	61.1

čega je i prostorna varijabilnost veća. Te razlike između labilnih i stabilnih stanja atmosfere graničnog sloja jasno se uočavaju usporedbom slika 2, 3 i 4 te 6, 7 i 8.

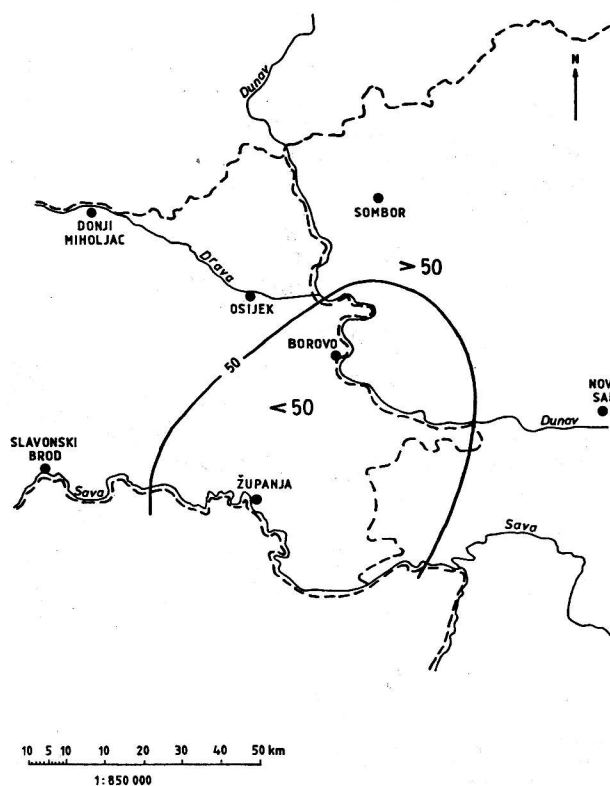
Radi lakše usporedbe izrađene su i sumarne prostorne razdiobe labilnih (A+B+C – slika 9) i stabilnih (E+F+G – slika 10) stanja.

Horizontalne varijacije vjerojatnosti nastupa neutralne stabilnosti D (slika 5) odstupaju od spomenutih zakonitosti i po prevelikoj učestalosti pojave i po prevelikim horizontalnim gradijentima. Naime neutralna stanja zapravo predstavljaju prijelazno stanje od labilnih k stabilnim (i obratno) jer u prirodi gotovo uvijek postoje turbulentni prijenosi topline (pozitivni u labilnoj, a negativni u stabilnoj atmosferi). Zato bi stvarna neutralna stabilnost zapravo trebala biti manje zastupljena od labilne i stabilne. Međutim očito je da indirektna metoda ocjene stabilnosti po Pasquillu precjenjuje pojavu neutralne stabilnosti, odakle i rezultatna nerealnost na slici 5.

