

INTERPRETACIJA LOKALNE SREDNJE MJESEČNE TEMPERATURE POMOČU
PARAMETARA MAKRO - RAZMJERA

INTERPRETATION OF LOCAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE BY MEANS
OF LARGE-SCALE PARAMETERS

Vesna JURČEC, Danko PAPIŠTA

551.509.331:551.524:

551.547

Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske Zagreb

SUMMARY

The correlation coefficient fields were calculated between local monthly mean temperature at one station and the large-scale parameters of: surface pressure field, geopotential field of absolute topography 500 mb and relative topography (thickness) 500/1000 mb, represented by 36-point network over Europe and the East Atlantic. The temperature series were considered from three stations: Zagreb - Grič (45.49N, 15.59E) and Osijek (45.32N, 18.44E) in the continental part of Yugoslavia, and Rijeka (45.20N, 14.27E) at the northern coast of the Adriatic Sea. Both, local temperatures and the large-scale parameters were expressed as the departure from their normals in 1956-75.

The extreme values of the correlation coefficients, which appear at various regions in a particular month, are considered as the main prediction parameters for the local temperature, if the forecast of the large scale parameters are available by some other method. However, the "prediction" coefficients can be also calculated, using the same local temperature in relation to the large scale parameters of the previous month. Although the experiment shows that these correlations are generally smaller, it is believed that the method itself could lead to a useful forecasting tool if applied to some shorter interval of time than a month.

POVZETEK

Določili smo polja korelacije med srednjo mesečno temperaturo na eni postaji in parametri makro razmer, ko smo jih dobili iz polja srednjega mesečnega pritiska, AT 500 mb in RT 500/1000 mb. Uporabnost metode v prognostične namene predpostavlja, da imamo na razpolago prognostična polja parametrov. Z manjšo natančnostjo pa kljub temu lahko računamo tudi "prognostična" polja koeficientov, ki smo jih določili s korelacijo med temperaturo v enem mesecu in makroparametri v predhodnem mesecu.

UVOD

I pored velikog napretka u prognozi vremena uvodjenjem numeričkih metoda poslednjih 30 godina, poslednji korak kojem su usmjereni svi naši napori još uvijek nedostaje. Numerička prognoza vremena za sada daje prognostičko polje tlaka, geopotencijala, temperature i vjetra za vremenski interval do 5 dana za srednje i duge valove hemisferskih razmjera. Prognoza "vremena", tj. temperature, oborine, naoblake i sl., u lokalnim ili regionalnim mezo-razmjerima, i dalje ostaje predmet subjektivnih prognoza koje se većinom oslanjaju na iskustvo sinoptičara ili neke empirijske relacije.

Analiza sadašnjeg stanja numeričke prognoze vremena očito pokazuje da tehnička dostignuća (metode i gustoća mjerenja, kao i kapaciteti elektronskih računara) neće u skorjoj budućnosti omogućiti direktnu prognozu lokalnih vremenskih elemenata. Zato se posljednjih godina prilazi rješavanju ovog problema "interpretacijom" ovih lokalnih elemenata pomoću parametara makro-razmjera na sinoptičkim prognostičkim kartama, koje se mogu dobiti postojećim numeričkim metodama.

Posebni problem predstavljaju, sve više tražene, mjesečne prognoze vremena. Ove prognoze se za sada baziraju na statističkim metodama ili metodama analogije. Radinović /6/ je razvio metodu analogije koja se bazira na polju srednje temperature donje troposfere u hemisferskim razmjerima, dobivene razmatranjem dugog niza relativnih topografija u određenim razdobljima. Iako pravilna interpretacija ove metode može dati ohrabrujuće rezultate, pogrešna primjena u smislu jednostavnog kopiranja dnevnog hoda temperature i pojave oborina prema godini maksimalne korelacije analognog stanja atmosfere, može dati lošu sliku metode i operativne službe koja ju koristi.

