

UPORABNOST LABILNOSTNIH FAKTORJEV ZA PROGNOZO NEVIHT IN
TOČE V SLOVENIJI

USEFULNESS OF LABILITY FACTORS FOR THUNDERSTORM AND HAIL
FORECASTS IN SLOVENIA

551.509.326

JANKO PRISTOV

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY:

Thunderstorm and hail forecasts are the most successful if they include the forecast of the vertical stratification and based on it the forecast of vertical velocity distribution /1/.

Slovenia (Yugoslavia) has not its own upper air sounding station. Therefore it is hard to give a forecast of the vertical stratification; especially for lower levels, where it is even different in different regions of Slovenia.

In the months from May through September 1969 64 % of all days had thunderstorms and on 24 days hail was observed at least at one location.

Different lability factors were calculated from data of the following upper-air sounding stations; Udine (Italy), Zagreb (Yugoslavia) and Vienna (Austria) and studied in connection with thunderstorm and hail occurrence. The results show that for thunderstorm forecast no equal limits of these lability factors can be used for all three stations. Therefore the deviations from mean values were taken into account, and they are different for each station. Deviations from mean values

were calculated for various groups; very frequent, frequent, rare and single thunderstorms over Slovenia, and the same was done for the days with hail. The results show that these methods can be quite useful for thunderstorm forecasts, but they fail at hail forecasts.

To get more useful lability factors for hail forecast the original ones were corrected using the height of 0° C isotherm and the data of 300 mb surface. Again only the deviations from mean values were useful. The corrected lability factors were better for hail forecast, however they were worse than the original ones for thunderstorm forecast.

For the west region of Slovenia the data of the Udine station were very useful. They represent well the peculiarities of the coastal climatic region. For the central and northeastern regions the forecast based on upper air data is much more difficult. On the west and northwest sides of these regions lie high mountain barriers and the vertical stratification on their both sides usually differs. But it is just from these sides that the air masses came in thunderstorm days. Therefore a model has to be created for forecasting the lability of the atmosphere above different regions of Slovenia.

UVOD

V razdobju po drugi svetovni vojni se postopno vedno bolj uveljavlja obramba pred točo in so z njo pričeli tudi v Sloveniji. Za uspešno in ekonomično obrambo je potrebna zanesljiva napoved toče, ki pa je v klimatsko tako neenotnem področju, kot je Slovenija, zelo težavna.

Preizkusili smo metodo, ki jo uporabljajo na Kavkazu v Sovjetski zvezi /1/ in je bila izdelana na osnovi fizikalne razlage nastanka toče /2/. S pomočjo te metode smo izračunali maksimalno vzponsko hitrost (spodnja meja zone akumulacije), višino in temperaturo na višinah maksimalne vzpanske hitrosti, višino zgornje meje, na kateri se še pojavlja zadostna vertikalna hitrost, da lahko nastaja toča (zgornja meja zone akumulacije) in kot končno vrednost, poprečni premer zm toče, ki doseže zemeljsko površino /3/. Rezultati niso bili vzpodbudni, bodisi zato, ker je bilo osnovnih podatkov razmeroma malo (32 primerov) ali da ti podatki niso reprezentativni za področje Slovenije. Zaradi pomanjkanja celotnih radiosondažnih podatkov sosednjih postaj smo uporabili podatke s posameznih baričnih ploskev. S pomočjo labilnostnih faktorjev ter ob pogostnem pojavljanju neviht ali toče v Sloveniji smo ugotavljali uporabnost teh podatkov za prognozo neviht ali toče.

POGOSTNOST POJAVLJANJA NEVIHT IN TOČE V SLOVENIJI

Ob ugotavljanju nevihtnih dni ali dni s točo v Sloveniji smo risali dnevne padavinske kartice za razdobje od maja do septembra 1969. Na karticah so vnešeni podatki s cca 350 postaj, na katerih merijo padavine in opazujejo vremenske pojave. Poleg množine padavin so vnešene tudi nevihte (pričetek in konec nevihte) in ali je bila na postaji zabeležena toča ali ne.

Pričakujemo, da nam ti podatki prikažejo realno sliko o pojavljanju neviht v Sloveniji z ozirom na prognozo, ki ne more napovedati točnega kraja, kje bo nevihta, temveč samo področje, na katerem se bodo pojavile bodisi posamezne ali pogostne nevihte. Podatki so pokazali, da je bilo v Sloveniji v razdobju od maja do septembra 1969 od skupno 153 dni kar 86 dni z nevihtami, kar je 56 % vseh primerov.