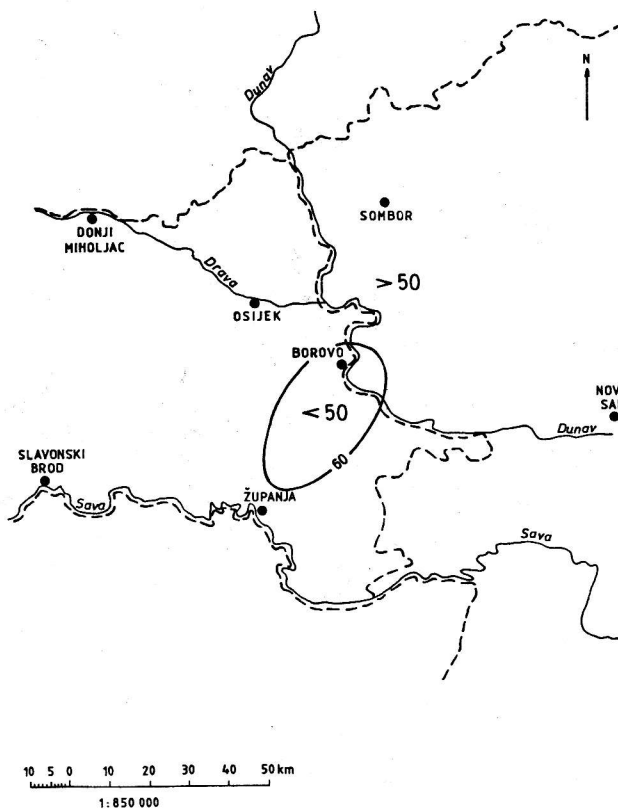
Specifičnu mogućnost analize prostornih varijacija stabilnosti daje i usporedba istovremene stabilnosti na cijelom području s obzirom na stabilnost jednog od razmatranih mjesta za koje smo u ovom radu odabrali Borovo. U tabelama 2, 3 i 4. upisani su podaci o najvjerojatnijoj stabilnosti koju treba očekivati u razmatranim mjestima istovremeno uz danu stabilnost u Borovu. Podaci su prikazani po mjesecima i po terminima motrenja 07, 14 i 21 sat za jako labilnu (A), neutralnu (D) i umjereno stabilnu kategoriju (F).

Ako su dvije ili više kategorija stabilnosti pokazivale istu vjerojatnost, upisane su obje i rastavljene povlakom (npr. A-B). Ako je u tabelama upisano nekoliko kategorija odvojenih zarezom (npr. C, D, E), onda je prva među njima najvjerojatnija. Prazne rubrike ukazuju da određena stabilnost nije zabilježena.

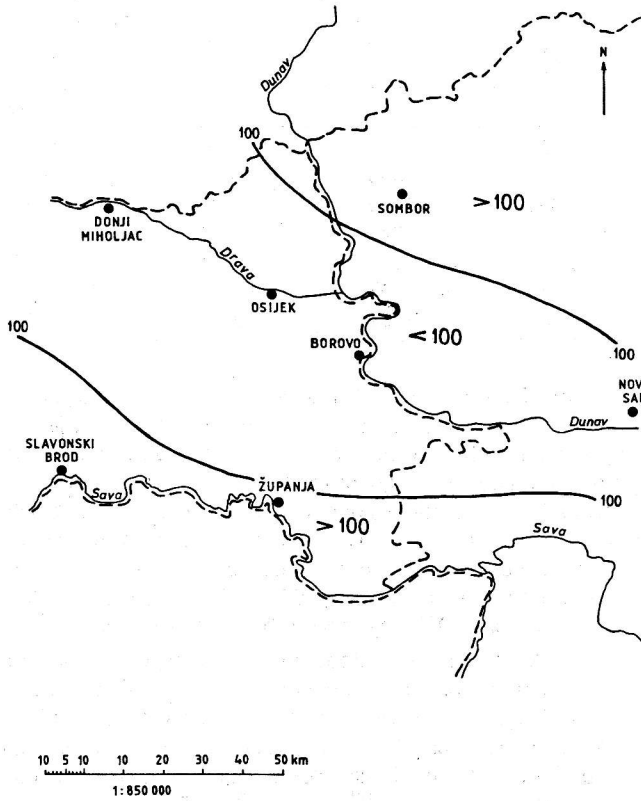
Analiza ovih podataka pokazala je veliku raznolikost, od gotovo potpuno prostorne homogenosti do promjene stabilnosti čak za nekoliko kategorija. Fizikalne razloge za



