

PROGNOZA NEVIHT NAD SLOVENIJO S POMOČJO EMPIRIČNIH PARA -  
METROV

THUNDERSTORM FORECAST OVER SLOVENIA (YUGOSLAVIA) BY MEANS  
OF EMPIRICAL PARAMETERS

551.509.326

MIRAN TRONTELJ

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY:

The usefulness of empirical parameters such as: K factor /3/, Lebedev's humidity index /1/, and Showalter's index /2/ was tested for thunderstorm forecast over Slovenia (Yugoslavia). Critical values of these parameters for development of thunderstorms as generally known, were found not to be valid for this region.

Parameters were calculated for the months; May, June, July, August and September 1969, using data on standard isobaric surfaces of the stations Udine (Italy), Vienna (Austria), Zagreb (Yugoslavia) and Budapest (Hungary).

It was found that the thunderstorm forecast, based on these empirical parameters, is vague, even though a thunderstorm day is defined very broadly. A thunderstorm day is a day with a thunderstorm reported from at least one station from anywhere in Slovenia. The reason that these methods fail is that in general, the data from these stations do not represent well enough the conditions over Slovenia. However, they are the only stations that come into account. The data from Udine were more useful, but only for the coastal region.

## UVOD

V pričujočem delu smo podali pregled uporabnosti nekaterih empiričnih parametrov, s katerimi ponekod po svetu določajo labilnost atmosfere. Vsi ti parametri so določeni empirično in je zato potrebno za različna področja določiti mejne vrednosti, pri katerih nastajajo nevihte. Ker ti parametri določajo stabilnost določene zračne mase, moramo torej izbrati, iz katerih radiosondažnih postaj bomo uporabili podatke za računanje stabilnosti pri nas. Vzeli smo seveda le najbližje radiosondažne postaje in sicer Videm (Udine), Dunaj (Wien), Zagreb ter v slučaju, da katera od teh postaj ni imela meritev, tudi Budimpešto (Budapest).

Stabilnostne parametre smo računali za mesec maj, junij, julij, avgust in september 1969. Za vse štiri zgoraj omenjene postaje smo parametre računali na elektronskem računalniku CDC 3300.

## METODE DOLOČANJA VERTIKALNE STABILNOSTI

Parametri, s katerimi smo določali vertikalno stabilnost, so definirani na sledeči način:

K faktor /3/

$$K = T_{850} - T_{500} + TR_{850} - (T - TR)_{700}$$

Vlažnostni indeks Lebedjeva FI /1/

$$FI = (T - TR)_{850} + (T - TR)_{700} + (T - TR)_{500}$$

Razlika temperatur 850 in 500 mb ploskve DI

$$DI = T_{850} - T_{500}$$

Showalterjev indeks SSI /2/

$$SSI = T_{500} - T'_{500}$$

Pri čemer pomenijo oznake T in TR z indeksi 850, 700, 500 temperature in temperature roslišča na ploskvah 850, 700 in 500 mb.  $T'_{500}$  pa je temperatura na 500 mb ploskvi, ki jo dobimo grafično z emagrama (mi smo jo računali s pomočjo ustreznih enačb) na sledeči način: delček zraka dvignemo iz 850 mb ploskve po suhi adiabatni, dokler ne postane nasičeno vlažen - kondenzacijski nivo -, nato pa po vlažni adiabatni do 500 mb ploskve. Kjer seče ta vlažna adiabata 500 mb ploskev, odčitamo temperaturo in ta temperatura je  $T'_{500}$ .

Da bi uporabili podatke tiste radiosondažne postaje, ki nam predstavljajo zračno maso, za katero predvidevamo, da bo prišla vsaj bistveno nespremenjena nad Slovenijo, smo uporabili veter na 700 mb ploskvi kot vodilni tok. Iz tabele 1 je razvidno, katere meritve smo upoštevali, če ni bilo podatkov, ki bi jih potrebovali glede na vodilni tok.

TABELA 1 Postaje, katerih sondažne meritve smo upoštevali glede na smer vetra na 70 mb ploskvi.