V kolikor upoštevamo samo glavne tri poletne mesece: junij, julij in avgust vidimo, da je bilo od 92 dni kar 59 dni z nevihtami ali 64 % vseh primerov.

Seveda ne smemo teh podatkov istovetiti s klimatološko karto pogostnosti neviht. Ta /4/ nam kaže, da je v Sloveniji poprečno 30 do 50 nevihtnih dni letno in upošteva, da je na določenem kraju tolikšno število neviht, medtem ko pri nas zadostuje, da je v skrajnem primeru samo ena nevihta na celotnem področju, s tem je pri nas definiran nevihtni dan.

Slovenija ni enotno področje za prognozo neviht in se zato dogodi, da se v nekaterih vremenskih situacijah pojavljajo nevihte na enem in v drugih vremenskih situacijah na drugem področju. Slovenijo smo temu primerno razdelili v 4 področja. Podatki so pokazali, da so najpogostnejše nevihte v severozahodni in osrednji Sloveniji, kjer jih je bilo 93 % od skupnih nevihtnih dni, najmanj pa jih je bilo v južni Sloveniji z 78 % vseh nevihtnih dni; torej je razlika med najbolj in najmanj nevihtnim področjem le 15 %.

Iz podatkov je razvidno, da se prične atmosfera v septembru že umirjati in to najbolj v vzhodni Sloveniji, kar potrjuje fizikalno razlago /5/ o prenosu nevihtne aktivnosti v jeseni nad zahodne in severozahodne kraje Slovenije.

Za določevanje nevihtne aktivnosti smo ugotovili, da imamo v Sloveniji dovolj gsto mrežo opazovalnih postaj (neopažene ostanejo lahko res samo posamezne neizrazite nevihte, vse ostale pa že zaradi groma, pa čeprav jih ne vidijo, evidentirajo naše postaje), ne moremo pa trditi isto za točo. Problem evidentiranja toče bo rešen šele z novim sistemom za obrambo pred točo, ko bo postavljen radar in bodo dovolj na gsto strelne oziroma opazovalne postaje nad pretežnim delom severovzhodne Slovenije. V drugih krajih Slovenije bo evidentiranje še vedno nepopolno.

V letu 1969 smo v Sloveniji zabeležili 24 dni, ko je padala toča, torej je bil v poprečku vsak 3,5. nevihtni dan tudi dan s točo. Zanimiva je tudi ugotovi-

tev, da je bilo največ dni s točo v južni Sloveniji, to je tam, kjer je najmanj nevihtnih dni.

V tej razpravi obravnavamo le pojavljanje toče, ne pa njen obseg in intenzivnost. S tem poenostavljenim načinom prognoze toče želimo opozoriti branilce na verjetnost toče, druge podatke pa naj bi obramba dobila s pomočjo radarjev. Intenzivnost toče bi se dala prognozirati s pomočjo prognostične krivulje stratifikacije nad branjenim področjem in ne s pomočjo labilnostnih faktorjev.

LABILNOSTNI FAKTORJI ZA PROGNOZO NEVIHT

Za vsak dan dvakrat (ob 01 in ob 13 uri) smo izračunali labilnostne faktorje: K, DI, FI in SSI, za postaje Zagreb, Videm (Udine) in Dunaj (Wien), neglede na to ali je bila nevihta zabeležena ali ne, v kolikor smo imeli osnovne podatke.

Labilnostni faktorji so določeni na sledeči način:

$$K = T_{850} - T_{500} + TR_{850} - (T - TR)_{700} \quad \text{K faktor /6/}$$

$$FI = (T - TR)_{850} + (T - TR)_{700} + (T - TR)_{500} \quad \text{Vlažnostni indeks Lebedjeva /7/}$$

$$DI = T_{850} - T'_{500} \quad \text{temperaturna razlika Showalterjev indeks /8/}$$

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

Kjer so:

T = temperatura na izobarni ploskvi, ki je označena z indeksom;
 TR = temp. rosišča na z indeksom označeni izobarni ploskvi;
 T'_{500} = temperatura, ki jo dobimo s pomočjo emagrama ali drugega adiabatnega papirja, na ta način, da delec zraka dvignemo iz 850 mb ploskve po suhi adiabatni do kondenzacijskega nivoja in nato po vlažni adiabatni do 500 mb ploskve.