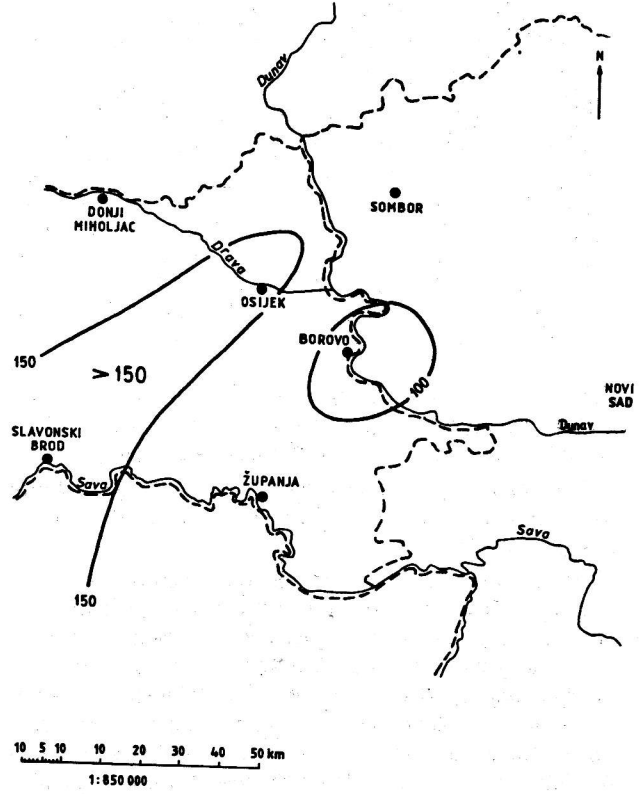
Sl. 2. Godišnja vjerojatnost (‰) pojave stabilnosti, A, 1976-80.  
Fig. 2. Annual probability (‰) of stability occurrences, A, 1976-80



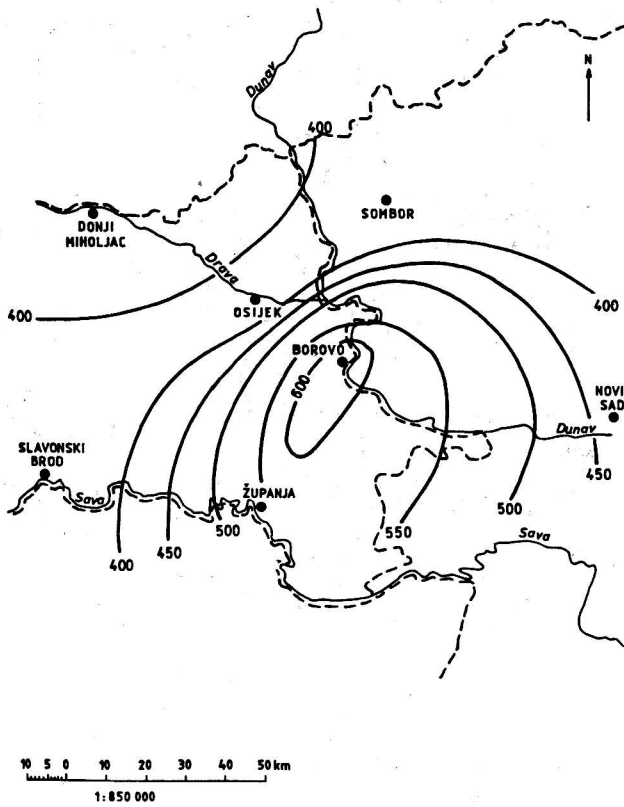
Sl. 3. Godišnja vjerojatnost (‰) pojave stabilnosti, B, 1976-80.  
Fig. 3. Annual probability (‰) of stability occurrences, B, 1976-80