Činjenice, koje su poznate svakom sinoptičaru, jasno pokazuju da se sinoptička situacija u svim svojim detaljima nikada ne ponavlja, a analogne situacije mogu biti samo manje ili više slične. Na bazi ovih sličnosti i dobivenih empirijskih veza određenih sinoptičkih situacija s lokalnim vremenskim elementima razvili su se poznati "tipovi vremena" brojnih autora. Međutim, ovakovi tipovi makro stanja ili cirkulacije atmosfere velikih razmjera traju u prosjeku 5 - 6 dana. Za dulje razdoblje, posebno od mjesec dana, čini se logično prići rješavanju ovog problema u mnogo grubljim okvirima, tražeći odgovor na pitanje: da li će neki vremenski element (recimo srednja mjesečna temperatura ili količina oborine) na nekom lokalitetu biti unutar nekih definiranih prosječnih vrijednosti, ispod ili iznad tih normala? Iskustvo i brojni opisi sinoptičkih situacija pokazuju da su vremenske anomalije i ekstremi pojedinih elemenata u lokalnim ili mezo-razmjerima uvijek povezani s izrazitim anomalijama atmosferske cirkulacije velikih razmjera. Međutim, lokalne anomalije, posebno za dulji vremenski period, ne moraju biti uvijek vezane uz normalna stanja atmosfere nad istim područjem. Zato smatramo da bi daljnji doprinos proučavanju analognih situacija i njihove veze s lokalnim vremenom bio u kvantitativnom

određivanju ovih korelacija s različitim poljima koja definiraju makrostanje i cirkulaciju atmosfere.

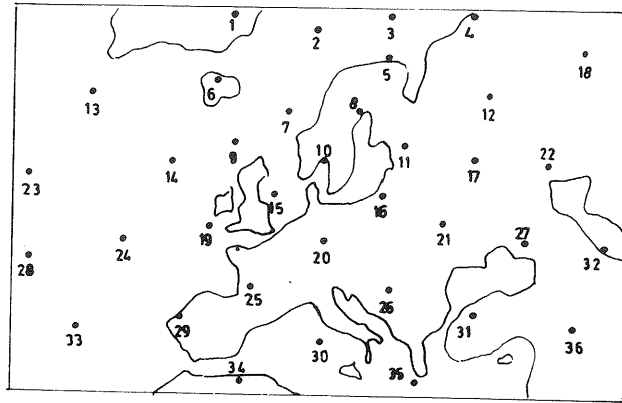
Prelazeći od pretpostavke (koja ne mora biti točna) da su vremenske anomalije u sjeverozapadnom dijelu Jugoslavije uglavnom povezane s anomalijama cirkulacije na području Evrope i istočnog dijela Atlantika, u ranijim radovima autora /2/ i /4/ tražena je veza anomalija cirkulacije s mjesečnom količinom oborine. U nedavno publiciranom radu /3/ pokazano je da se kolebanja u količinama oborine u Zagrebu mogu pratiti čak sa vrlo jednostavnim parametrom cirkulacije na području Atlantika tzv. "zonalnim indeksom" definiranim kao razlika prizemnog tlaka zraka između Azora i Islanda.

Svrha je ovog rada da proširi ovu vrstu istraživanja na razmatranje veze anomalija cirkulacije i srednje mjesečne temperature na istom području.

METODA

Na području Istočnog Atlantika, Evrope i Sredozemlja odabrano je 36 točaka kao geografskih koordinata širine i dužine na kojima se očitavaju srednje mjesečne vrijednosti "parametara cirkulacije". Njih čine polja: prizemnog tlaka zraka, geopotencijala 500 mb površine (AT 500 mb) i relativnog geopotencijala proporcionalnog srednjoj temperaturi donje troposfere TR 500/1000). Ove vrijednosti sačinjavaju prvi niz podataka "cirkulacije" za svaki mjesec i svaku godinu 20-godišnjeg perioda 1956-75. raspoloživih u biltenima njemačke meteorološke službe /1/.

