

**RAZPRAVE  
PAPERS  
XVII**

VSEBINA - CONTENTS:

	Stran
J. Roškar: Neka metoda za objektivno kontrolo parametrov vremena A method for objective control of weather parameters .....	3
Z. Petkovšek: Ocena transkontinentalnega transporta onesnaženja zraka v Slovenijo in iz nje Estimation of transcontinental transport of air pollution to Slovenia and out it .....	11
D. Furlan: Orientacijski podatki o izhlapevanju v Jugoslaviji Some data on evaporation in Yugoslavia ....	29
M. Paradiž: Ocena 500 mb prognostičnih kart Estimation of prognostic maps of 500 mb surface .....	41
M. Vida: Poskus ocene vremenskih procesov v Sloveniji z ozirom na vremenske situacije Attempt to estimate weather processes in Slovenia with regard to weather situations ..	53

NEKA METODA ZA OBJEKTIVNO KONTROLO PARAMETROV  
VREMENA

A METHOD FOR OBJECTIVE CONTROL OF WEATHER PARA-  
METERS

551.501.4

JOŽE ROŠKAR

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

The method treated is based on climatic similarity of stations. Climatic similarity is defined by divided differences. For a given station the divided difference is found for the observed weather parameter at each time point  $t_i$ . In this way a function, called the trend of the observed parameter, is obtained. Then the distances among the trend of the given station and those of other stations are calculated. With respect to the selected station the others can be arranged according to climatic similarity, viz. according to the distance among trends. For the selected station the mean trend is calculated from first  $m$ - climatic similar stations, and it will be used for extrapolation of the value at time  $t_{i+1}$ . Extrapolated values can be used for control of the observed values at time  $t_{i+1}$  or for filling up the missing data. This can be done presuming the weather changes gradually.

POVZETEK

Metoda, ki jo bomo obravnavali, temelji na klimatološko podobnih postajah. Klimatološko podobnost definiramo z deljenimi diferen-  
cami. Dani postaji poiščemo v vsaki časovni točki  $t_i$  deljeno di-  
ferenco za opazovani parameter vremena. Tako dobimo funkcijo,  
ki jo imenujemo trend opazovanega parametra. Nato izračunamo  
razdalje med trendom obravnavane postaje in trendi drugih postaj.  
Za vsako postajo lahko druge postaje uredimo po klimatološki po-  
dobnosti, to je po velikosti razdalj med trendi. Iz prvih  $m$  kli-  
matološko podobnih postaj sestavimo poprečen trend opazovanega  
parametra za izbrano postajo, ki ga bomo rabili za ekstrapolacijo

vrednosti v času  $t_{i+1}$ . Ekstrapolirane vrednosti lahko uporabimo za kontrolo v času  $t_{i+1}$  ali pa za interpolacijo podatkov v času  $t_{i+1}$ . To lahko naredimo ob predpostavki, da se vreme spreminja počasi.

#### UVOD

V Sloveniji imamo nad 100 postaj, kjer opazujemo in merimo osnovne parametre vremena, kot so temperatura, pritisk, veter, padavine itd. Kljub prizadevanjem še zdaj ni učinkovite metode za objektivno kontrolo posameznih podatkov. Ena izmed metod v rabi temelji na klasični korelaciji, pri kateri pa ne upoštevamo dinamike posameznih vremenskih procesov. Problem je na ta način tudi težko formulirati, saj ne moremo trditi, da so izmerjene vrednosti v različnih časih med seboj neodvisne. Kakor vemo, pa je neodvisnost podatkov v nizu osnovni pogoj za uporabo korelacije. Boljše rezultate bi dobili s teorijo slučajnih procesov. Obravnavati bi morali vsak vremenski tip zase, s tem pa bi vnesli individualno tipizacijo vremenskih situacij in taka kontrola ne bi bila več objektivna.

Tukaj opisujemo metodo, katere ideja je vzeta iz prognostičnih vremenskih kart. Na osnovi podatkov v času  $t_i$  na poseben način ekstrapoliramo stanje v času  $t_{i+1}$ . Rekli bomo, da sta si postaji klimatološko podobni glede določenega parametra vremena, če se trenda tega parametra pri obeh postajah dobro ujemata. Z drugimi besedami pomeni to, da imata postaji skoraj enako spremembo določenega parametra v časovni enoti. Reševanje problema je računsko precej zahtevno, saj zahteva precejšnje število aritmetičnih operacij. Če imamo poleg izbrane še  $N$  postaj, je za določitev njej klimatološko podobnih postaj treba opraviti najmanj  $N^2$  seštevanj in  $10N$  množenj. To pa se ustrezno poveča, če hočemo obdelati več postaj in podobnost glede več vremenskih parametrov. Zato je jasno, da take kontrole ne moremo delati brez elektronskih računalnikov. Zahvaljujoč rednim obdelavam, ki jih opravljamo na Republiškem računskem centru, smo lahko preizkusili metodo na večjem številu podatkov.

#### ISKANJE KLIMATOLOŠKO PODOBNIH POSTAJ

Vzemimo, da imamo  $N+1$  postajo, na katerih merimo neki parameter vremena. Meritve parametra vremena na neki postaji so diskretne vrednosti časovne funkcije. Dano imamo torej zaporedje

$f_j(t_i)$ ,  $t_i \in T$  za vsako postajo  $j = 0, 1, \dots, N$ .  $t_i$  so termini opazovanj,  $T$  je pa interval od prve meritve do zadnje. Število meritev lahko poljubno izbiramo. Lahko vzamemo opazovanja samo v enem dnevu; v tem primeru imamo 4 opazovanja, če imamo opraviti z navadnimi klimatološkimi postajami; lahko vzamemo opazovanja iz več dni, celo mesecev itd. Izberemo si postajo in parameter vremena. Računski postopek poteka v dveh korakih. Najprej poiščemo k izbrani postaji  $m$  klimatološko podobnih postaj, nato pa z  $m$  trendi izbranega parametra vremena klimatološko podobnih postaj skonstruiramo funkcijo  $F(t_i)$ , ki predstavlja poprečen trend parametra vremena v intervalu opazovanj  $T$ .

Imamo torej  $(N+1)$  zaporedij  $f_j(t_i)$ ,  $t_i \in T$ ,  $j = 0, 1, \dots, N$ . Število opazovanj naj bo  $n$ , torej je  $i = 1, \dots, n$ . Trend parametra vremena definirajmo takole:

$$T_j(t_i) = (f_j(t_{i+1}) - f_j(t_i)) / (t_{i+1} - t_i), \quad (1)$$

$$j = 0, 1, 2, \dots, N; \quad i = 1, \dots, n.$$

Poglejmo funkcijo:

$$d_k = g_k^2 = \sum_{i=1}^n (T_0(t_i) - T_k(t_i))^2, \quad k = 1, \dots, N. \quad (2)$$

Funkcija  $g_k$  je razdalja med trendom  $T_0(t_i)$  in trendom  $T_k(t_i)$ . Ker smo izbrali eno postajo, lahko vzamemo, da ima ta indeks  $j = 0$ . Tako dobimo zaporedje kvadratov razdalj  $d_k$ ,  $k = 1, \dots, N$ , ki je zaporedje realnih števil. Lahko ga uredimo po velikosti. Naj velja:

$$d_{k_1} \leq d_{k_2} \leq d_{k_3} \leq \dots \leq d_{k_N}. \quad (3)$$

Rečemo lahko, da je funkcija  $f_{k_1}(t_i)$ , ki ji pripada najmanjša razdalja iz niza (3), klimatološko najbolj podobna funkciji  $f_0(t_i)$ , naslednja malo manj itd. Če bomo iskali  $m$  klimatološko podobnih funkcij, bomo s tem mislili tiste funkcije, ki jim pripadajo razdalje do indeksa  $k_m$  v nizu (3).

#### KONSTRUKCIJA FUNKCIJE $F(t_i)$

Vzemimo  $m$  klimatološko podobnih postaj. Njihove indekse  $k_1, \dots, k_m$  preimenujemo v indekse  $1, 2, \dots, m$ ; izvajamo izraz:

$$F(t_i) = b_1 T_1(t_i) + b_2 T_2(t_i) + \dots + b_m T_m(t_i), \quad (4)$$

pri čemer so  $T_j$  trendi ustreznih parametrov vremena,  $b_j$  pa pozitivne uteži, ki naj zadoščajo pogoju:

$$\sum_{j=1}^m b_j = 1. \quad (5)$$

Uteži moramo pri pogoju (5) tako skonstruirati, da bo imel parameter vremena, katerega razdalja med trendoma  $T_0$  in  $T_k$  je najmanjša, največji vpliv na funkcijo  $F(t_i)$ . Tako obliko imajo na primer uteži:

$$b_r = (1/d_r)/S, \quad r = 1, \dots, m; \quad \text{pri tem je:}$$

$$S = \sum_{i=1}^m 1/d_i.$$

Na ta način smo skonstruirali funkcijo  $F(t_i)$ , ki jo vzamemo za trend parametra vremena, ki smo ga izbrali. Vse to se seveda dogaja na izbrani postaji z indeksom  $j = 0$ . Pri konstrukciji funkcije  $F(t_i)$  ostaja odprt problem določitev števila  $m$ , ali pa koliko klimatološko podobnih postaj upoštevamo. Lahko si pomagamo tako, da  $m$  postopoma povečujemo. Izvajamo:

$$F_m(t_i) = b_1^{(m)} T_1(t_i) + \dots + b_m^{(m)} T_m(t_i)$$

$$F_{m+1}(t_i) = b_1^{(m+1)} T_1(t_i) + \dots + b_{m+1}^{(m+1)} T_{m+1}(t_i).$$

Zdaj pogledjmo razliko:

$$R = \sum_{i=1}^n (F_{m+1}(t_i) - F_m(t_i))^2.$$

Predpišemo  $\varepsilon > 0$ . Pri izvajanju izraza (4) vzamemo tako velik  $m$ , da je  $R < \varepsilon$ . Za vsak posamezen parameter vremena moramo seveda izbrati svoj  $\varepsilon$ .

#### UPORABNOST FUNKCIJE $F(t_i)$

Postavimo: trend parametra vremena v času  $t_{i+1}$  je enak trendu istega parametra v času  $t_i$ . To pomeni, da je vreme v dveh zaporednih časovnih intervalih približno enako in so torej tudi parametri vremena približno enaki. Na ta način na primer izključimo hitre spremembe vremena (prehode front, lokalne nevihte itd.). Če pa upoštevamo, da je vreme v glavnem stabilno, smo s tem naredili le manjšo napako. Posebej pa je treba premisliti v primeru hitrih sprememb vremena.

Pri tej predpostavki lahko vzamemo funkcijo  $F(t_i)$  kot ekstrapoliran trend časovne funkcije  $f_0(t_i)$  izbranega elementa vremena v času  $t_{i+1}$ . Ako uporabimo Taylorjevo vrsto ali izrek o končnem prirastku funkcije  $f_0$ , lahko napišemo:

$$f_0'(t_{i+1}) = f_0(t_i) + F(t_i) (t_{i+1} - t_i).$$

Z dobljenimi vrednostmi funkcije  $f_0'(t_{i+1})$  lahko kontroliramo vrednosti dejanske funkcije  $f_0(t_{i+1})$  tako, da jih med seboj primerjamo, ali pa jih privzamemo kot interpolirane v primeru, ko nam dejanske meritve manjkajo.

Poglejmo še število aritmetičnih operacij, ki je potrebno za izračunavanje funkcije  $F(t_i)$ . Naj bo  $N$  število postaj,  $n$  število opazovanj in  $m$  število klimatološko podobnih postaj, ki jih upoštevamo pri izvajanju funkcije  $F(t_i)$ . Tedaj imamo približno  $(N^2 + 4Nn + nm)$  seštevanj in  $(Nm + mn)$  množenj. V primeru, da obdelujemo 100 postaj za en dan, torej  $n = 4$  in  $N = 100$  in za vsako izbrano postajo upoštevamo 10 klimatološko podobnih postaj, potrebujemo za vsako izbrano postajo in izbran parameter vremena približno 5 700 seštevanj in 380 množenj.

#### NEKAJ PRIMEROV ISKANJA KLIMATOLOŠKO PODOBNIH POSTAJ GLEDE NA TEMPERATURO

Vzeli smo podatke navadnih klimatoloških postaj za januar 1972. leta. Najprej smo poiskali Ljubljani klimatološko podobne postaje za dan 2. januar. Kot rezultat smo dobili:

1. Grm pri Radohovi vasi	$d = 0.006$
2. Javorje nad Poljanami	$d = 0.008$
3. Sévno na Dolenjskem	$d = 0.016$
4. Mozirje	$d = 0.021$
5. Podlehnik	$d = 0.027$
6. Planina pri Rakeku	$d = 0.031$

7. Polički vrh pri Jarenini	d = 0.032
8. Gornji grad	d = 0.032
9. Lipoglav	d = 0.034
10. Bizeljsko	d = 0.040

Klimatološko najbolj nepodobna postaja je bila v tem primeru Rateče Planica, katere razdalja  $d$  je bila 9.56977. Tako lahko dobimo primerjavo za oceno razdalj. Vidimo lahko, da se zelo počasi spreminjajo. V drugem primeru smo iskali Ljubljani klimatološko podobne postaje za čas od 2. januarja do 4. januarja. Dobilimo smo:

1. Planina pri Rakeku	d = 0.05
2. Lipe na Barju	d = 0.08
3. Lipoglav	d = 0.12
4. Javorje nad Poljanami	d = 0.18
5. Gornji grad	d = 0.20
6. Brnik	d = 0.22
7. Nova sela pri Kočevju	d = 0.22
8. Rakitna	d = 0.22
9. Plesko pri Hrastniku	d = 0.22
10. Šmartno pri Slovenj Gradcu	d = 0.26

Kot klimatološko najmanj podobna postaja je bila Žičnica na Krvavcu s kvadratom razdalje  $d = 12.67$ .

V tretjem primeru si oglejmo Ljubljani klimatološko najbolj podobne postaje za čas od 2. do 21. januarja 1972. leta. Dobilimo smo:

1. Vrhnika	d = 3.48
2. Lipe na Barju	d = 3.97
3. Lipoglav	d = 4.96
4. Novo mesto	d = 5.09
5. Klenik pri Vačah	d = 5.34
6. Črnomelj	d = 6.09
7. Gornji grad	d = 6.33
8. Plesko pri Hrastniku	d = 6.71
9. Turški vrh pri Zavrču	d = 7.43
10. Jeruzalem	d = 7.83

Kot klimatološko najmanj podobna postaja Ljubljani je v tem primeru bila Rateče Planica s kvadratom razdalje  $d = 100.30$ .

Na koncu si še oglejmo, kaj dobimo, ako vzamemo v pretres ves mesec januar 1972. leta:

1. Vrhnika	d = 7.26
2. Lipoglav	d = 9.95
3. Klenik pri Vačah	d = 10.96

4. Šmarna gora	d = 12.32
5. Lipe na Barju	d = 12.63
6. Rovte	d = 13.88
7. Planina pri Rakeku	d = 14.52
8. Sela pri Planini nad Sevnico	d = 14.64
9. Šmarje Sap	d = 14.86
10. Radeče pri Zidanem mostu	d = 14.91

Kot najbolj nepodobna je bila Svečina s kvadratom razdalje  $d = 140.74$ .

Opazimo, da so razdalje absolutno tem večje, kolikor večji časovni niz vzamemo. To je tudi razumljivo iz definicije razdalje (2). Gornji primeri nazorno kažejo, da niti za kontrolo niti za interpolacijo ne gre jemati podatkov iz istih postaj v različnih časih ali vremenskih situacijah. Smiselno je klimatološko podobne postaje izračunavati sproti za vsak dan ali pa za vsak čas opazovanja, ki nas zanima. Izkaže se tudi, da izpadejo v daljšem nizu kot klimatološko podobne postaje tiste, ki so tudi geografsko blizu. Vemo, da ima Ljubljana v januarju precej meglenih dni in tudi januar 1972. leta ni bil izjema. Tako smo pri obdelavi s celomesečnim nizom kot klimatološko najbolj podobne dobili tiste postaje, ki ležijo v Ljubljanski kotlini. Nikakor pa to ne velja za enodnevne nize.

#### LITERATURA

- /1/ G.M. Fihtengolc: Kurs diferencialnega i integralnega isčisljenja. Izdavateljstvo "Nauka", Glavna redakcija fiziko - matematičeskoj literaturi, Moskva, 1966.

OCENA TRANSKONTINENTALNEGA TRANSPORTA ONESNAŽENJA  
ZRAKA V SLOVENIJO IN IZ NJE

ESTIMATION OF TRANSCONTINENTAL TRANSPORT OF AIR  
POLLUTION TO SLOVENIA AND OUT OF IT

551.510.42

ZDRAVKO PETKOVŠEK

Katedra za meteorologijo FNT, Ljubljana

SUMMARY

The concentrations of sulphur dioxide in the air reaching and leaving Slovenia were calculated on the basis of emission map and a simple model for changes of air pollution in an air parcel travelling over regions of Europe with different air pollution emissions. A "rose" of possible air pollution transport to Slovenia has been constructed for eight main directions, and calculations have been made for three special trajectories, regardless of the influence of the Alps. This paper gives an estimation of the role of Slovenia according to air pollution emissions, as well as of the influence of its emission on air pollution background in the surrounding regions.

POVZETEK

Na osnovi preprostega modela spremembe koncentracij  $SO_2$  v zračnem delcu, ki se premika prek področij z različno emisijo, in emisijske karte  $SO_2$  za Evropo so računane koncentracije  $SO_2$  v zraku, ki se giblje prek Evrope nad Slovenijo in dalje. Na osnovi računov za poenostavljene pogoje vzdolž ravnih trajektorij je sestavljena "roža" možnega transporta onesnaženja zraka v Slovenijo za glavne smeri in za tri posebne trajektorije brez upoštevanja vpliva Alp. Ocenjeno je mesto Slovenije glede emisije v Evropi in tudi vpliv Slovenije na koncentracije "ozadja" v sosednjih področjih.

