

RAZPRAVE PAPERS

Letnik 25

1

VSEBINA - CONTENTS

Stran

- B. Logar: Časovne in prostorske korelacije med temperaturami zraka na raznih višinah ter oblačnostjo in z upoštevanjem stanja tal v Ljubljani ob 14. uri
- Time and space correlations among air temperatures on different levels and cloudiness - with ground state considered in Ljubljana at 14.00 3
- K. Pandžić: Prikaz polja vjetra na Jadranu za vrijeme bure i juga
- Presentation of wind field at the Adriatic Sea during Bora and Scirocco conditions 17
- M. Vida, B. Logar, J. Žumer, P. Kartin, M. Perovič: Izsledki povezav med objektivnimi prognostičnimi biometeorološkimi parametri in nastanki cerebrovaskularnih bolezni (CVI)
- The indications of correlations between objective prognostic biometeorological parameters and the onset of cerebrovascular diseases (CVI) 31

ČASOVNE IN PROSTORSKE KORELACIJE MED TEMPERATURAMI ZRAKA NA RAZNIH VIŠINAH
TER OBLAČNOSTJO IN Z UPOŠTEVANJEM STANJA TAL V LJUBLJANI OB 14. URI

TIME AND SPACE CORRELATIONS AMONG AIR TEMPERATURES ON DIFFERENT LEVELS AND
CLOUDINESS WITH GROUND STATE CONSIDERED IN LJUBLJANA AT 14.00

551.524.72 : 576.2

551.509.331

Bojan LOGAR

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

In previous research /1/, we determined, for multiple linear regression levels of correlation of the air temperature in Ljubljana at 14.00 with three predictors; the previous day's air temperature in Ljubljana at 14.00 (temperature persistence), with the air temperature at the 850 mb level above Ljubljana (advection), and with the cosine of the respective day in the year (year cycle of air temperature). In the present work results are described which were obtained when cloudiness and the ground state in Ljubljana at 14.00 were also considered.

The cloudiness was appended to the three predictors mentioned. The ground state was considered in such a way that the data from a 3.6 year observation period were classified on a ground state basis. Multiple linear regression with four predictors was then calculated for each class.

The standard errors of the estimate are lower than 2°C 42% of the days in a year; for a further 55% of the days in a year they are lower than 2.5°C , and for the remaining 3% lower than 3.2°C . The correlation coefficients for the warmer three three-month seasons are mostly higher than 0.90, but are very low for some ground states in winter, when the correlation coefficients are even lower than 0.60.

Že v prejšnjih raziskavah /1/ smo za multiplo linerano regresijo ugotovili stopnjo povezanosti temperature zraka v Ljubljani ob 14. uri s tremi prediktorji: s temperaturo zraka v Ljubljani ob 14. uri prejšnjega dne (temperaturna persistenca), s temperaturo zraka na 850 mb ploskvi nad Ljubljano (advekcija) in s cosinusom zaporednega dneva v letu (letni hod temperature zraka). V tem prispevku so opisani rezultati, ki smo jih dobili, ko smo upoštevali še oblačnost in stanje tal v Ljubljani ob 14. uri. Oblačnost smo kot prediktor dodali že omenjenim trem prediktorjem, stanje tal pa smo upoštevali tako, da smo podatke iz 3.6 letnega opazovanega obdobja razdelili v razrede glede na stanje tal. V vsakem razredu so bili podatki z enakimi stanji tal. Multiple linearne regresije s štirimi prediktorji smo potem računali za vsak razred posebej. Standardne napake ocen so za 42% dni v letu nižje od 2°C , za nadaljnjih 55% dni v letu nižje od 2.5°C in za preostale 3% dni nižje od 3.2°C . Za toplejše tri letne čase so korelacijski koeficienti večinoma višji od 0.90. Zelo nizki so korelacijski koeficienti za nekatera stanja tal pozimi, ko so nižji celo od 0.60.

UVOD

Raziskovanje statističnih povezav med temperaturo zraka v neki točki pri tleh in različnimi vremenskimi parametri v isti točki pri tleh in v točki na 850 oziroma 700 mb ploskvi nad njo ter ob istem času tega in prejšnjega dne, smo razširili še na parametre, ki niso temperature zraka. Časovne in prostorske korelacije med temperaturami zraka na različnih višinah v Ljubljani in nad njo, ki smo si jo izbrali za študijsko točko, smo namreč že računali in rezultate objavili /1/. Takrat smo računali multiple linearne regresije, korelacijske koeficiente in standardne napake ocen za regresije. Regresije smo računali z željo, da bi lahko naši izsledki pomagali pri konstrukciji uporabnih prognostičnih regresijskih funkcij. Zato je vedno nastopala kot odvisna spremenljivka (prediktand) temperatura zraka pri tleh, temperature zraka na drugih višinah pa kot neodvisne spremenljivke (prediktorji).

Isto metodologijo smo uporabili tudi pri študiju vpliva oblačnosti in stanja tal na temperaturo zraka pri tleh. Od oblačnosti je močno odvisna temperatura tal, od te pa temperatura zraka pri tleh, zato je oblačnost posredno ali neposredno upoštevana na primer v numeričnih dinamičnih ali statističnih modelih za napovedovanje temperature zraka pri tleh /2,3/. Oblačnost smo kot prediktor dodali trem temperaturnim prediktorjem, katerih stopnjo povezanosti s temperaturo zraka pri tleh smo že ugotovili, in sicer: temperaturi zraka na 850 mb ploskvi nad Ljubljano (T_{850}), temperaturi zraka ob istem času prejšnjega dne (T') in cosinusu dneva v letu. Menimo, da je s temperaturo zraka T_{850} , oziroma z njeno spremembo, v regresijah upoštevan vpliv morebitne advekcije, s temperaturo T' je upoštevan persistentni značaj temperature zraka, s cosinusom dneva pa letni temperaturni hod.

Stanje tal je kompleksen podatek, saj posredno govori tudi o morebitnih padavinah in vetru na tisti točki, s tem pa tudi o izhlapevanju, torej o prehajanju latentne toplote s tal v zrak. Glede na stanje tal, ki je šifrirano od 0 do 9, smo podatke za vsak letni čas posebej razdelili v razrede. Za vsak razred z relativno pogostostjo podatkov, večjo od 3% na letni čas, smo računali regresijo z že omenjenimi štirimi prediktorji, torej z oblačnostjo in tremi temperaturnimi prediktorji. Skupno je bilo treba računati 17 regresij: 6 za zimo, 5 za pomlad in po 3 za poletje in jesen.

Omejili smo se na podatke ob 14. uri iz 3.6 letnega obdobja od 1.1.1974 do 31.7.1978. Razdelili smo jih na štiri letne čase, in sicer tako, da smo za zimo vzeli mesece december, januar in februar. Temperature zraka na 850 mb ploskvi smo dobili z interpolacijo vrednosti, ki so jih merili nad Zagrebom in Vidmom ob 13. uri vsak dan.

OBLAČNOST

Pod oblačnostjo razumemo stopnjo celotne oblačnosti za vse vrste oblakov skupaj. Stopnje oblačnosti so v desetinah ocenjene površine neba, pokritega z oblaki glede na površino celotnega neba; 0/10 pomeni popolnoma jasno, 10/10 popolnoma oblačno.

Frekvenčne porazdelitve oblačnosti po letnih časih v Ljubljani ob 14. uri kažejo histogrami na sliki 1. Risali smo jih zaradi tega, da smo podatke o oblačnosti lahko vsaj v grobem kontrolirali in da smo videli, na kakšnih podatkih bodo regresije pravzaprav računane. Zelo podobni sta si le porazdelitvi za pomlad in jesen. V vseh letnih časih, razen poleti, je najpogosteje popolnoma oblačno. Levi vrh je, razen pozimi, pomaknjen v desno, kar pomeni, da je ob 14. uri pogosteje 1/4 neba pokritega z oblaki in da nebo ni popolnoma jasno.

REGRESIJE Z OBLAČNOSTJO

Oblačnost (CL14) smo kot prediktor dodali trem temperaturnim prediktorjem: temperaturi zraka na 850 mb ploskvi nad Ljubljano (T850), temperaturi zraka pri tleh ob 14. uri prejšnjega dne (T14') in cosinusu dneva v letu (natančneje: $\cos(2\pi d/365)$, kjer je d zaporedni dan v letu). Ravno te tri smo izbrali zato, ker je s temperaturo zraka T850 upoštevan vpliv morebitne advekcije, s temperaturo zraka T14' njen močan persistentni značaj in s cosinusom dneva povprečni letni potek temperature.

Rezultati korelacije temperature T14 z vsemi štirimi prediktorji, torej tudi z upoštevanjem oblačnosti, so v tabeli 1. Po letnih časih so tam zbrani regresijski koeficienti (b_1), korelacijski koeficienti (r) ter standardne napake ocen (SE) za multiplo linearno regresijo:

$$T14 = b_0 + b_1 \cdot \cos(2\pi d/365) + b_2 \cdot T14' + b_3 \cdot T850 + b_4 \cdot CL14 \quad (1)$$

Korelacijski koeficienti so visoki za vse tri toplejše letne čase ($r=0.89$ do 0.93), ne pa za zimo ($r=0.77$). Standardne napake ocen za te tri letne čase so sicer manjše od tiste za zimo, vendar relativne razlike niso tako velike kot pri korelacijskih koeficientih. Najmanjša je standardna napaka ocene za poletje, ki znaša 2.1°C . Za zimo znaša ta napaka še vedno le 2.5°C .

Za regresijo (1) lahko po letnih časih ocenimo tudi poprečni vpliv oblačnos-

ti na temperaturo zraka v Ljubljani pri tleh ob 14. uri. Sprememba je obratno sorazmerna spremembi stopnje oblačnosti, poprečno spremembo temperature zraka po letnih časih pa določa še regresijski koeficient b_4 . Če je pri enakih pogojih enkrat popolnoma jasno ($CL14=0$), drugič pa popolnoma oblačno ($CL14=1$), je pozimi temperatura nižja poprečno le za približno 1.9°C , poleti pa poprečno kar za približno 7.2°C .

Rezultate korelacij med temperaturo zraka T14 in temperaturama T850 in T14' ter cosinusom dneva smo že objavili /1/ in nam tu služijo le za primerjavo. Za koliko so se znižale standardne napake ocen in za koliko so se zvišali korelacijski koeficienti, ko smo dodali trem temperaturnim prediktorjem še oblačnost, je razvidno iz slike 2. Za primerjavo smo rezultatom regresij s tremi oziroma štirimi prediktorji dodali še rezultate regresij z enim samim prediktorjem. In sicer smo za prediktor za zimo in jesen vzeli temperaturo T14', za pomlad in poletje pa temperaturo T850.

Pri tako majhnem številu prediktorjev se z vsakim dodatnim prediktorjem multipli korelacijski koeficient poveča, standardna napaka ocene pa zmanjša. Zato so med letnimi časi vidne precejšnje razlike v velikosti sprememb. Oblačnost je kot prediktor v regresiji (1) najpomembnejša poleti, ko se zaradi njenega upoštevanja standardna napaka ocene zmanjša kar za 0.9°C , regresijski koeficient pa poveča kar za 0.14. Po stopnji vpliva oblačnosti na temperaturo zraka pri tleh T14 v regresiji (1) sledijo poletju pomlad, jesen in zima. Od prediktorjev v regresiji (1) ima pozimi prevladujoč vpliv temperatura zraka prejšnjega dne T14' (temperaturna persistenca), saj se standardna napaka ocene zaradi upoštevanja oblačnosti zmanjša le za 0.1°C , zaradi upoštevanja temperature zraka T850 in pa cosinusa dneva pa tudi le za 0.2°C (slika 2).

STANJE TAL

Ker se zrak pri tleh segreva od tal, je stanje tal za temperaturo zraka pri tleh zelo pomemben parameter. Ni vseeno ali so tla suha, mokra ali celo pokrita s snegom. Na stanje tal vplivajo temperatura, veter, padavina in drugi vremenski pojavi. Stanje tal je označeno s številkami od 0 do 9, s tem

da pomeni: 0-suha, 1-vlažna, 2-mokra, 3-zmrznjena, 4-poledenela, 5 in 6-s talečim se snegom ne popolnoma pokrita tla, 7-s talečim se snegom popolnoma pokrita tla, 8 in 9-s pršičem pokrita tla. Dvojice stanj 3 in 4, 5 in 6 ter 8 in 9 smo zaradi majhnega števila primerov in medsebojne podobnosti stanj obravnavali kot isto stanje. Kakšna je relativna pogostost posameznih stanj po letnih časih v Ljubljani ob 14. uri, vidimo na sliki 3. V vseh letnih časih, razen poleti, so tla najpogosteje vlažna in to približno polovico dni. Poleti pa so tla najpogosteje suha. Obratno je pozimi, ko so tla najredkeje suha.

Oznake stanj tal od 0 do 9 so šifre. Menimo, da te za kvantitativno določanje podobnosti oziroma razdalje med posameznimi stanji tal niso primerne. Menimo torej, da prostor šifriranih stanj ne bi bil metrični prostor; le v takih prostorih pa je regresijo smiselno definirati. Zato stanja tal raje nismo uvrstili med prediktorje, temveč smo za vsako stanje tal tvorili razred podatkov, in to za vsak letni čas posebej. Glede na majhno pogostost nekaterih stanj v nekaterih letnih časih smo računali regresije (1) le za tiste razrede podatkov, katerih relativna pogostost je bila v tistem letnem času vsaj 3%. Zato smo za zimo računali regresije za šest, za pomlad za pet in za poletje ter jesen za po tri razrede podatkov z enakimi stanji tal. S skupno sedemnajstimi regresijami je tako upoštevano več kot 99% vseh dni v opazovanem obdobju.

REGRESIJE ZA RAZREDE Z ENAKIMI STANJI TAL

Regresijski koeficienti za regresijo (1) za sedemnajst razredov z enakimi stanji tal in za vse štiri letne čase so zbrani v tabeli 2. Tam so tudi standardne napake ocen in korelacijski koeficienti za te regresije.

Za toplejše tri letne čase so korelacijski koeficienti večinoma višji od 0,90. Zelo nizki so korelacijski koeficienti za nekatera stanja tal pozimi, ko so nižji celo od 0,60 (zmrznjena ali poledenela tla in s pršičem pokrita tla). Vendar pa tudi v teh primerih standardne napake ocen, razen za zmrznjena ali poledenela tla, niso visoke. Za vse štiri letne čase velja, da so standardne napake ocen nižje ali enake tistim v tabeli 1, kjer stanja tal

nismo upoštevali. Izjemi sta le dve - spet zmrznjena ali poledenela tla pozimi in vlažna tla jeseni, ko je pa standardna napaka ocene višja le za $0,1^{\circ}\text{C}$.

Standardna napaka ocene je poleti za 87% dni, jeseni za 43% dni, spomladi pa za 39% dni nižja od 2°C . Absolutno najnižja je standardna napaka ocene pri suhih tleh, in to za vse tri toplejše letne čase. Znaša le 1,2 oziroma $1,3^{\circ}\text{C}$.