Drugi niz podataka čine srednje mjesečne temperature ispitivanog lokaliteta za isto razdoblje. Ovdje su promatrani nizovi za Zagreb-Grič, Osijek i Rijeku. Odstupanje vrijednosti nekog elementa cirkulacije (na pr. prizemnog tlaka) u jednoj točki promatrane geografske mreže od 20 godišnjeg srednjaka definira "anomaliju cirkulacije" za tu točku, a odstupanje mjesečne temperature od 20-godišnjeg srednjaka na promatranom lokalitetu definira "anomaliju temperature". Ako za svaku točku mreže izračunamo koeficijent korelacije (R) između anomalija cirkulacije i temperature, dobit ćemo 36 vrijednosti R koje čine polje korelacije za određeni element cirkulacije i odabrani mjesec. Brojevi 1 do 36 na slici 1 pokazuju geografski položaj odabranih točaka.



Slika 1 Područje na kojem se promatraju parametri cirkulacije, određeni na geografskim položajima označenim točkama i brojevima.

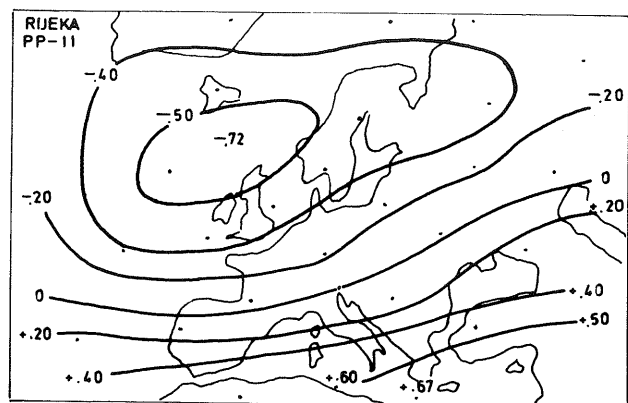
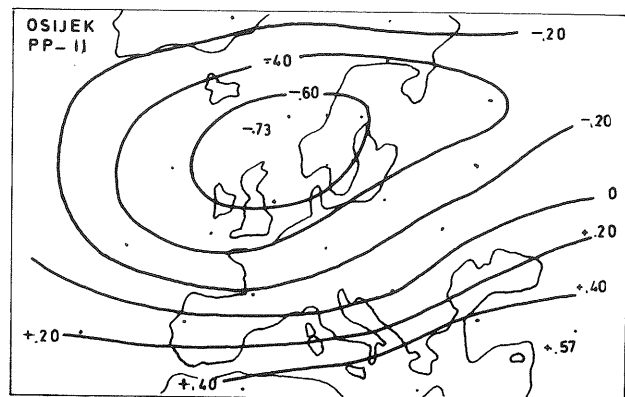
Fig. 1 Area considered by circulation parameters at the geographical positions indicated by numbered dots.

REZULTATI

Na slici 2 prikazana su polja korelacije između srednje mjesečne temperature i prizemne razdiobe tlaka za dva relativno udaljena lokaliteta Osijek i Rijeku, za februar. Sličnost ovih polja je očita, a iz Tabele I vidjet ćemo i podudaranje s ovim vrijednostima za Zagreb. Interpretacija ovih karata je sljedeća: viša temperatura od prosjeka javlja se u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske, kada je na području između Islanda i zapadne Evrope prizemni tlak niži od normale promatranog 20-godišnjeg razdoblja (negativni koeficijent korelacije!), a na području južne Evrope i Sredozemlja iznad normalnog tlaka. Ovakova razdioba pokazuje povećanje meridionalnog gradijenta tlaka u slučaju relativno "toplih" februara, odnosno smanjenje gradijenta u hladnim februarima. Kako normalna razdioba tlaka za ovaj mjesec pokazuje greben u srednjim širinama istočnog Atlantika, i dolinu nad srednjom i južnom Evropom, čija os prelazi preko našeg područja, to prikazane anomalije očito pokazuju da u toplim februarima nad našim područjem prevladava zapadno strujanje. U hladnim februarima je greben iznad istočnog Atlantika pojačan, a normalno sjeverozapadno strujanje nad našim područjem ukazuje na prevladavajuću sjeverniju komponentu vjetera, a time i pojačanu advekciju hladnog zraka iz sjeverne Evrope. Primjetimo još na slici 2 da pored sličnosti obe karte najveće kvantitativne razlike u iznosima R postoje na području srednjeg Mediterana, gdje su vrijednosti pozitivne korelacije ve-