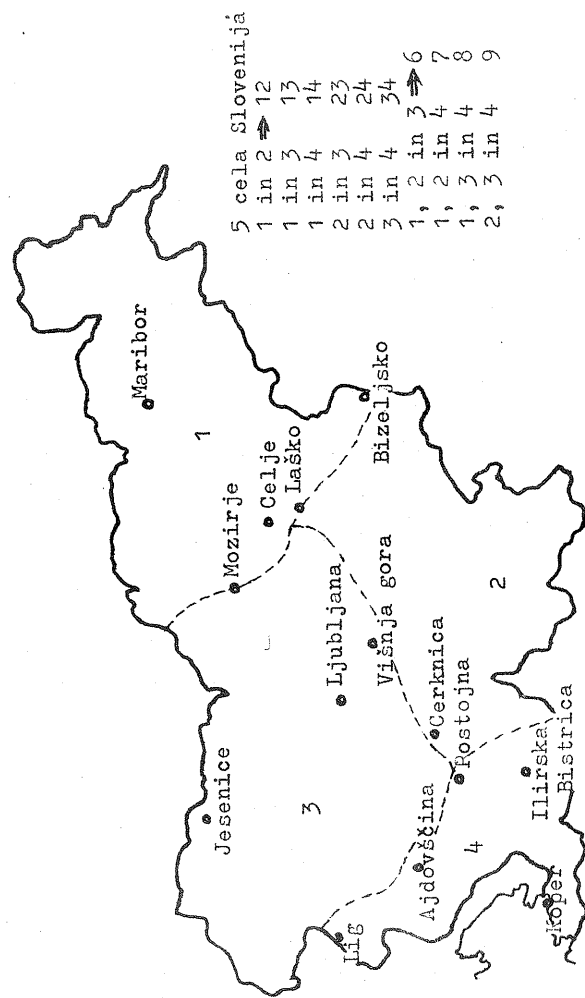
TABLE 1 Stations, the data of which were used according to the wind direction on 700 mb surface

|         |              |                |                     |
|---------|--------------|----------------|---------------------|
| Postaja | Udine        | Wien ali Udine | Zagreb ali Budapest |
| Smer    | 196° do 345° | 346° do 45°    | 46° do 195°         |

|         |             |             |
|---------|-------------|-------------|
| Postaja | Wien        | Zagreb      |
| Smer    | 276° do 95° | 96° do 275° |

## PROGNOZA NEVIHT

Podatke o nevihtah in toči v Sloveniji zbira ca 350 postaj. Vse podatke smo vnesli na dnevne padavinske kartice, ki so nam služile pri nadaljni obravnavi. Slovenijo smo razdelili na 4 področja kot kaže slika 1. Tabela 2 pa nam kaže, koliko nevihtnih dni in dni s točo je bilo v obdobju maj - september za celo Slovenijo in po področjih. Šifre od 1 do 4 so iste kot na sliki 1. Seveda pa moramo pripomniti, da je veljal za nevihtni dan, tudi če se je nad Slovenijo pojavila le ena sama nevihta.



Slika 1 Razdelitev Slovenije na štiri področja  
 Fig. 1 The four regions of Slovenia

TABELA 2 Število dni z nevihtami oziroma s točo za Slovenijo in za posamezna področja

TABLE 2 Number of thunderstorm days and days with hail for Slovenia and for the four regions separately

| Mesec     | nevihte | toča | nevihte |    |    |    | toča |    |    |   |
|-----------|---------|------|---------|----|----|----|------|----|----|---|
|           |         |      | 1       | 2  | 3  | 4  | 1    | 2  | 3  | 4 |
| maj       | 15      | 4    | 10      | 8  | 13 | 10 | 0    | 3  | 2  | 1 |
| junij     | 21      | 7    | 19      | 19 | 20 | 16 | 5    | 4  | 2  | 2 |
| julij     | 15      | 3    | 12      | 10 | 15 | 13 | 1    | 2  | 2  | 0 |
| avgust    | 23      | 8    | 20      | 19 | 23 | 22 | 4    | 3  | 4  | 2 |
| september | 12      | 2    | 8       | 11 | 9  | 11 | 0    | 2  | 0  | 0 |
| skupaj    | 86      | 24   | 69      | 67 | 80 | 62 | 10   | 14 | 10 | 5 |

Ko smo izračunali vse zahtevane količine in jih tabelirali, smo najprej raziskali kakšne vrednosti zavzamejo posamezni parametri. Nato smo določili mejne vrednosti teh parametrov, pri katerih nastopijo nevihte oziroma ne nastopijo. Za mejne vrednosti posameznih parametrov smo ugotovili sledeče vrednosti: nevihte bodo verjetno nastale, če je število  $K > 24$ , vlažnostni indeks  $FI \leq 20^{\circ}\text{C}$ , temperaturna razlika  $DI \geq 26^{\circ}\text{C}$  in Showalterjev indeks  $SSI < 3^{\circ}\text{C}$ .

Razumljivo je, da se večkrat zgodi, da vrednosti parametrov kažejo na možnost nastanka neviht, pa te izostanejo, oziroma ne kažejo na možnost nastanka neviht, a se te pojavijo. Ta odstopanja za posamezne parametre nam kaže tabela 4. Eden izmed razlogov teh odstopanj je v tem, da smo zaradi poenostavitve za vse štiri radiosondarne postaje vzeli enake mejne vrednosti, kljub temu, da imajo vrednosti parametrov za posamezne postaje stalne nižje oziroma višje vrednosti od ostalih postaj. Mejnih vrednosti parametrov za vsako postajo posebej nismo določevali, ker smo imeli za to vrsto raziskav premalo podatkov v obdelavi.