Poprečni vpliv oblačnosti, kot prediktorja v regresiji (1), kažejo po letnih časih in stanjih tal regresijski koeficienti b_4 . V vseh štirih letnih časih je vpliv tega prediktorja na temperaturo zraka ob 14. uri najmočnejši pri mokrih in najšibkejši pri suhih tleh. Pri mokrih tleh pa je najmočnejši poleti (tabela 2). Temperatura bi bila takrat v poprečju različna kar za $16,8^{\circ}\text{C}$, če bi bilo pri sicer enakih pogojih enkrat popolnoma oblačno, drugič pa popolnoma jasno. Za primerjavo: za enako temperaturno razliko zraka pri tleh bi pa pri sicer enakih pogojih morali biti temperaturi na 850 mb ploskvi kar za približno 25°C različni. Rezultat ni presenetljiv niti ni v nasprotju s fizikalnimi zakoni segrevanja tal. Pri mokrih tleh, to je ob padavinah ali tik po njih, namreč spremlja oblačnost pojave, ki na temperaturo zraka pri tleh močnejše vplivajo kot oblačnost sama. Tu mislimo na zamenjavo zračnih mas ob prehodih front ter na ohladitve ob poletnih popoldanskih plohah in nevihtah.

SKLEP

Računali smo regresijske in korelacijske koeficiente ter standardne napake ocen za regresijsko funkcijo (1). Po pričakovanju so zaradi upoštevanja oblačnosti in stanja tal korelacijski koeficienti v splošnem višji, standardne napake ocen pa nižje od tistih za regresije, pri katerih oblačnosti in stanja tal nismo upoštevali. Standardne napake ocen so za 42% dni v letu nižje od 2°C , za nadaljnih 55% dni v letu nižje od $2,5^{\circ}\text{C}$ in za preostale 3% dni nižje od $3,2^{\circ}\text{C}$. Zato menimo, da bi veljalo opisane regresijske funkcije preizkusiti še v prognostični praksi, torej na prognoziranih podatkih za temperaturo na 850 mb ploskvi ter za oblačnost in za stanje tal.

LITERATURA

- /1/ Logar, B.: Časovne in prostorske korelacije med temperaturami zraka v Ljubljani in nad njo. Razprave-Papers, v tisku.
- /2/ Rakovec, J.: Numerična napoved temperature tal in zraka pri tleh. Razprave-Papers, 23, 1979, 5-18.
- /3/ Klein, W.H. and G.A. Hammons: Maximum/minimum temperature forecasts based on model output statistics. Mon.Wea.Rev., 103, 1975, 796-806.

Tabela 1 Regresijski koeficienti (b_i) v izrazu (1), korelacijski koeficienti (r) in standardne napake ocen (SE). N pomeni velikost vzorca (število primerov).

Table 1 Regression coefficients (b_i) in equation (1), correlation coefficients (r) and standard errors (SE). N means the number of cases.

	zima winter	pomlad spring	poletje summer	jesen autumn
N	415	460	397	364
b_0	7.11	12.28	15.47	10.53
b_1	-4.73	-2.31	-1.63	-4.34
b_2	0.61	0.22	0.09	0.29
b_3	0.23	0.71	0.73	0.51
b_4	-1.88	-6.06	-7.20	-3.99
r	0.77	0.92	0.89	0.93
SE	2.5	2.4	2.1	2.4

Tabela 2 Število primerov (N), poprečne temperature zraka ob 14. uri (\bar{T}_{14}), standardne napake ocen (SE) ter korelacijski (r) in regresijski koeficienti (b_i) za regresijo (1) pri različnih stanjih tal (st).

Table 2 The number of cases (N), the average temperature of the air at 14.00 h. (\bar{T}_{14}), the standard error (SE) and correlation (r) and regression coefficients (b_i) for regression (1) under different ground states (st).

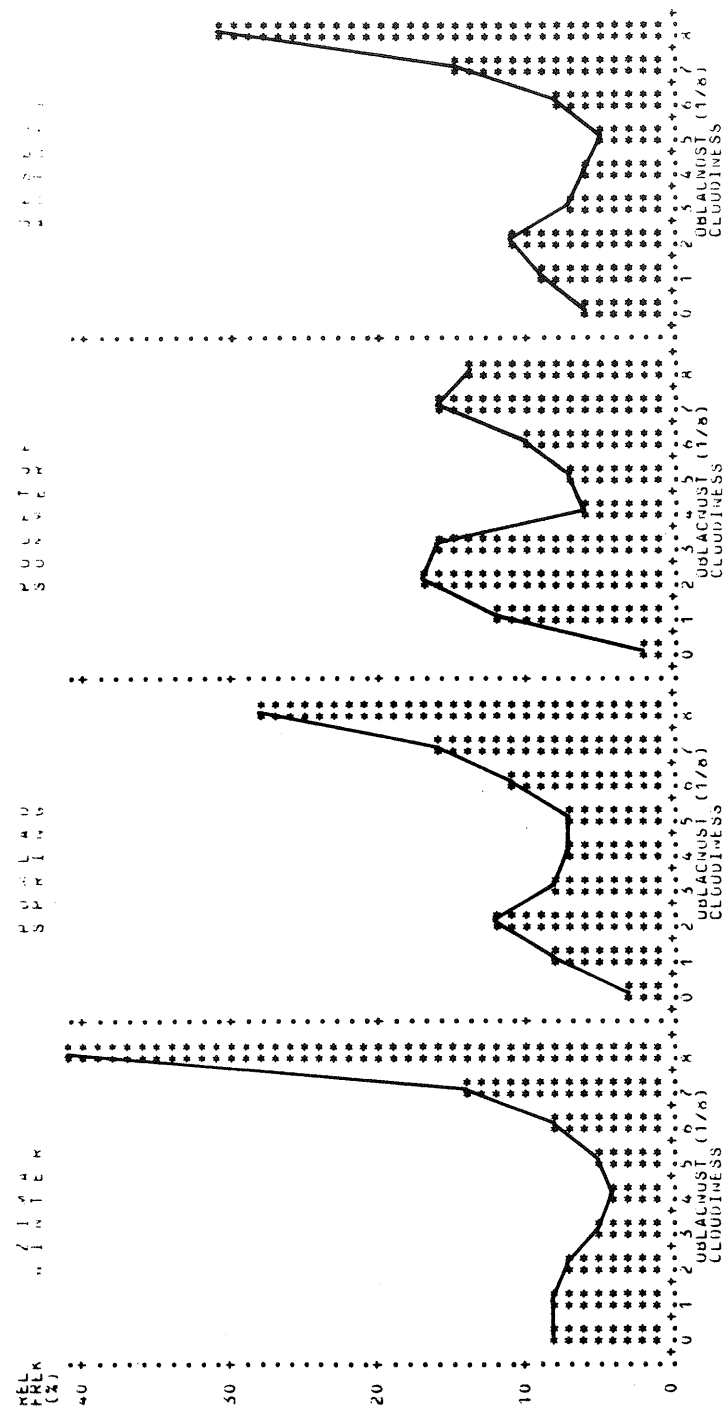
	zima		winter			
st	3/4	1	2	5/6	7	8/9
N	43	167	45	18	113	22
\bar{T}_{14}	1.5	6.0	5.7	3.3	1.8	-2.0

b ₀	-10.00	9.36	11.24	12.46	7.77	2.36
b ₁	12.72	-5.70	-4.39	-9.39	-6.55	-2.50
b ₂	0.46	0.51	0.45	0.32	0.32	0.29
b ₃	0.04	0.26	0.47	0.29	0.14	0.17
b ₄	-2.59	-2.06	-5.47	-2.35	-0.81	-1.51
r	0.58	0.72	0.81	0.81	0.62	0.47
SE	3.2	2.4	2.0	2.5	2.2	2.2

		pomlad		spring	
st	0	1	2	5/6	7
N	144	214	65	15	19
$\bar{T}14$	18.9	14.4	9.6	5.7	4.4
b ₀	13.56	14.08	16.14	9.01	9.59
b ₁	-2.80	-2.49	-0.44	-1.03	-1.46
b ₂	0.07	0.08	0.05	0.10	0.21
b ₃	0.83	0.70	0.83	0.59	0.70
b ₄	-3.27	-5.12	-9.86	-3.50	-7.02
r	0.96	0.90	0.86	0.94	0.90
SE	1.3	2.1	2.4	1.6	1.8

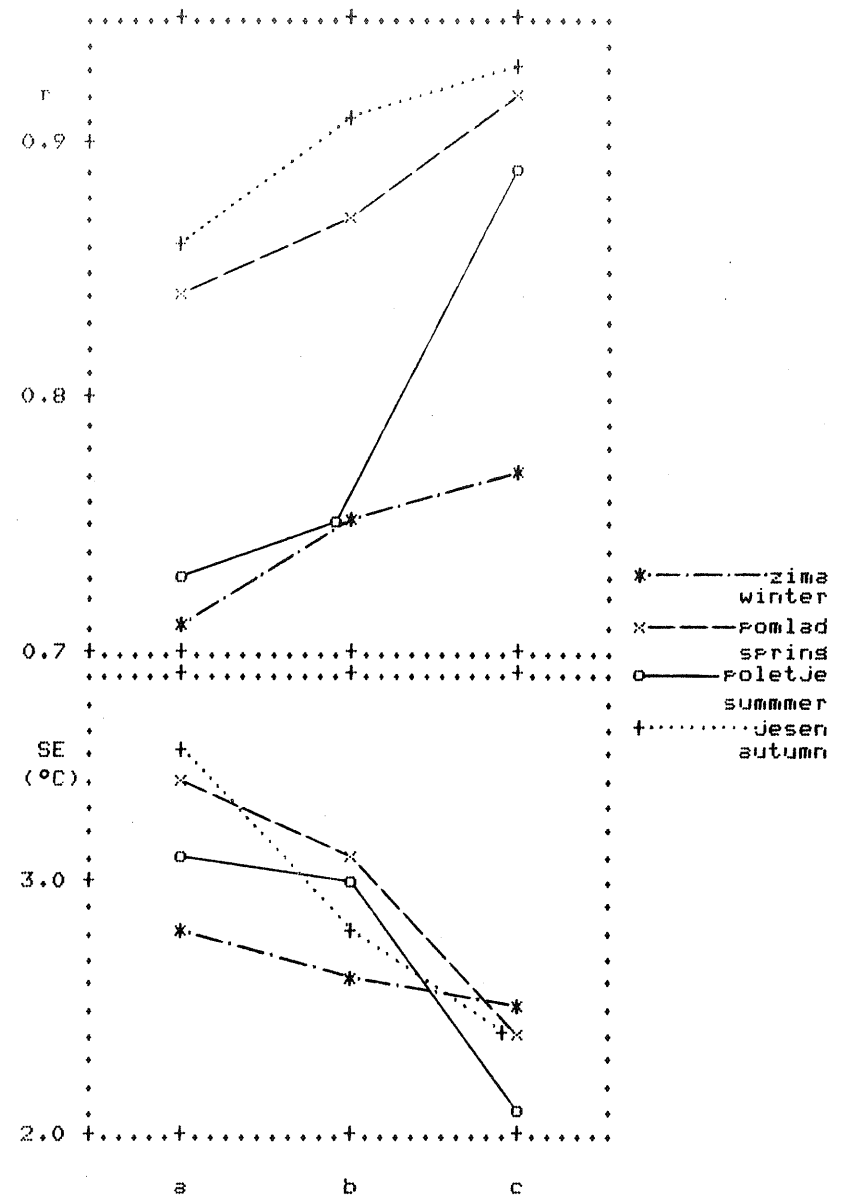
		poletje summer		
st	0	1	2	
N	183	163	51	
$\bar{T}14$	25.8	22.0	16.4	
b ₀	14.01	16.68	24.01	
b ₁	-2.28	-0.42	-0.75	
b ₂	0.14	0.04	0.05	
b ₃	0.64	0.73	0.67	
b ₄	-3.97	-5.41	-16.76	
r	0.92	0.85	0.77	
SE	1.3	1.7	2.1	

		jesen		autumn	
st	0	1	2		
N	85	203	70		
$\bar{T}14$	21.2	12.5	10.1		
b ₀	12.14	11.20	15.72		
b ₁	-5.50	-5.36	-1.46		
b ₂	0.20	0.26	0.22		
b ₃	0.50	0.43	0.60		
b ₄	-1.53	-2.98	-11.24		
r	0.96	0.91	0.91		
SE	1.2	2.5	1.8		



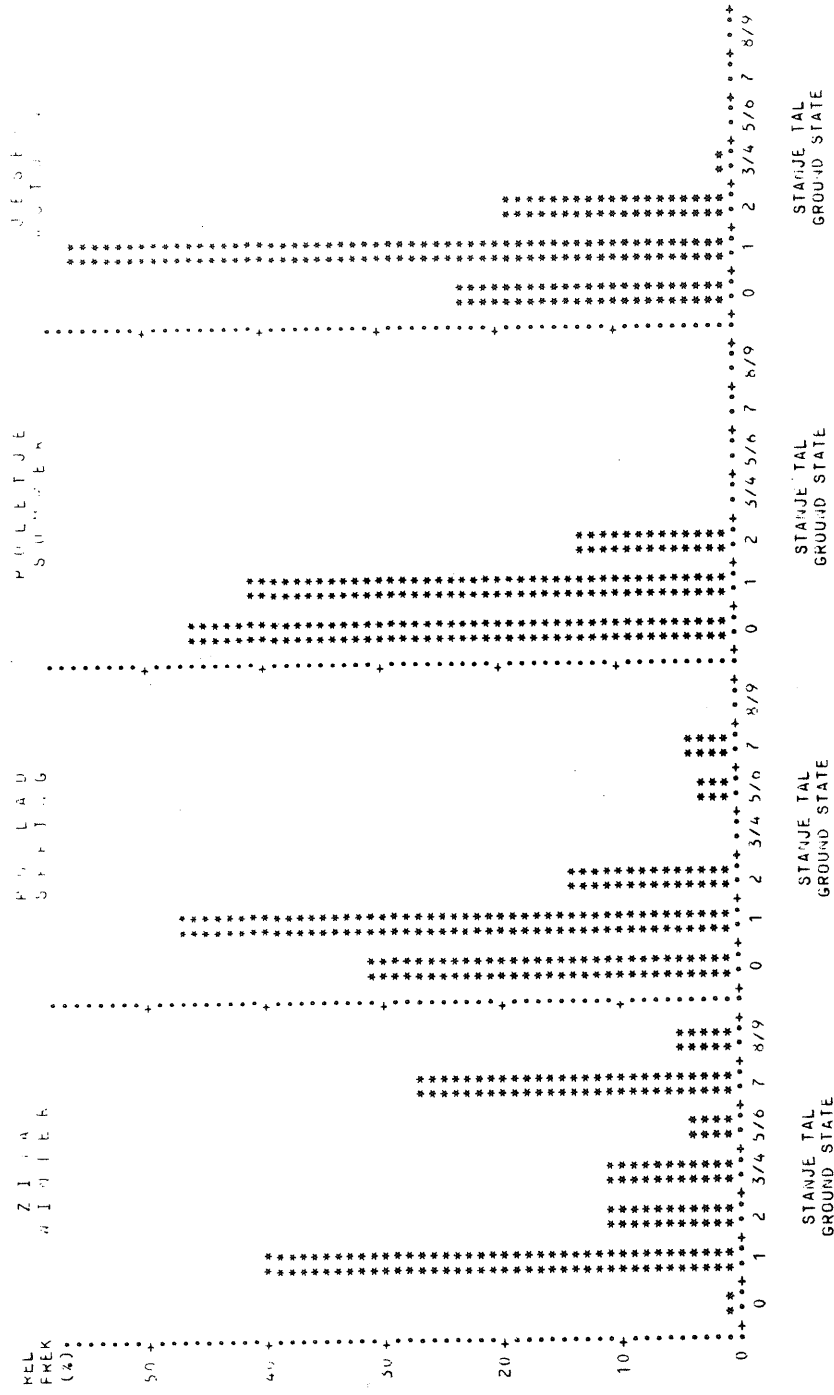
Slika 1 Frekvenčna porazdelitev oblačnosti v Ljubljani ob 14. uri.

