

IZSLEDKI POVEZAV MED OBJEKTIVNIMI PROGNOŠČNIMI 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 dogajanja 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 nastanke 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 povprečno 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: $\overline{NCVI} (\overline{WF}) = 1.16$. 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: $\overline{NCVI} (\overline{FS}) = 0.70$. 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. ož 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).

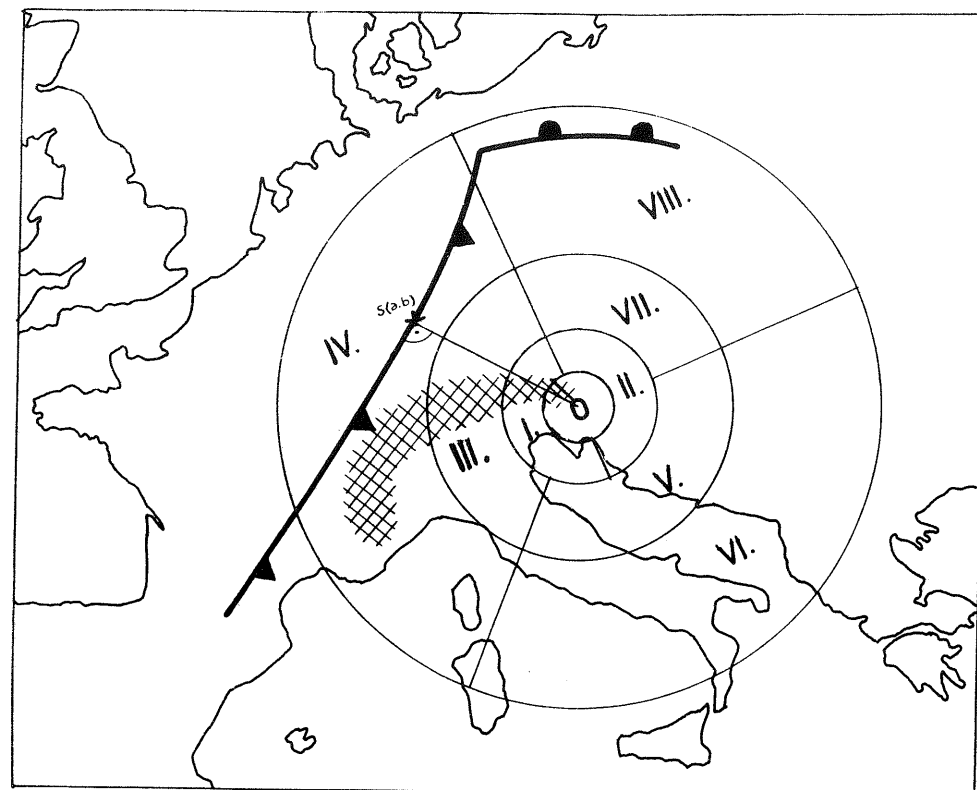
c) Kot biotropno pomemben parameter se je izkazal veter maksimalne hitrosti v Ljubljani za smeri: severozahod, zahod in manj značilno tudi severovzhod. Z naraščajočo hitrostjo vetrov teh smeri narašča tudi pogostnost CVI (slika 5b).