## UVOD

Trditev, da je onesnaženje zraka predvsem lokalni problem /1/ v splošnem še vedno velja, vendar pa transkontinentalni prenos onesnaženja, predvsem žveplovih spojin, niso več zanemarljivi. Ob zahodnih obalah Norveške in južne Švedske npr. lokalnega onesnaženja skoraj ni, vendar so izmerili veliko kislost padavin /2/ in so ugotovili, da jim to že povzroča gospodarsko škodo. Spoznali so, da je kislost padavin in onesnaženje zraka z SO<sub>2</sub> posledica transporta tega onesnaženja iz Anglije in srednje Evrope, zato so se s transportom onesnaženja na velike razdalje tam najprej in resno spoprijeli. Izdelali so že precej kompleksne modele za numerično reševanje v polju mrežnih točk in objektivno analizo in celó prognozo onesnaženosti zaradi takega transporta /3/, računalniški časi pa gredo v ure.

Za nas ti problemi v primerjavi z lokalnim onesnaženjem še niso pereči, ali vsaj mislimo tako, ker o tem še nič ne vemo. Meritve praktično (razen z letali v višinah) nič ne povedo, ker moti lokalno onesnaženje. Zato moramo uporabiti modele in računanje in vsaj približno ugotoviti, kakšno je mesto Slovenije glede tega v Evropskem prostoru. Potrebno je vedeti, kako onesnažen zrak prihaja k nam iz drugih področij in kakšnega pošiljamo mi sosedom, ali kakšen je naš delež k splošnemu onesnaževanju zraka v Evropi. Kmalu se namreč utegnejo pojaviti ekonomske in politične posledice in problemi, zato moramo biti nanje vsaj nekoliko pripravljeni.

S poenostavljenimi metodami, ki smo jih priredili za naše namene, bomo na osnovi računanja sprememb koncentracij vzdolž trajektorij v tem delu izračunali in prikazali transport SO<sub>2</sub> prek Evrope v Slovenijo in iz nje. Ker je SO<sub>2</sub> približen indikator za celotno onesnaženje (tudi z aerosoli-sajami, sulfati, itd.) je z njim prikazana približna slika transporta celotnega onesnaženja.

## MODEL ZA OCENO TRANSPORTA

Lokalne spremembe koncentracij so v Eulerjevem sistemu lepo dane z enačbo, ki zajema advekcijo, difuzijo, izvore in ponore onesnaženja, ter jo s klasično simboliko zapišemo:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -u_h \cdot \nabla_h C - w \frac{\partial C}{\partial z} + K_h \nabla_h^2 C + K_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + Q - D \quad (1)$$

pri čemer sta advekcija in difuzija kot navadno podani ločeno za horizontalno in vertikalno smer. Zadnja dva člena pomenita izvore oziroma jakost emisije (Q) in izpad oziroma ponore onesnaženja (D).

Če preidemo v Lagrangeov sistem in spremljamo zračne delce ter onesnaženje v njih, advektivna člena odpadeta. Difuzijska člena sta za homogene delce pomembna le, če je zračni delec, ki ga spremljamo, sorazmerno majhen, in zgubljata pomen, čim večji je, saj vpliva difuzija v krajšem času le na spremembe koncentracij v mejnih področjih.

Za proučevanje transporta onesnaženja v zraku na velike razdalje (večje od 300 km) so "zračni delci" lahko veliki - linearnih horizontalnih dimenzij nad 100 km. Transport takih delcev in onesnaženja v njih je vezan na makrovremensko stanje in tokove v zvezi s splošno planetarno cirkulacijo zraka. Ta cirkulacija, kot sama atmosfera, ima dimenzijska razmerja v vertikali proti horizontali približno 1:100 do 1:1000. Zato so tudi delci, ki jih v teh primerih opazujemo in spremljamo, dejansko obsežne, a sorazmerno tanke "plošče". Če v lokalnih pogojih in dimenzijah pri širjenju onesnaženja še lahko govorimo o "box modelu", je tu primernejši izraz "model plošč".

Razen v izjemnih primerih je atmosfera stabilno stratificirana in je njeno gibanje na večje razdalje pretežno horizontalno ter so vertikalne hitrosti za tri velikostne rede manjše od horizontalnih. Koeficienti turbulentne difuzije so na zgornji meji planetarne prizemne zračne plasti (nekaj nad 1000 m) za en velikostni red manjši kot nekaj deset metrov nad tlemi, kjer so največji /4/, a tudi (in deloma zato) koncentracije onesnaženja z višino eksponentialno padajo ter je njihov padec nad 1000 m že relativno šibek /5/, zato je difuzija na višini H = 1500 m že relativno majhna. To nas opravičuje, da v prvem približku domnevamo, da je difuzija onesnaženja tudi skozi sorazmerno veliko zgornjo mejno ploskev (ob kateri je turbulenca v primeri s tisto pri tleh, že relativno šibka) sorazmerno majhna; skozi relativno majhne stranske ploskve pa je že tako zanemarljiva. Zato v našem modelu plošč tudi difuzijo zanemarimo ter nam od enačbe (1) ostane na desni le zadnja dva člena, na levi pa imamo zdaj individualno spremembo koncentracij v zračnem delcu - plošči ter zapišemo:

$$\frac{dC}{dt} = Q - D \quad (2)$$

Koncentracija onesnaženja v zračni plošči se torej spreminja v

skladu s tem, koliko onesnaženja pride vanjo iz virov na zemeljski površini, zmanjšano za tisto, kolikor ga razpade in izpade. Zračna ploščica lahko izjemoma stagnira nad nekim področjem, navadno pa se premika in se premakne nad drugo področje, ki ima močnejše ali šibkejše vire. Koncentracije se v zraku spreminjajo, vendar kot bomo videli, je posebno izpad relativno počasen, zato zrak ohranja del svojih prejšnjih lastnosti. Na relativno čista področja prihaja zato v splošnem bolj onesnažen zrak, medtem ko se bolj onesnažena področja ali področja z močno emisijo čistijo na račun okolišnjih in jim pošiljajo svoje onesnaženje.

Za velika področja reda  $10^4 \text{ km}^2$  in več je emisijo (Q) za dobo nekaj dni v prvem približku gotovo mogoče vzeti kot konstantno vrednost, ki pa jo je treba poznati ali vsaj oceniti.

Izpad (D) je prostorsko zelo raznolik in je funkcija koncentracij ( $\text{SO}_2$ ) in vremenskih pogojev - predvsem padavin ter zajema tudi pretvorbo  $\text{SO}_2$  v sulfate /6/. Imamo popolnejše enačbe za določitev izpada /7/, toda v skladu z našo oceno vzemimo zaradi preprostosti enostavno linearno odvisnost:

$$D = k \cdot C \quad (3)$$

pri čemer je k koeficient izpada in C koncentracija. V večini primerov transkontinentalnega transporta lahko vzamemo zaradi nizkih koncentracij koeficient izpada kar za konstanto vrednost npr.  $k = 2 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ , kar izhaja iz razpolovne dobe za suhi izpad  $\text{SO}_2$  6 dni, torej za pogoje brez padavin. Napaka zaradi tega, ker smo vzeli k konstanten je največ 10% in je mnogo manjša, kot so napake v oceni emisije posameznih področij.

Iz enačb (2) in (3) sledi zdaj:

$$\frac{dC}{dt} + kC - Q = 0 \quad (4)$$

katere rešitev ob pogoju  $C = C_0$  za  $t = 0$  je:

$$C = [Q - (Q - kC_0) \exp(-kt)] / k \quad (5)$$

ki je osnovna enačba naših ocenjevanj in računanj.

Zračni delec se giblje prek področij z različno emisijo. Po času  $\Delta t$ , ki ga prebije nad nekim področjem, in v skladu z njegovo začetno koncentracijo in izpadom, je njegova koncentracija pri odhodu iznad področja, določena z enačbo (5). Na ta način spremljamo delce ali ploščice vzdolž njihovih trajektorij do Slovenije

brez upoštevanja vpliva Alp; pri tem je treba za konkretne primere določati trajektorije seveda iz Slovenije nazaj. Čas delovanja neke emisije (in hkrati izpada glede na predhodno koncentracijo), je določen s časom, ki ga porabi delec za prehod prek nekega področja. Ta je seveda določen z velikostjo področja in hitrostjo gibanja zraka - vetrov ter je:

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v} \quad (6)$$

kjer je  $\Delta s$  linearna horizontalna dimenzija področja in v hitrost.

Enačba (5) je širše uporabna in tako seveda tudi za določitev sprememb koncentracij v zraku, če se ta giblje prek področij z enako emisijo, in torej tudi če zrak stagnira nad nekim področjem občasno stalne emisije. Če je emisija vseskozi stalna ali enaka, nastopi po dovolj dolgem času ravnotežje med emisijo in izpadom ter je maksimalna dosežena koncentracija, kot sledi iz enačbe (5), za  $t = \infty$  podana z enačbo:

$$C_M = \frac{Q}{k} \quad (7)$$

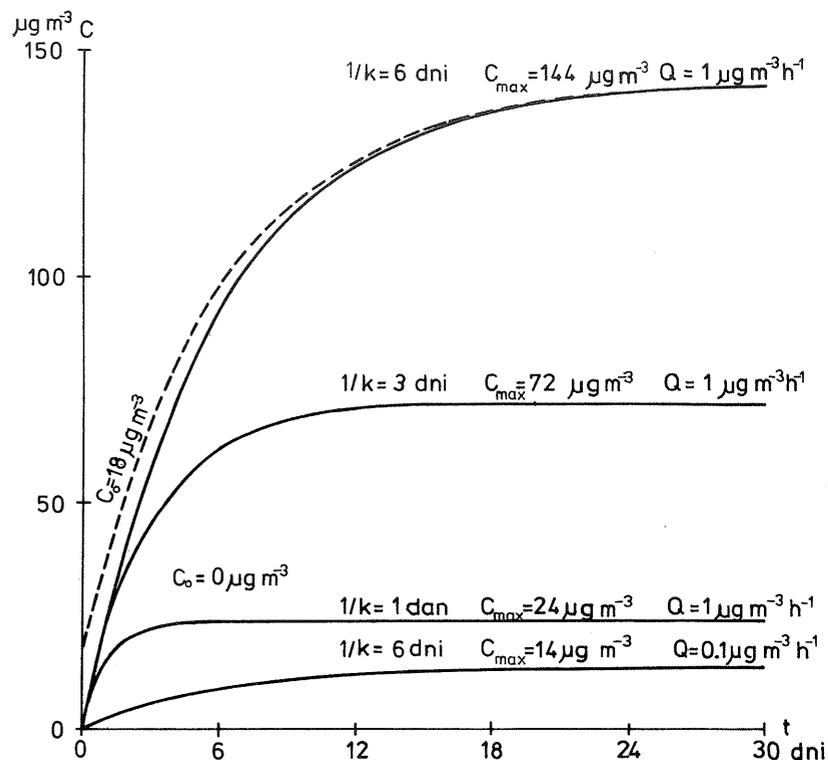
Nekaj primerov, kako naraščajo koncentracije po enačbi (5) ob konstantni emisiji ter se asimptotično približujejo vrednosti določeni po enačbi (7), je razvidno s slike 1. Iz nje vidimo, da koncentracije pri konstantni emisiji (Q) sprva zelo naglo in nato vse počasneje naraščajo. Vidimo tudi, kako vpliva na potek jakost emisije in kako vplivajo različne razpolovne dobe ali različni razpadni koeficienti; pa tudi, kako vpliva neka začetna koncentracija  $C_0$ .

Iz enačbe (5) tudi sledi, da je ob pogoju, da je začetna koncentracija  $C_0 = 0$ , mogoče določiti čas, po katerem je dosežen neki poljuben odstotek (u) maksimalne koncentracije in sicer:

$$t_u = \frac{C_M (100 - u)}{k} \quad (8)$$

Ta čas je torej sorazmeren razpolovni dobi ( $1/k$ ) in je neodvisen od jakosti emisije. Pri omenjeni razpolovni dobi ob suhem izpadu  $\text{SO}_2$  6 dni, je npr. dosežena polovica maksimalne koncentracije približno po 4 dneh, 90% pa šele po 14 dneh.

Za nas je važna ugotovitev, kot sledi iz tega in slike 1, da koncentracije prvih nekaj dni sorazmerno naglo naraščajo in da je njihovo naraščanje močno odvisno od emisije (katere spremembe



Slika 1 Prikaz naraščanja koncentracij  $\text{SO}_2$  po modelu pri mirovanju zračnih delcev ali njihovem premikanju čez področja enake emisije za dve emisijski jakosti, za tri razpolovne dobe, ter prikaz vpliva začetne koncentracije ( $C_0$ ).

Fig. 1 Increase of  $\text{SO}_2$  concentrations according to the model for air parcels at rest or their movement over areas with equal emission for two emission intensities, for three decay times and the influence of starting concentration ( $C_0$ ).

upoštevamo), in malo od razpolovne dobe, ki je tu približno konstantna.

Enačba (5) je uporabna tudi za določanje koncentracij pri mirujočem zraku, če se emisija v stopnjah ali nezvezno spreminja. Taki so pogoji predvsem v naših kotlinah pozimi, ko zrak včasih tudi po več dni stagnira - a o tem pozneje. Tu pa si v nadaljnjem oglejmo transport  $\text{SO}_2$  v Slovenijo čez različna emisijska področja Evrope, še prej pa mesto Slovenije na lestvici emisije v Evropi.

#### EMISIJA $\text{SO}_2$ V SLOVENIJI IN EVROPI

Za določitev sprememb koncentracij potujočega delca proti Sloveniji je potrebno poznati emisijo področij, prek katerih se delec premika. Za taka področja pa je navadno podana "površinska emisija" ( $Q_P$ ), to je masa polutanta, ki izhaja iz enote površine v enoti časa ter je s prej obravnavano emisijo (maso na volumen in čas) v naslednji preprosti zvezi:

$$Q = \frac{Q_P}{H} \quad (9)$$

kjer je  $H$  višina plošče zraka ali debelina prizemne plasti, v kateri poteka transport. Tudi to višino vzamemo v naših obravnavah za konstantno vrednost, in sicer je  $H = 1,5$  km, v skladu z nekoliko debelejšo prizemno mejno atmosfersko plastjo zaradi sorazmerno večje hrapavosti terena.

Površinska emisija nam je poznana iz karte emisije  $\text{SO}_2$ , ki so jo izdelali v CCU v okviru programa OECD /8/ na Norveškem. Na tej karti je Evropa z delom Severnega morja in Atlantika razdeljena na površinske emisijske enote s površino  $16.129 \text{ km}^2$  ( $127 \text{ km} \times 127 \text{ km}$ ), za vsako enoto pa je podana ocenjena celotna emisija  $\text{SO}_2$  za leto 1972. Ker je bila karta izdelana za interno delo z omejeno uporabo, je tu ne reproduciramo, vendar pa njene vrednosti uporabimo pri naših izvajanjih in računih. Iz te emisijske karte sledi, da Slovenijo neposredno obdajajo področja z manjšo emisijo, malo dlje pa je precej takih z izdatno večjo emisijo  $\text{SO}_2$ . Področje Slovenije pade v dva kvadrata enotne emisijske enote: Zahodna Slovenija z delom Italije in Trstom je ocenjena na  $100.000 \text{ ton SO}_2/\text{leto}$ , osrednja in vzhodna z Zagrebom pa za faktor 1,5 več. V grobem lahko vzamemo srednjo vrednost ter postavimo, da je poprečna emisija za Slovenijo

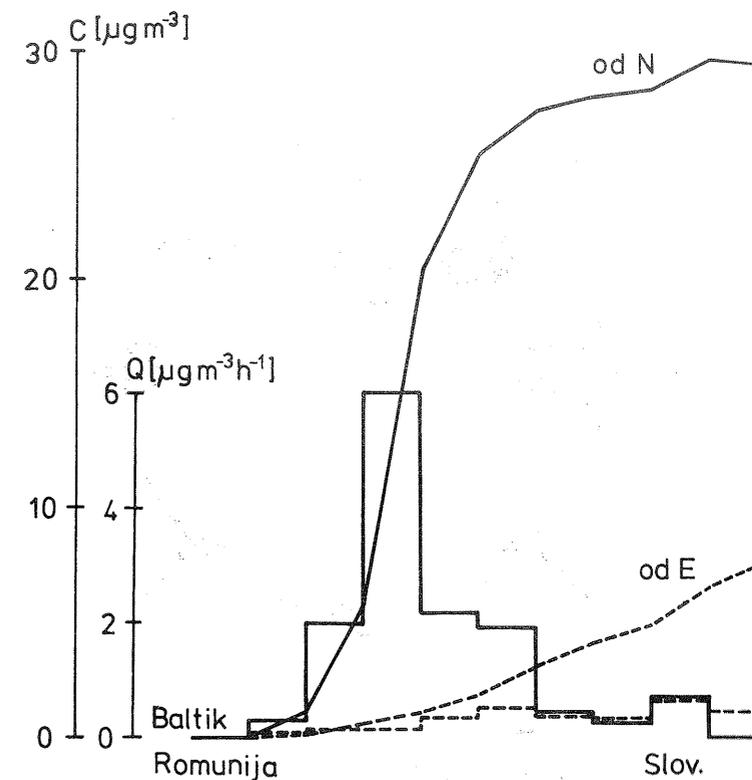


Alp. Transport naj bi segal do višine 1,5 km, zračni delci pa bi se gibali s konstantno hitrostjo 50 km/h brez divergence in deformacije, torej v stacionarnem in paralelnem tokovnem polju. Le za premike v diagonalni smeri emisijskih kvadratnih polj upoštevamo daljši čas prehoda za faktor 1,41 (koren iz 2).