Oljemo si kaj nam ti labilnostni faktorji predstavljajo:

FI nam poda vlažnost ozračja in je njegova vrednost neodvisna od labilnosti atmosfere. Čim manjši je ta faktor, bolj je atmosfera vlažna in čim večji je, bolj je suha.

DI nam predstavlja samo vertikalno temp. razliko, neglede na vlažnost ozračja. Tudi ta faktor sam ne predstavlja celotne labilnosti ozračja.

Oba faktorja nam predstavljata potreben, ne pa zadosten pogoj. Združena nam v določeni meri predstavljata nek labilnostni faktor, vendar ju je bolje uporabljati za razlago ostalih dveh labilnostnih faktorjev, kot sta K in SSI. Ta dva faktorja vsebujeta vertikalno temperaturno razliko med ploskvama in imata upoštevano vlago.

Prednost teh faktorjev je zelo enostavno računanje, to velja še posebno za K faktor, pomanjkljivost pa je v tem, da nista natančna. To že sledi iz njih predpostavk, ker upoštevata le vrednosti na glavnih izobarnih ploskvah, ne upoštevata pa karakterističnih točk krivulje stratifikacije.

Razponi faktorjev, ki so se pojavili v primerjalnem razdobju maj - september 1969:

K	razpon od 0 do 36	(v izjemnem primeru pade celo do -8)
DI	razpon od 17 do 33	
SSI	razpon od -11 do 14	
FI	razpon od 1 do 63	

Te vrednosti nam dosti ne povedo, ker so razponi zelo veliki in se vrednosti labilnostnih faktorjev, predvsem v pozni pomladi in v zgodnjem poletju, hitro spreminjajo.

Zaradi lažjega prikazovanja se v nadaljnjem izvajanju ne bomo zadrževali na posameznih primerih, temveč bomo vedno govorili o poprečnih. Poprečne vrednosti nam sicer velikokrat zabrišejo dejansko stanje, s pravilno grupacijo vrednosti pa upamo, da bodo prišle do izraza komponente, ki lahko koristijo pri prognozi neviht in še posebno pri prognozi toče.

Naše poprečne vrednosti so računane ločeno za vsako radiosondažno postajo, za vse podatke celotnega opazovalnega razdobja, ki so bili na razpolago. Povdariti moramo, da ni za vse tri postaje enako število izhodiščnih podatkov, vendar upamo, da so vsaj v grobem med seboj primerljivi.

Izhodiščne podatke vzamemo ob 13. uri, ker so ti podatki mnogo bližje času, ko se pojavijo nevihte. Borko /9/ je pokazal, da je za Brnik maksimum neviht med 13. in 14. uro. Podatki ob 01 uri so vedno v oklepaju in so izhodiščne vrednosti za prognozo neviht v jutranjih urah.

TABELA 1 Poprečne vrednosti vaktorjev za dneve, ko so se v Sloveniji kjerkoli pojavile nevihte

TABLE 1 Mean factor values for days with thunderstorms anywhere in Slovenia

postaja	f a k t o r j i							
	K		FI		DI		SSI	
Zagreb	26,5	(28,2)	16,1	(13,8)	26,1	(26,4)	1,8	(2,2)
Dunaj	21,9	(22,4)	21,8	(21,1)	25,2	(25,1)	3,4	(4,0)
Udine	22,1	(28,2)	22,6	(13,6)	27,0	(26,5)	3,5	(1,5)

TABELA 2 Poprečne vrednosti faktorjev za dneve, ko se je kjerkoli v Sloveniji pojavila toča

TABLE 2 Mean factor values for days with hail anywhere in Slovenia

postaja	f a k t o r j i							
	K		FI		DI		SSI	
Zagreb	28,0	(30,3)	17,2	(13,8)	27,0	(26,6)	1,2	(1,7)
Dunaj	24,6	(23,6)	19,4	(23,3)	26,0	(25,6)	3,5	(3,8)
Udine	22,9	(27,8)	21,5	(16,4)	27,1	(26,4)	2,5	(0,6)

Primerjava podatkov iz tabel 1. in 2. kaže zelo veliko raznolikost med različnimi radiosondažnimi postajami. Že iz teh dveh tabel vidimo, da veljajo za različne postaje tudi različni labilnostni koeficienti za ponazarjanje neviht v Sloveniji.