Fig. 1 The frequency distribution of cloudiness in Ljubljana at 14.00 h.



Slika 2 Korelacijski koeficienti (r) in standardne napake ocen (SE) za regresije a, b in c po letnih časih. Prediktorji za a: T14' (zima, jesen) oziroma T850 (pomlad, poletje); za b: $\cos(2\pi d/365)$, T14' in T850; za c: $\cos(2\pi d/365)$, T14', T850 in CL14

Fig. 2 Correlation coefficients (r) and standard errors (SE) for regressions a, b and c according to season. Predictors for a: T14' (winter, autumn), or T850 (spring, summer); for b: $\cos(2\pi d/365)$, T14' and T850; for c: $\cos(2\pi d/365)$, T14', T850 and CL14



Slika 3 Frekvenčne porazdelitve stanj v Ljubljani ob 14. uri za 3.6 letno obdobje

Fig. 3 Frequency distribution of ground states in Ljubljana at 14.00 h for a 3.6 year period

Krešo PANDŽIĆ

Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb

SUMMARY

The Bora is a well - known cold, strong and gusty Northeasterly wind along the Eastern Adriatic Sea coast. It occurs in association with large temperature and surface pressure gradients between the windward and leeward side of the steep mountains which closely follow the coast.

The Scirocco ("jugo") is the wind, mainly Southeasterly indirection, which occurs along the same coast during the advection of warm air from lower latitudes. In distinction to the Bora, which is relatively dry, the Scirocco appears with high humidity.

Both of these types of winds, as well as their combination along the coast are associated with some specific large - scale circulation types. In this paper we present (Fig.1 - 3) the mean distribution of surface pressure and AT 500 mb during 10 selected cases of each type, which indicate the basic characteristic during these phenomena.

Table 1 and Fig. 4 give the mean velocity and direction of the wind along the Adriatic coast during a) Scirocco, b) Bora and Scirocco, and c) Bora. It can be seen that the maximum of the mean Bora wind speed appears on the Northern Adriatic coast (Senj), whereas the absolute maximum speed of the Scirocco is found on the open sea of the Southern Adriatic. These results are in accordance with earlier studies of these phenomena.

POVZETEK

V članku smo prikazali srednjo porazdelitev zračnega pritiska nad večjim delom Evrope v času, ko sta na vzhodni obali Jadrana pihala burja ali jugo. Podali smo srednje vrednosti hitrosti in smeri vetra na posameznih mestih vzdolž obale in na otokih in jih prikazali v obliki vektorskih polj.

Rezultati kažejo, da je polje vetra na Jadranu v omenjenih primerih prvenstveno posledica porazdelitve zračnega pritiska in topografije tega področja.

UVOD

Bura je relativno hladan, jak i mahovit vjetar, poznat duž Jadranskog primorja. Nastaje kada se relativno hladan zrak nagomila na jednoj strani planinske zapreke i uvjetuje velike temperaturne razlike između zraka na zavjetrenoj i navjetrenoj strani, što znači da se na tom području povećava potencijalna energija. Velike brzine koje se pri tome često pojavljuju su prije svega posljedica silazne komponente gibanja, pri čemu dolazi do pretvaranja težinske potencijalne energije hladnijeg zraka u kinetičku. Naziv bura za ovakav tip strujanja potječe od grčke riječi boreas, što znači sjeverni vjetar.

Jugo je vjetar koji nastaje uz advekciju toplijeg zraka na Jadransko područje iz nižih širina. U glavnom je jugoistočnog smjera duž istočne obale Jadrana. Osim što je topao, za razliku od bure koja je relativno suha, jugo je vlažan vjetar. Ova dva tipa vjetra su preovladavajući na Jadranu, osobito u zimskom dijelu godine.

Prvi poznatiji rad na ovu temu potječe od Banda /1/. U ovom radu on obradjuje podatke nekolicine meteoroloških stanica smještenih na istočnoj obali Jadrana. Band je promatrao hod pojedinih meteoroloških elemenata (temperature, vlage, tlaka) za vrijeme trajanja bure na tim stanicama, polje strujanja i trajnost bure u različitim meteorološkim situacijama. Doprinos proučavanju bure, posebno u SR Sloveniji dali su Paradiž /14/, Petkovšek /16/, te Pet-

kovšek i Paradiž /15/. Oni razmatraju buru ovisno o uzroku njenog nastanka, a teoretske pretpostavke potkrepljuju primjerima. Makjanić /10/, /11/, /12/ je pored dinamičkog proučavanja bure dao i statističke analize o buri i jugu, promatrajući istočnu obalu Jadrana u cjelini.

Zanimljivi su radovi japanskih znanstvenika /17/ koji daju interesantne rezultate istraživanja bure.

Detaljno proučavanje bure u Senju sa statističkog stanovišta vršio je Lukšić /9/. On promatra dnevne, mjesečne i godišnje tokove pojedinih meteoroloških elemenata za vrijeme bure.

Učinjen je i prvi pokušaj numeričke simulacije ovih vjetrova /13/. Jurčec /6/ prikazuje jedan slučaj mezoanalize bure na Sjevernom Jadranu, i naglašava utjecaj makrovremenske situacije na intenzitet i raspodjelu bure, kao i njezinu povezanost s temperaturom i vlagom u određenoj situaciji.

U ovom radu dan je prikaz srednje razdiobe tlaka na području Evrope za vrijeme bure i juga na Jadranu, i naglašeni su glavni faktori koji utječu na raspodjelu i intenzitet ovih vjetrova.

SREDNJE SINOPTIČKE SITUACIJE ZA VRIJEME BURE I JUGA

Za razliku od nekih drugih lokalnih vjetrova, jugo je vjetar čisto gradijentskog tipa. Javlja se u situaciji kada su ciklonalne aktivnosti nad područjem Evrope i Sredozemlja jače izražene.

Kakva je srednja sinoptička situacija za vrijeme juga? Približan odgovor može dati analiza baričkog polja prikazanog na slici 1.

Ova srednja sinoptička situacija dobivena je na osnovu deset sinoptičkih situacija u 00 GMT za vrijeme juga iz 1979./80. i to:

21. i 24. septembra; 16 - 17. oktobra; 14 - 15. i 30. novembra; 11. i 23. decembra; 1979.; 10. februara 1980.

Analogno su dobivene srednje situacije iz slijedećih datuma s jugom i burom na Jadranu:

23. septembra; 6., 12., 30. oktobra; 9 - 10. novembra, 20 - 22. decembra 1979. i 15. januara 1980. godine

i za samo buru iz sljedećih datuma:

31. decembra 1979; 2 - 3., 6 - 8., 11 - 13. i 27. januara 1980. godine.

Korištena je mreža od 17 x 13 točkaka nad područjem Evrope, a vrijednosti tlaka u pojedinim točkama dobivene su interpolacijom vrijednosti prikazanih izobarama.

Odmah se može uočiti da je za vrijeme juga cijelo područje Zapadne Evrope i Sredozemlja u polju sniženog tlaka sa centrom od 1000 mb na sjeverozapadu Evrope. Budući da je ovo srednja situacija, eliminirana je sredozemna (sekundarna) ciklona koja se vrlo često javlja inicirana atlantskom ciklonom.

Na području istočnog djela Evrope prevladava slabo izraženo polje povišenog tlaka do 1020 mb.

Na slici 1. je prikazana i srednja AT - 500 mb ploha iz istih termina. Opći je utisak da nad zapadnom Evropom prevladava zapadno visinsko strujanje, koje iznad Sredozemlja skreće na jugozapadni smjer. Time je omogućen dotok toplog zraka iz područja sjeverne Afrike nad područjem Jadrana. Kako su prizemno polje tlaka, odnosno AT - 500 mb ploha osnovni indikatori strujanja zraka, moglo bi se na osnovu analogije sa prognostičkim situacijama istih polja predvidjeti pojava juga na većem djelu Jadrana. Međutim ovakva sinoptička situacija se ne zadržava dugo. Barički sistemi se grubo uzevši najčešće gibaju od zapada prema istoku. S tim u vezi dolazi do promjena smjerova vjetra na našoj obali. Najčešće nakon jače izražene doline jača greben povišenog tlaka zahvaćajući najprije zapadni dio Evrope. Centar sniženog tlaka od 1006 mb pomiče se preko Sredozemlja prema istoku. U takvim situacijama na sjevernom dijelu Jadrana (slika 2.) počinje bura, a na južnom dijelu i dalje puše jugo. Na karti AT - 500 mb plohe dolina je pomaknuta više prema istoku, dok

je greben nad istočnim Atlantikom ojačao, tako da je strujanje iznad zapadne Evrope skrenulo na sjeverozapadni smjer, dok je nad istočnim Sredozemljem i dalje prevladavajuće jugozapadno visinsko strujanje. Ovisno o pokretljivosti baričkih sistema, u pravilu, i ovakve situacije nisu dugotrajne. Slijedi daljnja transformacija baričkih sistema. Greben povišenog tlaka preko zapadne Evrope i dalje jača (slika 3.) dok se centar sniženog tlaka (1012 mb) pomiče prema istočnom Sredozemlju.

Na karti AT - 500 mb plohe uočava se sjeverozapadno strujanje preko zapadne i srednje Evrope koje dovodi hladniji zrak iz polarnih područja u sredozemni bazen i Jadransko područje. Pored toga, opaža se opći porast tlaka (usporediti slike 1 i 3.). Tada na Jadranu puše bura. Kao što je spomenuto u uvodu, što su razlike u temperaturama na navjetrini Dinarskih planina i obali Jadrana veće, to su i brzine bure veće.

Bura je osobito jaka u slučajevima kada su pored temperaturnih razlika i gradijenti tlaka zraka relativno veliki. Bura je katabatički vjetar tj. ima vertikalnu komponentu gibanja koja je uzrokovana spuštanjem hladnog zraka niz obronke Dinarskih planina.

SREDNJE POLJE VJETRA NA JADRANU ZA VRIJEME BURE I JUGA

Podaci za dobivanje srednjaka uzeti su iz arhive Republičkog hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske. Uzet je uzorak od trideset klimatoloških termina 07, 14, 21^h sa jugom, jugom i burom i samo burom na cijelom Jadranu i to na iste datume kao što su uzeti podaci za izračunavanje srednjih sinoptičkih situacija.

Rezultati su prikazani u tablici 1. i slikama 4a, 4b, 4c grafički.

Srednjak brzine je dobiven kao aritmetička sredina brzina za pojedini termin bez obzira na smjer, dok su srednji smjerovi aritmetička sredina smjerova pojedinog termina.

Rezultati za slučaj juga prikazani su u tablici 1(1) i grafički na slici 4a.

Kao što se iz tablice vidi, u mjestima koja su više okrenuta prema otvorenom moru, smjer juga je oko 180° (Lastovo, Palagruža), dok u mjestima uz obalu smjer juga je oko 140° . Osim što su smjerovi promjenljivi idući od otvorenog mora prema obali, brzine se također mjenjaju. Tako, na primjer, dok je na Palagruži srednja brzina juga 12 m/s, u Makarskoj je svega 3 m/s. Osim toga, brzina juga veća je na južnom, nego na sjevernom Jadranu. Iako je broj termina (trideset) pri izračunavanju srednjaka relativno mali, očigledno je utjecaj otoka na brzinu juga. To je pogodno za izgradnju luka za brodove, budući da jugo, za razliku od bure, na otvorenom moru stvara visoke valove, što bi u nezaklonjenim lukama nepovoljno djelovalo na usidrene plovne objekte.

Na slici 4b, nacrtanoj na osnovu podataka iz tablice 1b, ima se pregled strujanja kada na sjevernom Jadranu puše bura, a na južnom jugo. Općenito bi se moglo reći, da je u ovom slučaju smjer vjetra istočni na srednjem Jadranu, na krajnjem jugu Jadrana smjerovi su slični kao kod "čistog" juga, iako skrenuti nešto prema istoku, dok na krajnjem sjeveru promatranog djela Jadranske obale, vjetar ima karakteristike bure, sa smjerovima također nešto skrenutim prema istoku. Na slici 4c prikazana je situacija za vrijeme bure na cijelom Jadranu. Smjerovi su iz sjeveroistočnog kvadranta, gotovo uvijek okomiti na obalu, za razliku od juga koji je paralelan obali. I to ukazuje na velike razlike u prirodi nastanka tih dvaju vjetrova. Osim toga, brzina bure je na sjevernom djelu Jadrana veća nego na južnom djelu (izuzev Lastova), što je opet suprotno jugu. Dakle ova dva vjetra su u izvjesnom smislu komplementarna. Nadalje, brzina bure se općenito smanjuje idući od obale prema otvorenom moru.

ZAKLJUČAK

Bura i jugo javljaju se u određenim sinoptičkim situacijama. Iz srednjih raspodjela tlaka i geopotencijala 500 mb pokazano je da za vrijeme juga područje sniženog tlaka (jače izraženo) prevladava nad zapadnim djelom Evrope, dok je nad istočnim djelom slabo izraženo polje povišenog tlaka. Kod bure je u izvjesnom smislu obratna sinoptička situacija, gledajući Evropu. Naime, područje povišenog tlaka je nadomjestilo ono sniženog i pojačano je, dok je

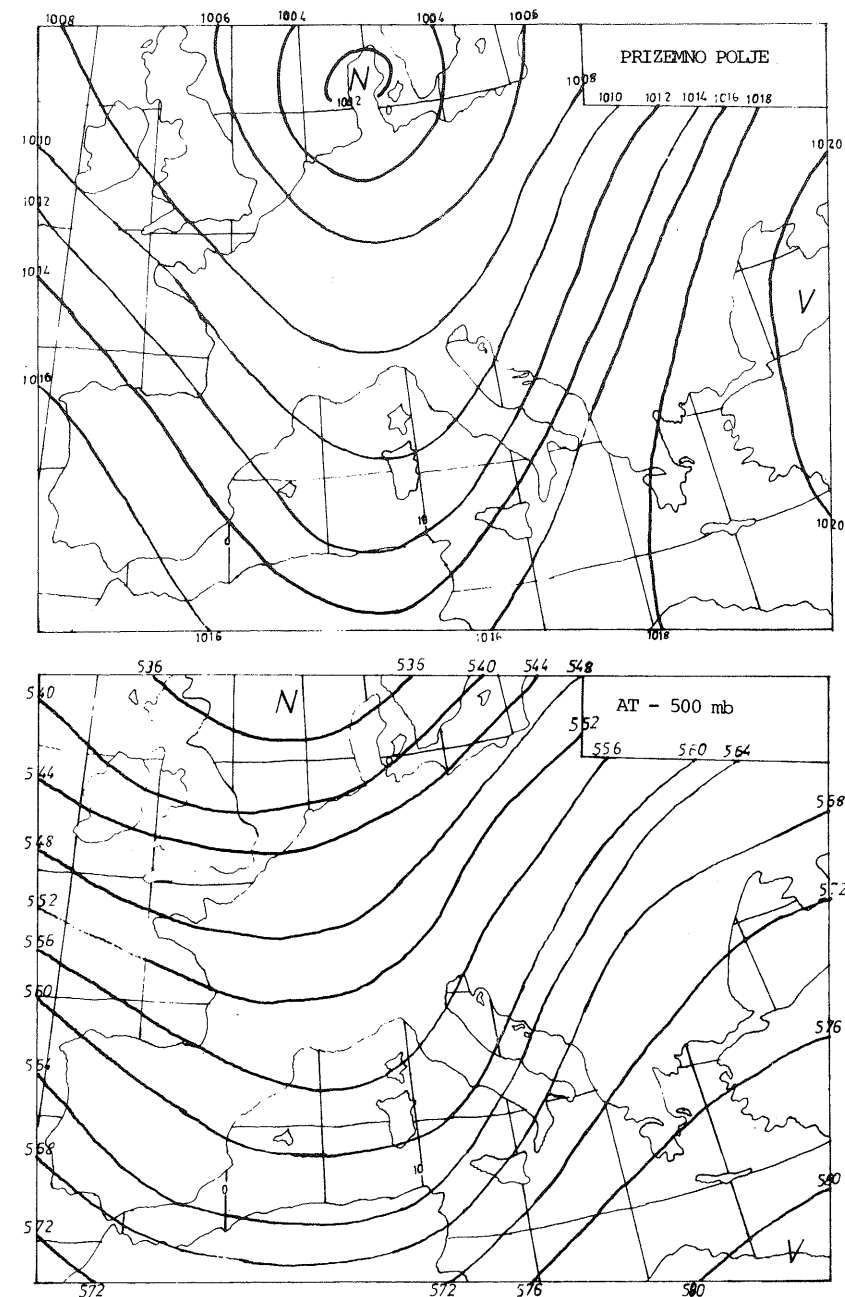
područje sniženog tlaka odmaklo na istok i pored toga oslabljeno.

