

AN ATEMPT OF THE ASSESSEMENT OF THE FORECASTING MAP

A. HOČEVAR

551.509 25

Eden osnovnih pripomočkov pri prognozi so prognoštične karte. Do današnjih dni se je razvilo že mnogo praktičnih metod za konstrukcijo le-teh, seveda vsake z njenimi dobrimi lastnostmi in napakami. V polpretekli dobi so bile te metode bolj ali manj empirične, kasnejše pa so se razvile iz teorije, ki jim je služila za osnovo enačba vrtinčnosti (1,2). Tudi metode, ki so se razvile iz teorije, se cepijo v dve veji; krajšo in dražjo, ki rešuje probleme s pomočjo računskih strojev, ter nekoliko daljšo in cenejšo, ki rešuje probleme s pomočjo grafičnih operacij.

Tudi pri nas v Sloveniji nastopa problem prognoštične karte. Prognoštične karte, ki jih emitirajo veliki evropski centri, so za naše kraje precej površno konstruirane, saj je to zanje bolj ali manj robno področje. Šele v zadnjih letih je začel delati prognoštično karto tudi naš center v Beogradu. Ob začetku uvedbe naše domače prognoštične karte, ki se bo ukvarjala zlasti s prognozo za naše kraje, me je zanimalo, kaj lahko pričakujemo od metode ene izmed mnogih, ki ji služi za osnovo vrtinčna enačba. Ker ni bilo boljših možnosti, je bil poizkus razmeroma kratek, izdelal sem vsega 18 prognoštičnih kart, na isti način, toda kljub majhnemu številu se da napraviti nekaj zaključkov.

Prognoza sloni na vrtinčni enačbi, ki se za brezdivergenčno ploskev skrči na dva člena:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} = -\vec{v} \nabla \eta \tag{1}$$

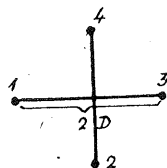
Z geostrofično aproksimacijo dobimo, da je

$$\eta = \frac{g}{f} \nabla^2 Z + f \tag{2}$$

če sedaj izrazimo $\nabla^2 Z$ z končnimi diferencami sledi

$$\eta = - \frac{4m^2 g}{D^2 f} (Z - \bar{Z}) + f \quad \bar{Z} = 1/4 (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4) \quad 3$$

kjer je η absolutna vrtničnost, \vec{V} vektor vetra, g zemeljski pospešek, f Coriolisov parameter, ∇^2 Laplaceov operator, Z višina ploskve, m faktor, ki zavisi od projekcije karte in D polovica razdalje med dvema točkama v sliki 1.



Slika 1

S pomočjo zgoraj izražene vrtničnosti navaja Fjórtoft (3) vrtnično enačbo v naslednji obliki:

$$\frac{\partial}{\partial t} (Z - \bar{Z} - G(\varphi)) = - \frac{g}{f} J(\bar{Z} + G, Z - \bar{Z} - G(\varphi)) \quad 4$$

Kjer je $G(\varphi)$ neka funkcija zemljepisne širine in projekcije karte, J simbol za Jakobijevo determinanto.

Jensen (4) razvije enačbo 4 z določenimi zanemaritvami in prehodom na končne razlike v prognostično enačbo

$$P_t = T_{1t}^{\bar{Z}} (\bar{P}) + T_t^{\bar{Z}} (P - \bar{P}) \quad 5$$

kjer pomeni P_t prognozirano polje pritiska pri tleh čez 24 ur $T_{1t}^{\bar{Z}} (\bar{P})$

transport srednje vrednosti pritiska pri tleh (\bar{P}) v polju \bar{Z} na poti, ki jih napravi geostrofični veter polja \bar{Z} v 12 urah, $T_t^{\bar{Z}} (P - \bar{P})$ pa transport funkcije vrtničnosti ($P - \bar{P}$) za poti ki jih napravi geostrofični veter polja \bar{Z} v 24 urah.

Naj omenimo še kako praktično dobimo polja: \bar{Z} , \bar{P} , ($P - \bar{P}$) in člen $T_t^{\bar{Z}} (\bar{P})$ ter $T_t^{\bar{Z}} (P - \bar{P})$.