će za Rijeku nego za Osijek. To znači da je temperatura u Rijeci više ovisna o polju tlaka nad Mediteranom nego temperatura Osijeka, što je i logično, ali je ovdje ova poznata činjenica i kvantitativno izražena i može poslužiti daljnjoj primjeni metode za prognozu temperature.

Slična su polja korelacije za decembar i januar, a kako i normalna polja prizemnog tlaka pokazuju iste karakteristike, to se gornja diskusija može primjeniti na cijelo zimsko razdoblje. Međutim, interesantan je rezultat ove analize, što pokazuje da su relativno visoki koeficijenti korelacije na području od Islanda do Skandinavije u XII i I mjesecu ujedno najviši u usporedbi s vrijednostima R za AT 500 i RT 500/1000, dok je u promatranom II mjesecu veća korelacija s relativnom topografijom. To je prikazano na slici 3 za Rijeku, a predstavlja logičnu posljedicu prikazanih R kao anomalija prizemnog tlaka, što znači da je zapadno strujanje povezano s termalnim grebenom polja anomalija, a sjevernija komponenta gibanja s hladnom advekcijom u donjoj troposferi.

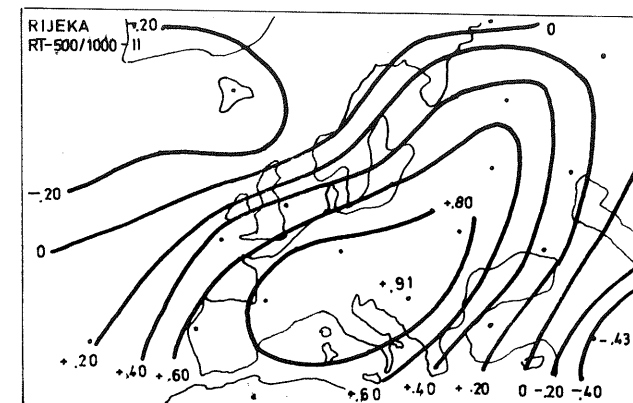


Slika 2 Razdioba koeficijenta korelacije prizemnog polja tlaka i temperature za Osijek in Rijeku u februaru.

Fig. 2 Correlation-coefficient distribution for surface pressure field and temperature at Osijek and Rijeka in February.

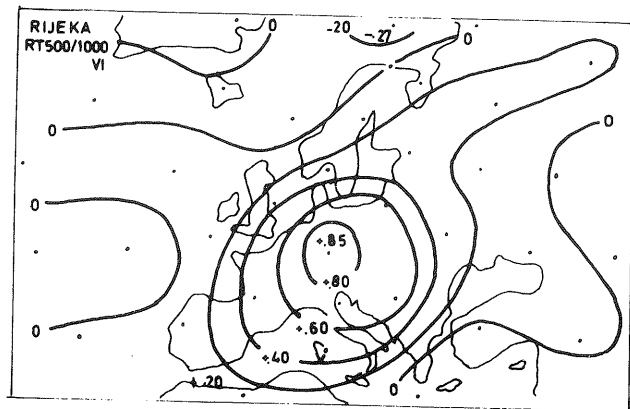
Važno je primjetiti da je maksimalni iznos od R upravo nad našim područjem, i predstavlja ekstremnu vrijednost dosada računatih korelacija.