Bura puše iz sjeveroistočnog kvadranta, okomito na obalu, dok jugo puše iz jugoistočnog kvadranta paralelno obali. Apsolutni maksimum srednje brzine bure je na sjevernom djelu Jadrana (Senj), dok je kod juga apsolutni maksimum srednje brzine na otvorenom moru južnog djela Jadrana (Palagruža), što je u skladu sa rezultatima ranijih istraživanja ove problematike.

LITERATURA

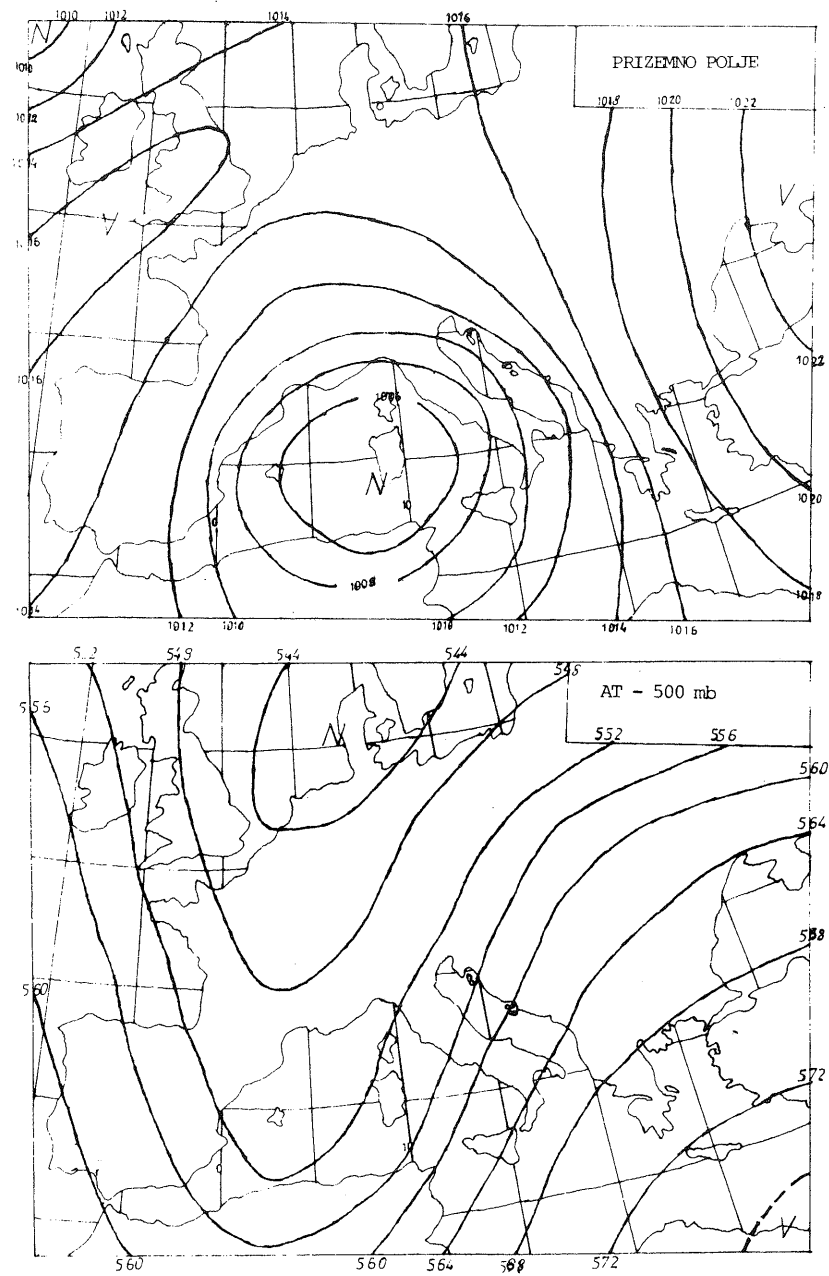
- /1/ Band, G. 1950. - Die Bora der Adria (doktorska disertacija), Köln.
- /2/ Čadež, M. 1964. - Vreme u Jugoslaviji. Prirodno - matematički fakultet u Beogradu. Meteorološki zavod, Rasprave (4).
- /3/ Čadež, M. 1970. - Beschreibung des Wetters mittels Wettertypen. Prace Geograficzne (Krakow), (26), 119 - 138.
- /4/ Čadež, M. 1976. - Some Observations on Bora and Föhn Winds. Local wind bora, Univ. of Tokyo Press, 193 - 203.
- /5/ Dobrilović, B. 1960. - Visinsko strujanje iznad Jugoslavije i prizemni karakteristični vjetrovi. Prirodno - matematički fakultet u Beogradu. Meteorološki zavod, Beograd.
- /6/ Jurčec, V. 1980. - On mesoscale characteristics of bora conditions in Yugoslavia. U "Tor Bergeron Memorial Volume". PAGEOPH, Vol. 119 (1980/81). (U tisku).
- /7/ Lukšić, I. 1972 a) - Tipovi strujanja zraka iznad Zagreba za vrijeme bure na sjevernom Jadranu. VII savjetovanje klimatologa Jugoslavije, Referat, Beograd.
- /8/ Lukšić, I. 1972 b) - NE strujanje nad sjeverozapadnom Hrvatskom i bura na sjevernom Jadranu. VIII savjetovanje klimatologa Jugoslavije. Referat, Beograd.
- /9/ Lukšić, I. 1975. - Bura u Senju. Senjski zbornik. Senj 6, 467 - 494.
- /10/ Makjanić, B. 1962. - Einige Aspekte der Bora in Split. Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd.

- /11/ Makjanić, B. 1976. - A short account of the climate of the town Senj. Local wind Bora, Univ. Tokyo Press, 145 - 152.
- /12/ Makjanić, B. 1978. - Bura, jugo, etezije. Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, 73 str.
- /13/ Pandžić, K. 1980. - Numerička metoda za određivanje utjecaja topografije na polje vjetra. Zbornik radova sa II znanstvenog skupa Numeričke metode u tehnici, Republička zajednica za znanstveni rad u SR Hrvatskoj, SIZ I, 459 - 463.
- /14/ Paradiž, B. 1957. - Burja v Sloveniji. U publikaciji "Deset let hidrometeorološke službe", Ljubljana.
- /15/ Petkovšek, Z. i Paradiž, B. 1976. - Bura in the Slovenian Coastal Region. Local Wind Bora. Univ. of Tokyo Press, 135 - 145.
- /16/ Petkovšek, Z. 1976. - Periodičnost sunkov burje. Razprave, Ljubljana.
- /17/ Yoshino, M. M. 1976. - Local Wind Bora. Univ. of Tokyo Press. 289 str.



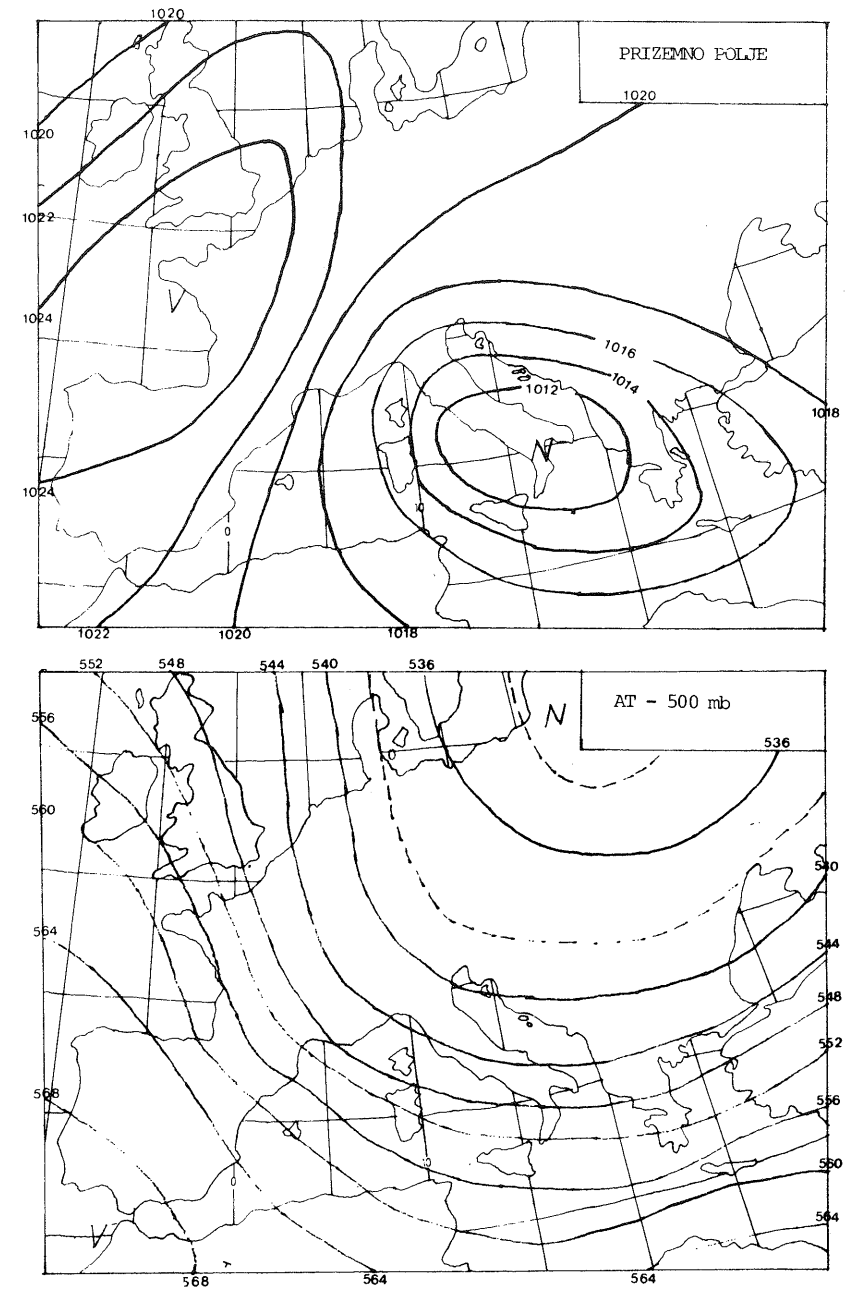
Slika 1 Srednja razdioba tlaka zraka za vrijeme juga na Jadranu.

Fig. 1 The mean distribution of surface pressure during the Scirocco ("jugo") wind along the Adriatic coast.



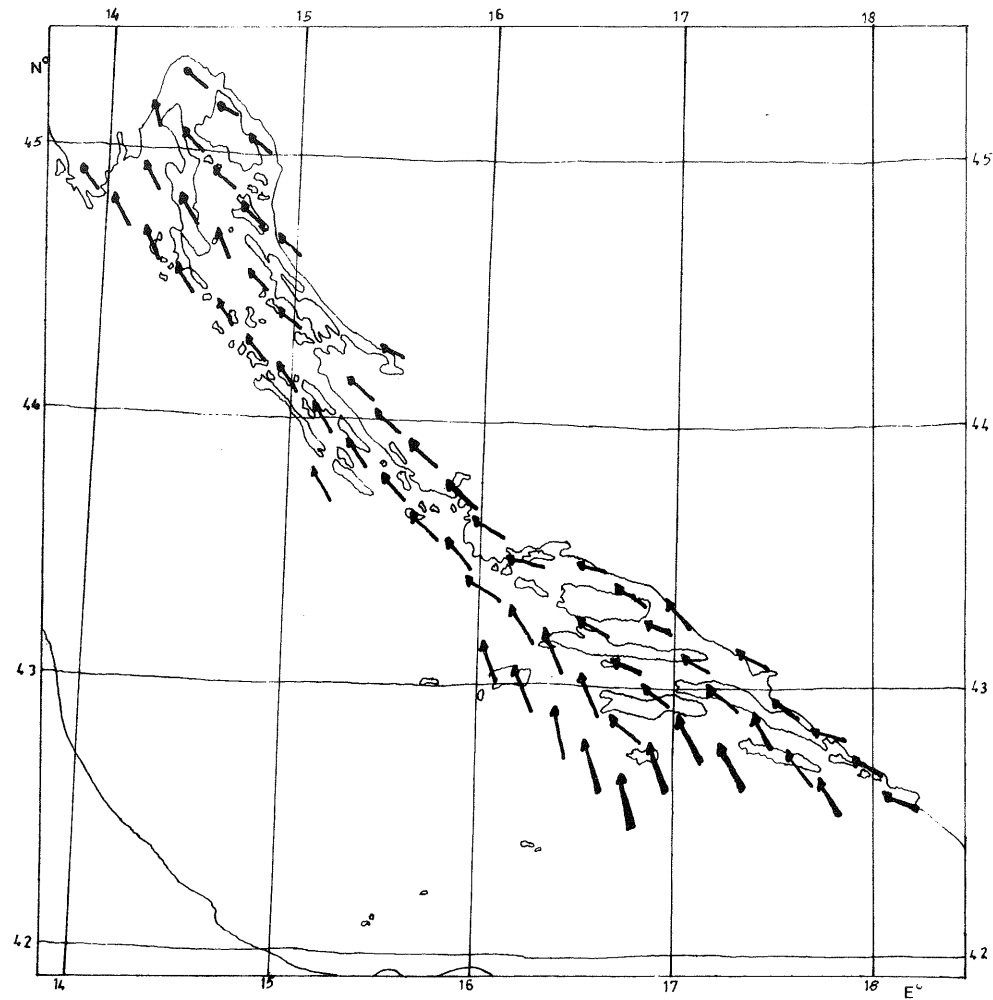
Slika 2 Srednja razdioba tlaka zraka kada na sjevernom Jadranu puše bura, a na južnom jugo.

Fig. 2 The mean distribution of surface pressure during the Bora wind on the Northern and during the Scirocco on the Southern Adriatic coast.