Polje Z je 592 milibarska karta dobljena z grafično adicijo 500 in 700 milibarske karte in delitvijo višin z dve. Polje \bar{Z} izdelamo po naslednji metodi: dve kopiji polja Z pomaknemo drugo proti drugi za $2D=1400$ kilometrov, v smeri vzhod-zahod in posebej sever-jug ter grafično poiščemo srednjo vrednost. Od obeh tako dobljenih kart poiščemo zopet srednjo vrednost, ki nam sedaj predstavlja polje \bar{Z} . Vanj vnesemo še poti geostrofičnega vetra v 12 urah, ki nam dobro služijo pri nadaljnjih operacijah.

Polje \bar{P} dobimo na isti način kot polje \bar{Z} vendar vzamemo dve kopiji looc milibarske ploskve oziroma sinoptične karte s pretvorjenimi vrednostmi pritiska v višino te ploskve.

Polje ($P - \bar{P}$) dobimo z grafično subtrakcijo polja \bar{P} od dejanske sinoptične karte.

Člen $T_{1t}^{\bar{Z}} (\bar{P})$ dobimo s pomikom izolinij polja \bar{P} v polju \bar{Z} za poti ki jih napravi geostrofični veter polja \bar{Z} v 12 urah.

Člen $T_t^{\bar{Z}} (P - \bar{P})$ pa dobimo s pomikom izolinij polja ($P - \bar{P}$) v polju \bar{Z} za poti, ki jih napravi veter polja \bar{Z} v 24 urah.

Končna prognostična karta je potem vsota obeh členov, ki jo tudi dobimo grafično.

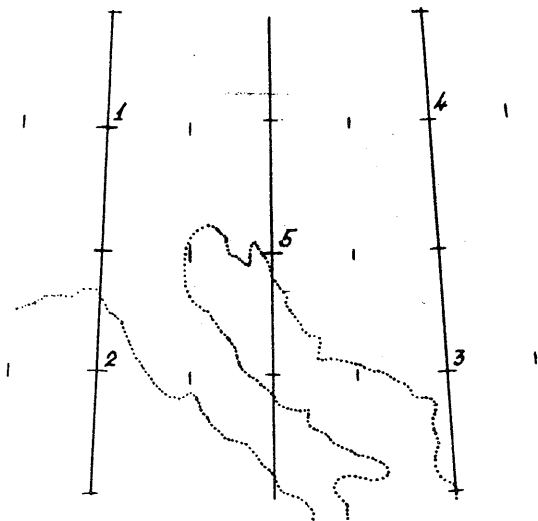
Tako konstruirane karte so dale nek splošen pregled vendar so bile kvantitativno povsem nerabne, saj so bili odkloni do 15 in celo 20 milibarov. Ti odkloni so do neke mere razumljivi, ker so nekatere predpostavke težko dopustne. Prva od njih je barotropnost, ki smo jo privzeli z enačbo vrtničnosti za katero pa vemo, da ni izpolnjena zlasti ne pri naglih prodorih hladnega zraka. Ravno tako ni tokovno polje \bar{Z} vedno primerno za transport polja \bar{P} in polja funkcije vrtničnosti ($P - \bar{P}$).

Sliki 3 in 4 prikazujeta dejansko in prognozirano polje pritiska pri tleh ter lego front za eno kolikor toliko uspelih prognoz. Kvantitativno se karti ne izplača primerjati ker so odkloni preveliki. Prognostična karta daje nad Evropo dokaj dobro kvalitativno sliko, medtem ko je ta nad Atlan-

tikom precej slabša.

Prognostične karte, izdelane na ta način, dajejo grobo in večkrat nena-
tančno sliko, tako da jih ne moremo uspešno uporabiti za prognozo vreme-
na v prostorsko tako majhnem področju, kot je Slovenija. Ker bi detajlnej-
ša kvantitativna analiza teh kart ne dala kaj več, kot je nudil kvalita-
tiven pregled, sem se v nadaljnjem omejil na študij konservativnosti to-
kovnega polja \bar{Z} nad našim področjem in primerjavo prognoziranje in dejan-
ske vrtnosti pri tleh, ki tudi pri konstrukciji prognostične karte igra
odločilno vlogo.