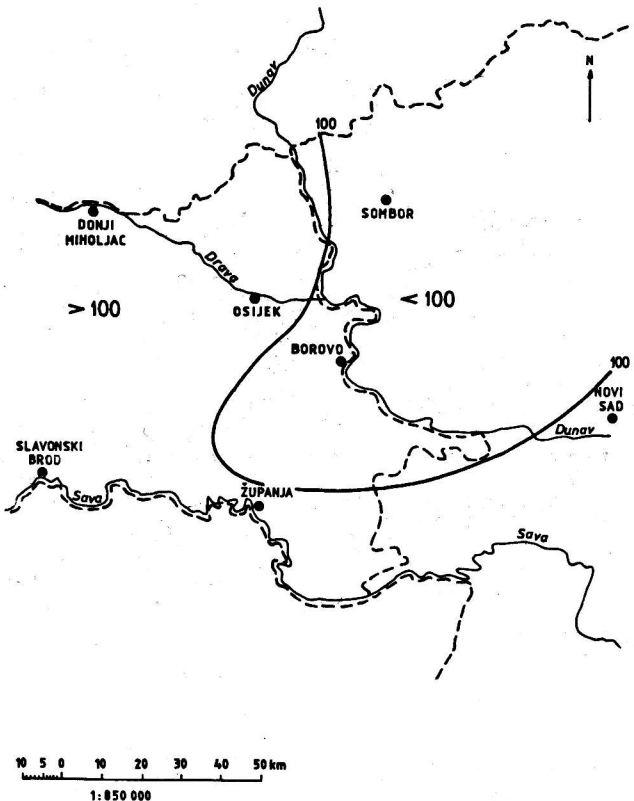
Sl. 4. Godišnja vjerojatnost (%) pojave stabilnosti, C, 1976-80.  
 Fig. 4. Annual probability (%) of stability occurrences, C, 1976-80



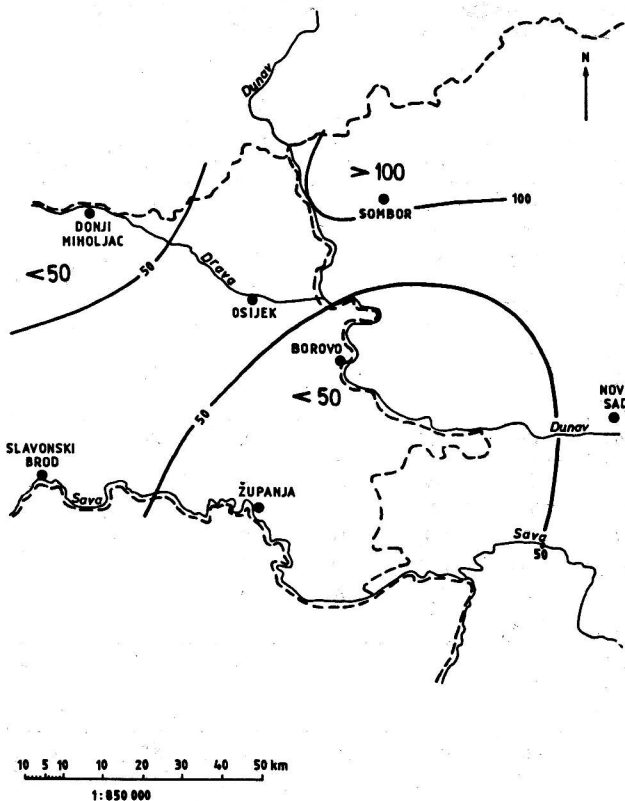
Sl. 6. Godišnja vjerojatnost (%) pojave stabilnosti, E, 1976-80.  
 Fig. 6. Annual probability (%) of stability occurrences, E, 1976-80