Drugi razlog za odstopanja pa je v tem, da smo šteli za nevihtne dni tudi take, ko so bile v Sloveniji le posamezne nevihte.

TABELA 3 Število dni, ko so vrednosti posameznih parametrov odstopale od mejnih vrednosti

TABLE 3 Number of days when the values of particular parameters deviated from some limits

| Mesec   | Štev. dni      | $K \leq 24$ | $K > 24$ | $K < 21$ | $21 \leq K \leq 29$ | $K > 29$ | $FI > 20$ | $FI \leq 20$ | $DI < 26$ | $DI \geq 26$ | $SSI \geq 3$ | $SSI < 3$ |
|---------|----------------|-------------|----------|----------|---------------------|----------|-----------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|
| maj     | 15 z nevihtami | 5           | -        | -        | 12                  | 3        | 3         | -            | 6         | -            | 4            | -         |
|         | 16 brez neviht | -           | 5        | 7        | 8                   | 1        | -         | 5            | -         | 8            | -            | 5         |
| junij   | 21 z nevihtami | 4           | -        | -        | 13                  | 8        | 4         | -            | 6         | -            | 6            | -         |
|         | 9 brez neviht  | -           | 5        | 3        | 5                   | 1        | -         | 5            | -         | 5            | -            | 6         |
| julij   | 15 z nevihtami | 6           | -        | 5        | 4                   | 6        | 7         | -            | 8         | -            | 6            | -         |
|         | 16 brez neviht | -           | 6        | 7        | 7                   | 2        | -         | 7            | -         | 7            | -            | 4         |
| avgust  | 23 z nevihtami | 8           | -        | 5        | 11                  | 7        | 9         | -            | 12        | -            | 13           | -         |
|         | 8 brez neviht  | -           | 6        | -        | 5                   | 3        | -         | 6            | -         | 3            | -            | 4         |
| septem. | 12 z nevihtami | 1           | -        | 1        | 3                   | 8        | 1         | -            | 5         | -            | 2            | -         |
|         | 18 brez neviht | -           | 8        | 7        | 9                   | 2        | -         | 6            | -         | 3            | -            | 1         |

Odstopanja v tabeli 3 veljajo za podatke jutranjih sondaž. Tudi pri nadaljni obravnavi smo upoštevali le podatke jutranjih sondaž, ker so za prognozo neviht, ki jo dajemo dopoldne, ti bolj primerni.

Za število K smo mejno vrednost razširili na mejno območje od vrednosti 21 do 29. Kadar število K zavzame vrednosti med 21 in 29, so nevihte možne, lahko pa jih tudi ni. S to omejitvijo smo sicer zmanjšali število primerov, ko prognoza neviht samo na podlagi števila K ne bi bila pravilna. Vendar pa bi bilo število prognoz, ko bi prognozirali le možnost neviht, a teh ne bi bilo, kljub temu še znatno.

Napake pri prognoziranju na osnovi števila K nastanejo deloma iz enakih vzrokov, kakor že zgoraj omenjena odstopanja, deloma pa tudi vsled tega, ker smo morali kar v 52 primerih (od 153, kolikor smo jih obravnavali) upoštevati podatke "nadomestne" radiosondažne postaje. To pomeni, da ni bilo podatkov, ki bi jih morali upoštevati glede na vodilni tok, ki smo ga določili s podatkov 700 mb ploskve.

Število K je zato kot prognostični parameter za nevihte zelo nezanesljivo in nam lahko služi pri prognozi le kot pripomoček k splošni sinoptični situaciji.

TABELA 4 Veljavnost prognoze neviht na osnovi posameznih parametrov in veljavnost prognoze prognostičnega oddelka HMZ v Ljubljani (v %)

TABLE 4 Validity of thunderstorm forecast on the basis of particular parameters and validity of the forecast given by the forecast department of Hydrometeorological Institute of Slovenia (percentage)

| Mesec   |                  | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ |
|---------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| maj     | za nevihtne dni  | 67    | 67    | 67    | 53    |
|         | za brez nevihtne | 69    | 62    | 62    | 87    |
|         | skupaj           | 68    | 64    | 64    | 71    |
| junij   | za nevihtne dni  | 81    | 76    | 81    | 67    |
|         | za brez nevihtne | 44    | 44    | 33    | 55    |
|         | skupaj           | 70    | 66    | 66    | 63    |
| julij   | za nevihtne dni  | 60    | 60    | 67    | 67    |
|         | za brez nevihtne | 62    | 75    | 56    | 75    |
|         | skupaj           | 61    | 68    | 61    | 71    |
| avgust  | za nevihtne dni  | 65    | 56    | 70    | 78    |
|         | za brez nevihtne | 25    | 50    | 25    | 63    |
|         | skupaj           | 55    | 55    | 58    | 74    |
| septem. | za nevihtne dni  | 92    | 92    | 92    | 42    |
|         | za brez nevihtne | 59    | 78    | 55    | 95    |
|         | skupaj           | 70    | 83    | 70    | 73    |
| skupaj  | za nevihtne dni  | 72    | 69    | 74    | 64    |
|         | za brez nevihtne | 55    | 66    | 51    | 79    |
|         | skupaj           | 65    | 67    | 64    | 71    |