Za to obdelavo sem izbral pet točk nad področjem, ki sem ga želel obrav-
navati. Koordinate teh točk se : 1 (47,5 N in 10 E), 2 (42,5 N in 10 E),
3 (42,5 N in 20 E), 4 (47,5 N in 20 E), ter 5 (45 N in 15 E). Toč-
ke leže, kot kaže slika 2



Slika 2: Razporeditev in lega obravnavanih točk.

V teh točkah sem poiskal vrednosti gradienta in kot, ki ga izohipse okle-
pajo s severom ter te podatke vnesel v tabelo. Zaradi enostavnosti sem
odčitaval s karte kar razliko geopotenciala v dekametrih v smeri poldnev-

nika $\Delta \bar{Z}_\lambda$ in vzdolž vzporednika $\Delta \bar{Z}_\varphi$ po 5° širine oziroma dolžine, tako da
je točka, za katero iščem vrednosti v sredini.

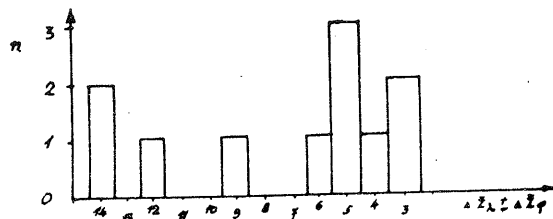
Tabela 1

Razlike geopotenciala v dekametrih v smeri λ in φ ter smer izohips v sto-
pinjah.

V drugi vrsti sprememba smeri izohips v 24 urah.

Datum/točke	1	2	3	4	5
	$\Delta Z_\lambda \Delta Z_\varphi \alpha$	$\Delta Z_\lambda \Delta Z_\varphi \alpha$	$\Delta Z_\lambda \Delta Z_\varphi \alpha$	$\Delta Z_\lambda \Delta Z_\varphi \alpha$	$\Delta Z_\lambda \Delta Z_\varphi \alpha$
11. XII. 57	10 1 280	10 -1 270	11 0 267	13 0 268	12 0 270
12. "	7 -5 222 -58	8 -6 222 -48	9 -3 238 -29	9 -3 243 -25	9 -5 228 -42
13. "	8 -4 210 -12	7 -6 220 -2	8 -5 235 -3	8 -3 232 -11	7 -5 222 -6
16. "	0 0 220	0 -4 228	5 -2 235	4 -1 260	4 -2 238
17. "	0 0 x x	-4 -1 120 108	4 -3 222 -13	2 0 260 0	2 -1 180 -58
20. "	2 2 335	0 3 360	0 2 10	0 2 25	0 2 360
21. "	1 1 325 -11	-3 3 54 54	-3 1 65 55	0 1 43 18	-2 1 60 60
30. "	4 1 295	3 0 290	5 -2 245	8 0 270	4 0 275
3. I. 58	5 0 275	4 0 270	4 0 265	7 0 265	6 0 265
4. "	7 2 320 45	3 2 325 55	4 1 295 30	4 1 295 30	4 1 302 37
6. "	11 0 273	9 1 275	8 3 292	9 2 288	10 1 278
14. II. 58	8 -1 260	6 -1 260	5 2 285	8 2 290	7 0 275
15. "	8 1 278 18	5 1 282 22	4 3 307 22	8 2 295 5	7 2 290 15
17. "	12 4 292	10 4 293	10 2 285	13 3 288	12 2 288
18. "	10 2 292 0	10 2 282 -11	12 0 275 -10	12 2 282 -6	12 2 281 -7
19. "	5 2 320 28	8 2 290 8	7 -3 250 -25	9 0 266 -16	8 0 270 -11
20. "	5 3 318 -2	6 3 300 10	7 -2 252 2	7 -1 260 -6	7 0 275 5
21. "	8 5 312 -6	6 4 310 10	8 1 282 30	7 1 285 25	9 5 303 25
22. "	10 4 303 -9	8 3 295 -15	9 0 280 -2	10 0 278 -7	10 2 292 -11