Najviša vrijednost R dakako ne mora biti nad našim područjem čak niti za RT, gdje bi to bilo najlogičnije. Jedan primjer je pokazan na slici 4 za juni koja u interpretaciji znači da su topli (hladni) VI mjeseci u odnosu na normalu u Rijeci posljedica termalnog grebena (doline) na području srednje i zapadne Evrope u narušenoj zapadnoj struji normalnih prilika u junu.



Slika 3 Razdioba koeficijenta korelacije polja relativne topografije i temperature za Rijeku u februaru.

Fig. 3 Correlation-coefficient distribution for thickness field and temperature at Rijeka in February.



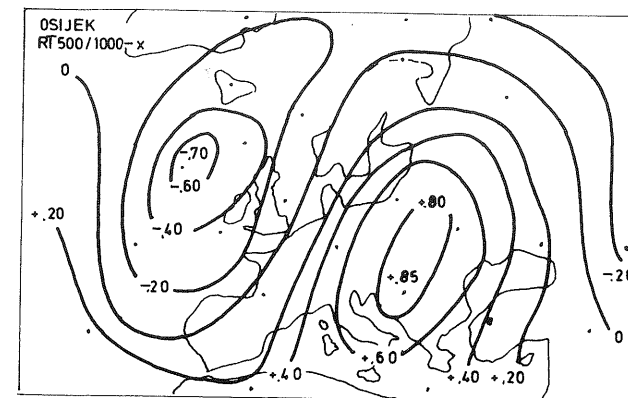
Slika 4 Razdioba koeficijenta korelacije polja relativne topografije i temperature za Rijeku u junu.

Fig. 4 Correlation-coefficient distribution for thickness field and temperature at Rijeka, in June.

Slične razdiobe s nešto nižim apsolutnim maksimumom od R se javljaju u Osijeku i Zagrebu, s tim da je u Osijeku ekstremni R za AT 500 nešto viši i ukazuje da je polje anomalija na toj plohi karakterizirano istim oblicima kao promatrano termalno polje.

Promatrajmo sada razdiobu R u oktobru, koja je u rezultatima korelacija s oborinom pokazivala ekstremne R s vrlo sličnom razdiobom kao na slici 4 (vidi Fig. 1 u /4/), samo s obrnutim predznakom, tj. visoke (niske) količine oborina su bile povezane s dolinom (grebenom) na AT i RT s osom u području od Skandinavije do zapadnog Sredozemlja.

Ovakova konfiguracija ekstremnih oblika strujanja očito uvjetuje izrazite advekcije temperature, što i diktira raspodjelu R, kakova je prikazana na slici 5.



Slika 5 Razdioba koeficijenta korelacije polja relativne topografije i temperature za Osijek, u oktobru.

Fig. 5 Correlation-coefficient distribution for thickness field and temperature at Osijek, in October.

No iako su vrijednosti ili položaj maksimalnog R slični, bitna karakteristika korelacionog polja na slici 5 je relativno visoka negativna korelacija južno od Islanda, pored pozitivne nad našim područjem. Na taj način i R-polje odražava "valni karakter" gibanja, pa je temperatura u oktobru iznad normale povezana s termalnim grebenom u donjoj troposferi iznad našeg područja i termalnom dolinom južno od Islanda.

Tabela I daje kompletan pregled ekstremnih pozitivnih i negativnih vrijednosti R za Zagreb u svim mjesecima i za sva tri polja uz naznačeni položaj tog ekstrema (I) prikazanim na slici 1. Ova tabela pokazuje slejedeće značajnije rezultate:

1. Apsolutni maksimumi od R su u većini mjeseci pozitivni i iznad 0.70, a pretežno (u 7 mjeseci) se odnose na korelacije s RT, iznad ili u blizini našeg područja.
2. U martu i augustu najviše pozitivne korelacije se odnose na AT, ali se još uvijek odnose na položaj direktno iznad našeg područja.
3. U decembru i januaru su najviše vrijednosti R negativne i vezane uz anomalije prizemnog tlaka na području sjeveroistočnog Atlantika, i
4. niske vrijednosti R (ispod 0.50) jedino se pojavljuju u maju, što ukazuje na malu povezanost cirkulacije i temperature za bilo koji od promatranih parametara cirkulacije.