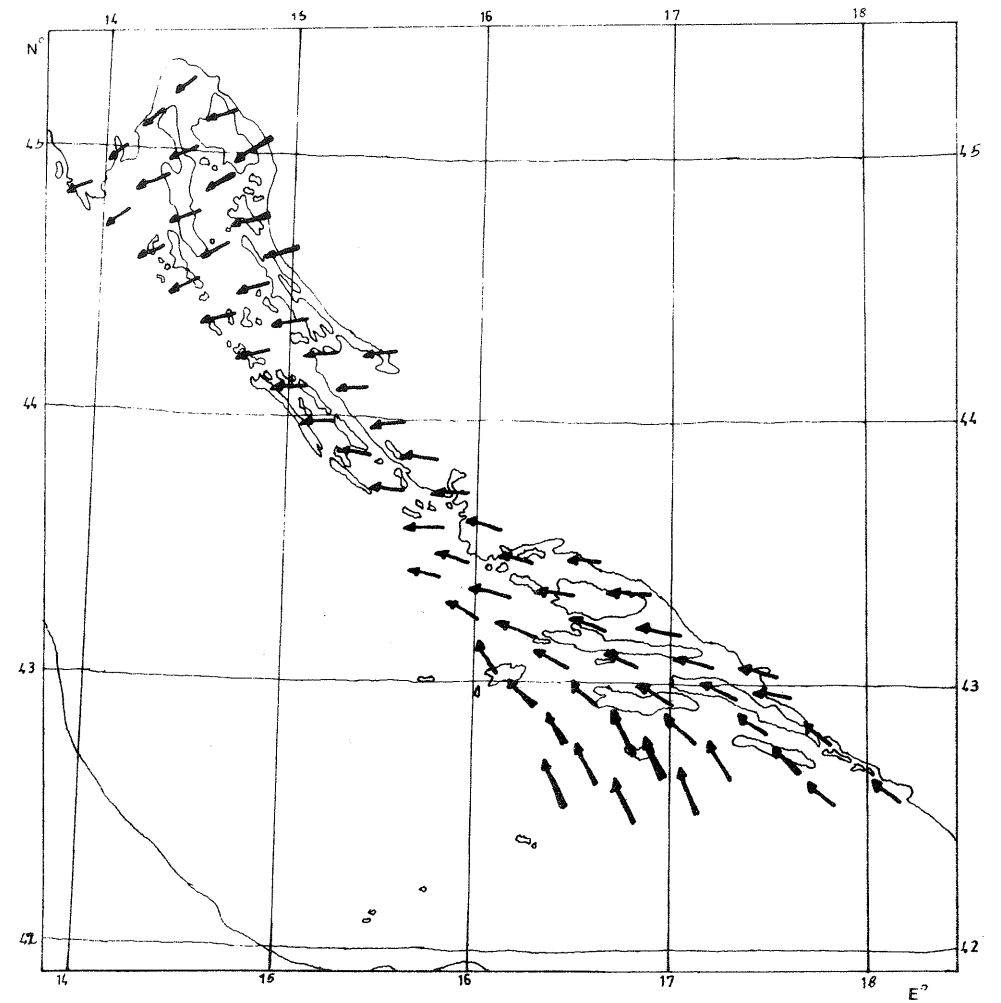
Slika 3 Srednja razdioba tlaka zraka za vrijeme bure na Jadranu.

Fig. 3 The mean distribution of surface pressure during the Bora wind along the Adriatic coast.



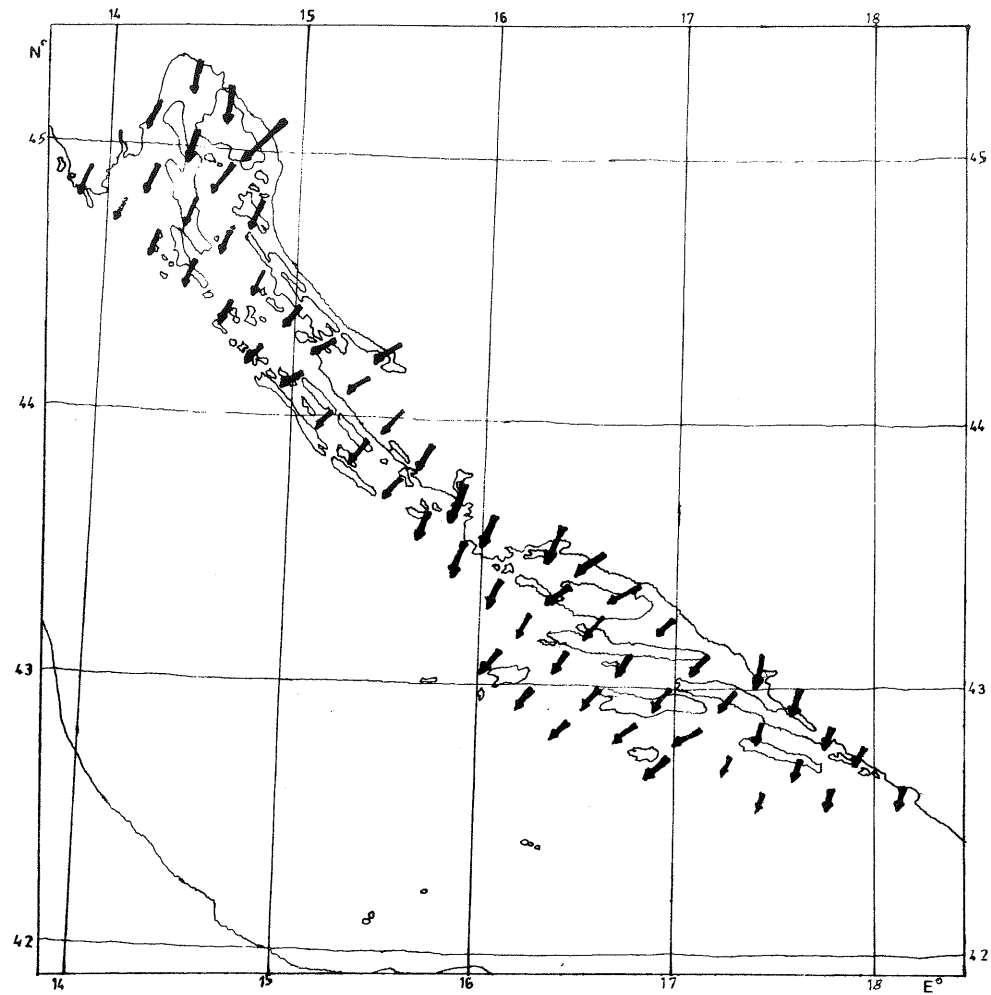
Slika 4a Polje vjetra na istočnoj obali Jadrana za vrijeme juga.

Fig. 4a The wind field along the Eastern Adriatic coast during the Scirocco wind.



Slika 4b Polje vjetra na istočnoj obali Jadrana kada puše bura na sjevernom, a jugo na južnom njegovom djelu.

Fig. 4b The wind field along the Eastern Adriatic coast during the Bora in the Northern, and Scirocco in the Southern part of the Adriatic.



Slika 4c Polje vjetra na Jadranu za vrijeme bure.

Fig. 4c The wind field in the Adriatic during the Bora.

IZSLEDKI POVEZAV MED OBJEKTIVNIMI PROGNOŠTIČNIMI BIOMETEOROLOŠKIMI PARAMETRI IN NASTANKI CEREBROVASKULARNIH BOLEZNI (CVI)

THE INDICATIONS OF CORRELATIONS BETWEEN OBJECTIVE PROGNOSTIC BIOMETEOROLOGICAL PARAMETERS AND THE ONSET OF CEREBROVASCULAR DISEASES (CVI)

551.509.58 : 586

Majda VIDA, Bojan LOGAR
Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

Janez ŽUMER, Peter KARTIN, Miloš PEROVIČ
Nevrološka klinika, Klinični center, Ljubljana

SUMMARY

A correlation study between the onset of cerebrovascular diseases and weather occurrences was carried out using computerized weather data taken at 12-h intervals over a period of 4 years. The weather parameters include the values of meteorological data used for daily weather forecasts. The number of cases includes all CVI-patients from the Ljubljana communes, i.e. from the Ljubljana basin, who have been hospitalized in the Clinical Centre in Ljubljana.

The onset of CVI is treated only as a case of disease. The weather in this study is considered as a time sequence of different weather situations, as a sequence of discrete events. Weather situations, as a very complex concept, are defined on each occasion by one or more weather parameters. We have been looking for those parameters or factors which have the greatest or the smallest influence on the onset of the disease. In a broader sense, the matter in question is factorial analysis. For each value of a meteorological parameter or parameters we have calculated the incidence (NCVI), i. e. the average number of CVI cases in a 12-hour period for each value of a parameter or parameters.

Among the most significant weather situations, which also cause the most weather changes, are fronts. We are interested in the values of CVI incidence when fronts stay over Slovenia or Ljubljana and when they approach or retreat from Slovenia. However, fronts are non-numerical weather parameters, but should be expressed numerically by means of an objective method. As shown in Fig. 1, for each starting point of a 12-hour term we have determined the situation of the front by a point of intersection S (a,b). The component "a" means the perpendicular distance between Ljubljana and the front which is divided into sections of 100 kms, the component "b" represents its direction, which is determined by a circle around Ljubljana divided into 8 classes each of 45 degrees. All intersections are then united in classes of front positions from 0 to VIII (Fig. 1) where are considered:

- a) the geographical position of Ljubljana and Slovenia with regard to the Alps and the Mediterranean,
- b) we united all the frontal directions for which values of CVI incidences increased while these fronts were approaching Slovenia. The connection between CVI incidences in a period of 12 hours and the position of a front at the beginning of that period is also given:

$$NCVI = NCVI(x, a, b) \quad \text{or} \quad NCVI = NCVI(x, R) \quad R = f(a, b)$$

where x denotes the type of the front:

$$x = \begin{cases} CF & CF = RCF \text{ or } THF \text{ or } FCF \\ WF & WF = RWF \text{ or } FWF \\ FS & \end{cases}$$

a and b denote the position of the front:

$$a = i \cdot 100 \text{ km} \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

$$b = b_0 + i \Delta \varphi \quad \Delta \varphi = \pi/4 \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$$

As already mentioned, we united the positions of the fronts in classes R:

$$R = f[S(a, b)] \quad \text{as shown in Fig. 1}$$

$$R = 0, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII.$$

The symbols used to define the NCVI function are:

- x = the type of front
- a = distance of the front
- b = azimuth
- R = the class of the position of the front
- CF = cold front
- RCF = cold front, causing precipitation in Ljubljana when crossing Slovenia
- FCF = cold front not causing precipitation in Ljubljana when crossing Slovenia
- THF = the thunderstorm front, which caused thunderstorms in Ljubljana
- WF = warm front
- RWF = warm front causing precipitation in Ljubljana when crossing Slovenia
- FWF = warm front not causing precipitation in Ljubljana when crossing Slovenia
- FS = frontal system

Those fronts are termed frontal systems for which the point of intersection S(a,b) reached the occlusion or the wave on the cold front which was drawn on the weather map by the subjective judgement of the forecaster.

Such division into classes was used for further studies in which we attempted to find the values of the incidence of CVI in each individual class separately for cold fronts, warm fronts and frontal systems. As shown in Figs. 2a, 2b, 2c, 3a, 3b, 3c, in each class (R) the CVI incidences are presented in the form of deviations from average incidences for the presence of a particular type of front in the treated area (NCVI):

1. When a cold front (Fig. 2a, 3a) approaches Slovenia from the North-West, West or South-West the CVI incidences increase until the front reaches the Western - border of Slovenia. When the cold front is over Slovenia, the incidence; $NCVI(CF, 0) = 0.71$, are nearly equal to the average incidences for the presence of cold fronts; $\overline{NCVI(CF)} = 0.71$, or nearly equal to the CVI incidences if in the treated area there were no fronts present at all; $NCVI(00, 0) = 0.69$.

Thunderstorm fronts and foehn fronts over Slovenia give incidences; $NCVI(THF, 0) = 1.0$, $NCVI(FCF, 0) = 1.0$, similar the cold fronts before

reaching the Western - border of Slovenia; NCVI (CF,I) = 1.04. More detailed analysis (Fig. 3a) shows the maximal values of CVI incidence if the cold front was 100 to 400 kms South-West from Ljubljana; NCVI (CF,3,6) = 1.65, NCVI (CF,2,6) = 1.35. The cold fronts over Slovenia, which caused precipitation in Ljubljana, give incidences which are considerably below the average values; NCVI (RCF,0) = 0.5. High values of CVI incidence are shown by cold fronts in class VII; NCVI (CF,VII) = 0.91, i.e. if the cold front is from 200 kms to 400 kms North-East from Ljubljana. When cold front is retreating over Slovenia towards the South or South-East, the incidences falls rapidly: in class V they are only slightly higher than the average value; NCVI (CF,V) = 0.74 while in class VI; NCVI (CF,VI) = 0.62, they are considerably below the average value for the presence of cold fronts.

2. Warm fronts show a high average value of CVI incidence when present in the treated area: NCVI (WF) = 1.16 (Fig. 2b). When warm fronts approach Slovenia from North-West, West or South-West, the values of CVI incidence increase, and they are even higher when warm fronts stay over Slovenia and cause precipitation in Ljubljana: NCVI (RWF,0) = 1.55. Warm fronts showed lower incidences when not causing precipitation in Ljubljana during their passage across Slovenia; NCVI (FWF,0) = 1.44.

Warm fronts over Slovenia show higher CVI incidences than cold fronts or frontal systems over Slovenia. In estimating these incidences, it has to be considered that at the same time as warm fronts are over Slovenia, there are usually cold fronts in class III (R = III) or in class I (R = I), which also produce their own influence on the values of CVI incidence. With this method always only the front nearest to Ljubljana was noted and after this one crossed Slovenia, the next one was noted.

Warm fronts in class VII show the highest CVI incidences; NCVI (WF,VII) = 1.76 for 19. cases, i.e. if warm fronts are North-Eastward and about from 200 to 400 kms from Ljubljana. When warm fronts retreat from Slovenia South of South-Eastwards in class V and VI, the CVI incidences fall more rapidly than for a cold front retreating in this direction.

3. Frontal systems (Fig. 2c,3c) also show increasing values of CVI incidence

when they are approaching Slovenia. Frontal systems over Slovenia; NCVI (FS,0) = 0.68, show an even lower value of CVI incidence than that of the average value of CVI incidence for the presence of a frontal system in the treated area; NCVI (FS) = 0.70. Frontal systems on the Eastern - border of Slovenia show high values of CVI incidences; NCVI (FS,II) = 1.23, NCVI (FS,VII) = 1.4, however, for only 5 cases.

All 3 type of fronts show high values of CVI incidences when they are from 200 to 400 kms North-East of Ljubljana. For cold fronts and frontal systems the area around Ljubljana within a radius of 100 kms shows low CVI incidences. The area from 100 to 200 kms around Ljubljana indicates high CVI incidences for both types of front; westwards incidences are higher for cold and warm fronts, while eastwards for frontal systems.