Radiosondažne postaje po splošnih merilih niso preveč oddaljene in bi nam dobro ponazarjale cirkulacijo in zračne mase, v kolikor ne bi veljali zaradi gorskih preprek posebni cirkulacijski pogoji.

Najbolje je, da si ogledamo podatke in njihovo povezavo z nevihtami pri nas za vsako postajo ločeno. Že dnevna sprememba (razlika med nočnimi in opoldanskimi opazovanji) je med temi postajami močno različna.

TABELA 3 Razlike vrednosti faktorjev ob 13. in 01. uri za primere z nevihtami (vrednosti ob 13. uri manj vrednosti ob 01. uri)

TABLE 3 Differences between factors calculated for data at 01:00 p.m. and 01:00 a.m. for cases with thunderstorms (value at 01:00 p.m. minus value at 01:00 a.m.)

	K	FI	DI	SSI	število primerov
Zagreb	-1,7	+2,3	-0,3	-0,4	51
Dunaj	-0,5	+0,7	+0,1	-0,6	69
Udine	-6,1	+9,0	+0,5	+1,5	33

TABELA 4 Razlike vrednosti faktorjev ob 13. in 01. uri za primere s točo

TABLE 4 Differences between factors calculated for data at 01:00 p.m. and 01:00 a.m. for cases with hail

	K	FI	DI	SSI	število primerov
Zagreb	-2,3	+3,4	+0,4	-0,5	18
Dunaj	+1,0	-3,9	+0,4	-0,3	23
Udine	-4,9	+5,1	+0,7	+1,9	11

Iz tabel 3. in 4. vidimo, da ima najmanjše spremembe faktorjev med 01. in 13. uro radiosondažna postaja Dunaj. "K faktor" se v poprečju pri nevihtah malenkostno zmanjša, dočim se pri toči nekoliko poveča, obratno je pri SSI faktorju, ko se v obeh primerih malenkostno zmanjša, kar pomeni večjo labilnost atmosfere. V primeru različnega pomena K in SSI faktorja, ko eden kaže stabilizacijo, drugi labilizacijo ozračja, ugotovimo lahko samo to, da so spremembe malenkostne in se labilnost atmosfere ni bistveno spremenila. Istočasno se je namreč malenkostno spremenila vlažnost ozračja in temperaturna razlika med 500 in 850 mb ploskvijo. Videz je, da SSI hitreje sledi spremembi vlage na 850 mb ploskvi kakor "K faktor", ki znatno upošteva vlago tudi na 700 mb ploskvi. Nad Zagrebom se je v obeh primerih labilnost izražena s "K faktorjem" od noči do opoldneva zmanjšala in to celo več takrat, ko je bila toča, kot pri nevihtah. Zanimivo pa je, da se je v obeh primerih SSI faktor nekoliko zmanjšal, kar bi pomenilo povečanje labilnosti.

Najbolj zanimiva sprememba faktorjev od 01. do 13. ure pa je pri podatkih iz Udin. Razmeroma zelo visokemu labilnostnemu faktorju K in nizkemu faktorju SSI v jutranjih urah, kar oboje ustreza veliki labilnosti, sledi čez dan močna stabilizacija ozračja. To velja tako za K, kakor tudi za SSI faktor. Iz podatkov vidimo, da se nekoliko poveča temperaturna razlika med 500 in 850 mb ploskvijo, vendar se ozračje hkrati močno osuši. Kaže, da nastane nad tem področjem, ob nevihtah in tudi toči v Sloveniji, znatna subsidenca v opoldanskih urah, ki zvečer ponovno izgine. To nam tudi razloži dejstvo, zakaj so v Primorju nevihte v večernih in nočnih urah, v notranjosti Slovenije pa večinoma v popoldanskem času. Tu vsekakor vidimo vpliv morske klime z dodatnim vplivom bližnjih gora. Na to bomo morali posebno paziti pri napovedi neviht ali toče na Primorskem. Za prognozo neviht ali toče moramo obravnavati labilnostne faktorje, ločeno za vse radiosondažne postaje. Ker smo videli, da so znatne razlike med nočnimi in opoldanskimi opazovanji, smo za naslednje grupe poiskali ločeno poprečne vrednosti in jih primerjali s poprečjem vseh opazovanj. Na ta način dobimo boljše kriterije za uporabo terminskih labilnostnih faktorjev v zvezi s prognozo toče.