Spremljajmo npr. zračni delec, ki bi prišel v osrednjo in vzhodno Slovenijo naravnost od severa - kar je izjemoma tudi mogoče. Ob postavljeni začetni koncentraciji  $C_0 = 0$  (kar približno velja) bi z Baltika prehajal prek posameznih emisijskih enotnih površin z emisijo  $Q = 0.33, 2.00, 6.03$  itd.  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$  ter končno prek 7 različnih emisijskih enot prišel do Slovenije. Zaradi predpostavljene enakomerne hitrosti (50 km/h) bi prehajal prek vsake emisijske enote 2,5 ure, doživljal postopne spremembe v skladu z enačbo (5) in prišel do enote Slovenije po 17,5 ure s koncentracijo  $28,4 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  ter odšel iz nje 2,5 ure pozneje s poprečno koncentracijo  $29,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Potek postopnih sprememb koncentracij za to severno in za vzhodno smer je grafično prikazan na sliki 2. Rezultati analognih računov transporta  $\text{SO}_2$  v Slovenijo iz glavnih smeri neba so nazorno prikazani na sliki 3 in izčrpnije podani v tabeli 2. Vpliv Alp, ki je verjetno znaten, pa bo treba še proučiti.

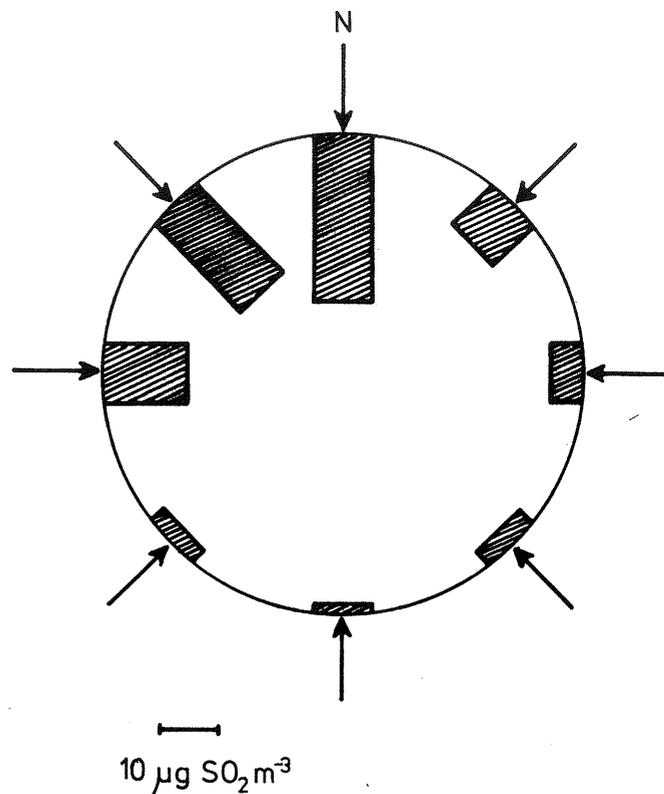
Iz slike 3 vidimo, da bi prihajal k nam najbolj onesnažen zrak prav s severa prek Šlezije, najbolj čist pa z juga. Po onesnaženosti je na drugem mestu zrak od NW ker prihaja prek Porurja, na tretjem pa od zahoda ker prehaja preko severne Italije, posebno prek milanskega industrijskega področja. Bolj podrobni podatki so razvidni s tabele 2.

V prvi vrsti tabele 2 so podane vsote emisij ( $\sum Q$ ) površinskih enot vzdolž trajektorij iz posameznih smeri. V drugi vrsti ( $C_s$ ) je podana koncentracija  $\text{SO}_2$  v trenutku, ko pride zračni delec na mejo Slovenije (analogno kot na sliki 3), računana po enačbi (5). V naslednji vrsti ( $C_Q$ ) so podane koncentracije, kot bi jih imeli zračni delci, če bi ne bilo izpada, to je, če računamo končno koncentracijo kot produkt poprečne emisije in časa delca na poti. Ker je ta čas v primerjavi z razpolovno dobo sorazmerno kratek, so razlike med obema koncentracijama ( $C_Q - C_s$ ), ki so podane v naslednji vrsti, sorazmerno majhne. To potrjuje, da je izpad pri postavljenih hitrostih gibanja zraka prek južne Evrope večinoma zanemarljiv in je omemba vreden le pri višjih koncentracijah in za nas pri tokovih iz severozahodnega kvadranta - bil pa bi še nekoliko večji z uporabo popolnejše enačbe, kot je (3), kar pa bi obseg računov zelo povečalo, glede na natančnost podatkov o emisiji pa bi bilo nesmiselno.



Slika 2 Emisija na poti in spremembe koncentracij  $\text{SO}_2$  v zračnih delcih, ki se pomikajo proti Sloveniji vzdolž ravnih trajektorij od severa in vzhoda s hitrostjo 50 km/h.

Fig. 2 Emissions along the path and changes of  $\text{SO}_2$  concentrations in air parcels moving along straight trajectories from North and East to Slovenia with velocity of 50 km per hour.



Slika 3 Grafični prikaz fiktivne onesnaženosti zraka ali koncentracij  $\text{SO}_2$  (v  $\mu\text{g m}^{-3}$ ) tik pred prihodom zraka v Slovenijo po ravnih trajektorijah iz glavnih smeri neba.

Fig. 3 Graphical representation of fictive air pollution or concentrations of  $\text{SO}_2$  (in  $\mu\text{g m}^{-3}$ ) just before reaching Slovenia along straight trajectories from the main directions.

Tabela 2 Skupna emisija področij vzdolž poti, koncentracije  $\text{SO}_2$  v zračnih delcih tik pred prihodom v Slovenijo ter razlike koncentracij, razmerja in čas potovanja delcev za ravne trajektorije iz glavnih smeri neba.

Table 2 Total emissions of areas along the path, concentrations of  $\text{SO}_2$  in air parcels just before reaching Slovenia, concentrations, ratios and time consumed by air parcels moving along straight trajectories from the main direction.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
$\Sigma Q$	12.2	2.9	2.1	0.7	0.5	0.8	5.9	6.6	$\mu\text{g m}^{-3} \text{ h}^{-1}$
$C_s$	28.4	9.5	5.1	2.3	1.3	2.7	13.9	20.9	$\mu\text{g m}^{-3}$
$C_{\bar{Q}}$	30.5	10.1	5.2	2.4	1.3	2.7	14.6	23.3	"
$C_{\bar{Q}} - C_s$	2.1	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.7	2.4	"
$\Delta C$	1.3	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.5	1.4	"
R	0.04	0.2	0.3	0.8	1.4	0.6	0.1	0.7	-
$t_s$	17.5	24.7	17.5	14.1	10.0	14.1	17.5	24.7	h

Naslednja vrsta v tabeli 2 ( $\Sigma C$ ) podaja razlike med koncentracijami v delcih, ko ti zapuščajo emisijsko enoto Slovenije, in koncentracijami tik pred prihodom vanjo. Zaradi izenačenja efekta emisije v enoti Slovenije za vse smeri in možnosti primerjave, tukaj čas prehoda v diagonalni smeri ni povečan za faktor koren iz 2. Iz podatkov te vrste je razvidno, da se nad Slovenijo nekoliko močnejše onesnažijo le sorazmerno čisti zračni delci, to je tisti, ki prihajajo iz čistejših področij - z juga; nizke koncentracije iz teh smeri prihajajočega zraka so nekoliko prenizke, ker so znana emisijska področja v teh smereh številčno manjša zaradi manjkajoče karte in zajemajo le 5 emisijskih enot.

Že precej onesnažen zrak, ki pride do Slovenije iz severne in severozahodne smeri (če zaradi Alp sploh pride), pa se nad Slovenijo le še malenkost bolj onesnaži in torej skoraj tak, kot je prišel, odhaja dalje proti jugovzhodu. Merilo relativnega dodatnega onesnaženja zraka, ki ga povzroča emisija virov v enoti Slovenije, je najbolj nazorno prikazana z razmerjem (R), ki je podano v predzadnji vrsti tabele 2. To razmerje je določeno z:

$$R = \Delta C / C_s \quad (10)$$

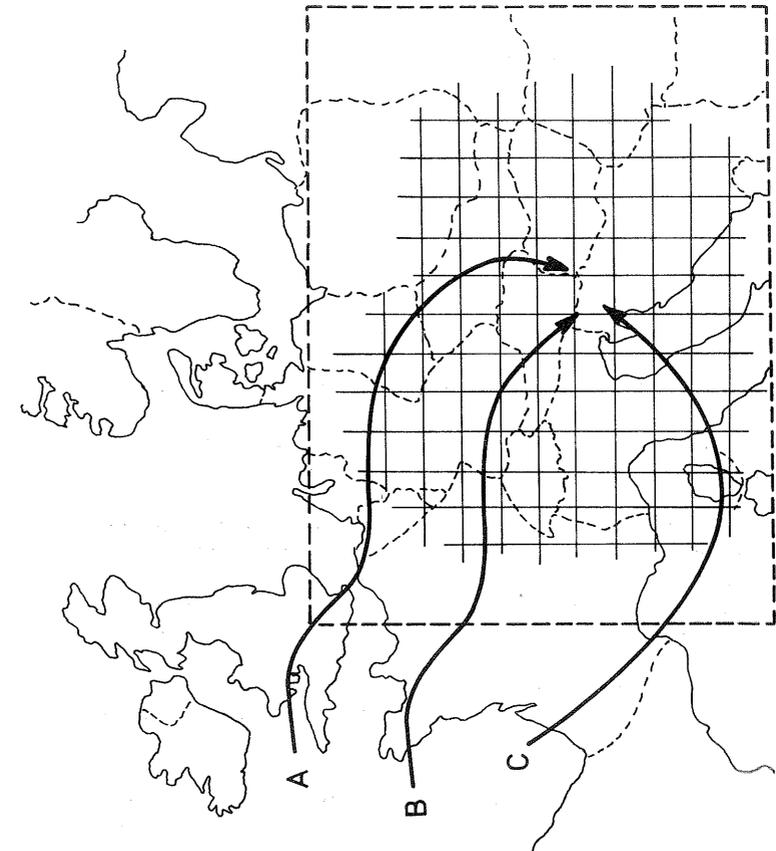
in je najmanjše (0.04) za severno smer, od koder prihaja najbolj onesnažen zrak, in je seveda največje za jug (1.3), od koder je prihajajoči zrak najčistejši; povečanje onesnaženja z  $SO_2$  v njem z emisijo Slovenije je zanj torej skoraj za polovico večje, kot je bila sploh njegova onesnaženost do nas. V zadnji vrsti je skupen čas ( $t_g$ ) približevanja delcev ter je različen zaradi diagonalnih smeri in manjkajoče karte na jugu, kjer pa je precej morja.

Vsi ti podatki, posebno pa razlika  $C_Q - C_S$ , kažejo, da je postavljen model za ocenitev transporta onesnaženja na take razdalje dokaj dober. Potrditev pa smo dobili, ko smo računali spremembe koncentracij za dva izrazito različna primera trajektorij po 850 mb ploskvi 5.3. in 29.10.1972. Naši rezultati se dobro ujemajo z rezultati, ki so jih za ta primera dobili Norvežani z uporabo mnogo zahtevnejšega numeričnega modela /3/. Več bodo povedale meritve.

Nekoliko idealiziran prikaz ob ravnih trajektorijah nam je torej pokazal nekakšno "rožo" možnega transporta onesnaženje v Slovenijo in je vsekakor pomemben za poznavanje razmer našega širšega prostora. Vendar pa so ravne trajektorije na področju južne in srednje Evrope izjemne, čez Alpe pa problematične, ter je primerno dati še nekaj primerov.

Čeprav natančno ne poznamo tipičnih trajektorij za dotok zraka v Slovenijo, sta gotovo A in C trajektoriji, ki sta prikazani na sliki 4 precej pogostni. Tako predstavljata primera A in B poti zraka ob razširitvi Azorskega anticiklona nad srednjo in južno Evropo - prva bolj severno in druga in druga bolj južno - B je zaradi Alp problematična; primer C pa trajektorije, ko je nad zahodno Evropo ozka dolina v pritiskovem polju. Končne vrednosti koncentracij  $SO_2$  ob prihodu zraka v Slovenijo in analogne izvedenke, kot v tabeli 2, so za te trajektorije prikazane v tabeli 3.

Iz tabele 3 vidimo, da so razlike v končnih koncentracijah zelo velike in da že neznatna razširitev anticiklona proti severu vodi zračne delce k nam prek močnih emisijskih področij (Londona, Porurja in Dunaja) - primer A, ter pride zrak k nam nekajkrat bolj onesnažen, kot kadar potuje zrak nekoliko južneje prek Francije, Bavarske in srednje Avstrije - primer B. Najmanj onesnažen je očitno zrak, ki pride z Atlantika k nam prek južne Francije in severnega Sredozemlja - primer C. Verjetno je po tej poti prihajajoči zrak večinoma še manj onesnažen kot po teh računih, pri katerih smo upoštevali koeficient izpada brez padavin. Ob taki poti zračnih delcev v dolini pritiskovega polja namreč nastajajo navadno padavine ter je izpad onesnaženja, kot že



Slika 4 Tri posebne trajektorije za dovod zraka v Slovenijo ter območje Evrope za emisijsko vrednotenje Slovenije, ki je podano v tabeli 1.

Fig. 4 Three special trajectories for transport of air to Slovenia and the region of Europe used for calculation of emission of Slovenia which is given on table 1.

Tabela 3 Enako kot v tabeli 2 toda za trajektorije s slike 4.

Table 3 Total emissions of areas along the path, concentrations of SO<sub>2</sub> in air parcels just before reaching Slovenia, concentrations, ratios and time consumed by air parcels moving along trajectories given on fig. 4.

	A	B	C	
$\Sigma Q$	40.8	3.1	1.4	$\mu\text{g m}^{-3} \text{h}^{-1}$
$C_s$	69.7	8.1	3.8	$\mu\text{g m}^{-3}$
$C_{\bar{Q}}$	116.2	8.9	4.3	"
$C_{\bar{Q}} - C_s$	46.5	0.8	0.5	"
$\Delta C$	-4.2	2.3	2.4	"
R	-0.06	0.28	0.62	"
$t_s$	37.5	30.0	27.5	h

rečeno, močnejši. Ta učinek pa je lahko delno kompenziran s konvergenco vetra pri tleh v dolini pritiskovega polja, kar lahko vodi do akumulacije onesnaženja /9/. Iz tega vidimo, da bi popolnejši model moral zajemati še vrsto spremenljivk.

Zaradi sorazmerno visokih koncentracij, ki kmalu nastopijo na trajektoriji primera A, je ta primer računat s spremenljivim - od koncentracije odvisnim izpadnim koeficientom, sicer bi bile končne koncentracije pri prihodu zraka v Slovenijo skoraj enkrat večje. Pri tem primeru je očitno, da za tako močno onesnažen zrak Slovenija že deluje kot očiščevalno področje, saj jo kljub njeni emisiji ta zrak zapušča manj onesnažen, kot prihaja vanjo  $\Delta C = -4.2$ ; relativno pa to ne pomeni dosti, kot kaže razmerje  $R = -0.06$ , ki je seveda tudi negativno.

Iz celotnega spremljanja sprememb koncentracij v zračnih delcih na poti proti Sloveniji in prek nje sledi, da so delci, ki prihajajo iz NW kvadranta, precej onesnaženi in Slovenija s svojo emisijo ne vpliva bistveno na koncentracije v njih pri njihovem nadaljnjem širjenju proti jugu, kamor odhajajo le malo bolj onesnaženi ali celo čistejši. Relativno večji doprinos onesnaženja z SO<sub>2</sub> lahko daje Slovenija zraku, ki prihaja iz čistejših področij - iz južnih kvadrantov - in potuje v južno Avstrijo. Severneje ležeči predeli pa imajo že sami močnejšo emisijo in sami bolj

onesnažujejo kot mi. Čeprav spada enota Slovenije med relativno redka področja močnejšega onesnaževanja v Evropi (tabela 1), je njen vpliv na koncentracije "ozadja" onesnaženja sosednjih področij sorazmerno majhen. To je predvsem posledica prevladujočih zahodnih vetrov, razporeditve emisije v Evropi in sorazmerno majhnega vpliva izpadnega člana pri poprečnih hitrostih gibanja zraka čez Evropo.

Le pri zelo počasnih premikih zračnih delcev v tem delu Evrope bi utegnil biti vpliv emisije Slovenije na sosednja področja znaten. Toda v takih primerih šibkih splošnih vetrov se v kotlinah Slovenije, kjer je lociranih večina virov, ustvarjajo stacionarna jezera hladnega zraka tako, da transkontinentalnega transporta pri tleh tu skoraj ni; pač pa lokalne koncentracije v stagnirajočem zraku močno narastejo. Premik tega zraka prek sosednjih področij pa nastane šele ob močnejših pritiskovih poljih in močnejših splošnih vetrovih, ki pa zagotavljajo hiter transport, močnejšo turbulenco in prenos onesnaženja v večje višine. Tedaj je vpliv na prehodna področja manjši in kratkotrajen ali pa prehodnega značaja.

Čeprav spada Slovenija glede na razporeditev jakosti emisijskih enot v polovico med velike emitente, je njena poprečna emisija pod poprečjem za obravnavani pretežni del Evrope. Upoštevajoč še lokalno razporeditev onesnaženja sledi, da Slovenija sorazmerno malo prispeva k onesnaženju ozadja sosednjih področij. Pri trajektorijah iz NW kvadranta, kadar zrak od tam kljub Alpam (ali okrog njih) pride v Slovenijo, pa je transport onesnaženja v Slovenijo lahko znaten.

#### LITERATURA

- /1/ Scorer R.S.: Air Pollution. Pergamon Press, London 1968.
- /2/ Ottar B.: The Long Range Transport of Air Pollutants. Proc. of the Third Int. Clean Air Cong., Düsseldorf 1973, B 102.
- /3/ CCU: Long Range Transport of Air Pollutants. Norw. Inst. for Air Research, Kjeller 1973.
- /4/ Wippermann F.: The Planetary Boundary Layer of the Atmosphere. Deutscher Wetterdienst, Offenbach 1973.