4. In two-dimensional analyses we are studying only CVI incidences when cold fronts are present, since their frequency is twice as great as that of warm fronts or frontal systems:
 - a) We studied CVI incidences for different classes of cold fronts and for 12-hourly changes of air pressure in Ljubljana, Venezia (Italy) and München (FGR) in cases when the air pressure rose or fell by more than 2 mb. (Fig. 4). In connection with air pressure changes in Ljubljana and Venezia, the incidences changed significantly when cold fronts were over Slovenia or if cold fronts were up to 200 kms from Ljubljana. Changes of air pressure in München do not show significant associations with CVI incidences in the Ljubljana basin.
 - b) For stationary cold fronts, i.e. if the cold front was over Ljubljana for more then 12 hours, the CVI incidences show lower values than the average value of CVI incidence for the presence of a cold front in the treated area (Table 1).
For quickly moving cold fronts, i.e. if cold fronts from class IV or III reached Ljubljana in 12 hours, the values of CVI incidence are the same as for stationary cold fronts (Table 1).
 - c) We also studied the values of CVI incidence for wind directions at the 500-, 700- and 850 mb levels over Slovenia and for wind directions in Ljubljana (we noted only the wind direction in Ljubljana which had the maximal speed in 12 hours). The wind directions (R_v) are grouped into

eight classes like the directions of fronts (component "b"). Some interesting variations of CVI incidence with the wind in Ljubljana are displayed if we evaluate the wind directions (R_V) with the classified wind speed (R_H). As shown in Fig. 5b: when considering the Western, North-Western and, in a less expressed manner, also the North-Eastern wind component, we observe increasing values of CVI incidence with increasing wind speed.

POVZETEK

S štiriletnim nizom podatkov (meteoroloških in kliničnih) s področja Ljubljane in v 12-urnih časovnih enotah smo iskali pogostnost CVI (NCVI) pri frontah (hladnih, toplih in frontalnih sistemih), ki so bile nad Ljubljano ali so se približevale oziroma oddaljevale od Ljubljane. Lege posameznih front so izražene numerično s sečiščem S (a,b). Pri tem pomeni komponenta "a" pravokotno oddaljenost fronte od Ljubljane in ja razdeljena na odseke po 100 km; komponenta "b" pa njeno smer, ki je podana z razdelitvijo krožnice okoli Ljubljane na 8 razredov po 45° . Tako dobljena sečišča smo glede na geografsko lego Alp in Ljubljane ter pogostost CVI porazdelili v 8 razredov frontalnih leg ($R = 0... \text{do VIII}$). Z dvodimenzionalnimi analizami smo vrednotili pogostost CVI ob istočasni odvisnosti od dveh meteoroloških parametrov: lege hladne fronte in 12-urne spremembe zračnega pritiska v določenih točkah (Ljubljana, Benetke, München), smeri vetrov in hitrosti vetrov v Ljubljani ter spremembe lege hladne fronte v 12-tih urah.

UVOD

V strokovnih časopisih zasledimo številna dela, ki obravnavajo soupadanje različnih bolezenskih pojavov z vremenom. V teh delih je vreme v določenih časovnih enotah opredeljeno z opisovanjem biovremenskih stanj v obliki klasifikacij. Tako je npr. Hess-Brezowsky /1/ uvedel klasifikacijo vremenskih faz, Daubert /2/ pa opis dnevnih tipov vremena. F.Becker /3/ izvaja opredelitev biovremenskih stanj na osnovi bioklimatograma. Ta metoda je še danes v operativni rabi v Zvezni Republiki Nemčiji. Podobno problematiko obravna-

vajo tudi posamezna novejša strokovna dela /4 do 11/.

Pri nas smo v prvih poskusnih raziskavah /12,13,14/ skušali povezati biotropne učinke vremena z vremenskimi stanji, ki so bila opisana (v dekadnem sistemu) na osnovi razporeditev polja pritiska, višinskih vetrov in drugih meteoroloških parametrov. Pri tem smo uporabili podatke za dveletno razdobje. V nadaljnjih obdelavah smo študirali soupadanje nastankov CVI z numerično izraženimi meteorološkimi parametri in z računalniško obdelavo podatkov najprej z dveletnim nizom podatkov /15/, nato še s štiriletnim nizom podatkov /16/, in to metodo dela ter izsledke opisujemo v nadaljnjih izvajanjih.

METODA DELA

Na osnovi štiriletnega niza podatkov (od 1.5.1977 do 30.4.1981) iščemo povezavo med dogajanjem v ozračju in nastanki CVI. Od atmosferskih parametrov upoštevamo le meteorološke podatke, ki se uporabljajo pri dnevni izdelavi prognoze vremena. To povezavo iščemo statistično, z računalnikom. Pri tem predpostavljamo, da so zaradi velikega števila primerov vremenskih dogajanj in statističnega pristopa, vplivi nevremenskih dogajanj v ozračju bistveno manjši od vremenskih vplivov. Časovna enota, v kateri analiziramo vremenska dogajanja in jih nato vskladimo s časom nastanka CVI, je 12 ur, to je čas od 00^h do 12^h in od 12^h do 24^h za vsak koledarski dan štiriletnega obdobja. Vremenski parametri zajemajo: urne vrednosti prizemnih meritev v Ljubljani, analize vremenskih prizemnih kart (izdelanih na Hidrometeorološkem zavodu v Ljubljani v primerjavi z vremenskimi kartami, objavljenimi v Europaischer Wetterbericht) in za področje Slovenije interpolirane vrednosti radiosondnih meritev iz Vidma (Italija) in Zagreba za izobarne ploskve: 850-, 700- in 500 mb.

V številu bolezenskih primerov so zajeti vsi pacienti CVI, ki so bili s področja ljubljanskih občin sprejeti v hospitalizacijo v Klinični center Ljubljana. Za te paciente, ki izhajajo iz populacije ljubljanske kotline nimamo za čas pred nastankom CVI podatkov o medicinskih parametrih, ki so vodili do nastanka bolezni. Zato obravnavamo nastanek CVI le kot bolezenski dohodek.

Vrednosti meteoroloških parametrov zajemajo čas pred, ob in po nastanku bolezni. Vreme obravnavamo v tej študiji kot časovno zaporedje vremenskih dogajanj, kot zaporedje diskretnih dogodkov. Vremensko dogajanje kot zelo kompleksen pojem vsakič opredelimo z enim ali več vremenskimi parametri. Išče mo tiste parametre - faktorje, ki so najbolj ali najmanj povezani s sprožitvijo bolezni. V širšem smislu gre tu za faktorsko analizo. So pa naši parametri tudi nenumerični, kot na primer fronte. Zato klasičnih multivariabilnih statističnih analiz, namenjenih predvsem analizi numeričnih spremenljivk, še nismo uporabljali.

Povezavo vremena z nastanki CVI smo študirali najprej za vrednosti vsakega meteorološkega parametra posebej, nato še v povezavi z vrednostmi enega ali dveh parametrov, ki sta udeležena pri istem vremenskem dogajanju. Za vsako vrednost parametra ali parametrov smo izračunali pogostnost CVI (NCVI), to je poprečno število primerov CVI za tisto vrednost parametra ali parametrov v 12-urnem obdobju. Tako nam pogostnost CVI (NCVI) poda mero za jakost biotropnega učinka objektivno določenega vremenskega dogajanja za cerebrovaskularne bolezni.

Med najbolj značilna vremenska dogajanja, ki povzročijo tudi največ vremenskih sprememb, uvrščamo fronte. Zanima nas, kakšna je pogostnost CVI v času, kadar so fronte nad Ljubljano oziroma nad Slovenijo in kadar se približujejo ali oddaljujejo od Ljubljane. Fronte, vrisane v vremenske karte, predstavljajo skup značilnih vremenskih dogajanj, vendar niso numerični vremenski parameter. Z določeno objektivno metodo smo jih hoteli izraziti numerično tako, da smo za vsak začetni termin 12-urnega obdobja določili lego fronte s točko sečišča $S(a,b)$. Kot kaže slika 1, pomeni pri točki sečišča $S(a,b)$ komponenta "a" pravokotno razdaljo med Ljubljano in njej najbližjo fronto, ki je razdeljena na odseke po 100 km; komponenta "b" pa njeno smer, ki je določena tako, da smo krožnico okoli Ljubljane razdelili na 8 razredov po 45° , začevši od 350° v smeri urinih kazalcev. Sečišča smo nato združili v razrede frontalnih leg (R) od 0 do VIII (slika 1). Pri združitvi sečišč v razrede frontalnih leg smo upoštevali:

- a) geografsko lego Ljubljane oz. Slovenije glede na Alpe in Sredozemlje;
- b) združili smo tiste smeri front, ki so dale naraščajoče število nastankov CVI ob približevanju front Sloveniji.

Povezavo med pogostnostjo CVI (NCVI) v 12-tih urah in med lego fronte v začetku 12-urnega obdobja prikažemo tudi takole:

$$NCVI = NCVI(x,a,b) \quad \text{ali} \quad NCVI = NCVI(x,R) \quad R = f(a,b),$$

pri čemer x označuje vrsto fronte:

$$x = \begin{cases} CF & CF = RCF \text{ ali THF ali FCF} \\ WF & WF = RWF \text{ ali FWF} \\ FS & \end{cases}$$

a in b pa lego fronte:

$$a = i \cdot 100 \text{ km} \quad i = 1,2,3,4,5,6,7$$

$$b = b_0 + i \Delta\varphi \quad \Delta\varphi = \pi/4 \quad i = 1,2,3,4,5,6,7,8.$$

Kot smo že omenili, združimo lege front v razrede (R):

$$R = f[S(a,b)] \quad \text{glej sliko 1}$$

$$R = 0, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII.$$

Uporabljeni argumenti funkcije NCVI so torej:

- x = vrsta fronte
- a = oddaljenost fronte
- b = azimut
- R = razred lege fronte
- CF = hladna fronta
- RCF = hladna fronta, ki je ob prehodu Slovenije, v Ljubljani povzročila padavine
- FCF = hladna fronta, ki ob prehodu Slovenije, v Ljubljani ni povzročila padavin
- THF = nevihtna fronta, ki je v Ljubljani povzročila nevihte
- WF = topla fronta
- RWF = topla fronta, ki je ob prehodu Slovenije, v Ljubljani povzročila padavine
- FWF = topla fronta, ki ob prehodu Slovenije, v Ljubljani ni povzročila padavin
- FS = frontalni sistem

Frontalni sistem smo imenovali tisto fronto, pri kateri je točka sečišča

S (a,b) dosegla okluzijsko točko, okluzijo ali val na hladni fronti, ki je bil narisana na vremenski karti po subjektivni presoji prognostika.

Ko smo določali sečišča S na fronti smo upoštevali vedno le najbližjo fronto, ki se je približevala Sloveniji, spremljali smo jo še, ko se je oddaljevala. Kadar pa je prvi fronti sledila še druga, smo prvo spremljali, dokler ni Slovenije prešla, nato pa drugo.

IZSLEDKI

I. Enodimenzionalne analize

V naslednjih izvajanjih bo pogostnost CVI v posameznih frontalnih legah vrednotena v obliki odklonov od poprečne pogostnosti CVI (NCVI) za navzočnost fronte (Slike 2a,2b,2c,3a,3b,3c):

1. Pri hladnih frontah (slika 2a,3a), ki se od severozahoda, zahoda ali jugozahoda bližajo Sloveniji, narašča pogostnost CVI, vse dokler fronta ne doseže zahodnega obrobja Slovenije. Kadar je hladna fronta nad Slovenijo (razred 0) je pogostnost CVI enaka poprečnim vrednostim za navzočnost hladne fronte na obravnavanem področju: $\overline{NCVI (CF)} = 0.71$ ali približno enaka pogostnost CVI, kadar na obravnavanem področju sploh niso bile navzoče fronte: $NCVI (00,0) = 0.69$.

Nevihtne fronte: $NCVI (TH,0) = 1.0$, in fenizirane hladne fronte: $NCVI (FCF,0) = 1.0$, nad Slovenijo dajo pogostnost CVI, ki je približno enaka kot pri hladnih frontah I. razreda: $NCVI (CF,I) = 1.04$. To so hkrati tudi najvišje vrednosti pogostnosti CVI glede na razredno opredelitev frontalnih leg. Podrobnejše analize pokažejo največjo pogostnost CVI (slika 3a) za tiste hladne fronte, ki so v jugozahodni smeri oddaljene od Ljubljane med 100 in 400 km: $NCVI (CF,3,6) = 1.65$, $NCVI (CF,2,6) = 1.35$.

Hladne fronte, ki so v razredu 0 povzročile padavine, dajo v Ljubljani pogostnost CVI, ki je znatno pod poprečjem za navzočnost hladne fronte na obravnavanem področju: $NCVI (RCF,0) = 0.5$. Drugo največjo pogostnost CVI

glede na razredno opredelitev dajo hladne fronte razreda VII: $NCVI (CF, VII) = 0.91$, to je, kadar so od 200 do 400 km v severovzhodni smeri oddaljene od Ljubljane. Pri umiku hladne fronte iznad Slovenije proti jugu ali jugovzhodu se pogostnost CVI naglo zmanjšuje: v razredu V je še malo nad poprečjem, v razredu VI že znatno pod poprečjem za navzočnost hladne fronte.

2. Pri toplih frontah (slika 2b,3b) zasledimo veliko pogostnost CVI že za poprečno navzočnost tople fronte na obravnavanem področju: $\overline{NCVI (WF)} = 1.16$. Pri toplih frontah, ki se od zahoda, severozahoda ali jugozahoda bližajo Sloveniji, opazimo naglo naraščanje pogostnosti CVI. Ob topli fronti razreda 0 opazimo veliko pogostnost CVI, kadar je v Ljubljani povzročila padavine: $NCVI (RWF,0) = 1.55$, manjšo pogostnost CVI pa, kadar topla fronta nad Ljubljano ni povzročila padavin: $NCVI (FWF,0) = 1.4$. Največjo pogostnost CVI dajejo tople fronte razreda VII: $NCVI (WF,VII) = 1.76$, to je, kadar so od 200 do 400 km v severovzhodni smeri oddaljene od Ljubljane. Pri oddaljevanju tople fronte iznad Slovenije na jug ali jugovzhod, se pogostnosti CVI še hitreje zmanjšujejo kot pri oddaljevanju hladnih front. Tople fronte nad Slovenijo (razred 0) dajo znatno večjo pogostnost CVI kot hladne fronte nad Slovenijo ali frontalni sistemi nad Slovenijo (slika 2a,2b,2c). V teh primerjavah moramo upoštevati, da se v večini primerov, kadar je topla fronta nad Slovenijo, hkrati za njo zadržuje v razredu I ali v razredu III še hladna fronta, ki učinkuje tudi biotropno. S to metodo smo vedno spremljali Ljubljani najbližjo fronto, in če je tej fronti sledila še druga, smo pričeli spremljati drugo šele, ko je prva fronta prešla Slovenijo.
3. Frontalni sistemi, ki se od severozahoda, zahoda ali jugozahoda bližajo Sloveniji tudi dajo naraščajočo pogostnost CVI. V razredu 0: $NCVI (FS,0) = 0.68$ pa še manjšo pogostnost CVI, kot je poprečna pogostnost CVI za navzočnost frontalnega sistema na obravnavanem področju: $\overline{NCVI (FS)} = 0.70$. V razredu II opazimo največjo pogostnost CVI pri frontalnih sistemih: $NCVI (FS,II) = 1.23$, vendar je teh primerov bilo le 13. Najvišjo pogostnost CVI za frontalne sisteme daje razred VII: $NCVI (FS,VII) = 1.4$ (teh primerov je le 5).