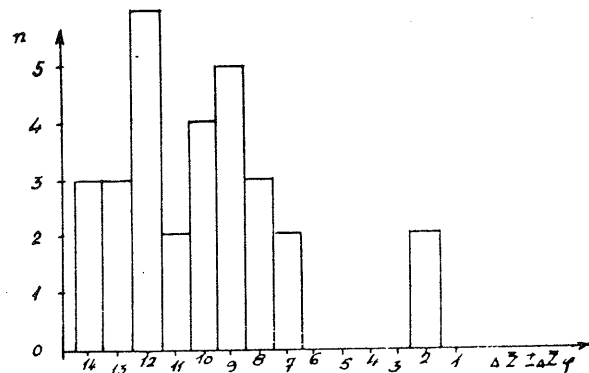
Iz te tabele lahko izpeljemo par zanimivih zaključkov o konservativnosti tokovnega polja oziroma njegovem spreminjanju v 24 urah (če pregledamo smeri, pri katerih nastopajo največji odkloni izohips, dobimo naslednjo sliko: SE SE SW NW. Veliki odkloni se pojavljajo z izjemo jugovzhoda v vseh smereh precej enakomerno, iz česar pa se zaradi malega števila opazovanj ne da nič sklepati. Če razporedimo te podatke po nekem merilu za gradient $(\Delta \bar{Z}_\lambda \pm \Delta \bar{Z}_\varphi)$, dobimo naslednjo sliko (grafikon 1):



Odvisnost števila primerov (n) z velikim odklonom smeri izohips od mere za gradient $(\Delta \bar{Z}_\lambda \pm \Delta \bar{Z}_\varphi)$.

Sicer majhno število podatkov, ki so na razpolago, daje slutiti, da nastopajo veliki odkloni -30 do 60 in več stopinj - pri manjših gradientih, 64% pod številom 6 (število 0, mera za gradient $\Delta \bar{Z}_\lambda \pm \Delta \bar{Z}_\varphi$) in le 36% nad številom 9.

Nekoliko jasneje se kažejo razmere pri malih odklonih, 0 do 15 stopinj. Tu je nekaj več podatkov, ki so grupirani tako, kot kaže grafikon 2.



Odvisnost števila primerov (n) z malim odklonom smeri izohips od mere za gradient $(\Delta \bar{Z}_\lambda - \Delta \bar{Z}_\varphi)$.

Grupacija podatkov pri večjih gradientih je tu povsem očitna, saj je 76% podatkov nad številom 9 in le 7% pod številom 6.

Za oceno konservativnosti sem vzel vse točke za vse primere in nisem obravnaval vsake posebej, ker je bilo podatkov premalo, da bi jih lahko delil. Ker je polje \bar{Z} , ki ga obravnavam, 592 milibaraska ploskev, ki leži na višini okoli 4200 metrov, za kalkulacije srednje vrednosti pa vzeta razdalja 2D je 1400 kilometrov, vpliv Alp ne bo več tolikšen, da bi ne bila mogoča enotna obdelava vseh vrednosti.

Točke, v katerih sem primerjal prognozo vrtinčnosti z dejansko, so iste kot pri obdelavi tokovnega polja \bar{Z} . Omenim naj, da leži točka 1 nad Alpami, točka 2 v Genovskem zalivu, medtem ko ostale tri točke nimajo tako pomembne lege.

Najprej bi omenil precejšnje težave, ki nastopajo pri prognozi vrtinčnosti. Obravnavan je drugi člen Jensenove enačbe $T_t^{\bar{Z}} (P - \bar{P})$, ki ga tehnično dobimo tako, da uporabimo kot tokovno polje polje \bar{Z} in v njem za določene dolžine poti, ki jih napravi geostrofični veter v 24 urah, prenesemo izolinije vrtinčnosti pri tleh. Funkcija vrtinčnosti pri tleh $P - \bar{P}$ dobimo tako, da srednjo prostorsko vrednost \bar{P} odštejemo od dejanskega polja pritiska P . Za konstrukcijo \bar{P} je vzeta ista razdalja 2D kot pri polju \bar{Z} . Prenos izolinij je zlasti težaven pri grebenih in dolinah malih razsežnosti in malih gradientov. Tu so deformacije prenašenega polja tako velike, da rezultat ne da nobene praktične vrednosti.