- /5/ Reiter E.R.: Atmospheric Transport Processes. Part 2, U.S. Atomic Energy Comm., Oak Ridge 1971.
- /6/ Bolin B.G. and Charlson R.J.: Stockholm tropospheric aerosol seminar: measurement of regional to global scale pollution by airborne particles. Bulletin AMS, V-55, No-3, 1974.
- /7/ Nordø F.J.: Meso-Scale and Large-Scale Transport of Air Pollutants. Proc. Third Int. Clean Air Cong., Düsseldorf 1973, B 105.
- /8/ OECD: Co-operative Technical Programme to Measure the Long - range Transport of Air Pollutants. NR/ENV/74.7, Paris, 1974.
- /9/ Fortak H.: Anwendungsmöglichkeiten von Mathematisch-meteorologischen Diffusionsmodellen zur Lösung von Fragen der Luftreinhaltung. Min. für Arbeit, Ges. Soc. Nordrhein-W., Düsseldorf 1972.

DANILO FURLAN

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

The purpose of this paper is to find out possibilities how to collect documentation on evaporation by using the most simple instruments. The values obtained by different instruments were compared. Due to the lack of data for Slovenia the analysis considered, in addition to data for Ljubljana, also some data from other locations, viz. Beograd, Skopje, Križevci, Negotin, Zlatibor and Bar. The period studied was 1967 - 1971. Instruments which were used are evident from Table 1. Data for the Russian evaporimeter GGI were analysed for the four-year period only because of the lack of data.

At the coastal region the evaporation is observed all over the year but in the interior it is observed seven months only - from April through October. With regard to the principle of data homogeneity a period of only seven months was analysed for the coastal regions as well. The mean values for the seven month periods are given on Table 1 and on figs. 1 - 3 (right part).

In view of the purpose of this paper it is important to mention that all evaporimeters used on the same site give very similar values.

Due to different conditions for rate of evaporation, which are evident without detailed analysis, we obtain different values of evaporation on various sites. Therefore a 5 year observation period can provide satisfactory documentation on evaporation, by using simple instruments only. Namely it is probable that 100 percent higher evaporation at Beograd, in comparison with data for Ljubljana, is a consequence of: first, much higher temperatures, and second, more frequent and stronger winds. Namely, the observatory Zeleno Brdo at Beograd is located on top of a hill on

an ideally windy site. On the other hand, Skopje is located in a basin (like Ljubljana) and higher evaporation at this location is only a consequence of higher temperatures.

#### POVZETEK

Prispevek naj bi dal odgovor na vprašanje, ali dajo tudi preprosti evaporimetri, kot sta Piche in Wild, zadovoljive rezultate, to je podobne "A" in GGI<sub>3000</sub> evaporimetru in bazenu. V petletnem opazovalnem nizu 1967 - 1971 so dala opazovanja v Beogradu, Ljubljani in Skopju spodbudne rezultate.

#### UVOD

Večina industrijskih dežel boleha za pomanjkanjem vode. Slovenija, ki tudi vstopa v krog industrijskih dežel, ne more biti in tudi ni izjema. Res je, da prejme dobra tretjina Slovenije prek 1.500 mm padavin letno, kar je v svetovnem, enako tudi v evropskem merilu, zavidljiva vrednost, toda naravni pogoji za izkoriščanje padavinskega bogatstva niso ugodni. Več kot polovica naših vodotokov je hudourniških, nekako ena tretjina pa je kraških, torej brez nadzemnega toka. Tako smo se kljub izdatnim padavinam znašli zaradi naraščujoče porabe na pragu vodne krize in naša rešitev so akumulacije. Le tako bo omogočeno smotrno gospodarjenje z vodo, ki je doslej v najkrajšem času neizkoriščena odtekala po hudourniških strugah in zapuščala za seboj razdejanje.

Ko tako nesmotrno razmetavamo bogatstvo, pa je hkrati že čutiti pomanjkanje pitne in enako tudi tehnološke in hladilne vode.

Osnova za pravilno gospodarjenje z vodo v akumulacijah ne pomeni le poznavanje izdatnosti dotoka in stopnje porabe, ampak tudi stopnjo izgub, med katere štejemo zlasti izhlapevanje. Za merjenje izhlapevanja poznamo več vrst evaporimetrov. V Sloveniji je bil prvi evaporimeter, znamke Wild, vključen v redno meteorološko mrežo na Ljubljanskem met. observatoriju leta 1950, šele 7 let kasneje pa sta bila montirana naslednja evaporimetra vrste "A" (ameriški) v Ljubljani in Murski Soboti. Kmalu zatem je bil v Ljubljani uveden "Piche", ki je bil zaradi nizke cene in priročnosti v letih 1972 in 1973 postavljen še na nadaljnjih 12 postajah.

Preciznejše vrste evaporimetrov so drage in je zato izhod verjet-

no v tem, da najdemo način, ki bo iz podatkov, dobljenih s ceneniimi evaporimetri, omogočal ustvariti tako dokumentacijo, ki bo še zadovoljevala po kakovosti, časovno pa naj bi bila dosegljiva, čim bi bilo potrebno.

Za uresničenje tega načrta so potrebna vsaj nekajletna opazovanja z več instrumenti na istem mestu. Nadaljnja nujnost je, da je takih mest, s hkratnimi opazovanji, čim več. V Sloveniji izpolnjuje prvi pogoj Observatorij v Ljubljani. Ker je tudi v tuji literaturi tovrstna dokumentacija redka, so bili za primerjavo z ljubljanskimi podatki izbrani podatki observatorijev v Skopju in Beogradu. Za dopolnitev slike so bili uporabljeni tudi podatki postaj: Koper, Križevci, Bar in Negotin.

Zaradi nujne časovne homogenosti je mogoče upoštevati le niz opazovanj v letih 1967 - 1971, torej obdobje 5 let. Obdobje 5 let je sicer prekratko za klimatski prikaz, zadošča pa za rešitev zastavljene naloge: ugotoviti možnosti smiselne uporabe cenениh evaporimetrov.

Podatki o opazovanjih so vzeti iz publikacije Zveznega hidrometeorološkega zavoda za ustrezna leta /1/.

#### ANALIZA IN REZULTATI

Osnovna dokumentacija za opravljene analize so, kot že omenjeno, opazovanja na meteoroloških observatorijih v Skopju, Beogradu in Ljubljani. Uporabljeni evaporimetri so: Wild, "posoda A", Piche, GGI in bazen.

Na prvi pogled je situacija kar ugodna. Pa ni tako. Obdobje 1967 - 1971 zajame le 5 let in to je prva slaba stran dokumentacije. Druga pa je v tem, da niso vse 3 postaje imele vseh 5 instrumentov. Situacija je naslednja:

v Skopju so bila opazovanja brez Picha;  
v Beogradu brez bazena in Wilda; GGI ima le 4 letna opazovanja, v Ljubljani brez GGI in bazena.

Dodatno so bile v analizo pritegnjene še postaje: Koper z Wildom, Pichem in "A" evaporimetrom, Negotin z "A" evaporimetrom in Pichem, Križevci z enakima dvema in končno Bar z "A" evaporimetrom.

Primerjava 5 letnih poprečnih vrednosti istih evaporimetrov na različnih postajah.

Težišče prispevka je v iskanju najprimernejšega instrumenta. In ker je stopnja izhlapevanja funkcija lokalnih meteoroloških razmer, bo odgovor temeljil na primerjavi izhlapevanja z različnih evaporimetrov na isti postaji. Da pa bi bila slika čim bolj zao-krožena, je na začetku podana okvirna orientacija: razmerje v stopnji izhlapevanja z enakega evaporimetra na različnih postajah.

Primerjane vrednosti so poprečne vrednosti, dobljene iz 7 mesečnih opazovanj, od aprila do vključno oktobra v letih 1967 - 1971. V najhladnejših mesecih so opazovanja prekinjena, ker bi sicer led poškodoval instrument. Obmorske postaje opazujejo vse leto, zaradi primerjave s postajami v notranjosti, pa so tudi pri njih zimski meseci neupoštevani.

Merjenje izhlapevanja z "A" evaporimetrom.

Če naj bi bila osnova za orientacijo srednja maksimalna mesečna temperatura najtoplejšega meseca, potem je slika, ki jo posreduje tabela 1, še kar v skladu s pričakovanji. Ekstremni postaji sta namreč Ljubljana in Skopje, ki imata tudi najnižjo in najvišjo srednjo maksimalno temperaturo med naštetimi postajami (Ljubljana 26.4°C, Skopje 31.0°C). Tudi postaji Križevci in Koper imata ustreznosti mesti. Pri Beogradu in Negotinu pa ne gre po pričakovanju. Čeprav je Beograd za dobro stopinjo hladnejši od Negotina, ima kar za 25% večje izhlapevanje. Visoka vrednost Beograda postane sicer sumljiva, očitno pa je, da so bila opazovanja natančna, saj jih potrjujejo tudi opazovanja na Fruški gori (Rimski Šančevi, Novi Sad). Verjetno je razlika med postajama posledica bolj vetrovne lege postaje Beograd - Zeleno Brdo.

Merjenje izhlapevanja s Pichevim evaporimetrom.

Od 5 postaj so vrednosti 4 pričakovane, izstopajo le Križevci, ki izkazujejo kljub močno podobnim temperaturnim razmeram kar več kot 3 krat tolikšno izhlapevanje kot Ljubljana. Rezultat je sicer zelo koristen, za cilj razprave pa uporaben le posredno.

Merjenje izhlapevanja z Wildovim evaporimetrom.

Letne vrednosti nas presenečajo! Temperature so v Skopju in Kopru močno podobne, veter pa je v Kopru verjetno češči. Kljub

temu izkazuje Skopje skoraj 50% večje izhlapevanje. Tudi v odnosu do Ljubljane Skopje močno izstopa, saj izhlapi kar za 85% več v tem mestu kot pa v Ljubljani. Vrstni red sicer ustreza, razlike pa so nepričakovano velike.

Merjenje izhlapevanja z GGI evaporimetrom.

Podatki so le za Beograd in Skopje in to le za 4 letni popreček (1968 - 1971). Rezultat nas iznenadi zato, ker so bile pričakovane močno podobne vrednosti; po opazovanjih pa izhlapi v Beogradu kar za prek 30% več kot v Skopju. Vzrok je verjetno zopet češči veter.

Merjenje izhlapevanja z bazenom.

Ta instrument ima le observatorij v Skopju. Rezultat - 829 mm - predstavlja povsem novo informacijo.

Ustrezne poprečne vrednosti so v tabeli 1.

Tabela 1 Petletni poprečki izhlapevanja v mesecih april-oktober. Opazovalni niz 1967 - 1971. Izhlapevanje je izraženo v milimetrih.

Table 1 Five-year means of evaporation in months April through October. Period 1967 - 1971. Evaporation is given in millimeters.

Postaja	Instrument				
	"A"	GGI3000	Wild	Piche	bazen
Beograd	1.147	1.135		1.138	
Bar	1.045				
Ljubljana	608		298	588	
Koper	836		585	967	
Križevci	808			1.898	
Negotin	887			1.281	
Skopje	1.209	856	855		829
Zlatibor	664				

Primerjava rezultatov, dobljenih na isti postaji in z različnimi evaporimetri.

Primerjava poprečnih "celoletnih" višin izhlapevanja iz enakega instrumenta, vendar na različnih postajah, v različnih klimatskih razmerah, kaže v glavnem pričakovano razporedbo. Ostajajo pa še odprta vprašanja, zaradi katerih utegne biti naslednja primerjava boljše opora za odločitve. Primerjani bodo rezultati, dobljeni na isti postaji, z različnimi evaporimetri.

Izhlapevanje v Beogradu ("A", GGI, Piche).

Čeprav so pogoji za izhlapevanje s posamezne vrste evaporimetra različni, izkazujejo vsi trije evaporimetri praktično isto vrednost, ca 1.140 mm. To nas močno preseneča, saj povsem izostane "otoški efekt" pri posodi "A", ki sicer močno poveča - blizu 50% - izhlapevanje, ugotovljeno za široke vodne površine /2/. Po rezultatih meritev v Beogradu dasta namreč GGI in "A" evaporimeter isto vrednost, čeprav je prvi v nivoju zemlje, in sta zato izključena dodatna efekta: veter in direktno osončenje, ki povečujeta stopnjo izhlapevanja z "A" evaporimetra (otoški efekt).

Isto vrednost kot "A" in GGI daje tudi Piche, pa čeprav ne merimo z njim na prostem, ampak v vremenski hišici.

Izhlapevanje v Ljubljani ("A", Wild, Piche).

Podobno kot v Beogradu izkazujeta "A" in Piche enako izhlapevanje, ca 600 mm, seveda pa nas preseneča, da izhlapi z njiju v Ljubljani le dobra polovica enake količine vode, kot v Beogradu. Wild, ki je prav tako nameščen v hišici, pa izkazuje komaj polovico drugih dveh, namreč le 300 mm.

Izhlapevanje v Skopju ("A", bazen, GGI, Wild).

Izhlapevanje z GGI, Wilda in bazena je enako, od 830 do 860 mm, iz "A" evaporimetra pa je kar za 40% večje, dobrih 1.200 mm. Tolmačenja za tako razliko ni!

Razlik, ki so bile očitne že pri analizi izhlapevanja s posameznih instrumentov, tudi primerjava vrednosti o izhlapevanju na posameznih postajah, ne omili.

## LETNI HOD IZHLAPEVANJA

V Ljubljani (slika 1) kažeta Wild in Piche (oba sta nameščena v hišici) isti letni hod, le da je razmerje v višini izhlapevanja prek vse sezone, 7 mesecev (april-oktober) enako, namreč 2:1 v dobro Pichu. Iznenadi pa nas padec izhlapevanja v juniju. Letni hod izhlapevanja z "A" evaporimetra je sicer podoben, ni pa enak. Razlika je očitna predvsem v primerjavi s Pichem, od katerega izkazujejo april, maj in oktober, torej hladnejši meseci, nižjo, drugi pa višjo stopnjo izhlapevanja.

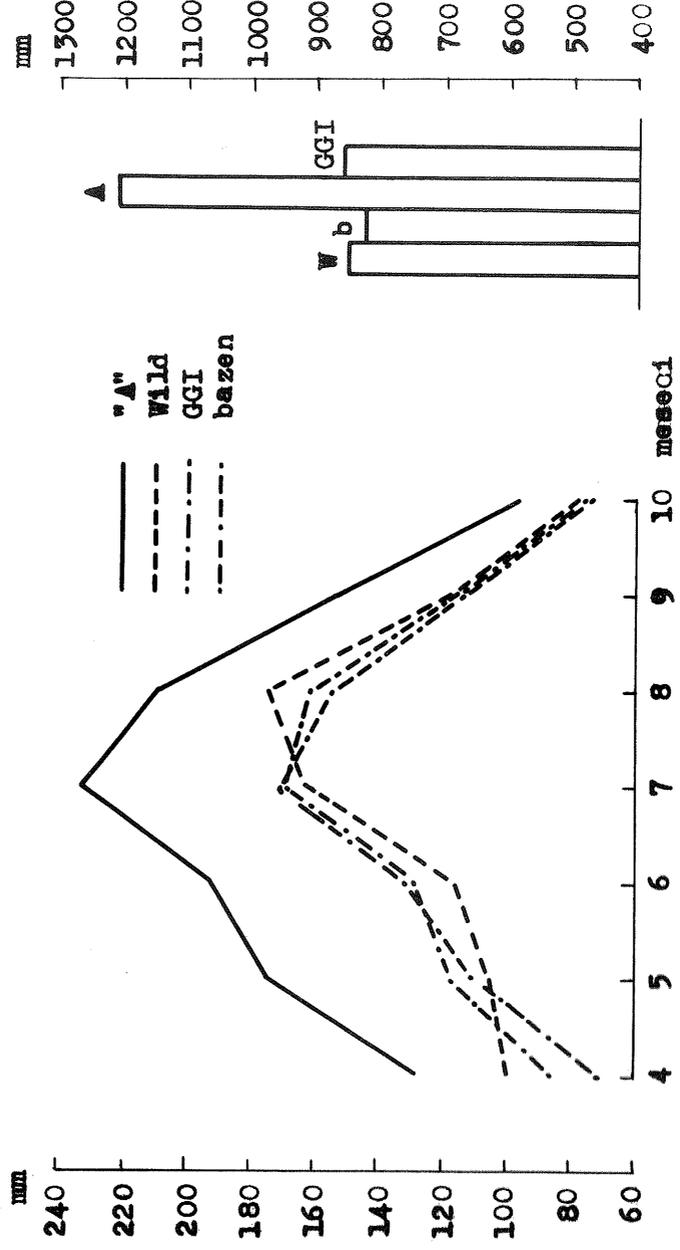
Iz poteka zveznic vseh treh evaporimetrov je že na prvi pogled očitno, da so razlike na grafikonu veren odsev različnih pogojev za izhlapevanje. Relativno velika vodna količina v "A" posodi se v dopoldanskih urah in v dneh brez sonca le počasi ogreje, vse-kakor pozneje kot v Wildu ali na Pichu. Zato "A" evaporimeter na toplotne spremembe kasneje reagira in ima v hladnejših mesecih nižje vrednosti. Po tem tolmačenju je tudi razumljivo, zakaj je izhlapevanje s Picha večje kot z Wilda.

V Skopju (slika 2) je potek nekoliko drugačen. "A" evaporimeter ima paralelen hod kot v Ljubljani, z lomom v juniju in deloma avgustu, le da so vrednosti v Skopju skoraj 2 krat večje. Podoben hod imata tudi GGI in bazen, le da zaostajata ta dva evaporimetra v vseh 7 mesecih za približno 1/3 za "A" evaporimetrom.

Wild pa ima svojevrsten hod, saj je maksimum izhlapevanja v avgustu in ne v juliju. V obeh krajnih mesecih, aprilu in oktobru pa izhlapi z Wilda več kot z GGI in bazena. Tolmačenje za letni hod izhlapevanja je isto, kot je bilo navedeno za Ljubljano. Čim manjša je količina vode, tem hitreje sledi zvišanju temperature zraka in tem večje je izhlapevanje. Nikakega sprejemljivega tolmačenja pa ni za maksimum izhlapevanja z Wilda v avgustu. Da pa je maksimum res šele v avgustu, in ne že v juliju, je dokaz prepričljiv: v osemletnih opazovanjih je bil maksimum v avgustu 4 krat, 1 krat pa v aprilu, maju, juliju in oktobru.