LITERATURA

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

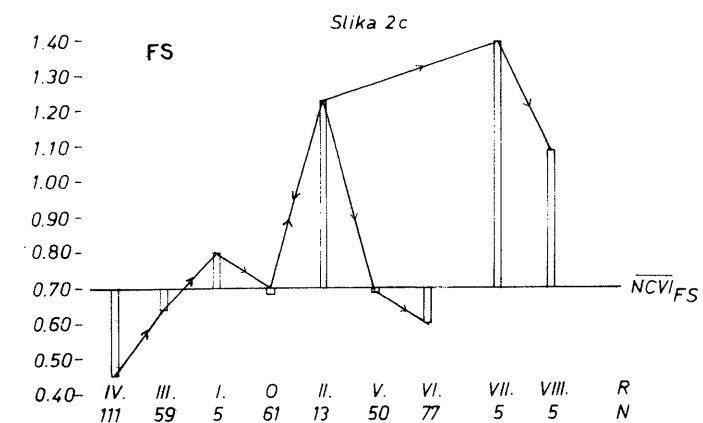
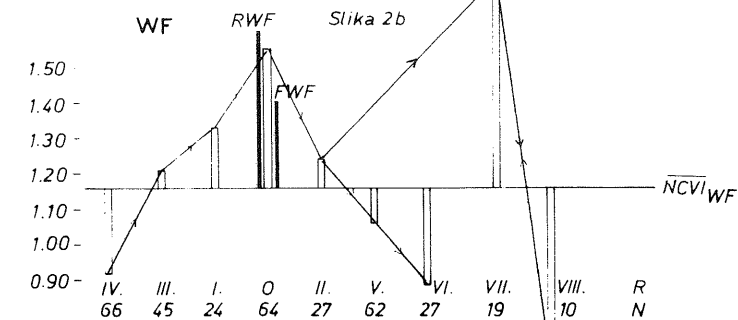
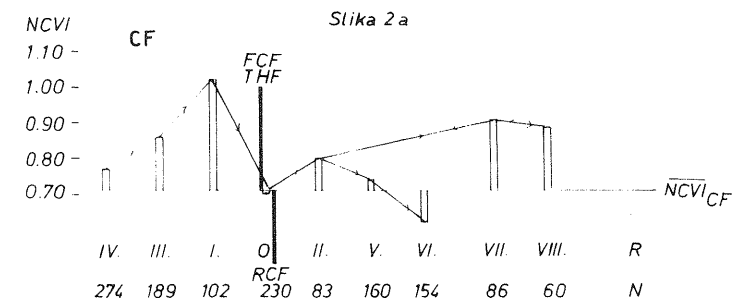
- /2/ K. Daubert: Das kausale Problem der Wetterfühligkeit, Die Heilkunst Hl, J 81, 1968
- /3/ F. Becker: Medizinmeteorologie, ein Grenzgebiet zur Forschung des Einflusses vom Wetter und Klima auf den Menschen, VDI-Verein Deutscher Ingenieure B 116, No 17
- /4/ I.R.E. Munn: Biometeorological Methods, 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-psihiatrov 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 bolezni, 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)

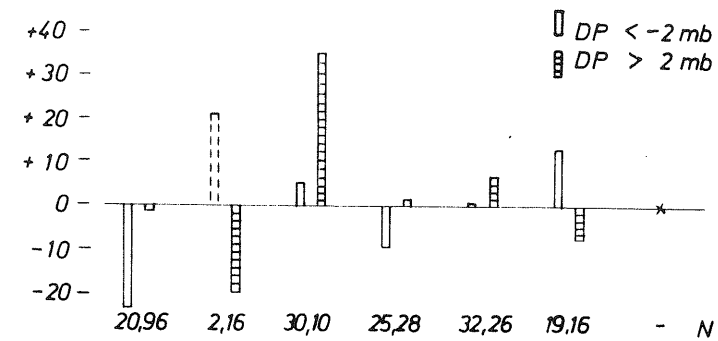


Slika 2 Pogostnosti CVI (NCVI) v posameznih razredih frontalnih leg (R) za hladne fronte (slika 2a), tople fronte (slika 2b) in frontalne sisteme (slika 2c) prikazane v obliki odklonov od poprečne pogostnosti CVI (NCVI) za navzočnost vrste fronte na obravnavanem področju. N = število primerov

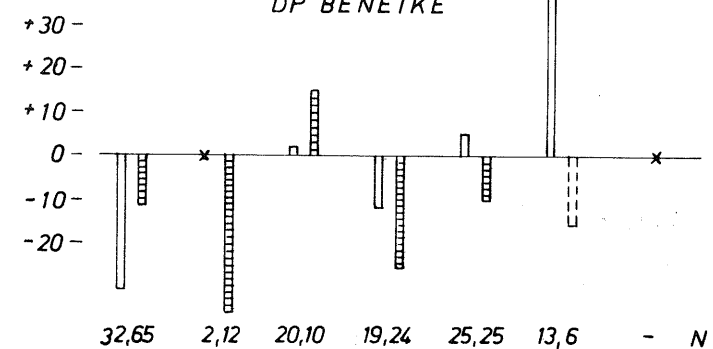
Fig. 2 The values of CVI incidence in distinct classes of frontal positions (R) for cold fronts (Fig. 2a), warm fronts (Fig. 2b) and frontal systems (Fig. 2c) shown in the form of deviations from the average value of CVI incidence (NCVI) for the type of front in the treated area