Gornja analiza je interesantna u prognostičkom smislu ako raspoložemo prognostičkim kartama cirkulacije, ili kada bi promatrano polje cirkulacije bilo bar približno stacionarno kao što se pretpostavlja u metodi analogije.

S obzirom da još ne raspoložemo prognostičkim mjesečnim kartama (iako su neki izgledi optimistički i povezani s anomalijama temperature u oceanima), a i pretpostavka o stacionarnosti promatranih polja u nižoj troposferi često dolazi u pitanje, učinjen je slijedeći pokušaj da se dobije trend temperature na pojedinom lokalitetu. Umjesto korelacija ranije opisanih nizova u istom mjesecu, tražena je korelacija temperature s parametrima cirkulacije u prethodnom mjesecu.

Rezultati ovog eksperimenta za svaki mjesec za Zagreb prikazani su u Tabeli II.

Tabela 1 Ekstremne vrijednosti koeficijenta korelacije R za polja prizemnog tlaka (P), apsolutne topografije (AT 500 mb) i relativne topografije RT 500/1000) i srednje mjesečne temperature za Zagreb-Grič. Brojevi pod I označuju geografski položaj označen brojevima na sl. 1.

Table 1 Extreme values of the correlation coefficient R for the fields of surface pressure (P), absolute topography (AT 500 mb) and thickness (RT 500/1000), and mean monthly temperature at Zagreb-Grič. Numbers under I denote the geographical positions indicated by numbers in Fig. 1.

	I		II		III		IV		V		VI	
	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I
P	0,43	33	0,55	36	0,73	35	0,42	27	0,37	21	0,43	21
AT	0,42	33	0,73	26	0,89	26	0,84	20	0,42	21	0,72	26
RT	0,61	26	0,89	26	0,85	16	0,91	20	0,47	16	0,79	20
P	-0,79	10	-0,76	9	-0,69	2	-0,83	19	-0,41	18	-0,49	25
AT	-0,76	7	-0,64	9	-0,61	1	-0,79	14	-0,36	18	-0,29	24
RT	-0,53	6	-0,36	6	-0,61	36	-0,46	14	-0,28	18 ⁹	-0,18	32

	VII		VIII		IX		X		XI		XII	
	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I
P	0,48	16	0,53	33	0,52	33	0,28	32	0,14	35	0,45	33
AT	0,70	20	0,86	26	0,82	26	0,67	21	0,67	26	0,65	33
RT	0,72	20	0,78	26	0,82	26	0,82	26	0,83	26	0,68	21
P	-0,52	28	-0,63	14	-0,70	9	-0,67	19	-0,67	9	-0,75	7
AT	-0,56	18	-0,56	14 ⁹	-0,65	32	-0,71	14	-0,59	24	-0,68	9
RT	-0,40	5	-0,57	6	-0,61	32	-0,64	14	-0,37	24	-0,51	1

Tabele 2 Ekstremne vrijednosti koeficijenta korelacije R za ista polja kao u Tabeli 1, ali za parametre cirkulacije iz prethodnog mjeseca u odnosu na temperaturu, pa time označuju "prognostičke" vrijednosti.

Table 2 Extreme values of the correlation coefficients R for the same fields as in Table 1, but for circulation parameters of previous month in relation to the temperature, indicating therefore the "prognostic" values.