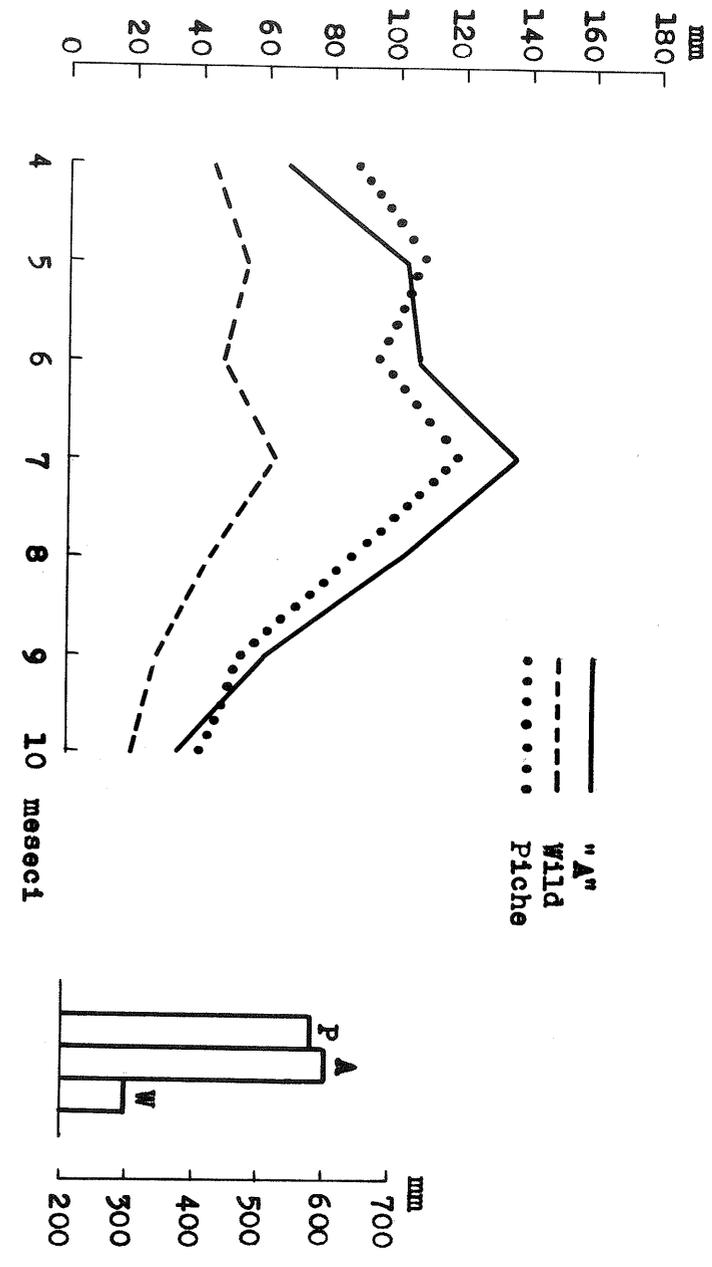
Bistveno za Skopje je vendarle, da izkazuje "A" evaporimeter v vseh mesecih največje izhlapevanje in je presežek celo zelo izrazit. To pa je v opreki z utemeljitvijo letnega hoda s posameznih vrst evaporimetrov v Ljubljani in Beogradu. Zato ostaja tudi brez sprejemljivega tolmačenja.

V Beogradu (slika 3) je letni hod izhlapevanja podoben tistemu v Ljubljani, le da je zmanjšanje izhlapevanja v juniju izrazitejše.



Slika 2 Izhlapevanje v Skopju (niz 1967 - 1971, GGI 1968 - 1971).

Fig. 2 Evaporation at Skopje (Period 1967 - 1971, GGI 1968 - 1971).



Slika 1. Izhlapevanje v Ljubljani (niz 1967 - 1971).

Fig. 1. Evaporation at Ljubljana (Period 1967 - 1971).

## ZAKLJUČEK

Cilj naloge je bil postavljen jasno: primerjava rezultatov, dobljenih v petletnem opazovalnem nizu, naj pokaže, ali obstaja sprejemljiva pot, ki vodi do podatkov o izhlapevanju. Izhodišče je bila ugotovitev, da ni sredstev za drage instrumente, kot so npr. bazeni.

Analiza je uspela, njen rezultat je ohrabrujoč! Ako namreč ocenimo opazovanja z "A" evaporimetrom v Skopju za sicer vestna, vendar obremenjena s sistematično napako, potem ugotovimo, da je rezultat resnično obetaven.

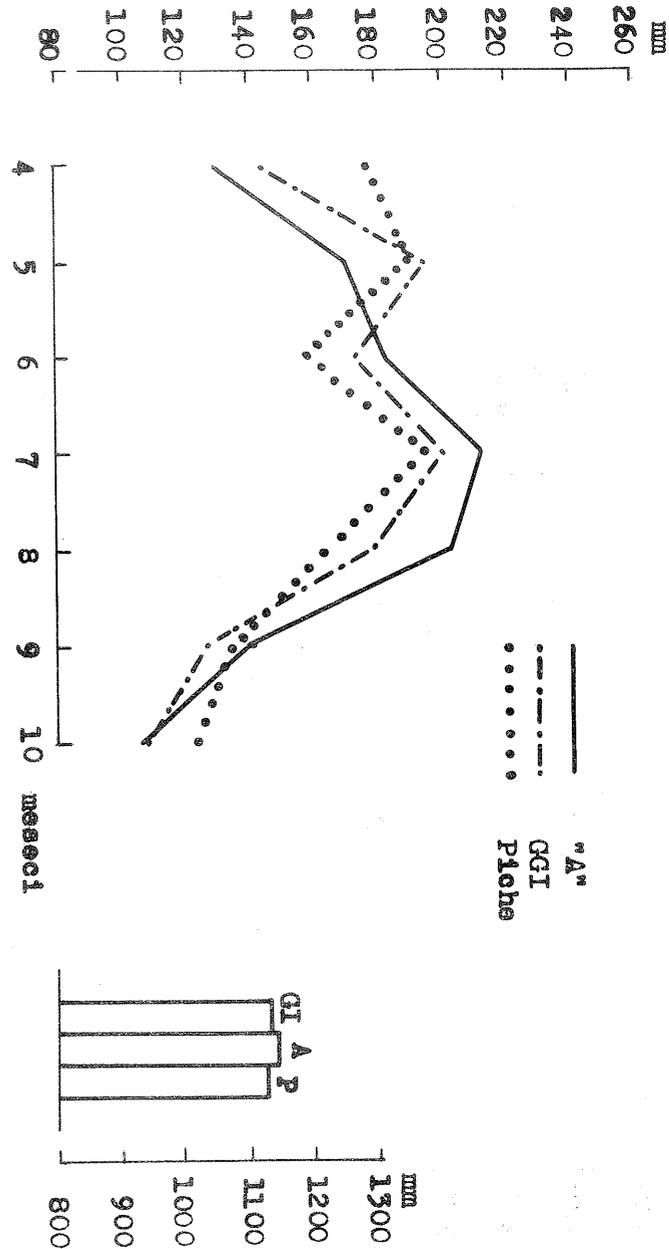
V Beogradu, na observatoriju Zeleno Brdo, kažejo vsi trije evaporimetri, "A", GGI in Piche zelo dobro skladnost, ca 1.140 mm. Isto velja tudi za Skopje, seveda brez vrednosti "A" evaporimetra. Vsi trije evaporimetri GGI, Wild, bazen, pridejo na vrednost blizu 850 mm "na leto", to je v 7 mesecih.

Razmerje 1.140 mm v Beogradu proti 850 mm v Skopju je sprejemljivo, ako upoštevamo, da ima Zeleno Brdo idealno vetrovno lego, Skopski observatorij pa leži sredi kotline. Zlasti ohrabrujoč je podatek, da daje isto vrednost kot bazen tudi GGI. Računati moramo namreč, da se izhlapevanje z bazena najbolj približa izhlapevanju z velike vodne površine in da torej lahko izhlapevanje z GGI evaporimetra služi za trdno osnovo za realno oceno izhlapevanja z vodne površine.

Tudi rezultati opazovanj v Ljubljani so ohrabrujoči, čeprav ne tako zelo, kot v Beogradu in Skopju. "A" in Piche izkazujeta, podobno kot v Beogradu, isto vrednost, ca. 600 mm, preseneča pa nas Wild s pičlimi 300 mm ali le 1/2 tiste višine, ki je bila izmerjena z "A" evaporimetrom.

Ker so v Makedoniji temperature bistveno višje kot v Sloveniji, je zato izhlapevanje v Skopju za prek 30% večje kot v Ljubljani, v Beogradu pa je zaradi vetru zelo izpostavljene lege izhlapevanje še večje.

Obstaja torej objektivna možnost, da bodo za ustvarjanje dokumentacije o izhlapevanju zadoščali tudi cenejši instrumenti. Vsekakor pa bo treba poprej ugotoviti težo, ki jo imajo vlaga, veter in temperatura kot glavni regulatorji izhlapevanja v specifičnem mikroklimatskem okolju poljubne lokacije. Gotovo je tudi, da bodo v modelu nujno potrebni "in extenso" podatki in ne sumarni (veter) ali poprečni (temperatura, vlaga). V prvi fazi tudi ne bodo zadoščali že podatki iz meteorološke hišice, ampak vred-



Slika 3 Izhlapevanje v Beogradu (niz 1967 - 1971, GGI 1968 - 1971).  
Fig. 3 Evaporation at Beograd (Period 1967 - 1971, GGI 1968 - 1971).

nosti, ugotovljene na višini evaporimetra. Šele v drugi fazi bo prešlo težišče na vrednosti elementov, ugotovljene na standardnih višinah.

V uvodu je bilo podčrtano, da je 5 letni opazovalni niz prekratek in da je bil izbran le zaradi nujne časovne homogenosti opazovanj na treh osnovnih postajah v Jugoslaviji. Temu ustreza tudi naslov prispevka.

#### LITERATURA

- /1/ Zvezni hidrometeorološki zavod SFR Jugoslavije: Godišnjak met. observatorije Beograd - Zeleno brdo - 1967 - 1971.
- /2/ Kohler M.A., Nordenson T.J., Fox W.E.: Evaporation from pans and lakes. US Weather Bur. Res. Paper, 1955, 38.

OCENA 500 mb PROGNOŠTIČNIH KART

ESTIMATION OF PROGNOSTIC MAPS OF 500 mb SURFACE

551.509.25

MILENA PARADIŽ

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

This paper gives an estimation of validity of prognostic maps which are issued by English and German weather bureaus. The real positions of anticyclones, cyclones, ridges and troughs over South Europe were compared with the predicted ones. The same was done for the circulation over Slovenia region. The absolute geopotential values of baric forms were not compared. The estimation was made in three ranges, viz. correct, satisfactory and wrong predicted maps. Satisfactory were the maps for which the locations of baric forms were not predicted correctly but the predicted circulation over Slovenia region was still satisfactory during the period of validity. The results show that both (English and German) 24 hour prognostic maps were very good; the percentage of wrong ones was small. By extending the period of validity the "correctness" of prognostic maps gradually decreased. Details of the results can be seen from tables 1 - 7.

POVZETEK

V tem sestavku je ocena 500 mb prognošičnih kart, ki nam jih posredujejo angleška in nemška meteorološka služba. Nad južno Evropo smo primerjali pritiskovo polje, to je lego anticiklonov, ciklonov, grebenov ter dolin in v zvezi z njimi cirkulacijo nad našimi kraji. Nismo pa primerjali absolutne vrednosti geopotenciala baričnih tvorb. Ocenjevali smo v treh stopnjah: pravilne, zadovoljive in nepravilne prognošične karte. Zadovoljive so tiste prognošične karte, pri katerih je lega barične tvorbe napovedana netočno, vendar je bila cirkulacija nad našimi kraji v času veljavnosti prognošične karte napovedana zadovoljivo. Izkazalo se je, da so oboje 24 urne prognošične karte zelo dobre, saj je

% popolnoma nepravilnih majhen, medtem ko se z daljšanjem veljavnosti zanesljivost prognostičnih kart manjša. Podrobnejši rezultati ocenjevanja so razvidni iz tabel.

## UVOD

Večji meteorološki centri že dalj časa izdelujejo z numeričnimi metodami prognostične karte, ki jih uporabljajo meteorologi prognostiki pri vsakodnevnem napovedovanju vremena. V prognostičnem oddelku Hidrometeorološkega zavoda SRS v Ljubljani redno sprejemamo nižinske in višinske 500 mb prognostične karte od aprila 1971. leta dalje. V tem delu je izdelana ocena 500 mb 24, 48 in 72 urnih prognostičnih kart od 01 ure.

V zbirnem centru vsak dan sprejemamo nemške in angleške prognostične karte, ocenjevali smo oboje. Prognostične karte za 48 in 72 ur, ki jih sprejemamo iz Anglije, izdelujejo v Washingtonu in jih angleška meteorološka služba samo reemitira. V nadaljevanju bomo tudi te karte imenovali angleške.

Pri ocenjevanju smo primerjali prognostične karte z dejanskimi za območje južne Evrope med vzporednikoma  $35^{\circ}$  in  $55^{\circ}$  geografske širine in med poldnevnikoma  $5^{\circ}$  zahodne in  $30^{\circ}$  vzhodne geografske dolžine. Vizualno smo primerjali samo pritiskovo polje, to je lego anticiklonov, ciklonov, grebenov ter dolin in v zvezi z njimi cirkulacijo nad našimi kraji. Nismo pa primerjali absolutne vrednosti geopotenciala baričnih tvorb.

Ocenjevali smo z ocenami od 1 do 3:

- 1 pravilna prognoza
- 2 zadovoljiva prognoza
- 3 nepravilna prognoza

Pri nepravilnih prognozah smo zraven ocene beležili tudi, kaj je bilo nepravilno napovedano; tako bomo lahko vedeli, pri katerih vremenskih situacijah so nepravilne prognoze najpogostnejše. Z oceno zadovoljivo smo ovrednotili primere, ko je bila na prognostičnih kartah netočno napovedana lega baričnih tvorb, vendar je bila cirkulacija nad našimi kraji za čas veljavnosti prognostične karte zadovoljivo napovedana. Pripomniti pa moramo, da so prognostične karte ocenjene z oceno zadovoljivo neprimerne za prognoziranje nadaljnega razvoja vremenske situacije.

Pri pravilnih prognozah smo tudi beležili ali je bila napovedana

sprememba, ali pa se je ob nespremenjeni vremenski situaciji nadaljevalo stanje, kot je bilo v času, ko je bila izdelana prognoza. Ti podatki so zbrani v tabelah 3 - 6.

Ocenjene so bile prognostične karte od maja do decembra leta 1971 in v vseh mesecih v letu 1973. Tako je bilo v letu 1971 ocenjenih 1353 prognostičnih kart, v letu 1973 pa 2036. Ocene so zbrane za leto 1971 v tabeli 1, za leto 1973 pa v tabeli 2. V tabelah so skupaj zbrane ocene po mesecih za angleške in nemške prognostične karte. Iz tabel 1 in 2 je razvidno, da ni bilo za vsak dan na voljo vseh 6 prognostičnih kart, zato je zaradi lažje primerjave letna ocena prikazana tudi v %.

Iz navedene literature je znana ocena nemških 500 mb prognostičnih kart. Za pet mesecev, od novembra 1970 do marca 1971 so ugotavljali vrednost teh kart nad severnim Atlantikom in Evropo. Ugotovili so, da so pomiki baričnih tvorb že pri 24 urnih prognostičnih kartah večkrat hitrejši od prognoziranih. To se je izkazalo pri 48 in 72 urnih prognostičnih kartah že v 80 do 90% primerov. Prognozirani razvoj baričnih tvorb pa odstopa zlasti pri 48 in 72 urnih prognostičnih kartah tako, da prevladujejo pri ciklonih in dolinah previsoke, pri anticiklonih in grebenih pa prenizke vrednosti geopotenciala.

## OCENA 24 URNIH PROGNOСТИČNIH KART

Kot smo pričakovali, so najboljše ocenjene 24 urne prognostične karte. Če izvzamemo angleške prognostične karte v letu 1971, ko je bilo pravilnih 84% ocenjenih prognostičnih kart, se uspešnost teh prognoz razlikuje samo za 4% in je bila med 88 in 92% (tabela 1 in 2). V dvajsetih ocenjenih mesecih so bile vse prognostične angleške karte pravilne v 3 mesecih, medtem so bile nemške vse pravilne le v enem mesecu. V tabelah 3 in 4 vidimo, da je bilo v letu 1971 34% pravilnih prognoz, ko se cirkulacija v zadnjih 24 urah ni spremenila; 66% pa je bilo primerov pravilnih prognoz, ko so bile napovedane spremembe cirkulacije. V letu 1973 (tabela 5 in 6) je % pravilnih prognoz s spremembami še višji in sicer pri angleških 78% in pri nemških 77%.

Zadovoljivo ocenjenih 24 urnih prognostičnih kart je med 7 in 11% (tabela 1 in 2). V letu 1971 je bilo 5% angleških prognostičnih kart nepravilnih, medtem ko jih je bilo leta 1973 samo 1%. Nepravilnih nemških pa je bilo v obeh ocenjevalnih letih 2%. Iz tabel 1 in 2 tudi vidimo, da so bile v enem mesecu največ 3 nepravilne 24 urne prognostične karte, in to iz obeh centrov v

mesecu avgustu leta 1971. V obeh letih ni bilo v 11 mesecih nepravilne angleške in v 14 mesecih nobene nepravilne nemške 24 urne prognostične karte. Seveda so bile v teh mesecih prognostične karte, ki so bile ocenjene kot zadovoljive.