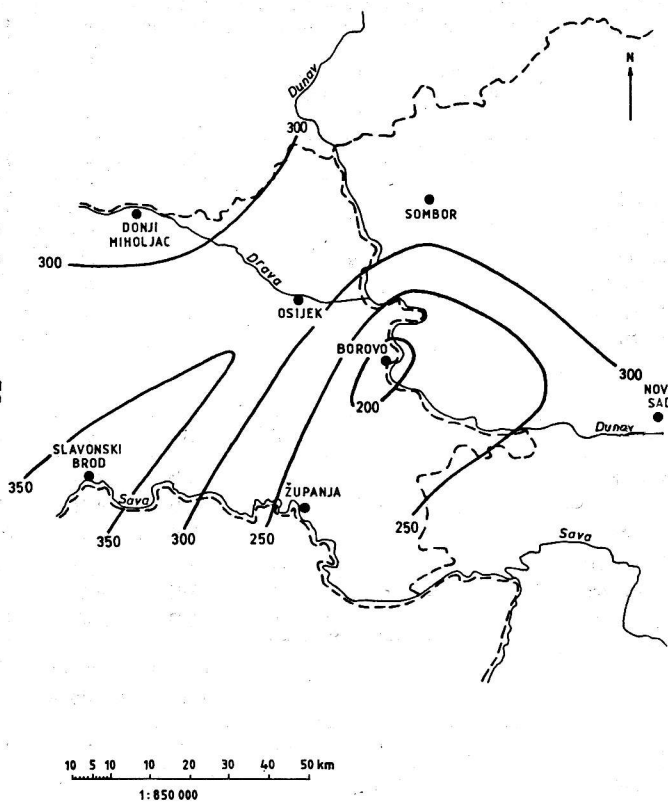
Sl. 5. Godišnja vjerojatnost (%) pojave stabilnosti, D, 1976-80.  
 Fig. 5. Annual probability (%) of stability occurrences, D, 1976-80



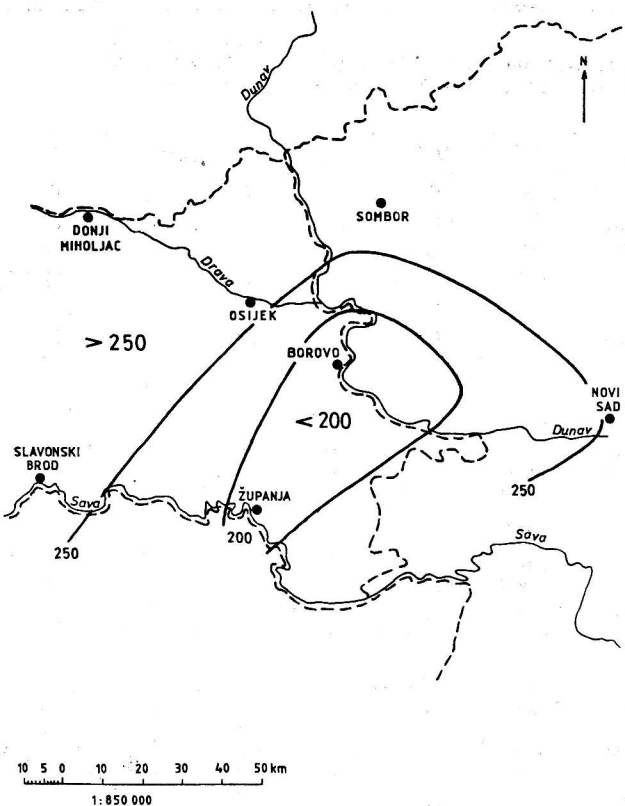
Sl. 7. Godišnja vjerojatnost (%) pojave stabilnosti, F, 1976-80.  
 Fig. 7. Annual probability (%) of stability occurrences, F, 1976-80



Sl. 8. Godišnja vjerojatnost (%) pojave stabilnosti, G, 1976-80.  
 Fig. 8. Annual probability (%) of stability occurrences, G, 1976-80



Sl. 10. Godišnja vjerojatnost (%) pojave stabilnosti, E+F+G, 1976-80.  
 Fig. 9. Annual probability (%) of stability occurrences, A+B+C, 1976-80