II. Dvodimenzionalne analize

Z dvodimenzionalnimi analizami študiramo pogostnost CVI v odvisnosti od dveh meteoroloških parametrov hkrati, kot na primer:

1. od razreda hladne fronte in od 12 - urnih sprememb zračnega pritiska v določenih točkah;
2. od različnih smeri vetrov v Ljubljani oz. na izobarnih ploskvah in od hitrosti teh vetrov;
3. od lege hladne fronte v danem času in od lege hladne fronte 12 ur kasneje

1. Ob 12-urnih spremembah zračnega pritiska v točkah: Ljubljana, Benetke in München in ob razredih leg hladnih front študiramo pogostnost CVI za vse primere, kadar se je zračni pritisk v 12-tih urah zvišal za 3 ali več milibarov in kadar se je zračni pritisk v 12-tih urah znižal za 3 ali več milibarov (slika 4). Pri padcu zračnega pritiska v Ljubljani in Benetkah se zmanjša pogostnost CVI ob hladnih frontah nad Slovenijo. Ob zvišanju zračnega pritiska v Ljubljani in Benetkah se zmanjša pogostnost CVI pri hladnih frontah razreda I in se poveča pogostnost CVI pri hladnih frontah razreda II. Pri hladnih frontah razreda V se poveča pogostnost CVI ob znižanju zračnega pritiska zlasti v Benetkah. Spremembe zračnega pritiska v Münchenu ne kažejo pomembnih odklonov pogostnosti CVI za področje Ljubljane.

2. Ob različnih smereh vetrov maksimalnih hitrosti v Ljubljani in smereh vetrov na 500-, 700- in 850 mb ploskvah nad Slovenijo študiramo pogostnost CVI tako, da smo smeri vetrov razdelili v osem razredov (R_V), enako kot smeri front komponenta "b" sečišča S (a,b). Pogostnosti CVI za tako izbrane razrede smeri vetrov ne dajo biotropno značilne slike (slika 5a). Pogostnosti CVI so značilnejše, kadar vrednotimo razrede smeri vetrov (R_V) maksimalnih hitrosti v Ljubljani hkrati z razredi hitrosti teh vetrov (R_H), (slika 5b). Pri zahodnih ($R_V = 7$), severozahodnih ($R_V = 8$) in manj izrazito tudi pri severovzhodnih ($R_V = 2$) vetrovih maksimalnih hitrosti v Ljubljani narašča pogostnost CVI hkrati z naraščajočo hitrostjo teh vetrov.

3. Pri stacionarnih hladnih frontah, to je, kadar hladna fronta po 12-tih urah ni spremenila razreda, se pogostnost CVI ni spremenila v razredu III in IV, povečala se je v razredu II, zmanjšala v razredu I in 0, tako da je pogostnost CVI pri stacionarnih hladnih frontah nad Slovenijo manjša od poprečnih vrednosti za navzočnost hladne fronte. (Tabela 1)

4. Pri hitrih hladnih frontah, to je, kadar so se v 12-tih urah pomaknile hladne fronte iz razreda III nad Slovenijo ali iz razreda IV nad Slovenijo (v razred 0), tako da so razred I prešle, so pogostnosti CVI enake kot pri stacionarnih frontah nad Slovenijo. (Tabela 1)

V obravnavanem štiriletnem obdobju je bilo zabeleženih dvakrat več leg hladnih front kot toplih oz. frontalnih sistemov. Zato smo v dvodimenzionalnih analizah obravnavali le lege hladnih front.

Tabela 1 Pogostnost CVI (NCVI) glede na prehode razredov (R) leg hladnih front iz I-te v (I+1)-to periodo (I = 12 ur)

Table 1 The values of CVI incidence as a function of transition from I to (I+1) period (I = 12 hours)

PERIODA (I+1)	PERIODA (I)								
R	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.6 43	0.8 7	0.4 5	0.6 19	0.6 22	1.2 6	0.8 5	0.0 0	0.0 0
1	1.5 4	0.9 4	0.7 2	1.0 4	1.0 1	1.0 1	0.0 0	0.0 0	0.0 0
2	0.7 12	1.5 2	1.1 6	0.8 7	0.9 7	0.0 0	0.5 1	0.0 0	0.0 0
3	0.8 16	1.5 5	0.9 6	0.9 12	0.5 7	1.0 2	0.5 3	0.0 0	1.0 1
4	0.8 19	1.1 5	0.2 6	0.9 7	0.8 15	0.6 6	1.0 2	0.0 0	0.0 0
5	0.5 1	0.0 0	1.0 3	0.7 13	0.8 10	0.4 7	1.2 2	0.0 0	2.0 1
6	0.0 0	0.0 1	1.5 2	0.0 0	0.0 1	0.5 1	1.2 2	0.0 0	0.0 0
7	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0
8	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.5 2	0.0 0	0.0 0	0.7 3

ZAKLJUČKI

Metoda za določanje frontalnih leg s sečiščem S (a,b) in združitve teh sečišč v razrede frontalnih leg (R) za tri vrste front (hladne fronte, tople fronte in frontalni sistemi) je dala sledeče zanimive izsledke:

1. Pogostnost CVI v Ljubljani je povezana s smerjo in oddaljenostjo ter vrsto fronte. Z razredi frontalnih leg lahko spremljamo biotropne učinke front, ko so nad Ljubljano, ko se Sloveniji približujejo ali se oddaljujejo od Slovenije:

a) Pri hladnih frontah (slika 2a) in frontalnih sistemih (slika 2c) nad Slovenijo je pogostnost CVI: $NCVI (CF,0) = 0.71$, $NCVI (FS,0) = 0.68$, približno enaka pogostnosti CVI, kadar na obravnavanem področju niso bile navzoče fronte: $NCVI (00,0) = 0.69$ ali poprečnim vrednostim za navzočnost hladne fronte: $NCVI (CF) = 0.71$, oziroma frontalnega sistema: $NCVI (FS) = 0.70$. Najmanjšo pogostnost CVI dajejo hladne fronte razreda 0, ki so v Ljubljani povzročile padavine: $NCVI (RCF,0) = 0.5$, veliko pogostnost CVI pa nevihtne fronte nad Slovenijo: $NCVI (THF,0) = 1.0$ in fenizirane hladne fronte: $NCVI (FCF,0) = 1.0$.

Pri hladnih frontah opazimo največje pogostnosti CVI v razredu I, to je, kadar so od 100 do 200 km oddaljene od Ljubljane v severozahodni, zahodni ali jugozahodni smeri: $NCVI (CF,I) = 1.04$. Drugo najvišjo pogostnost CVI dajejo hladne fronte razreda VII: $NCVI (CF,VII) = 0.91$, to je, kadar so od 200 do 400 km oddaljene od Ljubljane v severovzhodni smeri.

b) Tople fronte (slika 2b,3b) dajejo veliko pogostnost CVI že, če so v obravnavanem področju navzoče: $NCVI (WF) = 1.16$, zlasti pa, kadar so v razredu 0 povzročile padavine v Ljubljani: $NCVI (RWF,0) = 1.6$. Vendar moramo pri tem upoštevati, da se v večini primerov, kadar je topla fronta nad Slovenijo hkrati za njo zadržuje v razredu I ali v razredu III še hladna fronta, ki tudi učinkuje biotropno. Z našo metodo smo zabeležili vedno le Ljubljani najbližjo fronto. Če je tej fronti sledila še druga, smo pričeli spremljati drugo šele, ko je prva prešla Slovenijo. Največjo pogostnost CVI opazimo pri toplih frontah razreda VII: $NCVI (WF,VII) = 1.76$, vendar je bilo teh primerov le 19.

c) Frontalni sistemi (slika 2c,3c) dajejo naraščajočo pogostnost CVI ob

približevanju Sloveniji, tako kot hladne fronte ali zlasti kot tople fronte. Frontalni sistemi nad Slovenijo dajejo podobno kot hladne fronte, pogostnost CVI, ki je približno enaka poprečni vrednosti za navzočnost frontalnega sistema ali hladne fronte na obravnavanem območju. Veliko pogostnost CVI dajejo v razredu II: $NCVI (FS,II) = 1.23$ in v razredu VII: $NCVI (FS,VII) = 1.4$, vendar je bilo teh primerov malo.

Pri vseh treh vrstah front opazimo veliko pogostnost CVI, kadar so v severovzhodni smeri oddaljene od Ljubljane od 200 do 400 km (razred VII). Pri hladnih frontah in frontalnih sistemih pada območje s polmerom do 100 km okoli Ljubljane majhne pogostnosti CVI. Območje od 100 do 200 km okoli Ljubljane da veliko pogostnost CVI: v zahodni smeri, zlasti za hladne in tople fronte ($R = I$), v vzhodni smeri za frontalne sisteme ($R = II$).

2. Dvodimenzionalne analize kažejo:

a) Pri stacionarnih hladnih frontah, to je, kadar se je hladna fronta zadrževala nad Slovenijo več kot 12 ur, opazimo pogostnosti CVI, ki so manjše kot vrednosti za poprečno pogostnost CVI pri navzočnosti hladne fronte na obravnavanem območju. Pri hitrih hladnih frontah, to je, kadar se je hladna fronta v 12-tih urah pomaknila iz razreda IV ali III nad Slovenijo, tako da je razred I prešla, je bila pogostnost CVI enaka kot pri stacionarnih frontah nad Slovenijo (Tabela 1).

b) Ob spremembah zračnega pritiska v Ljubljani in Benetkah (v 12-tih urah je sprememba zračnega pritiska $DP > 13 \text{ mb}$) se pogostnosti CVI značilno spremenijo, kadar so hladne fronte nad Slovenijo ali pa so do 200 km oddaljene od Ljubljane (slika 4).

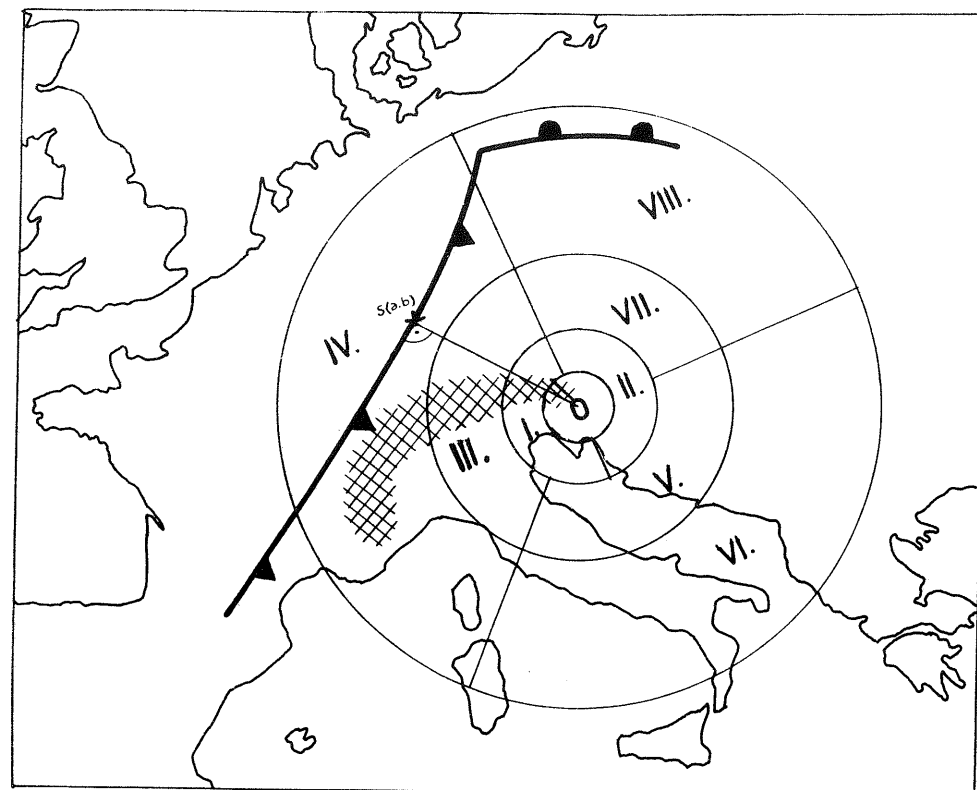
c) Kot biotropno pomemben parameter se je izkazal veter maksimalne hitrosti v Ljubljani za smeri: severozahod, zahod in manj značilno tudi severovzhod. Z naraščajočo hitrostjo vetrov teh smeri narašča tudi pogostnost CVI (slika 5b).

LITERATURA

/1/ H. Brezowsky: Morbidity and Weather, Medical Climatology, New Haven - Conn. Elisabeth Licht Publ. 1964

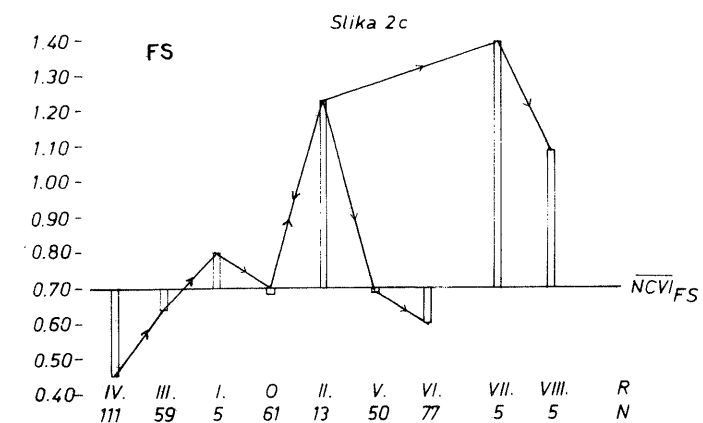
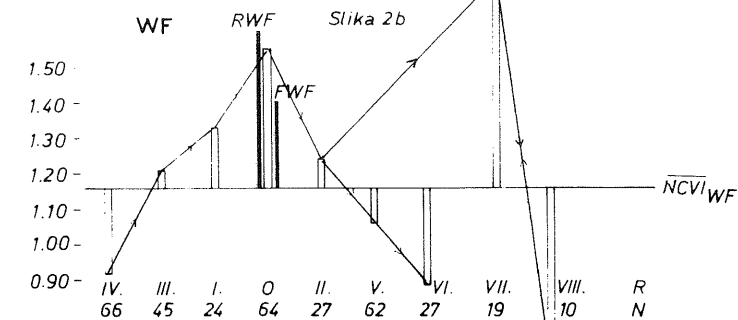
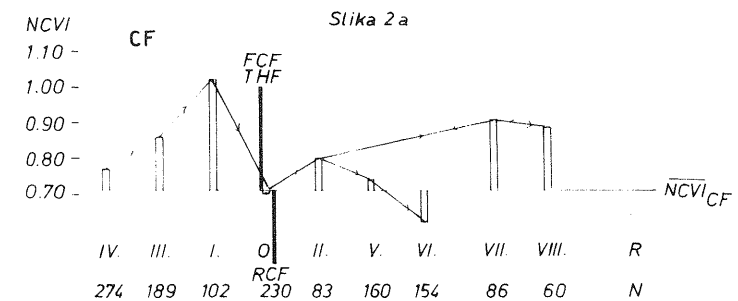
- /2/ K. Daubert: Das kausale Problem der Wetterfühligkeit, Die Heilkunst Hl, J 81, 1968
- /3/ F. Becker: Medizinmeteorologie, ein Grenzgebiet zur Forschung des Einflusses vom Wetter und Klima auf den Menschen, VDI-Verein Deutscher Ingenieure B 116, No 17
- /4/ I.R.E. Munn: Biometeorological Methods, Academic Press, New York 1970
- /5/ H. Kügler: Medizin-Meteorologie nach Wetterphasen, Lehmanns Verlag München 1972
- /6/ H. Cordes: Der Mensch und das Wetter, Der Maschinenschaden J38, H 7/8
- /7/ H. Zenker: Zur Einteilung des Wetterablaufes nach biometeorologischen Gesichtspunkten, Zeitschrift für Meteorologie b22, H 11-12, 71
- /8/ W. Sönning: Zur Wetterabhängigkeit akuter Kreislaufkrankungen, Wetter und Leben J.27/75, H 3-4
- /9/ H.S. Swantes, R. Reinke: Föhn-Wetter-Mensch, Deutsches Ärzteblatt 1978
- /10/ R. Reinke: Kopfschmerz und Wetter, Therapie der Gegenwart, H 5, J.120, 1981
- /11/ Z. Poljaković, N. Pleško idg: Meteorološki uvjeti kao precipitajući faktori u razvoju cerebrovaskularnog udara, Zbornik referata, 20. Internationalni Neuropsihiatrijski simpozij, Pula 1980, str. 85
- /12/ N. Vidmar, M. Vida, P. Kartin: Vplivi razvojnih stopenj vremena na nastop CVI v Sloveniji, Zbornik V. kongresa nevrologov-psihijatrov Jugoslavije, Portorož 1975
- /13/ M. Vida: Soupadanje cerebrovaskularnih insultov in astmatičnih napadov otrok z vremenskimi dogajanjem v Sloveniji, Razprave-papers L 22/2
- /14/ M. Vida, J. Žumer, P. Kartin, L. Vidmar: Biotropno djelovanje vremenske dinamike na cerebrovaskularne bolesi, Zbornik referata, 20. Internationalni neuropsihiatrijski simpozij, Pula 1980, str. 87