Pri primerjavi se je pokazalo, da se kvantitativno prognoze vrtinčnosti ne da upoštevati, saj znašajo razlike do 5 in v enem primeru celo 14 dekametrov. Uporabna je torej le kvantitativna primerjava. Tabela 2 daje pregled nad prognozirano in dejansko vrtinčnostjo. Pri vsakem datumu so v prvi vrsti podane prognozirane vrednosti funkcije; vrtinčnosti v točki T, njena srednja vrednost vzdolž poldnevnik $\bar{\lambda}$ ($2,5^\circ$ severno in južno od točke) in srednja vrednost vzdolž vzporednika $\bar{\varphi}$ ($2,5^\circ$ zahodno in vzhodno od točke),

v drugi pa dejanske vrednosti. Pri končni oceni sem vrtničnosti 0 dal predznak, ki prevladuje pri ostalih dveh podatkih, če so pa vse vrednosti 0, sem jih štel k pozitivnim.

Tabela 2

Prognoziranje in dejanske vrtničnosti v geopotencialnih dekametrih

Datum/točke	1			2			3			4			5		
	T	$\bar{\lambda}$	$\bar{\rho}$	T	$\bar{\lambda}$	$\bar{\rho}$	T	$\bar{\lambda}$	$\bar{\rho}$	T	$\bar{\lambda}$	$\bar{\rho}$	T	$\bar{\lambda}$	$\bar{\rho}$
12. XII	-6	-7	-6	-2,5	-2	-2,5	-4	-3,5	-4	-7	-7,5	-7,5	-5	-5,5	-5
57	1	0,5	0,5	1	1	0,5	1	0,5	0,5	-2,5	-2,5	-2,5	0	-0,5	0
13.	-5	-6	-5	-5	-5	-4	0	0	0	0	-1	-1	-3	-4	-4
14.	-3	-3,5	-3,5	-4	-4,5	-4	0	1,5	0,5	-4	-4	-2	-2	-2	-2,5
17.	-4	-4,5	-4	-2	-1	-2	0	-1	0	-5	-4	-5	-2	-2	-2
18.	0	0	0	-1	-0,5	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-0,5	-0,5	-0,5
21.	1	0	1	-6,5	-5,5	-6	-6	-4,5	-3,5	3	2,5	3	-5	-2,5	-2,5
22.	0	-5	-3	-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-4	-6	-8	-7	-7
21.	1	4	4,5	7	7	7	7	7,5	7	6	6,5	6	8	6,5	8
22.	5	5,5	6	0	1,5	1	4	3,5	4	7	6,5	7	4	3,5	4,5
21.	7	6	7	6	5	6	8	8	8	7	7	7	7	7	7
4.1. 58	2,5	3	2,5	0	1	0	-1	-1	-1	2,5	2,5	2,5	2	1,5	2
5.	4	4	2,5	2	2	1,5	-2	-2	-1,5	5	3,5	4,5	1	2	1
7.	-1	-2	-1	1	1	1	2	2	2	4	3,5	3,5	3	1,5	3
15. II.	-1	-1	-2,5	0	1,5	0	3	2,5	1,5	-3	1	-3	-2,5	-3	-1,5
16.	7	6	7	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5
18.	6	6	6	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3	3	4
19.	4	4	4	4	3	4	5	5,5	5	5	5	4,5	6	5	6
20.	4	4,5	4	2	2	2	3	2,5	3,5	4	3	4	4	4	4
21.	3	0,5	3	-6	-5,5	-6	-2	-1	-2	3	1,5	3	-5	-2	-3,5
22.	3,5	3	3,5	1	1,5	1	-1	-1,5	-2	2	2	2	3	2,5	3
23.	0	-3,5	0	-13,0	-11,0	-12,0	-6	-5	-6	0	-1	0,5	-5	-5,5	-5,5
1.	-1	0	-1	6	4,5	5,5	-6	-5	-5	1	-2	0	3	2,5	1,5
2.	6	4	6	-3	-2,5	-3	-6	-5	-6	3	1,5	2,5	1	0	1
3.	0	-1	0	-1	1,5	0	-1	1,5	1,5	5	5	3	2,5	0,5	3
4.	1	0	1	1	1	1	2	1,5	2	0	-1,5	0	2	1,5	2
5.	1	0	1	-2	-0,5	-2	-1	0	-1	1	0	0,5	-2	-2	-2
6.	-4	-4,5	-3	-2	-2	-1	0	0	-0,5	1	0,5	1	-1	-0,5	-1
7.	4	3	4	3	3,5	2,5	-2	-2,5	-2,5	1	-0,5	-2	1	0,5	0

V točki 1 je bila prognoza uspešna v šestih od enajstih primerov. Trikrat je bila napačno prognozirana ciklonska in dvakrat anticiklonska vrtničnost. Tudi primerjava srednjih vrednosti v tej točki da iste rezultate.