TABELA 5 Poprečne vrednosti faktorjev za grupe neviht in poprečne vrednosti vseh opazovanj

TABLE 5 Mean factor values for various groups of thunderstorms and mean values of all observations

Pogostne nevihte (več kot 3/4 postaj)

	K		FI		DI		SSI	
Zagreb	30,2	(29,1)	17,0	(18,6)	27,8	(26,7)	0,3	(2,5)
Dunaj	29,2	(27,0)	17,3	(19,6)	26,8	(25,8)	1,7	(2,4)
Udine	27,2	(29,4)	21,0	(9,8)	28,2	(27,8)	1,0	(-0,3)

Zmerno pogostne nevihte (od 1/4 do 3/4 postaj)

Zagreb	26,4	(30,0)	16,0	(13,7)	25,6	(26,3)	2,7	(1,8)
Dunaj	21,0	(22,4)	24,5	(21,6)	25,4	(25,6)	4,3	(4,1)
Udine	24,2	(28,0)	19,2	(14,7)	27,7	(24,0)	2,0	(4,1)

Redke nevihte (nad 10 postaj do 1/4 postaj)

Zagreb	25,0	(28,6)	15,4	(12,0)	25,4	(26,0)	2,0	(4,1)
Dunaj	22,6	(23,3)	19,6	(15,0)	25,2	(24,7)	4,6	(4,3)
Udine	22,6	(29,4)	21,5	(14,4)	25,9	(25,9)	3,6	(1,6)

Posamezne nevihte (pod 10 postaj)

Zagreb	25,4	(27,0)	16,3	(11,5)	26,1	(26,0)	2,8	(2,4)
Dunaj	20,3	(22,3)	21,1	(17,7)	25,9	(24,4)	4,3	(4,9)
Udine	19,4	(27,7)	20,5	(12,3)	25,1	(26,5)	4,1	(1,1)

Toča (vsaj na eni postaji)

Zagreb	28,0	(30,3)	17,2	(13,8)	27,0	(26,6)	1,2	(1,7)
Dunaj	24,6	(23,6)	19,4	(23,3)	26,0	(25,6)	3,5	(3,8)
Udine	22,9	(27,8)	21,5	(16,4)	27,1	(26,4)	2,5	(0,6)

Poprečne vrednosti celotnih opazovanj ne glede na termin

Zagreb	25,4	16,5	25,9	3,0
Dunaj	19,8	24,3	24,9	4,4
Udine	22,7	21,6	25,7	3,5

TABELA 6 Odstopanja vrednosti K in SSI faktorjev posameznih grup od poprečnih vrednosti

TABLE 6 Deviations of K and SSI factors of each group from mean values

	Zagreb		Dunaj		Udine	
	K	SSI	K	SSI	K	SSI
pogostne	4,3	-1,6	8,3	-2,2	5,6	-3,0
zmerno	2,8	-0,8	1,9	-0,2	3,4	-0,5
pogostne						
redke	1,4	-1,1	3,1	0,0	3,3	-0,9
posamezne	0,8	-1,4	1,5	+0,2	0,8	-0,9
toča	3,8	-1,6	4,3	-0,8	2,6	-1,9

Podatki v tabeli 5 nam kažejo, da je pri pogostnih nevihtah "K faktor" zelo visok (v poprečju okoli 29) in da se le malo razlikuje med nočnim in dnevnim opazovanjem. Slične rezultate dobimo pri vseh treh postajah, kar je posebej za Udine nekaj izjemnega, ker ima v splošnem zelo velike razlike med nočno in dnevno vrednostjo. Te nevihte nastajajo ob izrazitih frontalnih površinah z močno cirkulacijo in zato ne pridejo toliko do izraza lokalni vplivi. Prav tako, kakor nam kaže "K faktor" v teh primerih največjo labilnost, nam poda največjo labilnost tudi SSI faktor, ki ima v teh primerih na vseh treh postajah najnižjo vrednost.

Podobne vrednosti, kot pri pogostnih nevihtah, so tudi v grupi s točo, a so že opazne razlike, ne toliko pri podatkih Zagreba, kakor pri podatkih Udin in Dunaja.