#### OCENA 48 URNIH PROGNOŠTIČNIH KART

Prognostične karte za 48 ur so že manj uspešne od 24 urnih prognostičnih kart. Iz tabele 2 vidimo, da so bile v letu 1973 angleške in nemške enako ocenjene. Pravilnih je bilo 68%, 20% zadovoljivih in 12% nepravilnih. V letu 1971 so slabše ocenjene zlasti angleške. Pravilnih je bilo 60% angleških in 65% nemških. Pri 48 urnih prognostičnih kartah ni bilo pri obeh centrih niti enega meseca, ko bi bile vse prognostične karte pravilne. Iz tabel 3, 4 in 5 vidimo, da je pri pravilnih 48 urnih prognozah velik % prognostičnih kart, ko je bila napovedana sprememba cirkulacije. V letu 1971 je bilo pri angleških 79% pravilnih prognostičnih kart s spremembo cirkulacije, pri nemških pa 83%. V letu 1973 pa je angleških pravilnih prognostičnih kart s spremembo cirkulacije kar 90%, nemških pa 88%.

Zadovoljivih 48 urnih prognostičnih kart je bilo v letu 1973 pri obeh centrih 20%, v letu 1971 angleških 21%, nemških pa 23%. Nepravilnih 48 urnih prognostičnih kart je bilo okoli 10% več kot pri 24 urnih. Nemških je bilo v obeh letih 12%, angleških v letu 1973 prav tako 12%, medtem ko jih je bilo leta 1971 19%.

#### OCENA 72 URNIH PROGNOŠTIČNIH KART

Prognostične karte za 72 ur so bile, razumljivo, ocenjene najslabše. Angleške so v obeh letih ocenjene enako. Pravilnih je bilo 46%, zadovoljivih 28% in nepravilnih 26%. Pri nemških je v obeh letih enak % nepravilnih prognostičnih kart in sicer 29%. Pravilnih angleških je bilo v obeh letih 46%, nemških pa leta 1971 43%, v letu 1973 pa še manj, le 38%. Odstotek pravilnih 72 urnih prognostičnih kart z napovedano spremembo cirkulacije še naraste. Takšnih je bilo v obeh letih 91% pravilnih nemških prognostičnih kart in prav toliko v letu 1973 tudi angleških. V letu 1971 pa je bilo 83% pravilnih angleških prognostičnih kart s prognozirano spremembo cirkulacije.

Zadovoljivih 72 urnih prognostičnih kart je bilo v obeh letih iz obeh centrov od 28 do 33%. Nepravilnih angleških je bilo v obeh

letih 26%, nepravilnih nemških tudi enako v obeh letih, in sicer 29%.

#### POGOSTNOST NAPAK PRI RAZLIČNIH BARIČNIH TVORBAH

Že v uvodu je bilo omenjeno, da smo beležili pri nepravilnih prognostičnih kartah tudi oznako, v čem se je razlikovala prognostična karta od dejanske. Nepravilne prognostične karte smo razvrstili po baričnih tvorbah v štiri skupine:

V prvi skupini so nepravilne prognostične karte, ko je bil nepravilno napovedan ciklon, kaplja hladnega zraka, nenapovedane cepitve spodnjega dela doline v samostojno ciklonsko jedro in obratno, nenapovedane združitve višinske depresije z novo dolino (C). Kaplje hladnega zraka nismo ločili od ciklonov, ker smo pregledovali samo 500 mb karte in se zato ne ve, ali je bil pri odcepitvi ciklona od doline ciklon tudi v nižinah, in če je bil, ne vemo, kdaj se je izpolnil, da bi potem ciklon na 500 mb ploskvi že lahko obravnavali kot kapljo hladnega zraka.

V drugo skupino smo zbrali nepravilne prognostične karte pri katerih je bila napačno napovedana dolina (D).

V tretji skupini so nepravilne prognostične karte, ko je bil nepravilno napovedan greben (G).

V četrti skupini pa so nepravilne prognostične karte, ko je bil nepravilno napovedan anticiklon (A).

Delež nepravilnih prognostičnih kart je za vsako skupino in za oba centra prikazan s številom primerov in v %. V tabeli 7 lahko vidimo, koliko je nepravilnih prognostičnih kart po že omenjenih skupinah za 24 urne, 48 urne in 72 urne prognostične karte. Kljub temu, da je bil primerjan majhen izsek, sta lahko na eni prognostični karti nepravilno napovedani dve barični tvorbi in se je tako ena nepravilna prognostična karta štela dvakrat.

Pregled napak dobimo v tabeli 7, kjer vidimo, da pri angleških in pri nemških prognostičnih kartah prevladujejo napake iz prve skupine. Vidimo tudi, da je % teh napak največji pri 24 urnih prognostičnih kartah. Z napovedovanjem za daljši čas pa se % nepravilnih prognoz v tej skupini manjša. Pri 24 urnih prognostičnih kartah skupine 2, 3 in 4 zaradi majhnega števila primerov ne bomo obravnavali. Z daljšanjem prognoze se povečujejo zlasti napake zaradi nepravilne prognoze dolin. Tem napakam po % sledijo

nápake zaradi nepravilno napovedanega grebena. Napačno napovedanih anticiklonov pa je malo.

#### ZAKLJUČEK

To delo je pokazalo, da so 24 urne 500 mb prognostične karte zelo kvalitetne. Napačnih je le od 1 do 5%, zato jih lahko uporabljamo z veliko gotovostjo. Z večjo opreznostjo moramo uporabljati 48 urne in še zlasti 72 urne 500 mb prognostične karte, ki so manj zanesljiv pripomoček, vendar dobimo z njihovo uporabo boljše rezultate kot z izkustvenim sklepanjem. Njihova vrednost pa je še večja za meteorologe prognostike z manjšo prakso.

Nadalje dobimo iz statistike potrditev o veliki spremenljivosti cirkulacije, saj je že pri 24 urnih pravih prognostičnih kartah okoli 70% primerov, ko je bila napovedana sprememba cirkulacije. Z daljšanjem veljavnosti prognoze se število prognostičnih kart, ko je bila pravilno napovedana sprememba cirkulacije, poveča in je pri 72 urnih 500 mb prognostičnih kartah že 90%. To okolnost moramo pri uporabi teh prognostičnih kart vsekakor upoštevati.

Uporabnost 500 mb prognostičnih kart bo večja, ko bodo z upoštevanjem tudi drugih sinoptičnih faktorjev izdelani objektivni kriteriji o vplivu cirkulacije 500 mb ploskve na spremembo vremena.

#### LITERATURA

- /1/ Wegner K.O.: Ergebnisse spezieller Untersuchungen der Prognosengüte, Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Nr. 132 (Band 17), Offenbach a.M., 1973.

Tabela 1 Ocene 500 mb prognostičnih kart v letu 1971. V tabelah 1 in 2 pomeni: An - angleške prognostične karte, Ne - nemške prognostične karte, n - število ocenjenih prognostičnih kart, 1 - število pravih prognostičnih kart, 2 - število zadovoljivih prognostičnih kart, 3 - število nepravilnih prognostičnih kart.

Table 1 Estimation of prognostic maps of 500 mb surface for the year 1971. (Symbols have the following meanings: An - English prognostic maps, Ne - German prognostic maps, n - number of prognostic maps, 1 - number of correctly predicted maps, 2 - number of satisfactory predicted maps and 3 - number of wrong predicted maps)

mesec		24 urne			48 urne			72 urne					
		n	1	2	3	n	1	2	3	n	1	2	3
maj	An	24	22	1	1	26	14	6	6	26	13	7	6
	Ne	31	27	4	-	31	18	8	5	31	12	12	7
junij	An	20	20	-	-	16	12	2	2	16	10	5	1
	Ne	30	26	2	2	30	21	5	4	30	13	5	12
julij	An	25	21	3	1	27	16	4	7	26	11	8	7
	Ne	31	28	3	-	31	22	7	2	31	15	11	5
avgust	An	25	16	6	3	31	17	7	7	30	10	5	15
	Ne	31	28	-	3	31	14	8	9	31	10	4	17
septem-ber	An	17	15	1	1	28	14	11	3	27	9	13	5
	Ne	30	26	4	-	30	18	9	3	30	8	12	10
okto-ber	An	22	19	1	2	31	24	5	2	28	18	7	3
	Ne	31	30	1	-	31	24	7	-	31	21	8	2
novem-ber	An	26	21	4	1	30	12	7	11	29	10	8	11
	Ne	30	26	4	-	30	20	6	4	30	8	9	13
decem-ber	An	27	21	5	1	30	22	5	3	31	17	7	7
	Ne	31	26	5	-	31	22	7	2	31	18	7	6
vsota	An	186	155	21	10	219	131	47	41	213	98	60	55
%			84	11	5		60	21	19		46	28	26
vsota	Ne	245	217	23	5	245	159	57	29	245	105	68	72
%			89	9	2		65	23	12		43	28	29

Tabela 2 Ocene 500 mb prognostičnih kart v letu 1973.

Table 2 Estimation of prognostic maps of 500 mb surface for the year 1973.  
(Symbols have the same meanings as on table 1)

mesec		24 urne				48 urne				72 urne			
		n	1	2	3	n	1	2	3	n	1	2	3
januar	An	27	22	4	1	28	14	7	7	27	11	8	8
	Ne	30	21	7	2	29	10	9	10	28	3	10	15
februar	An	27	21	5	1	27	17	6	4	27	12	12	3
	Ne	28	22	5	1	28	16	7	5	28	7	9	12
marec	An	30	30	-	-	30	21	5	4	30	12	10	8
	Ne	31	24	5	2	31	21	6	4	31	10	15	6
april	An	29	25	4	-	28	15	5	8	29	7	8	14
	Ne	28	26	1	1	30	14	5	11	29	6	5	18
maj	An	31	29	2	-	28	19	6	3	26	16	5	5
	Ne	14	13	1	-	31	27	2	2	30	14	12	4
junij	An	30	28	2	-	30	19	7	4	29	9	9	11
	Ne	30	28	2	-	30	19	9	2	29	13	9	7
julij	An	28	27	1	-	23	16	5	2	19	11	3	5
	Ne	31	31	-	-	31	23	7	1	31	11	10	10
avgust	An	26	24	2	-	29	21	6	2	27	16	6	5
	Ne	31	27	4	-	31	25	5	1	31	9	17	5
septem-ber	An	25	25	-	-	29	24	4	1	27	14	5	8
	Ne	30	27	3	-	30	23	5	2	30	14	11	5
okto-ber	An	28	27	1	-	29	20	5	4	17	7	4	6
	Ne	31	28	3	-	31	17	10	4	31	11	10	10
novem-ber	An	28	26	2	-	25	22	3	-	22	13	8	1
	Ne	30	27	3	-	30	26	3	1	30	20	7	3
decem-ber	An	25	24	1	-	25	17	6	2	24	13	6	5
	Ne	31	29	2	-	31	25	4	2	31	19	4	8
vsota	An	334	308	24	2	331	225	65	41	304	141	84	79
%			92	7	1		68	20	12		46	28	26
vsota	Ne	345	303	36	6	363	246	72	45	359	137	119	103
%			88	10	2		68	20	12		38	33	29

Tabela 3 Število (n) pravilnih angleških prognostičnih kart v letu 1971, s spremembo cirkulacije (1) in brez spremembe cirkulacije (2).

Table 3 Number of correctly predicted English prognostic maps (n) with change of circulation (1) and without it (2) during the year 1971.

mesec	24 urne			48 urne			72 urne		
	n	1	2	n	1	2	n	1	2
maj	22	17	5	14	11	3	13	12	1
junij	20	13	7	12	10	2	10	8	2
julij	21	12	9	16	11	5	11	9	2
avgust	16	13	3	17	14	3	10	10	-
september	15	10	5	14	13	1	9	7	2
oktober	19	13	6	24	21	3	18	17	1
november	21	16	5	12	10	2	10	9	1
december	21	8	13	22	13	9	17	9	8
vsota	155	102	53	131	103	28	98	81	17
%		66	34		79	21		83	17

Tabela 4 Število (n) pravilnih nemških prognostičnih kart v letu 1971, s spremembo cirkulacije (1) in brez spremembe cirkulacije (2).

Table 4 Number of correctly predicted German prognostic maps (n) with change of circulation (1) and without it (2) during the year 1971.

mesec	24 urne			48 urne			72 urne		
	n	1	2	n	1	2	n	1	2
maj	27	19	8	18	15	3	12	12	-
junij	26	17	9	21	18	3	13	11	2
julij	28	15	13	22	17	5	15	15	-
avgust	28	20	8	14	14	-	10	10	-
september	26	21	5	18	16	2	8	8	-
oktober	30	20	10	24	22	2	21	20	1
november	26	21	5	20	18	2	8	8	-
december	26	11	15	22	12	10	18	12	6
vsota	217	144	73	159	132	27	105	96	9
%		66	34		83	17		91	9

Tabela 5 Število (n) pravilnih angleških prognostičnih kart v letu 1973, s spremembo cirkulacije (1) in brez spremembe cirkulacije (2).

Table 5 Number of correctly predicted English prognostic maps (n) with change of circulation (1) and without it (2) during the year 1973.

mesec	24 urne			48 urne			72 urne		
	n	1	2	n	1	2	n	1	2
januar	22	20	2	14	14	-	11	11	-
februar	21	19	2	17	16	1	12	12	-
marec	30	27	3	21	19	2	11	11	-
april	25	25	-	15	15	-	7	7	-
maj	29	22	7	19	19	-	16	16	-
junij	28	27	1	19	19	-	9	9	-
julij	27	16	11	16	14	2	11	10	1
avgust	24	11	13	21	12	9	16	10	6
september	25	18	7	24	20	4	14	12	2
oktober	27	20	7	20	19	1	7	7	-
november	26	15	11	22	19	3	13	10	3
december	24	21	3	17	17	-	13	13	-
vsota	308	241	67	225	203	22	140	128	12
%		78	22		90	10		91	9

Tabela 6 Število (n) pravilnih nemških prognostičnih kart v letu 1973, s spremembo cirkulacije (1) in brez spremembe cirkulacije (2).

Table 6 Number of correctly predicted German prognostic maps (n) with change of circulation (1) and without it (2) during the year 1973.

mesec	24 urne			48 urne			72 urne		
	n	1	2	n	1	2	n	1	2
januar	21	19	2	10	9	1	3	3	-
februar	22	20	2	16	16	-	7	7	-
marec	24	20	4	21	20	1	10	10	-
april	26	26	-	14	14	-	6	6	-
maj	13	8	5	27	25	2	14	13	1
junij	28	28	-	19	19	-	13	13	-
julij	31	20	11	23	20	3	11	10	1
avgust	27	11	16	25	14	11	9	6	3
september	27	19	8	23	19	4	14	11	3
oktober	28	19	8	17	16	1	11	11	-
november	27	16	11	26	20	6	20	16	4
december	29	26	3	25	25	-	19	19	-
vsota	303	232	70	246	217	29	137	125	12
%		77	23		88	12		91	9

Tabela 7 Število in % nepravilnih prognostičnih kart za različne barične tvorbe.  
 An - angleške prognostične karte, Ne - nemške prognostične karte, C - cikloni in kaplje, D - doline, G - grebeni, A - anticikloni, n - število nepravilnih prognostičnih kart.

Table 7 Number (n) and relative frequency of wrong predicted prognostic maps for different baric forms.  
 (Symbols have the following meanings: An - English prognostic maps, Ne - German prognostic maps, C - cyclones and pools of cold air, D - troughs, G - ridges, A - anticyclones)

		n	C	D	G	A
24	An	12	10 (83%)	3 (25%)	1 (8%)	1 (8%)
urne	Ne	11	10 (91%)	-	2 (18%)	-
48	An	80	47 (58%)	28 (35%)	16 (23%)	3 (0,38%)
urne	Ne	73	47 (64%)	25 (33%)	17 (23%)	1 (0,14%)
72	An	134	73 (55%)	52 (39%)	27 (20%)	6 (4%)
urne	Ne	175	106 (61%)	59 (34%)	59 (19%)	7 (4%)

POSKUS OCENE VREMENSKIH PROCESOV V SLOVENIJI Z  
OZIROM NA VREMENSKE SITUACIJE

ATTEMPT TO ESTIMATE WEATHER PROCESSES IN SLOVENIA  
WITH REGARD TO WEATHER SITUATIONS

551.509.318

MAJDA VIDA

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

Schemes which would determine the dependance of weather processes in Slovenia on macro circulation have not been yet prepared. Till now weather processes in Slovenia have not been studied with regard to weather situations classified by Hess-Brezowsky's method. The present work is a simple attempt to make rough estimation of weather processes in Slovenia according to the calendar of weather situations during the cold halves of years in the period of 1969 - 1972. In view of the specific geographic position of Slovenia, which lies southeast from the Alps on the border with Mediterranean and Balkan, new symbols were introduced. They determine more precisely the baric field over Slovenia and over the surrounding regions, and consider also the fields with weak pressure gradients; at warm air advection the anticyclonic symbols were used and at cold air advection the cyclonic ones were used.

Each day of the period mentioned above was classified according to our symbols. Periods of duration of particular weather situations were obtained.

In order to obtain the air circulation of the upper atmosphere, a comparison was made for different weather situations among circulation on mean maps of 500 mb surface and amplitudes of wind directions and velocities at heights of 850 mb and 500 mb surfaces above Slovenia obtained from wind conditions above Zagreb and Udine.

From the material treated the following particular weather situations were selected viz.:

1. The ones, where our symbols were important at determination of weather processes in Slovenia (SEZ, HB, WZ, HNZ, NWZ).
2. The ones, where orographic barriers changed the weather processes in Slovenia viz. foehn was observed (NWA, WA, NWZ, HNZ, HNA), or damming occurred (SWA, SA, SEZ, SZ), or precipitations increased (WS).
3. The ones, where the vicinity of cold air pool changed the weather in Slovenia (HM, HFZ, HNFZ, BM, NWA).

#### POVZETEK

To delo je preprost poskus grobe ocene vremenskih procesov v Sloveniji glede na koledar vremenskih situacij /5/ za zimske polovice let v obdobju 1969 - 1972. Zaradi specifičnega geografskega položaja Slovenije, ki leži ob jugovzhodnem obrobju Alp, na meji s Sredozemljem ter Balkanom, so bile vpeljane nove oznake za barično polje, ki natančneje določajo razporeditev baričnega polja v Sloveniji in v sosednjih območjih in upoštevajo tudi slabo gradientno polje, ko so pri advekciji toplega zraka vzete anticlonalne oznake, za advekcijo hladnega zraka za ciklonalne oznake. Za višinsko cirkulacijo zraka so bile narejene primerjave cirkulacije iz poprečnih kart 500 mb ploskve za posamezne situacije /5/ z amplitudami smeri in hitrosti vetrov na višini 850 mb in 500 mb ploskve za Slovenijo, dobljenih iz primerjave vetrovnih razmer med Zagrebom in Udinami.