- /15/ M. Vida, B. Logar, K. Kocjančič, P. Kartin, J. Žumer, L. Vidmar, A. Videnič, B. Oblak: Določitev jakostnih stopenj biotropnih učinkov vremena, Raziskovalna naloga 1980, (neobjavljeno)
- /16/ M. Vida, B. Logar, J. Žumer, P. Kartin: The first results of correlations between objective prognostic biometeorological parameters and the incidence of cerebrovascular diseases (CVI) Journal of Biometeorology 1981, Abstract Volume, 9th International Congress of Biometeorology Osnabrück 1981



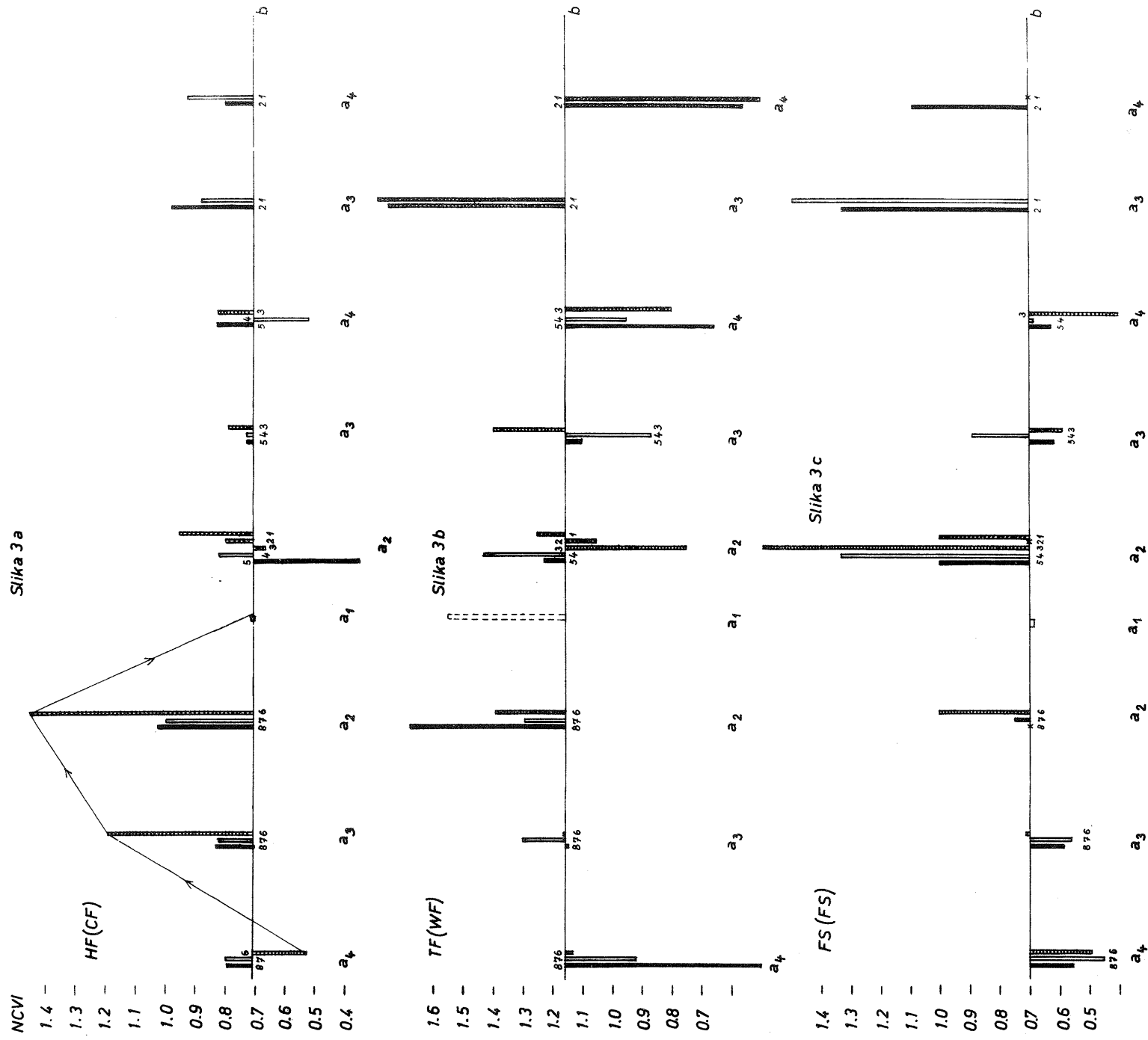
Slika 1 Določitev lege fronte s sečiščem S (a,b) in uvrstitev sečišč v razrede frontalnih leg (R = 0, I....VIII)

Fig. 1 Determination of the frontal position with section S (a,b) and the classification of sections into classes of frontal positions (R = 0, I....VIII)



Slika 2 Pogostnosti CVI (NCVI) v posameznih razredih frontalnih leg (R) za hladne fronte (slika 2a), tople fronte (slika 2b) in frontalne sisteme (slika 2c) prikazane v obliki odklonov od poprečne pogostnosti CVI (NCVI) za navzočnost vrste fronte na obravnavanem področju. N = število primerov

Fig. 2 The values of CVI incidence in distinct classes of frontal positions (R) for cold fronts (Fig. 2a), warm fronts (Fig. 2b) and frontal systems (Fig. 2c) shown in the form of deviations from the average value of CVI incidence (NCVI) for the type of front in the treated area



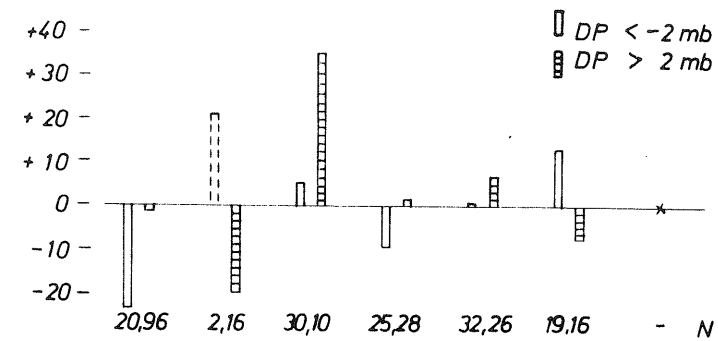
100 km $\geq a_1 = 0$ km $350^\circ \leq [b=1] < 350^\circ$
 200 km $\geq a_2 > 100$ km $350^\circ \leq [b=2] < 80^\circ$
 400 km $\geq a_3 > 200$ km
 700 km $\geq a_4 > 400$ km $305^\circ \leq [b=8] < 350^\circ$

Slika 3 Pogostnosti CVI (NCVI) glede na grupirane oddaljenosti (a) in na grupirane smeri (b) frontalnih leg posebej za hladne fronte (slika 3a), tople fronte (slika 3b) in frontalne sisteme (slika 3c)

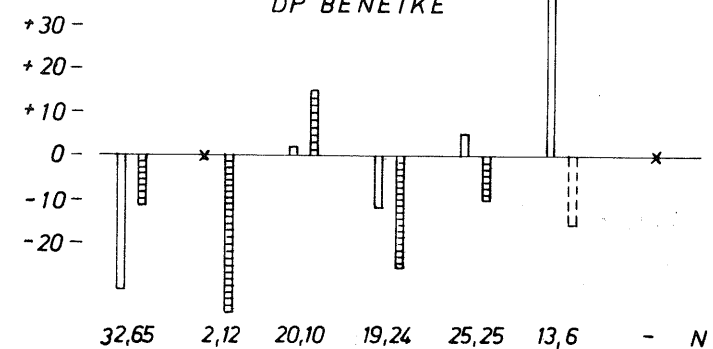
Fig. 3 The values of CVI incidence (NCVI) as a function of the grouped distances (a) and the grouped directions (b) of frontal positions separately for cold fronts (Fig. 3a), warm fronts (Fig. 3b) and frontal systems (Fig. 3c)

DNCVI/
100

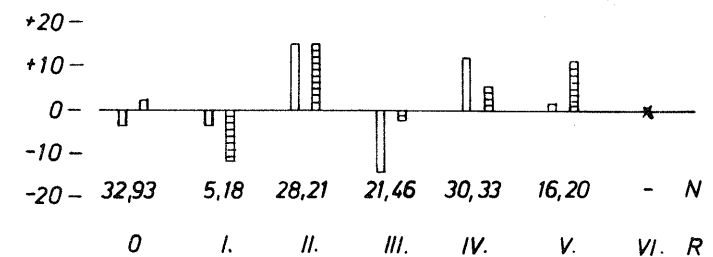
DP LJUBLJANA



DP BENETKE

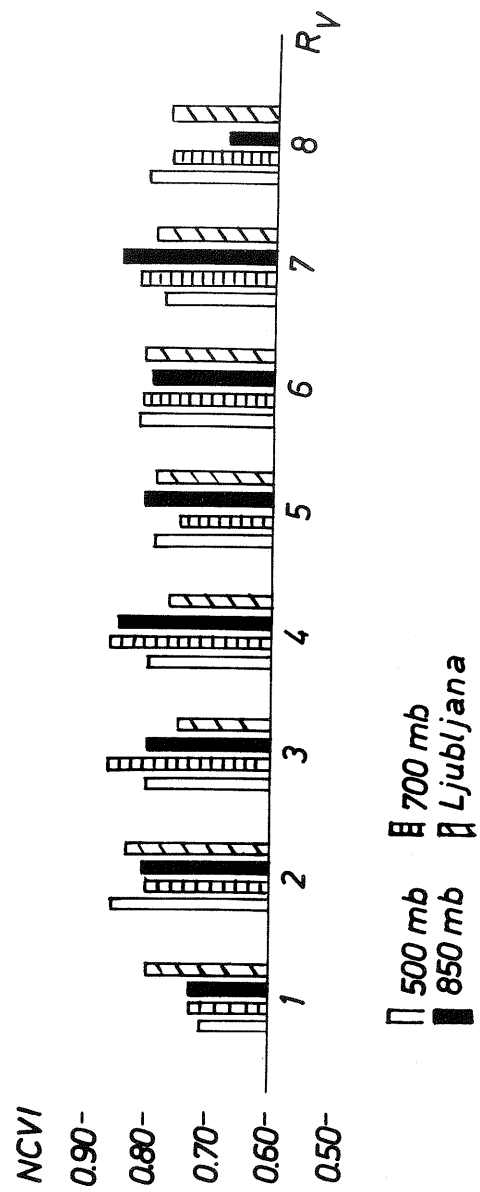


DP MÜNCHEN



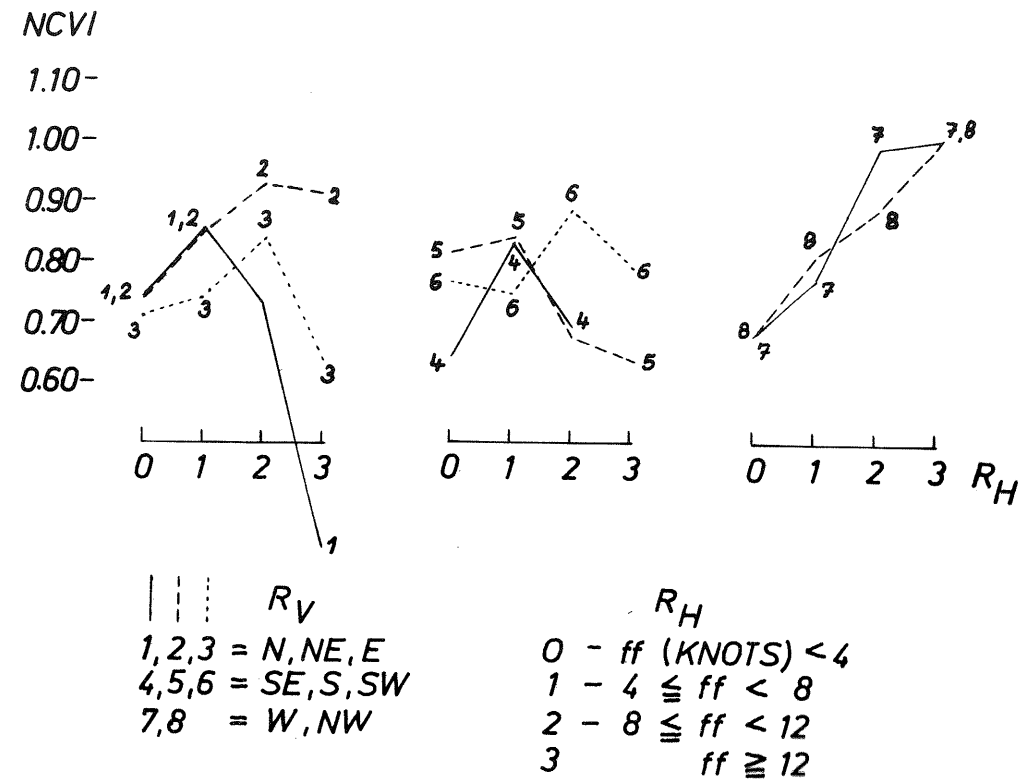
Slika 4 Odkloni pogostnosti CVI (NCVI) z ozirom na 12-urne spremembe zračnega pritiska (DP) v Ljubljani, Benetkah in München-u v posameznih razredih leg hladnih front (R), N = število primerov

Fig. 4 The deviations of CVI incidences (NCVI) as a function of 12-hourly changes of air pressure (DP) in Ljubljana, Venice (It) and Munich (FGR) in separate classes of cold front positions (R), N = the number of cases



Slika 5a Pogostnosti CVI (NCVI) v razredih smeri vetrov (R_V) in na izobarnih ploskvah: 500-, 700- in 850 mb ter vetrov maksimalnih hitrosti v Ljubljani

Fig. 5a The values of CVI incidences in the classes of wind directions (R_V) and in the isobaric levels: 500-, 700- and 850 mb and winds of maximal speed in Ljubljana



Slika 5b Pogostnosti CVI (NCVI) v razredih smeri vetrov (R_V) in v razredih hitrosti vetrov (R_H) v Ljubljani

Fig. 5b The values of CVI incidence in the classes of wind directions (R_V) and in classes of wind speed (R_H) in Ljubljana