Podatki Zagreba nesporno kažejo tudi pri toči labilnost, tako SSI, kakor tudi "K faktor", ki pa se le neznatno razlikuje od vrednosti pri pogostnih nevihtah. Razlika je pri podatkih Dunaja, ki še vedno odstopajo od drugih z znakom povečane labilnosti, vendar v znatno manjši meri, kot pri pogostnih nevihtah. Ob upoštevanju, da je bila pri pogostnih nevihtah skoro vedno tudi toča, in da prav primeri pogostnih neviht znatno doprinesejo k poprečni vrednosti labilnostnih faktorjev, vidimo, da nam podatki nepogostnih neviht ne dajo zadostne indikacije, da bi lahko napovedovali točo.

Še slabše podatke za prognozo toče nam da "K faktor" postaje v Udinah, ki je znatno manjši kot "K faktor" pri zmernih nevihtah in je poprečni "K faktor" celo manjši, kot pri redkih nevihtah. Za prognozo toče v notranjosti Slovenije si s tem labilnostnim faktorjem ne moremo pomagati, kajti pogoji za nastanek toče v Primorju so drugačni, kot v notranjosti Slovenije. Znatno bolj karakterističen podatek je SSI faktor Udin, ki ima nižjo vrednost, kot pri zmernih nevihtah in to predvsem zaradi večje temperaturne diference med 500 in 850 mb ploskvijo in manjše vlažnosti v ozračju. Za zmerno nevihte je karakterističen povečan "K fak-

tor¹ za Zagreb in Udine, dočim pri podatkih iz Dunaja tega ne zaznamo, ker je ta labilnostni faktor Dunaja večji za redke nevihte. Povdariti je treba, da nastane toča večinoma pri pogostnih in zmernih nevihtah, vendar so redki primeri toče tudi pri posameznih in celo pri redkih nevihtah. Zgodilo se je, da so bile pri stabilni vremenski situaciji, ko so to potrdili tudi labilnostni faktorji, zabeležene tri nevihte, ena od teh pa je povzročila celo slabo točo. Takšno točo po tej naši metodi ne moremo prognozirati in bo zato prognozo toče treba kategorizirati po verjetnostnih stopnjah. Ob pregledu podatkov smo zasledili, da nam pri pogostnih nevihtah in deloma tudi pri toči dajeta faktorja K in SSI kar zadovoljive rezultate, ki so prikazani z odstopanjem od poprečnih vrednosti v tabeli 6. V ostalih grupah nevihtnih dni nam več pove K kot SSI faktor. K faktor je v vseh naših grupah pozitiven in precej enakomerno upada z upadanjem neviht, za SSI faktor pa to ne drži. Uporaben je pri pogostnih nevihtah in deloma pri nevihtah s točo, drugod pa več ali manj odpove in se v skrajnem primeru pojavi celo pozitivno odstopanje od poprečne vrednosti, ali pa nima postopen upad negativne vrednosti z zmanjševanjem nevihtne aktivnosti. Povdariti moramo, da so ti faktorji lahko le zelo dober pripomoček prognostiku, ki bo od situacije do situacije lahko uspešno koristil podatke labilnostnih faktorjev za posamezne postaje ali pa tudi ločeno za nočni in dnevni termin, kar je izredno važno za uspešno napoved.

LABILNOSTNI FAKTORJI ZA PROGNOZO TOČE

Labilnostni faktorji, ki smo jih obravnavali do sedaj, so bili prvotno sestavljeni samo za nevihte, neglede na to ali bo padla tudi toča ali ne. Mi pa hočemo ločiti verjetnost toče od verjetnosti neviht, ali bolje povedano, želimo napovedati tudi nevihte brez toče in, ločeno, nevihte s točo.

Za napovedovanje toče oziroma neviht s točo smo sestavili nekoliko korigirane labilnostne faktorje. Za naše raziskave smo vzeli samo transformiran K in transformiran SSI faktor, ki jih označujemo s TK in TSSI. Ostala dva faktorja FI in DI sta nam pomagala stvar le razložiti in ker sama ne predstavljata prognostične vrednosti, ju v nadaljevanju ne bomo obravnavali, čeprav smo jih računali.

Pri transformiranju labilnostnih faktorjev smo upoštevali, da se že nastala toča ob padanju skozi atmosfero s pozitivno temperaturo tali in zato lahko doseže tla že v obliki dežja.