Sl. 9. Godišnja vjerojatnost (%) pojave stabilnosti, A+B+C, 1976-80.  
 Fig. 10. Annual probability (%) of stability occurrences, E+F+G, 1976-80

prostornu homogenost stabilnosti na ovom području nalazimo u činjenici da su na ovakvom prevladavajuće homogenom terenu moguće slične termičke i vjetrovne prilike, koje onda određuju istu stabilnost. S druge strane ako se u dijelu razmatranog područja stabilnost mijenja, takva pojava tokom cijele godine može biti prije svega uzrokovana prostornim varijacijama strujanja u graničnom sloju atmosfere. Tokom hladnog dijela godine efektu vjetra pridružuje se upliv magle, koja se u razmatranom području ne mora javiti istovremeno i jednakim intenzitetom u svim dijelovima jer pored makrovremenske situacije na njenu pojavu djeluju i lokalne karakteristike terena i vlažnosti podloge. U toplijem dijelu godine prostornoj varijabilnosti stabilnosti doprinosi i pojava konvektivne naoblake i oborine koja se također ne mora javiti istovremeno unutar ovog područja.

Pregled izvornih podataka pokazuje da je do promjene u stabilnosti u razmatranom području prvenstveno dolazilo uslijed pojačanog strujanja nad lokalitetom Borovo u jutarnjim i podnevnim terminima kao i intenzivnijom pojavom magle u području ušća Drave i Dunava tokom večernjih sati.

Tabela 2. Najverojatnija istovremena stabilnost u odabranim stanicama u odnosu na stabilnost A (jako labilno) u Borovu, 1976-80.  
Table 2. The most probable of simultaneous stability for chosen stations related to stability A (extremely labil) in Borovo, 1976-80.

\* A stabilnost se nije pojavila  
\* stability A has not occurred

07 h	I*	II*	III*	IV*	V	VI	VII	VIII	IX*	X*	XI*	XII*
Osijek					A	A	A	A				
Sombor					A	A	A	A				
Županja					A-B	A	A,B	A,B				
Novi Sad					A	A	A	A				
D. Miholjac					A	A	A	A				
Sl. Brod					A	A	A	A				

14 h	I*	II*	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI*	XII*
Osijek			A	A-B	A-B	A	A	A	A	A		
Sombor			A-B	A-B	A-B	B	A	A	A	A		
Županja			B	A-B	A-B	B-C	C	C,B	B	B		
Novi Sad			A	A-B	A-B	B	A,B	A,B	A,B	A		
D. Miholjac			B	A-B	A-B	A	A	A,B	A	A		
Sl. Brod			A	A-B	A-B	A-B	B,A	A	A	A		

mali broj mali broj  
podataka podataka

21 h	I*	II*	III*	IV*	V*	VI*	VII*	VIII*	IX*	X*	XI*	XII*
Osijek												
Sombor												
Županja												
Novi Sad												
D. Miholjac												
Sl. Brod												

Tabela 3. Najverojatnija istovremena stabilnost u odabranim stanicama u odnosu na stabilnost D (neutralno) u Borovu, 1976-80.  
Table 3. The most probable of simultaneous stability for chosen stations related to stability D (neutral) in Borovo, 1976-80.

07 h	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Osijek	E	D	D	D	D	D,B	D,B,C	D,C,B	D	D	D	E
Sombor	E,D	D	D	D	D,C	D,C	D,C,B	B-C,D	D	D	D	E
Županja	D,E	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	E,D
Novi Sad	D	D	D	D	D	D	C,D	D	D	D	D	D,E
D. Miholjac	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	E,D
Sl. Brod	E	D	D	D	D,C	D,C	C,D	C	D	D,C	D	E

14 h	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Osijek	D	D	D	D	D	B,D	D,B	D,B	D	D	D	D
Sombor	D	D	D	D	D	B,D,C	D,C	B,C,D	D	D	D	D
Županja	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Novi Sad	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
D. Miholjac	D	D	D	D	D	D	D,B,C	B,D,C	D	D	D	D
Sl. Brod	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