#### UVOD

Pri obdelavi vremenskih procesov glede na onesnaženje zraka v Ljubljanski kotlini za zimske polovice let v obdobju 1969 - 1972 je bila uporabljena tudi klasifikacija vremenskih situacij po Hess-Brezowskem. Ob tem smo ugotovili, da se zaradi specifičnega geografskega položaja Slovenije, ki leži na jugovzhodnem obrobju Alp in na meji s Sredozemljem ter Balkanom, vreme v Sloveniji večkrat razlikuje od značilnega vremena za posamezne vremenske situacije, opisane v Hess-Brezowskem katalogu /1/.

V Švici, kjer tudi pridejo do izraza spremembe vremenskih procesov zaradi orografskih pregrad, je Kirchhofer /3/ obdelal problem, kako makrometeorološki elementi (zračni pritisk in cirkulacija zraka na višini 500 mb ploskve) vplivajo na potek vremena v manjšem prostoru, kot so Centralne Alpe ali celo posamezne

mezne švicarske pokrajine. Ob istem času, ko je izšla nova izdaja Kataloga po Hess-Brezowskem /1/, ki vsebuje tudi koledar vremenskih situacij, je v Švici izdelal Shuepp /2/ koledar glede na:

1. vremenske situacije, ki obravnavajo razvoj meteoroloških elementov v krajšem času, ki naj nas spominjajo podobnih situacij,
2. tip vremena, ki naj služi za klimatske obdelave in za srednjeročno prognozo vremena.

Sistem numerične klasifikacije tipov atmosferske cirkulacije in tipov vremena ter njuno odvisnost je za Poljsko obdelal Letynski /4/.

V Sloveniji zaenkrat še nimamo podobnih koledarjev in shem za odvisnost med vremenom v Sloveniji in cirkulacijo zraka, ki zahteva obdelave večjih razsežnosti z modernimi metodami. Doslej tudi še nismo proučevali vremenske procese glede na Hess-Brezowsko klasifikacijo. Zato naj bo to delo najbolj preprost poskus grobe ocene vremenskih procesov v Sloveniji glede na posamezne vremenske situacije po Hess-Brezowskem katalogu.

#### METODA DELA

Značilnosti vremena po Hess-Brezowski klasifikaciji se nanašajo pretežno na centralni del srednje Evrope in je Slovenija večkrat na obrobju vodilnih baričnih tvorb, hkrati pa orografske pregrade spreminjajo vremenske procese. Da bi se ob različnih vremenskih situacijah izločili vremenski procesi, ki so osnovnega pomena za razvoj vremena v Sloveniji, je bila narejena:

- I. naša oznaka baričnega polja,
- II. primerjava smeri in hitrosti vetrov nad Slovenijo s poprečno cirkulacijo zraka na 500 mb ploskvi ob različnih vremenskih situacijah.

I. Naše oznake temeljijo na natančneje določeni razporeditvi baričnega polja v Sloveniji in sosednjih pokrajinah, kot to prikazujejo sledeče oznake:

- 0C - ciklon prehaja Slovenijo
- 1C - ciklon je nad zahodnim, oziroma severnim Sredozemljem ali nad Jadranom
- 2C - britanski ciklon sega nad zahodno Sredozemlje

- 3C - biskajski ciklon sega nad Španijo in zahodno obrobje Sredozemlja
- 4C - srednjeevropski ciklon sega v Sredozemlje
- 5C - nad pretežnim delov Evrope je ciklonsko področje
- 6C - ciklonsko področje zajema vzhodno Evropo, Karpate ali Balkan
- 7C - ciklon je nad vzhodnim Sredozemljem
- 8C - skandinavski oziroma srednjeevropski ciklon sega na jugu le do Alp
  
- 0A - greben azorskega anticiklona sega v Slovenijo
- 1A - greben vzhodnoevropskega anticiklona sega v Slovenijo
- 2A - greben se je od zahoda ali severozahoda razširil v Slovenijo
- 3A - anticiklon je nad Alpami
- 4A - anticiklon je nad Karpati ali Balkanom
- 5A - srednjeevropski anticiklon sega v Slovenijo
- 6A - anticiklonalno polje zajema južno Evropo
- 7A - anticiklon sega iznad severne Evrope v Slovenijo
- 8A - nad Slovenijo je greben med dvema ciklonoma
- 9A - nad Slovenijo je most med dvema anticiklonoma

Naša oznaka upošteva poleg ciklonalnih ali anticiklonalnih oznak za ciklonska in anticiklonska področja, še slabo gradientno polje, kjer je ob advekciji toplega zraka označba anticiklonalna, pri advekciji hladnega zraka pa ciklonalna označba.

Označbe so bile narejene za vsak dan za zimsko polovico let za obdobje 1969 - 1972 in nato združene glede na trajanje posameznih vremenskih situacij po Hess-Brezowskem koledarju (tabele od 1 do 22). Ker pa ima Katalog /1/ le koledar vremenskih situacij do leta 1968, je bila za zimsko polovico let 1969 - 1972 vzeta dnevna klasifikacija vremenskih situacij iz poročila: Die Grosswetterlagen Europas, izdanega kot uradno glasilo meteorološke službe v Offenbachu /5/.

Ob iskanju primerov pri katerih so bile naše oznake odločujoče za vremenske procese v Sloveniji pri posameznih vremenskih situacijah, so izpadle tri značilne skupine:

- a/ anticiklonalna skupina, kjer so bile pri vremenskih situacijah: SWA, SA, SEA, HM, NWA in WA tudi naše oznake pretežno anticiklonalne;
- b/ ciklonalna skupina, kjer so bile pri vremenskih situacijah: WS, TRM in TM tudi naše oznake pretežno ciklonalne;
- c/ kombinirana skupina, ki ima največ razlik med obema klasifikacijama iz naslednjih vzrokov:

1. ker so se pri vremenskih situacijah HFZ, SZ, TRW, NZ, WZ in NWZ, v času trajanja ene situacije menjavale naše ciklonalne z anticiklonalnimi oznakami,
2. ker so bile pri vremenskih situacijah HNZ, HNFZ, SEZ, SWZ, HB, BM in HFA v nekaterih primerih samo naše ciklonalne ali v drugih primerih določene situacije samo naše anticiklonalne označbe.

V obdelanem obdobju sta izpadli situaciji: WW in TB, nekaj situacij je bilo udeleženih le z enim ali dvema primeroma, ki nista zadoščala za oceno vremenskih procesov v Sloveniji.

II. Pri višinski cirkulaciji zraka so bile določene za vsako vremensko situacijo amplitude smeri in hitrosti vetra (v vozlih) na višini 850 in 500 mb ploskve nad Slovenijo, dobljene z interpolacijo vetrovnih razmer med Zagrebom in Udinami. Uporabljene so bile tudi poprečne karte 500 mb ploskve za posamezne situacije /5/.

Tabele od 1 do 22 so sestavljene za posamezne vremenske situacije, ki so označene v oklepaju poleg številke tabele in imajo poleg datumske označbe trajanja določene situacije vnešene še naše označbe za vsak dan, nato amplitudo zračnega pritiska, reducirane na morski nivo v milibarjih za Ljubljano, ki naj služi kot orientacija za barično polje, ker leži Ljubljana nekako v sredini Slovenije. V zadnji skupini tabele so podane že omenjene smeri in hitrosti vetrov na višini 850 in 500 mb ploskve za Slovenijo.

#### ZAKLJUČKI

Zaključki obdelav se nanašajo na zimske polovice let za obdobje 1969 - 1972 in dajo le grobo oceno vremenskih procesov, značilnih za Slovenijo:

1. Pri situacijah SWA, SA in SZ se vremenski procesi v Sloveniji ločijo od procesov v krajih severno od Alp, kjer so to fenske situacije. V zahodni in južni Sloveniji se pojavi zaježitveni proces z meglo ali nizko oblačnostjo in občasnimi rahlimi padavinami, medtem ko je v severovzhodni Sloveniji lahko deloma jasno.

Pri SWA situacijah je bila naša oznaka anticiklonalna, ko je bila Slovenija v toplem zraku zunaj polarne fronte; le en dan ciklo-

nalna zaradi jedra hladnega zraka nad zahodnim Sredozemljem. Nad Slovenijo so bili največkrat severni vetrovi, jugozahodnik je prehajal v severozahodnik.

Za SA situacije je značilna blokada višinske cirkulacije nad zahodno Evropo in je bilo v Sloveniji toplo vreme. Pri SZ situacijah odpira višinska dolina nad vzhodnim Atlantikom (ni višinske blokade) pot atlantskim frontalnim sistemom nad zahodno Sredozemlje in povzroči, v primeru naših ciklonalnih oznak, sredozemski frontalni val v zahodni in južni Sloveniji padavine. Za kraje s snežno odejo pa je to situacija, ko toplo in vlažno vreme pobira snežno odejo (tabela 15).

Nasprotno je pri situacijah SEA greben toplega zraka nad zahodno Evropo in v Sloveniji prevladujejo severni ali vzhodni vetrovi, ki zadržujejo mrzlo in suho ter vetrovno zimsko vreme (tabela 3).

2. Pri situacijah HM lahko vplivajo na vreme v Sloveniji kaplje hladnega zraka, ki leže vzhodno od Slovenije; sicer je nad vzhodnimi Alpami greben toplega zraka, ki povzroči precej jasno vreme z meglo po kotlinah. Nad Slovenijo so v teh primerih prevladovali severozahodni ali severovzhodni vetrovi (tabela 4).

3. NWA situacije (tabela 5) povzročajo v glavnem lepo vreme, podobno je tudi pri situacijah WA in NWZ če imajo naše anticiklonalne oznake (tabeli 6 in 22), ko prevladujejo nad Slovenijo severozahodni vetrovi in je v zahodni Sloveniji fen, med trajanjem situacije pa se ozračje nad Slovenijo otopli še zaradi advekcije toplega zraka od zahoda. Manjše poslabšanje vremena lahko povzroči le kaplja hladnega zraka, ki leži vzhodno od Slovenije.

4. Vremenske situacije naše ciklonalne skupine (WS, TRM in TM) lahko povzročajo v Sloveniji tudi dolgotrajno obdobje padavin, ki so zaradi orografskih pregrad, zlasti pri situacijah WS, večkrat izdatnejše. Pri obdelavi primerov situacij TRM je bilo ugotovljeno, da sta pod to označbo vključeni dve različni legi polarne fronte:

- a/ višinska dolina zajema severno in srednjo Evropo in sega nad severno Sredozemlje. Nad Slovenijo prevladujejo izraziti jugozahodni ali jugovzhodni vetrovi (tabela 8) in se sekundarni sredozemski frontalni valovi pomikajo prek Slovenije;
- b/ višinska dolina poteka prek vzhodne Evrope, druga os višinske doline prek srednje Evrope in sega teme doline le do Alp. Ob tem prevladujejo nad Slovenijo severozahodni ali severovzhodni vetrovi in nastanejo razjasnitve. V teh primerih je bila naša

označba: 8C, 9A ali 6C, 2A povsem drugačna od prvih primerov in upravičena.

5. Pri situacijah TM je za Slovenijo pomembno, kam se bo pomikalo središče srednjeevropskega ciklona, ker je:

- a/ ob severni legi ciklona (južna Skandinavija) in pri višinski dolini, ki sega nad severno Sredozemlje, Slovenija pod vplivom frontalnih valov, ki se pomikajo po poti VB (po van Beberju);
- b/ pri južnejši legi ciklonskega središča, ki se približuje Sloveniji, hladen zrak na hitro prodre v Slovenijo s prehodnimi padavinami, ob severnem Jadranu pa jugo hitro preide v burjo. Višinska dolina zajame južno Sredozemlje in naslednji frontalni valovi se pomikajo prek južne Jugoslavije na severovzhod;
- c/ v primerih, kadar se ciklon iznad srednje Evrope umakne na zahod, je v Sloveniji najprej snežilo, nato se je ponovno otopilo in je v nižinah sneg prešel v dež, v višinah do 500 mb ploskve pa so ostali jugozahodni vetrovi (tabela 9).

6. Pri kombinirani skupini se je vreme v Sloveniji največkrat razlikovalo od vremena v pretežnem delu Evrope. V primerih, pri katerih so bile naše oznake vodilne za vremenske procese v Sloveniji, je bilo ugotovljeno:

- a/ pri situacijah SEZ so ob naših ciklonalnih oznakah prevladovali nad Slovenijo jugozahodni vetrovi (tabela 14) in so bile padavine. V primerih z našo anticiklonalno oznako je bilo vreme podobno kot pri SWA situacijah;
- b/ pri HB situacijah (tabela 19) je bila v večini primerov nad vzhodnim Atlantikom višinska blokada, nad Slovenijo je prevladovala severna komponenta vetra z dotokom hladnega zraka s suhim, hladnim in vetrovnim vremenom. V primeru, če se je višinsko jedro hladnega zraka pomaknilo nad zahodno polovico Sredozemlja, je bila naša ciklonalna oznaka. Padavine so bile v Sloveniji zabeležene pri ciklonalnih oznakah in pri oznaki 9A;
- c/ pri situacijah SWZ (tabela 16) je bil v primerih naših anticiklonalnih oznak, greben toplega zraka nad Slovenijo in je polarna fronta potekala prek krajev severno od Alp, vendar so bile v dveh primerih v Sloveniji padavine. V primerih ciklonalnih označb so frontalni valovi ob jugozahodnih vetrovih prehajali Slovenijo in povzročali občasne padavine;
- d/ iz obdelanega obdobja sledi, da je pri situacijah WZ (tabela 21) pomembna naša oznaka, ker je bilo ob anticiklonalnih

oznakah lepo vreme, ki je v enem primeru trajalo 14 dni skupaj. V primerih s ciklonalnimi oznakami so se frontalni valovi pomikali prek Alp na vzhod in je vsakemu sledil prehodni anticiklon in obratno.

V Sloveniji je bilo spremenljivo vreme, padavine le prehodne. V višinah so prevladovali zahodni vetrovi, v več primerih so bile to dolgotrajne situacije;

- e/ pri situacijah NWZ, HNZ in NZ so procesi ob prehodnih front hitri in turbulentni. V primerih z našo ciklonalno oznako je ob zahodnejši legi polarne fronte hladen zrak prodrl nad severno Sredozemlje in so bile v Sloveniji padavine. Naša oznaka se ujema s smerjo prodora hladnega zraka.

7. V primerih, pri katerih naše oznake niso bile pomembne pri določevanju vremenskih procesov:

- a/ pri situacijah HFZ, HNFZ in BM so bile padavine v Sloveniji tudi ob naših anticiklonalnih oznakah, če je bila v bližini kaplja hladnega zraka;
- b/ pri situacijah TRW (tabela 17) določa usmerjanje frontalnih valov iznad zahodne Evrope oblika višinske doline. Pri V-obliki višinske doline nad zahodnim Sredozemljem in zahodno Evropo so prevladovali nad Slovenijo jugozahodni vetrovi in so bile padavine kljub naši anticiklonalni oznaki. Kadar je bila višinska dolina nad srednjo Evropo široka, z eno osjo nad zahodno z drugo nad vzhodno Evropo, so vetrovi nad Slovenijo imeli prehodno tudi severozahodno komponento in takrat v Sloveniji ni bilo padavin. Vendar je v vseh primerih med trajanjem te situacije nastal veter z južno komponento in se je vreme poslabšalo.

#### LITERATURA

- /1/ Hess-Brezowsky: Katalog der Grosswetterlagen Europas. (Offenbach 1969).
- /2/ Shuepp M.: Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 - 1967. (Zürich 1968). Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.
- /3/ Kirchhofer W.: Abgrenzung von Wetterlagen im zentralen Alpenraum. (Zürich 1971). Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.

- /4/ Litynski J.: Numerical classification of types of atmospheric circulation and types of weather in Poland. (Warszawa 1973, Reports and studies of University of Warsaw, volumen 11).