Vrhovi zone akumulacije, to je celica, v kateri so pogoji za nastanek toče, segajo znatno nad 500 mb ploskev. Po izračunanih vrednostih Žitnika /3/ je največja višina zone akumulacije 8,100 m, vrhovi oblačnih sistemov pa segajo še znatno više. V teh primerih bi bilo torej koristno uporabljati 400 mb ploskev, kot gomjo mejo za določevanje labilnostnih faktorjev (normalna višina 400 mb ploskve je 7.100 m). Zaradi risanja 300 mb karte v dnevni službi smo bili prisiljeni uporabljati za računanje labilnostnih faktorjev to ploskev (normalna višina 9.100 m), ker nam podatki 400 mb ploskve niso bili dostopni.

Spremenjeni labilnostni faktorji se glasijo:

$$TK = T_{850} - T_{500} - T_{300} / 2 + TR_{850} - (T - TR)_{500} / 2 - H/2$$

$$TSSI = T_{300} - T'_{300} - H/8$$

T = temperatura na ploskvi označeni z indeksom

H = višina izoterme 0°C in je izražena v hektometrih

Iz podatkov izobarnih ploskev te višine ne dobimo direktno in smo zato upoštevali zelo poenostavljen približek, da je

$$H = H_{850} + T_{850} / 0,6 \quad \text{v primerih, ko je } T_{850} \text{ manjši od } 6^{\circ}\text{C}$$

in

$$H = H_{700} + T_{700} / 0,6 \quad \text{za primere, ko je } T_{850} \text{ večji ali enak } 6^{\circ}\text{C}$$

Te kriterije smo upoštevali za vse primere v obravnavanem razdobju in smo izračunali nove vrednosti na podoben način kot pri tabeli 8.

TABELA 7 Poprečni korigirani labilnostni faktorji TK in TSSI za grupe neviht in poprečne vrednosti teh opazovanj

TABLE 7 Mean values of corrected lability factors TK and TSSI for various groups and mean values of all observations

	Zagreb		Dunaj		Udine	
	TK	TSSI	TK	TSSI	TK	TSSI
Pogostne						
ob 13.	31,4	5,8	29,1	7,7	30,7	8,4
ob 01.	(32,0)	7,8	(27,7)	(9,1)	(36,2)	(5,5)
Zmerno pogostne						
ob 13.	27,6	10,2	21,0	11,6	27,0	10,4
ob 01.	(29,9)	(9,7)	(19,7)	(10,4)	(30,0)	(8,7)
redke						
ob 13.	28,0	10,1	23,3	12,3	24,6	10,4
ob 01.	(33,4)	(8,1)	(25,2)	(11,1)	(33,1)	(7,3)
posamezne						
ob 13.	30,2	9,4	24,0	11,9	24,2	10,8
ob 01.	(31,1)	(9,0)	(27,0)	(12,3)	(32,8)	(8,8)
toča						
ob 13.	30,4	7,8	30,1	9,3	30,3	9,3
ob 01.	(32,7)	(8,2)	(25,5)	(9,9)	(33,7)	(6,4)
poprečna vrednost	28,2	9,7	24,9	11,3	24,9	10,1

TABELA 8 Odstopanja vrednosti TK in TSSI faktorjev posameznih grup od povprečnih vrednosti

TABLE 8 Deviations of TK and TSSI factors of each group from mean values

	Zagreb		Dunaj		Udine	
	TK	TSSI	TK	TSSI	TK	TSSI
pogostne	3,5	-2,9	3,5	-2,9	8,9	-3,2
zmeme	0,6	+0,2	-4,6	-0,3	3,6	-0,5
redke	2,5	-0,6	-0,6	-0,4	4,0	-1,2
posamezne	2,5	-0,5	0,7	+0,8	3,4	-0,3
toča	3,4	-1,7	2,9	-1,7	7,1	-2,2

Primerjava tabele 7 s tabelo 8 nam pokaže, da smo dosegli znaten skok vrednosti TK in TSSI med pogostnimi in zmemimi nevihtami, kar ni bilo pri labilnostnih faktorjih K in SSI. Ti labilnostni faktorji, TK kakor tudi TSSI, se na vseh treh postajah, pri pogostnih nevihtah in pri nevihtah s točo, znatno razlikujejo od faktorjev za zmeme, redke in posamezne nevihte. Da je labilnostni faktor večji pri pogostnih nevihtah kot pri nevihtah s točo, se nam zdi razumljivo z ozirom na to, da spremlja pogostne nevihte skoraj vedno tudi toča, in zato izkazujemo velike labilnostne faktorje. Ob izrazito frontalni površini segajo vrhovi oblakov do tropopavze. Večkrat se pripeti, da povzročajo posamezne ali redke nevihte tudi toča in se zato ne začudimo, če imajo ti primeri manjši labilnostni faktor, kot je pri pogostnih nevihtah, vendar je še vedno znatno večji, kot pri zmernih, redkih ali posameznih nevihtah.