21 h	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Osijek	E	E	D	D	D,E	E,D	E,D	E	E,D	D,E	E	E
Sombor	E	E	D,E	E,D	E,F,D	E,F	E,F	E	E,D	E,D	E	E
Županja	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	E
Novi Sad	D,E	D	D	D	D	D	D,E	E,F,D	D,E	D	E	E
D. Miholjac	E,D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D,E	E
Sl. Brod	E	E	D	D	D	E,D	D	D-E,F	E,D	D,E	E	E

Tabela 4. Najvjerojatnija istovremena stabilnost u odabranim stanicama u odnosu na stabilnost F (umjereno stabilno) u Borovu, 1976-80.  
Table 4. The most probable of simultaneous stability for chosen stations related to stability F (moderate stabil) in Borovo, 1976-80.

\* F stabilnost se nije pojavila  
\* stability F has not occurred

07 h	I	II	III	IV	V	VI*	VII*	VIII*	IX	X	XI	XII
Osijek	F,E,G	F	E	D	C				E	E	F	F
Sombor	G,E-F	F	E	C	E				E	D,E	F	F
Županja	F	D	C	C	F				E	F	F	F
Novi Sad	F,G,E	D-F	F	D	B				D	D,F	D	F
D. Miholjac	F,E	F,D	D	D	F				F	F	F	F,E
Sl. Brod	F,G,E	F	D-F	E	E				E	E	F	F,E-G

mali broj mali broj  
podataka podataka

14 h	I	II*	III*	IV*	V*	VI*	VII*	VIII*	IX*	X*	XI	XII
Osijek	F										F	F
Sombor	F										F	F
Županja	F										F	F
Novi Sad	F										F	D
D. Miholjac	F										F	F
Sl. Brod	F										F	D

mali broj  
podataka

21 h	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Osijek	F,G	F,G	F,G	G,F	F	G	G,F	G	G	G	G,F	F,G
Sombor	F-G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	F,G	G,F
Županja	F,E	F,E	F,E	D,F,E	E-F,D	F,E	D-F,E	F,E	F,G,E	F,E,D,G	F	F
Novi Sad	F,E	F	F	F,G	F,G,E	G	G,F	G,F	G,F	F,G	F	F
D. Miholjac	F	F	F	F	F	F	F,E	F	F,G	F	F	F
Sl. Brod	F,G	E-G,F	G,F	G	G	G,F	G,F	G	G	G	F-G	G,F

## ZAKLJUČAK

Unatoč mogućoj subjektivnosti pri ocjeni stabilnosti Pasquillovim kriterijima može se zaključiti da stabilnost prostorno varira čak i nad relativno homogenim terenom tim više što se te varijacije ne gube ni u višegodišnjem osrednjavanju. Odavde dalje slijedi da prilikom primjene modela gausovskog tipa može doći do krivih predodžbi o disperziji polutanata ako se navedene prostorne varijacije ne uključe u model. Međutim izvedene karakteristike prostorne razdiobe stabilnosti ne mogu se tretirati kao klimatska karakteristika razmatranog ravničarskog terena. Naime s obzirom na moguće kratkotrajne klimatske fluktuacije trebalo bi na isti način ispitati prostorne varijacije stabilnosti za nekoliko različitih višegodišnjih perioda – pa tek tada izvesti konačni zaključak o klimatologiji ove pojave. Pored toga, treba dodati činjenicu da bi gušća mreža stanica dala sliku realnije razdiobe jer bi omogućila i prostorno izgladivanje podataka (ublažavanje uskih lokalnih upliva).

## SUMMARY

The paper describes stability horizontal variations in the northeastern part of Croatia and the neighbouring part of Vojvodina, which are predominantly plains (Fig. 1).

Stability classes from A to G were determined by means of wind and cloudiness hourly data (Pasquill, 1961) taking into account meteorological appearances (fog, convective clouds) as well (Lončar, 1974), based on measurements at 7 locations during the period 1976-1980. Stability variation over the mentioned region has been analysed through annual frequencies for every stability class (Tabl. 1, Figs. 2 to 10) and also on the base of the simultaneous occurrence of various stability classes in comparison to the stability class at one station (Borovo – by choice, Tab. 2, 3, 4).