Točka 2 daje podobne rezultate. Tudi tu je prognoza uspešna v šestih od enajstih primerov, ostalih pet pa je porazdeljenih na dve napačni ciklonski prognozi in tri anticiklonske. Primerjava srednjih vrednosti da isto sliko.

Obe točki dajeta od vseh petih najslabše rezultate, kar pa je razumljivo. Vrtničnost pri tleh se zaradi Alp ne pomika v polju \bar{Z} , ampak po nekem drugem neznanem polju, ki je v območju Alp močno različno od polja Z. Če prištejemo k temu še orografski vpliv na nastanek nove ciklonske in anticiklonske vrtničnosti, potem se v teh točkah ne da niti pričakovati kaj več.

Točka 3 daje še nekoliko boljše rezultate. Razmerje osem proti tri v korist uspešne prognoze daje slutiti, da je vpliv Alp tu še močno zmanjšan. Napačno je prognozirana dvakrat ciklonska in enkrat anticiklonska vrtničnost. Primerjava srednjih vrednosti kaže še nekoliko lepši rezultat, namreč razmerje devet proti dva.

Prognoza v točki 4 je uspešna v devetih primerih, zgrešena pa v dveh prognozah anticiklonske vrtničnosti. Primerjava srednjih vrednosti daje iste rezultate.

Tudi v točki 5, ki leži sredi obravnavanega četverokotnika, je kvalitativna prognoza vrtničnosti dobra, saj je uspešna v devetih primerih. Tudi tu so napake le v prognozi anticiklonske vrtničnosti (dvakrat). Primerjava srednjih vrednosti daje iste rezultate.

Točke 3,4 in 5 dajo torej znatno boljše rezultate kot prvi dve. Vzrok za velike napake pri prvih dveh je zato iskati, kot sem že omenil v uporabi tokovnega polja \bar{Z} , ki za to področje ni uporabno, in v Alpah močno kršeni predpostavki o barotropnosti atmosfere. Uspeh v ostalih točkah je povprečen in tudi praktično poraben.

Problēmi, ki nastopajo pri konstrukciji teh kart, so raznovrstni. Konstrukcija tokovnega polja \bar{Z} , ki je eno izmed glavnih, zahteva točno analizirane višinske karte. Izohipse polja \bar{Z} morajo biti čimbolj enakomerno izvlečene, ker je drugače delo z gradientnim ravnilom močno otežkočeno. Poti gradientnega vetra za 12 ur označimo z točkami po vsem polju \bar{Z} , kar je za nadaljnje operacije zelo praktično. Paziti je treba pri tem, da se na grebenih in dolinah ne uporabi gradientnega ravnila za geostrofični veter, ampak ravnilo, ki upošteva ukrivljenost izobar. V nasprotnem primeru je treba poti navadnega geostrofičnega vetra ustrezno skrajšati. Empirično lahko vzamemo pri močnih krivinah pol, pri slabših pa dve tretjini poti.

Polja vrtinčnosti so včasih močno nepravilnih oblik, ki jih potem transport v polju \bar{Z} še popači. Deformacije so zlasti močne pri spremembah gradienta polja \bar{Z} in pri močnih ukrivljenostih. Tu je pogosto pogrebna izkušnost in iznajdljivost sinoptika, drugače pride do nemogočih rezultatov. Sliki 5 in 6 kažeta dejansko in prognozirano polje funkcije vrtinčnosti za enega kolikor toliko uspešnih primerov.

Če osvojimo gornja razglabljanja, lahko ugotovimo, da je ta poskus kljub malemu številu primerov dal nekaj koristnih ugotovitev. Pokazal je pozitivne in negativne strani te metode, pokazal, kaj je za naše kraje porabno. Žal moramo ugotoviti, da prevladujejo, če jo ocenjujemo s tega stališča, negativne strani.