Povdariti moramo, da smo sedaj obravnavali poprečne podatke in tako tudi poprečne dnevne vrednosti. Za prognozo pa nas zanimajo predvsem podatki ob 01 in so nam podatki ob 13. uri več ali manj za razlago nastale situacije. Dejanski podatki kažejo, da je pri Zagrebu TK faktor zjutraj nekoliko večji kot opoldne, obratno je pri TSSI faktorju za isto postajo. TSSI faktor je namreč v primerih s točo v opoldanskem času znatno manjši, kot v nočnem terminu. V grupah brez toče pa je ravno obratno. Vidimo, da so te razlike nastale v glavnem med dnevom, ko so že ustvarjeni pogoji za nastanek oblakov in da bo poleg teh kriterijev treba upoštevati še prognostične vrednosti krivulje stratifikacije. Podobno, vendar celo izrazitejše velja za podatke Dunaja. Tu se vrednosti ob 13. uri močno razlikujejo med grupo, ki je bila toča in grupami brez nje. Tudi pri nočnih opazovanjih so te razlike že zaznavne, vendar predvsem pri TSSI faktorju, dočim se pri TK faktorju v nekaterih grupah že izgube.

Le pri postaji Udine ostanejo podobni znaki, kot pri prejšnjih labilnostnih faktorjih. Nočna labilnost je v vseh grupah in pri obeh faktorjih, tako TK kakor tudi TSSI, znatno večja kot dnevna. To smo tudi že razložili in se zato temu ne čudimo. Lepo pa izstopajo znatno večji labilnostni faktorji pri primerih s točo, kot brez nje.

Metoda transformiranih faktorjev je preskušena le na podatkih petih mesecev in zato njena vrednost kljub razmeroma dobrim rezultatom še ni potrjena. Število dni s točo je bilo premajhno, da bi lahko metodo sprejeli ali ovrgli. Vrednost se bo pokazala predvsem ob koriščenju pri vsakdanji praksi. Te rezultate bomo vsekakor upoštevali pri prognozi toče v Sloveniji, vsaj dokler ne bomo napravili zadovoljivega modela za prognozo vertikalnih gibanj.

* * * * *

Delo je del raziskovalne teme Izboljšanje prognoze neviht in določitev metode za prognozo toče. Nalogo je financirala Gospodarska zbornica SRS.

LITERATURA

- /1/ Glušková N.I.: Metod prognoza grada i livnja. Trudi vipusk 3, Visokogornij geofizičeskij institut 1966
- /2/ Bibilašvili N.Š., Lapčeva V.F., Ordžonikidze A.A., Sulakvelidze G.K.: Osobenosti koagulaciono rasta gradi, svjazannie s izmenenjem skorasti vertikalnih potokov po visote. A.N. SSSR. ser. geofiz. № 4. 1960
- /3/ Pristov J., Žitnik L.: Izboljšanje prognoze neviht in določitev metode za prognozo toče. 1970 (Gospodarska zbornica SRS - neobjavljeno)
- /4/ Petkovšek Z.: Nevihtna karta in nevihtna pogostnost v Sloveniji za dobo 1951 - 1960. Razprave - Papers VII, DMS, Ljubljana 1966
- /5/ Pristov J.: Količinska kratkoročna napoved padavin II. del 1966 (Skład Borisa Kidriča - neobjavljeno)
- /6/ George J.J.: Weather Forecasting for Aeronautics. New York - London, 1960
- /7/ Götz G.: Sturmwarnung am Balatonsee. Veröffentlichungen der Ungarischen Zentralanstalt für Meteorologie, Band XXX, Budapest 1966
- /8/ Galway G.J.: The Lifted Indeks as a Predictor of Latent Instability. Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 37, 1956
- /9/ Borko M.: Nekaj ugotovitev v zvezi s pojavom neviht v Brniku. Razprave - Papers X. DMS, Ljubljana 1968