Analyses reveal that stability varies horizontally even over such homogenous terrain. The largest stability change takes place over the part of the region where the Drava River flows into the Danube, presumably due to more frequent and intensive fog appearance during eve-

ning hours. In the morning and particularly at noon and early afternoon stronger local winds at Borovo make its surroundings more stable.

#### LITERATURA

- American Meteorological Society Workshop (Hanna S. R., G. A. Briggs, J. Deardorff, B. A. Egan, F. A. Gifford i F. Pasquill), 1977: Stability classification schemes and sigma curves-summary of recommendations, *Bull. Am. Met. Soc.*, Vol. 58, 1305-1309.
- Beychok, M. R., 1979: Fundamentals of stack gas dispersion, Irvin, California, XII-4.
- Draxler, R. R., 1980: An improved Gaussian model for long-term average air concentration estimates, *Atm. Env.*, Vol. 14, 597-601.
- Hanna, S. R., G. A. Briggs i R. P. Hosker Jr., 1982: Handbook on atmospheric diffusion, Technical Information Center, U. S. Department of Energy, 102.
- Koraćin, D., 1981: Utjecaj perioda osrednjavanja meteoroloških parametara na procjenu stabilnosti prizemnog sloja atmosfere, *Rasprave i prikazi* 16, RHMZ SRH, 9-20.
- Lončar, E., 1974: Ovisnost zagađenosti zraka u Zagrebu o meteorološkim faktorima, *Rasprave i prikazi RHMZ SRH*, No. 11, 149-159.
- Ludwig, F. L., 1981: A model for simulating the behaviour of pollutants emitted at ground level under time-varying meteorological conditions, *Atm. Env.*, Vol. 15, No. 6, 989-999.
- Mitchel, A. E. Jr., 1982: A comparison of short-term dispersion. Estimates resulting from various atmospheric stability classification methods, *Atm. Env.*, 16, 765-773.
- Pasquill, F., 1961: The estimation of the dispersion of wind borne materijal, *Met. Mag.*, Vol. 90, 33-51.
- Reiter, E. R. i P. F. Lester, 1968: Richardson's number in the free atmosphere, *Archiv für Met., Geop. und Bioklim.*, Band 17, 1-7.
- Sedefian, L. i E. Bennett, 1980: A comparison of turbulence classification schemes, *Atm. Env.*, Vol. 14, 741-750.
- Straka, J., H. Greis i K. J. Vogt, 1981: Diffusion of waste air puffs and plumes radar changing weather conditions, *Contributions to atmospheric physics*, Vol. 54, No. 2, 207-221.
- Šinik, N. i B. Cividini, 1981: Prostorne varijacije stabilnosti na širem području »NE Slavonija«, studija RHMZ SRH, Arhiva CMI, Zagreb, 45.
- Šinik, N., E. Lončar i S. Vidič, 1985: TE Plomin i onečišćenje atmosfere okoliša sumpornim dioksidom, *Susreti na dragom kamenu*.
- Turner, D. B., 1964: A diffusion model for an urban area, *Jour. Appl. Met.* Vol. 3, 83-91.
- U. S. Nuclear Regulatory Commission, 1972: On site meteorological programmes, *Regulatory Guide*, No. 1.23, Washington, D. C.
- Venkatram, A., 1979: The relationship between the convective boundary layer and dispersion from tall stacks. *Atm. Env.* Vol. 14, 762-769.
- Vidič, S., 1981: Lokalne razdiobe meteoroloških parametara u ispitivanju osjetljivosti modela difuzije gausovskog tipa, *Rasprave i prikazi* 16, RHMZ SRH, Zagreb, 55-63.