Zaključki:

1. Kot kvantitativna se prognostična karta, izdelana po tej metodi, ne da porabiti, ker nastopajo veliki odkloni (do 15 milibarov).
2. Ta karta daje neko kvalitativno sliko, ki pa je v območju Alp pregroba, da bi jo lahko koristno porabili pri prognozi vremena v Sloveniji.
3. Konservativnost tokovnega polja je precejšnja. Mali odkloni, 0 do 15°, nastopajo pri večjih gradientih (76% primerov nad številom 9); večji, 30 do 60 in več stopinj, pa pri manjših (64% primerov pod številom 6).
4. Tokovno polje \bar{Z} za transport vrtinčnosti v območju Alp ni porabno.

5. Prognoza vrtinčnosti je le kvalitativno porabna.

6. Prognoza vrtinčnosti je v točkah 1 in 2 zaradi vpliva Alp slaba (55%) v ostalih treh pa precej boljša (81%)

S U M M A R Y

One of the basic means in weather forecasting are the forecasting maps. Their construction and the application of a correct method can be of great help in improving the weather forecasts. In this article the author tried to evaluate how much one of the newer methods is applicable to Slovenia. This method is based on the equation of vorticity (1). In his work Jensen (4) derives the equation with a somewhat simplified symbolism into prognostic equation No. 5 on the basis of which we get by means of graphic operations the forecasting maps. Eighteen such maps were constructed using equation No. 5. It was evident, however, that they give only a rough and often unprecise picture so that they cannot be very useful in weather forecasting for an area as small as Slovenia. (Figs. No. 3 and 4. show the actual and the forecasting map for the conditions near the surface). As these maps proved to be useless for the quantitative analysis, the author then tried to analyse single factors playing a decisive role in a prognostic equation. Five points were chosen for this treatment (Fig. 2) in which the conservative tendency of the steering field was assessed, and the forecast of the vorticity compared with the actual one. The conservative tendency of the steering field was assessed in such a way that the values of the gradient were examined (for simpler use just the differences in geopotential decametres) and the angle at which the contour lines intersect with the direction North. If the number of data with the deviation of contour lines of 30° to 60° is arranged in a certain scale for the gradient $\Delta \bar{Z}_\lambda + \Delta \bar{Z}_\varphi$ (Graph No. 1), the eventually small number of data leads us to anticipate that these deviations occur more likely at small gradients. 64% of data with this deviation is under the number (which is the scale for the gradient $\Delta \bar{Z}_\lambda - \Delta \bar{Z}_\varphi$). The same arrangement of the data with the deviation of the contour lines of 0° to 15° gives a clearer picture.

76% of the data with this deviation are above the number 9, and only 7% below the number 6. So the steering field is more conservative at greater gradients.

The author compared at the same points the forecasting and the actual values of the vorticity at the surface, and average values along the meridians and parallels close to those points. The data show that only a quantitative forecast is successful. Even this is bad at points one and two, and is generally correct only in six out of eleven cases. The forecast at the remaining three points is more successful and the relation of the correct qualitative forecasts of the vorticity to the wrong ones is nine to two, which can be considered to be useful also in practice. The reasons for bad results at the first two points must be sought, according to author's opinion, in the area of the Alps. The vorticity at the surface in this area does not move within the field \bar{Z} , but within some other. If the orographic influence on the origin of new vorticity is also taken into account, nothing more can be expected, either.

Even in its theoretical basis, the method involves some hardly acceptable presumptions, as: the use of the equation of vorticity in the form valid for the level of non-divergence for the whole atmosphere; negligence of the newly formed vorticities which is especially unacceptable for the alpine area; barotropic state of the atmosphere, and several minor deficiencies and negligences in the mathematical derivation. Also, the use of the steering field of the 592 mb surface for the transfer of the vorticity at the surface is wrong, if applied to the area of the Alps; so is also the forecasting of the vorticity for Slovenia. In spite of the already known defects, the author tried to apply this method in practice. The experiment showed, however, that it has more bad than good aspects for the area of Slovenia.

Literatura:

1. Pettersen: Weather Analysis and Forecasting, 1956
2. Reuter: Methoden und Probleme der Wettervorhersage, 1954
3. Fjørteft: On numerical Method of Integrating the Barotropic Vorticity Equation, Tellus 1952
4. Jensen: Some Methods for Construction of Forecast Maps and some Experiences gained on Pressure Pattern Forecasting in the Mediterranean, 1957.