V tabeli 4 so podane veljavnosti prognoze ob upoštevanju mejne vrednosti števila K 24 ( $P_1$ ), za posamezne mesece ločeno za prognozo nevihtnih dni in dni brez neviht ter na koncu za celo obdobje, vse v procentih.

Da bi dobili boljše rezultate, smo upoštevali poleg števila K, še Showalterjev indeks SSI. Ta nam da dokaj dobre vrednosti za statično stabilnost /2/. V tabeli 3 pa zopet vidimo, da so majhna odstopanja od mejne vrednosti le v maju in septembru, največja pa v avgustu, torej v mesecu z največ nevihtnimi dni. Vzroki so verjetno isti kot pri številu K. Kombinacijo števila K in indeksa SSI smo dobili na naslednji način. Če sta imela oba vrednost, ki bi dala za prognozo nevihte in so te tudi bile, je bila prognoza pozitivna (pravilna), če pa neviht ni bilo, je bila prognoza negativna (nepravilna). Na enak način, le obratno smo računali veljavnost prognoze za tiste dni, ko ni bilo neviht. Če pa je eden od parametrov "prognoziral" nevihte, drugi pa ne, smo upoštevali tistega, ki je bil glede odstopanja od mejne vrednosti bližje dejanskemu stanju. Seveda smo upoštevali razliko od mejne vrednosti pri indeksu SSI dvakratno, ker je tudi poprečen razpon med vrednostmi števila K in SSI indeksa dvakrat večji pri številu K. Za primer vzemimo 11. VI., ko so bile po vsej Sloveniji nevihte. Število K za vidensko radiosondažo je bilo 29, SSI pa 3,1. Ker odstopa slednji od mejne vrednosti le za eno desetinko v negativno stran, število K pa je za 5 večje od mejne vrednosti, smo menili, da nam kombinacija obeh parametrov "prognozira" nevihte. V tabeli 4 ( $P_2$ ) najdemo rezultate veljavnosti prognoz, ki smo jih dobili na ta način. Vidimo, da v splošnem niso dosti boljše, kakor one, ko smo upoštevali le število K.

Izračunali smo tudi veljavnost prognoze, ko smo upoštevali vse tri parametre /K, SSI, FI/ in temperaturno razliko DI. Kombinacijo vseh štirih smo dobili na enak način kot zgoraj, le da smo v primeru, ko sta po dva in dva dala nasprotno prognozo, to kombinacijo šteli kot prognozo neviht, ker je ta kombinacija kazala na možnost nastanka neviht. Tudi tu vidimo, da rezultati, ki so podani v tabeli 4 ( $P_3$ ), niso nič boljši, v splošnem še nekoliko slabši od prejšnjih dveh načinov.

Za primerjavo smo v tabeli 4 ( $P_4$ ) podali tudi veljavnost prognoz za isto obdobje, ki jih je dal prognostični oddelek HMZ v Ljubljani več ali manj samo s sinoptičnimi metodami. Tudi tu smo prognozo "nevihte so možne" upoštevali kot prognozo, da nevihte bodo nastale.

Ko primerjamo dobljene rezultate, lahko ugotovimo, da je prognoza neviht za področje Slovenije s pomočjo empiričnih parametrov K, SSI, FI in DI dokaj nezanesljiva in ti lahko služijo le kot pripomoček k prognozi, ki jo dobimo ob upoštevanju splošne sinoptične situacije. Rezultati bi bili gotovo boljši, če bi za vsako situacijo imeli na razpolago tiste radiosondažne meritve, ki jih potrebujemo glede na vodilni tok. V kolikor pa teh ni, bi jih morali pred računanjem parametrov določiti z interpolacijo, ali pa jih po vnaprej izdelanem modelu prognozirati.

## LITERATURA

- /1/ G. Götz, "Sturmwarnung am Balatonsee". Veröffentlichungen der Ungarischen Zentralanstalt für Meteorologie, Band XXX.
- /2/ Joseph G. Galway, "The lifted Index as a Predictor of Latent Instability". Bull. Amer. Meteor. Soc., Vol. 37, December 1956.
- /3/ V. Žitnik, "Aplikacija Whitingove metode za prognozo neviht na alpsko področje Slovenije". Razprave - Papers VI., Ljubljana.