- /5/ Die Grosswetterlagen Europas-Amtsblatt des Deutschen Wetterdienstes.

leto	me- sec	od - do	tra- janje dni	naša oznaka po dnevih	amplituda zračnega pritiska v Ljubljani	ampl. smeri in hitrosti vetra na 850 mb pl. na 500 mb pl.
------	------------	---------	----------------------	--------------------------	--	--

TABELA 1 - (SWA)

1969	1	20.-22.	3	1A 1A 1A	1021 - 1037	010-050/15-30 350-020/20-60
1969	10	6.-9.	4	7A 3A 3A 5A	1027 - 1034	060-110/10-30 030-320/20-35
1969	10	14.-17.	4	1A 1A 5A 5A	1018 - 1029	280-090/5-15 170-040/5-20
1971	1	7.-10.	4	1A 1A 1A 5A	1040 - 1031	040-080/5-15 030-070/20-35
1971	12	13.-15.	3	3A 3A 3A	1026 - 1036	270-330/10-15 330-350/35-50
1972	10	29.-30.	2	1C 5A	1015 - 1024	060/20
1972	12	10.-14.	5	3A 3A 3A 4A 3A	1029 - 1040	030-190/5-15 220-130/15-20

TABELA 2 - (SA)

1969	10	18.-21.	4	5A 1A 1A 1A	1018 - 1026	110-150/10-20 090-180/10-20
1972	10/11	31.-1.	2	5A 4A	1025 - 1024	120-150/10-15 060-020/10-15
1972	12	15.-16.	2	5A 5A	1035 - 1037	140-100/10-15 150-110/15-30
1972	12	25.-29.	5	1A 1A 1A 1A 1A	1032 - 1037	210-100/10-15 180-320/10-30

TABELA 3 - (SEA)

1969	1	5.-7.	3	1A 1A 1A	1022 - 1027	080-180/10-20 100-240/10-30
1969	1	10.-11.	2	1A 1A	1023 - 1028	060-100/15-20 260-340/15-45
1969	3	1.-6.	6	1A 1A 1A 1A 5A 5A	1024 - 1019	070-200/5-10 240-310/25

1969	12	25.-26.	2	1A 1A	1022 - 1016	050-120/25-5 110-060/10-15
1970	1	19.-22.	4	1A 1A 1A 1A	1023 - 1028	340-120/10-20 330-140/15-25
1972	1	12.-18.	7	7A 7A 1A 1A 1A 1A 1A	1027 - 1017	170-110/5-15 340-150/20-40
1972	2	1.-3.	3	1A 1A 1A	1024 - 1026	220-130/5-10 230-040/10-20
1972	3	13.-20.	8	4A 4A 4A 4A 7A 1A 1A	1038 - 1018	100-160/15-30 130-070/15-35
1972	10	10.-11.	2	1A 8A	1018 - 1011	100-240/10-25 200-310/20-30

TABELA 4 - (HM)

1969	10	10.-13.	4	5A 5A 5A 5A	1033 - 1019	120/10-20 070-140/10-15
1970	10	11.-17.	7	5A 5A 5A 7A 7A 5A 5A	1022 - 1033	270-030/5-15 270-070/10-40
1970	12	11.-13.	3	5A 5A 5A	1040 - 1032	260-230/15 100-200/15-20
1971	1	11.-14.	4	4A 4A 7A 1A	1033 - 1030	080-100/10-15 210-130/25-35
1971	2	9.-10.	2	2A 3A	1028 - 1024	350-200/20-5 010-340/20-35
1971	10	1.-3.	3	5A 5A 5A	1030 - 1022	090-020/10-25 360-050/25-40
1971	10	6.-7.	2	5A 3A	1038 - 1029	050-360/10-15 030-360/40
1971	10/11	28.-4.	8	5A 5A 5A 4A 5A 5A 5A 3A	1036 - 1028	070-330/10-30 070-350/25-60
1971	12	4.-6.	3	2A 3A 3A	1035 - 1027	020-310/5-20 300-360/10-40
1971	12	16.-18.	3	5A 5A 5A	1036 - 1032	340-300/15-20
1971	12	25.-26.	2	3A 5A	1031 - 1033	10-150/20
1972	10	5.-8.	4	5A 5A 5A 5A	1024 - 1027	040-090/30-60
1972	12	17.-20.	4	3A 3A 5A 5A	1037 - 1033	130-020/5-15 080-340/10-30

TABELA 5 - (NWA)

1969	3	7.-10.	4	9A 5A 3A 5A	1026 - 1018	070-350/5-15 260-340/5
1971	2	22.-25.	4	1A 1A 2A 2A	1019 - 1026	070-040/5-15 310-040/10-20

leto	me- sec	od - do	tra- janje dni	naša oznaka po dnevih	amplituda zračnega pritiska v Ljubljani	ampl. smeri in hitrosti vetra na 850 mb pl. na 500 mb pl.
------	------------	---------	----------------------	--------------------------	--	--

TABELA 6 - (WA)

1969	10	3.-5.	3	2A 5A 5A	1023 - 1027	060-070/5 350/25
1969	10	23.-28.	6	7A 2A 2A 2A 2A 2A	1021 - 1036	060-120/10-15 340-120/10-30
1969	11	1.-3.	3	3A 6A 6A	1023 - 1027	350-270/20 340-300/20-40
1970	10	18.-19.	2	5A 4A	1028 - 1013	100-060/15 350-010/25
1971	1	15.-18.	4	1A 4A 1A 4A	1028 - 1017	140-240/10-15 270/25-40
1971	10	8.-12.	5	3A 3A 3A 3A 3A	1030 - 1020	290-210/10-25 310-230/25-10
1971	10	21.-24.	4	2A 5A 3A 3A	1032 - 1024	260-350/5-20 280-330/30-60
1971	11	25.-27.	3	2A 3A 3A	1018 - 1026	100-310/5-10 250-060/20-30
1972	11	2.-9.	8	3A 3A 3A 3A 5A 5A 3A 3A	1027 - 1033	260-100/5-15 340-270/15-40
1972	11	27.-29.	3	3A 3A 3A	1038 - 1028	360-270/10-15 320-010/20-35

TABELA 7 - (WS)

1969	3	11.-14.	4	1A 8A 2C 1C	1022 - 1001	250-220/15-30 280-190/20-50
1971	2	16.-19.	4	2C 1C 6C 1C	996 - 1009	120-020/20 220-120/20
1972	2	13.-15.	3	1C 1C 2A	996 - 1019	140-360/5-20 110-170/20
1972	11	20.-23.	4	2C 1C 5C 5C	996 - 1009	240-270/20 210-190/35-60

TABELA 8 - (TRM)

1969	12	2.-8.	7	7A 8A 4A 1C 1C 1C 8A	1020 - 1001	050-240/25-35 100-360-190/ /20-50
1970	2	14.-17.	4	8A 0C 1C 8A	995 - 1024	350-180/20 240-190/15-25
1970	2	24.-25.	2	8C 9A	1003 - 1012	330-020/40-15 310-350/10-25
1970	3	3.-5.	3	1C 1C 0C	991 - 997	230-130/25 240-210/25-45
1970	12/1	31.-4.	5	1C 1C 2A 7C 5A	999 - 1028	250-070/45-25 240-170/65
1971	2	2.-3.	2	6C 2A	1012 - 1030	010-020/10-35 220-030/15
1971	3	26.-27.	2	5C 1C	1011 - 1007	260-050/5-10 230-170/25
1971	11	9.-10.	2	1C 1C	1009 - 1003	260-180/10-30 250-180/45-25
1971	11	20.-21.	2	1C 8A	1006 - 1025	010/35-50 220-050/60-20
1971	12	1.-2.	2	1C 1C	1008 - 1013	230-090/25 200-140/20
1969	11	25.-26.	5	2C 2C 4C 4C 1C	985 - 995	240-190/25-40 270-200/20-70

TABELA 9 - (TM)

1969	2	11.-18.	8	9A 2C 1C 1C 0C 4C 8C 8A	997 - 1020	360-160/10-30 340-140/25-50
1969	3	23.-29.	7	9A 1C 1C 1C 6C 6C 9A	1020 - 1009	350-160/10-15 250-170/50-15
1970	3	6.-9.	4	4C 2A 8A 1A	1007 - 1021	030-260-170/20 250-170/5-35
1970	12	29.-30.	2	5C 5C	1011 - 994	260-200/20-40 260-200/20-40
1971	3	21.-22.	2	2C 0C	1004 - 997	260-160/20-30 260-170/35-45
1971	11	22.-24.	3	4C 0C 4C	993 - 1013	240-040/20-35 250-060/30-10

leto	me- sec	od - do	tra- janje dni	naša oznaka po dnevih	amplituda zračnega pritiska v Ljubljani	ampl. smeri in hitrosti vetra na 850 mb pl. na 500 mb pl.
------	------------	---------	----------------------	--------------------------	--	--

TABELA 10 - (HFZ)

1969	2	26.-28.	3	7C 1A 1A	1010 - 1025	020-260/10-20 130-300/5-15
1969	3	15.-19.	5	1C 1C 2C 7C 3C	998 - 1012	220-030/30-10 270-120/5-15
1969	12	15.-19.	5	2C 4C 8A 8A 1C	999 - 1016	060-240/20 260-010/20-40
1970	1	15.-18.	4	2C 1C 4C 7C	1003 - 1019	270-190/30-20
1970	1	23.-24.	2	1A 7A	1024	170-230/10 190-250/30-10
1972	1	28.-31.	4	1C 1C 1C 1A	1005 - 1021	140-220/15-25 190-250/20-30

TABELA 11 - (HNFZ)

1969	12	30.-31.	2	3C 3C	1006 - 1012	140-220/10 230/20
1970	1	28.-30.	3	8A 8A 2C	1020 - 1011	240/20-40 240-280/25-45
1970	2	26.-28.	3	9A 8A 2A	1013 - 1017	360/20 310-030/10-20
1970	12	24.-26.	3	6C 9A 8A	1013 - 1021	030-090/10-20 270-220/30-40
1972	1	2.-5	4	7A 1A 4C 4A	1029 - 1023	240-180/10 150-270/20-50

TABELA 12 - (HNZ)

1970	1	2.-6.	5	5C 4A 3C 1C 1C	1010 - 995	340-110/15 240-280/25-45
1971	10	4.-5.	2	5A 7A	1021 - 1032	220-020/5 220-280/30
1971	10	13.-14.	2	6A 6A	1020 - 1010	250/25 220-080/15-20
1971	12	27.-28.	2	5A 3A	1031 - 1020	240-150/10-30 210-340/35-25

TABELA 13 - (HFA)

1969	3	20.-22.	3	9A 7A 1A	1016 - 1025	050-110/20 050-220/10
1969	12	20.-21.	2	1C 1A	1013 - 1028	050-020/40-20 160-130/15
1972	10	1.-4.	4	7A 7A 7A 5A	1020 - 1026	220-240/15 300-280/30

TABELA 14 - (SEZ)

1969	2	19.-25.	7	1A 3C 3C 3C 3C 3C	1016 - 1007	210-330/10-25 300-200/50-20
1970	12	27.-28.	2	8A 1C	1021 - 1006	150-230/5 230-180/20-30
1972	1	6.-11.	6	1A 1A 1A 1A 1A 1A	1021 - 1026	300-180/5-20 220-280/20-30
1972	2/3	18.-2.	14	1A 1A 1A 1A 1A 5A 5A 1A 1A 1A 1A 8A 1A 9A	1016 - 1027	250-100/10-25 250-160/20-45

TABELA 15 - (SZ)

1970	1	8.-14.	7	5A 5A 5A 1A 2C 2C 6C	1031 - 1004	290-150/15-35 260-150/20-45
1972	2	4.-7.	4	1A 1A 1A 1A	1006 - 1018	090-240/15-40 300/20-35
1972	10	26.-28.	3	4A 4A 4A	1022 - 1032	240-220/10-30 310-220/25-10

TABELA 16 - (SWZ)

1969	1	25.-28.	4	2A 7A 1A 1A	1032 - 1025	250-010/5-20 360-340/60-15
1969	11	11.-13.	3	6A 6A 1C	1020 - 1007	240/25-45 290-230/60-25
1970	1	25.-27.	3	1A 1A 1A	1025 - 1021	240/15-35 260-300/15-35
1970	11	19.-20.	2	2C 2C	1008 - 1015	240/30 240/20-35
1972	12	2.-9.	8	1A 1A 1A 1A 3A 3A 1A 9A	1028 - 1018	150-060/10-25 170-280/10-20

leto	me- sec	od - do	tra- janje dni	naša oznaka po dnevih	amplituda zračnega pritiška v Ljubljani	ampl. smeri in hitrosti vetra na 850 mb pl. na 500 mb pl.
------	------------	---------	----------------------	--------------------------	--	--

TABELA 17 - (TRW)

1969	11	14.-17.	4	2C 2C 2A 2A	1006 - 1022	220-260/25-35 210-270/10-50
1969	12	22.-24.	3	1A 1A 1A	1029 - 1024	180-090/10 240/20
1970	3	10.-12.	3	1A 1A 8A	1026 - 1013	200-140/10- 220-170/25-40
1970	3	30.-31.	2	6A 6A	1018 - 1008	250/10-35 300-260/50-35
1970	11	14.-16.	3	5C 4C 1C	1012 - 1001	210/25 280-190/50-15
1971	1/2	29.-1.	4	3A 1A 1A 1C	1024 - 1006	260-180/20-10 230-190/55-35
1971	3	14.-16.	3	4C 7C 1C	1021 - 1004	270-210/35-20 280-230/30-15
1971	11	28.-30.	3	1A 1C 1C	1018 - 1007	120-200/10 180-210/35-25
1972	3	7.-9.	3	2C 3C 7A	1008 - 1016	220/20-30 230-200/25-50

TABELA 18 - (NZ)

1969	2	2.-3.	2	6A 8C	1018 - 1009	240/35 270-230/60-30
1969	2	8.-10.	3	4C 2A 3A	1013 - 1028	240-350/20 240/35-65
1970	10	20.-23.	4	5C 5C 2A 0A	996 - 1016	250-080/10-20 260-210/20-45
1970	12	21.-23.	3	3A 9A 1C	1025 - 1011	250-070/10-20 210-290/45-25
1971	3	9.-11.	3	5A 2A 2A	1006 - 1030	080-350/30-15 200-340/10-30
1972	10	20.-21.	2	2C 1C	1021 - 1009	240/5-25 320-250/50

TABELA 19 - (HB)

1969	2	4.-5.	2	7C 7C	1016 - 1018	090-040/30 230-070/60-30
1970	12	7.-10.	4	9A 9A 2A 2A	1024 - 1039	250-360/15 250-360/20-30
1971	2	4.-8.	5	9A 5A 5A 2A 2A	1020 - 1035	350-040/15-35 360-060/70-15
1971	3	7.-8.	2	6C 5A	1018 - 1025	040/20 100-060/20
1971	10	25.-27.	3	3A 2A 2A	1024 - 1036	300-040/10-20 310-360/25
1971	12	7.-9.	3	9A 2A 2A	1030 - 1019	070-360/20-30 010-310/45
1972	3	23.-24.	2	2A 2A	1023 - 1012	
1972	10	12.-19.	8	1C 1C 2A 5A 5A 5A 5A	1009 - 1033	240-030/35-20 260-030/30
1972	11	24.-26.	3	2A 2A 3A	1018 - 1026	090-020/20-30 240-010/45-20

TABELA 20 - (BM)

1969	2	6.-7.	2	5A 8A	1016 - 1019	060-040/20 170-060/35-15
1969	11/12	31.-1.	2	1A 1A	1019 - 1020	090-070/20 230-210/40-20
1969	12	9.-14.	6	5A 5A 1A 1A 7A 7A	1016 - 1026	060-270/15 150-330/20-30
1969	12	27.-28.	2	5A 5A	1022 - 1017	120-100/15 180-160/10
1970	1/2	31.-1.	2	1C 1A	1011 - 1019	180-040/10-30 250-210/10
1970	3	14.-16.	3	8A 1C 0A	1012 - 1018	140-020/10-30 220-060/20
1970	3	24.-26.	3	4A 8C 8C	1019 - 1014	240/25-35 240-260/30-50
1970	10	9.-10.	2	1A 1A	1026 - 1020	250-270/20 280-020/10
1970	12	16.-20.	5	5A 5A 5A 5A 3A	1035 - 1027	060-300/15-30 260-040/20-30
1971	1	5.-6.	2	5A 5A	1023 - 1032	110-040/15 210-090/30-15
1971	2	11.-12.	2	4A 4A	1029 - 1023	040-280/10 250-010/15
1971	11	11.-12.	2	1C 1C	1006 - 1014	200/15 280-160/30
1972	1	22.-24.	3	9A 1A 1A	1021 - 1027	080-110/10 150-200/10
1972	3	21.-22.	2	1A 1A	1023 - 1018	250-350/10 260-300/15
1972	12	21.-24.	4	4A 4A 1A 1A	1044 - 1035	090-220/15 130-270/20
1972	12	30.-...	2..	1A 1A ..	1039 - 1042	110/15 270-200/20-10

leto	me- sec	od - do	tra- janje dni	naša oznaka po dnevih	amplituda zračnega pritiska v Ljubljani	ampl. ameri in hitrosti vetra na 850 mb pl. na 500 mb pl.
------	------------	---------	----------------------	--------------------------	--	--

TABELA 21 - (WZ)

1969	1/2	29.-1.	4	6A 6A 6A 6A	1015 - 1023	250-280/45-25
1969	3	30.-31.	2	2A 6A	1019 - 1009	360-240/15
1969	11	4.-13.	7	6A 2A 5A 4A 5C 5C 4C	1026 - 1001	280-220/10-35
1969	11	18.-21.	4	5C 6A 6A 8A	1011 - 1024	200-250/20
1970	2	18.-20.	3	6A 9A 5A	1015 - 1027	240-360/30-10
1970	2	2.-13.	12	1A 5C 5C 5C 5C 6A 6A 6A 6A 5C 5C 8A 8A	1006 - 1018	310-230/20-30
1970	3	17.-22.	6	0A 0A 5C 0A 0A 0A	1006 - 1021	260-300/10-30
1970	10/11	24.-5.	14	2A 2A 6A 6A 3A 3A 3A 3A 6A 6A 6A 6A 6A 2A 6A	1032 - 1016	340-150/10
1970	12	1.-6.	6	9A 9A 0A 8A 3A 2A	1013 - 1030	270-300/30
1971	1	19.-28.	10	1A 5C 1C 1C 5C 2C 6A 2C 2C 6C	1016 - 997	240-210/15-45
1971	2	13.-15.	3	3A 5C 2C	1028 - 1007	080-270/10-30
1971	2	20.-21.	2	2A 1A	1012 - 1020	030/25-45
1971	3	12.-13.	2	2A 3A	1024 - 1031	340-230/10-20
1971	3	24.-25.	2	2A 2A	1025 - 1013	070-040/20
1971	10	18.-20.	3	1A 4A 3A	1033 - 1026	090-260/10-25
1971	11	13.-19.	7	1C 9A 2A 2A 2A 8C 5C	1028 - 1002	040-240/10-35
1972	11/12	30.-1.	2	4A 1C	1026 - 1013	190-220/25

TABELA 22 - (NWZ)

1969	1	23.-24.	2	6A 2A	1028 - 1023	200-360/5-10
1969	10	1.-2.	2	6A 2A	1014 - 1022	260-280/10
1969	10	29.-31.	3	3A 2A 2A	1016 - 1014	360-060/5-20
1970	3	1.-2.	2	2A 6A	1020 - 1013	360-310/20-10
1970	3	27.-29.	3	5C 1C 2A	1006 - 1013	250-330/10-20
1970	10	1.-4.	4	2C 0A 4C 0A	1009 - 1015	250-350/10-30
1970	12	10.-12.	3	2A 2A 2A	1018 - 1027	020-330/10-25
1972	10	22.-24.	3	2A 2A 6A	1015 - 1024	350-330/15