DNCVI/
100

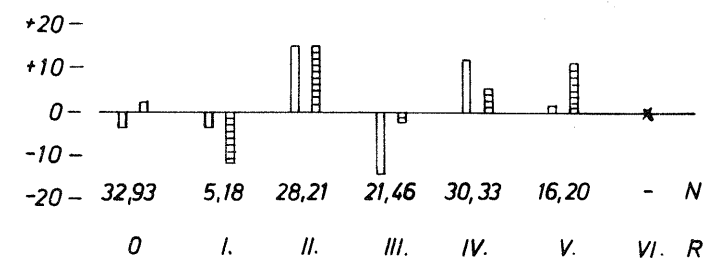
DP LJUBLJANA



DP BENETKE

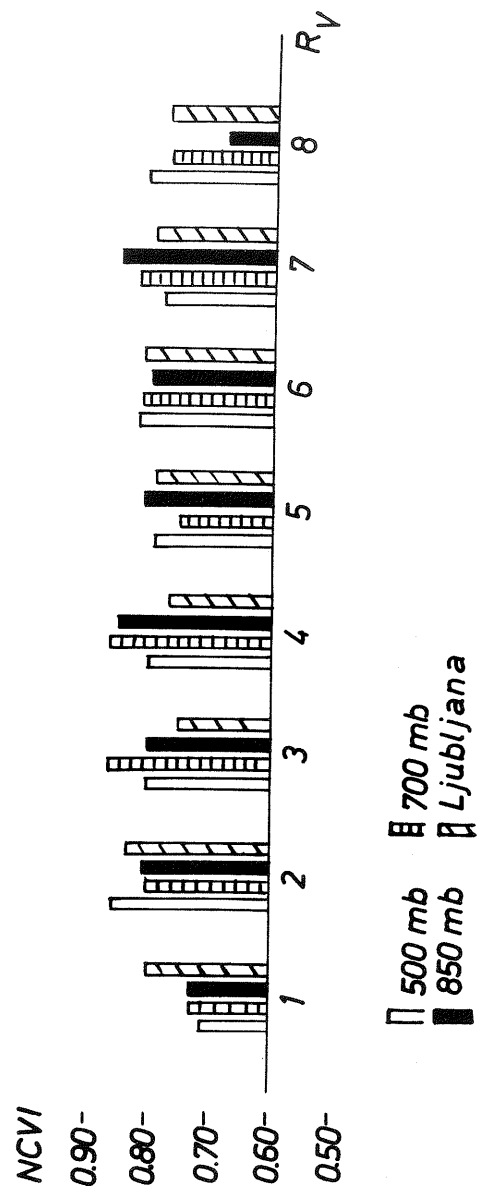


DP MÜNCHEN



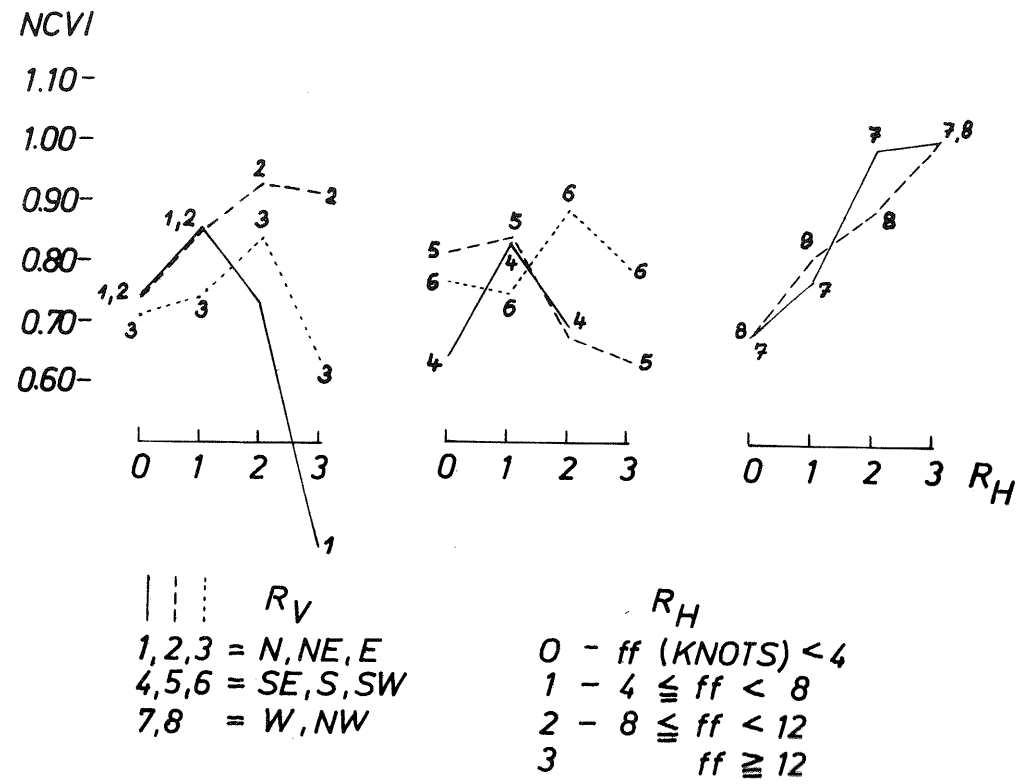
Slika 4 Odkloni pogostnosti CVI (NCVI) z ozirom na 12-urne spremembe zračnega pritiska (DP) v Ljubljani, Benetkah in München-u v posameznih razredih leg hladnih front (R), N = število primerov

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