	I		II		III		IV		V		VI	
	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I
P	0,49	34	0,40	34	0,71	31	0,31	25	0,39	23	0,33	18
AT	0,41	29	0,53	33	0,69	16 21	0,42	19	0,35	23	0,44	33
RT	0,29	19	0,52	33	0,69	16	0,34	15	0,33	10	0,45	33
P	-0,30	1	-0,57	13	-0,52	6	-0,60	12	-0,39	6	-0,32	14
AT	-0,39	1	-0,60	13	-0,61	13	-0,40	12	-0,30	6	-0,41	35
RT	-0,35	35	-0,48	13	-0,69	13	-0,33	1	-0,26	4	-0,38	35

	VII		VIII		IX		X		XI		XII	
	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I
P	0,41	6	0,45	1	0,43	2	0,24	30	0,27	4 33	0,51	12
AT	0,27	18	0,45	1	0,46	2	0,35	7	0,50	4	0,47	33
RT	0,16	23	0,46	30	0,54	36	0,53	9	0,49	4	0,26	29
P	-0,31	26	-0,40	19	-0,46	36	-0,38	13	-0,34	9	-0,29	13
AT	-0,52	25	-0,57	14	-0,59	17	-0,35	17	-0,32	6	-0,61	13
RT	-0,52	36	-0,57	14	-0,48	5	-0,28	17	-0,24	13	-0,57	13

Kao što se je moglo očekivati ove vrijednosti su većinom mnogo niže od ranije promatranih. U I., V. i VI. mjesecu su ekstremi ispod 0.50, ali u 4 mjeseca dostižu ili prelaze vrijednost od 0.60. Jedini iznenađujući rezultat ove tabele su visoke vrijednosti korelacija u martu. One bi se interpretirale ovako: visoka (niska) temperatura u martu za Zagreb može se očekivati s većim stupnjem vjerojatnosti, kada je u februaru raspodjela prizemnog tlaka takova da pokazuje pozitivne (negativne) anomalije nad Turskom, a negativne (pozitivne) nad Islandom. Istovremeno je za višu temperaturu u martu značajno polje višeg geopotencijala AT i RT u centralnom dijelu Evrope, a nižih vrijednosti od normalnih na obe topografije u području južno od Grönlanda.

Na isti način se mogu interpretirati ostale vrijednosti u Tabeli, od kojih ćemo još obratiti pažnju na vrijednosti negativnih R za februar i decembar. One pokazuju da je viša temperatura u tim mjesecima posljedica vrlo duboke Islandske ciklone ili doline koja proteže i južno od Grönlanda kroz cijelu donju troposferu u prethodnim mjesecima.

ZAKLJUČNE NAPOMENE

Prikazane veze cirkulacije i lokalne mjesečne temperature u prikazanom obliku još uvijek prikazuju samo vjerojatnost za prognozu trenda srednje mjesečne temperature u odnosu na njezinu srednju vrijednost nekog lokaliteta. U daljnjoj fazi ovog istraživanja vrši se pokušaj za bližu kvantitativnu prognozu, čija su podloga prikazane karte. Tražene prognostičke vrijednosti u definiranim intervalima se dobiju primjenom jednadžbe regresije, u kojoj su ulazne vrijednosti anomalije nekog od parametara cirkulacije u području maksimalnih vrijednosti koeficijenta korelacije /5/.

Dakako da bi u daljnjem istraživanju bilo korisno razmatrati područje cijele sjeverne hemisfere, što ne bi bio veliki problem za polje relativne topografije s obzirom na dugi raspoloživi niz ovih podataka u Saveznom hidrometeorološkom zavodu u Beogradu.

Vjerujemo da bi se bolji rezultati mogli postići s kraćim vremenskim intervalom na primjer za jednu dekadu, što bi bilo posebno interesantno s obzirom da će ove prognostičke karte biti uskoro raspoložive u Evropskom centru za srednjoročnu prognozu vremena u Shinfield Parku, U.K.

LITERATURA

- /1/ Deutscher Wetterdienst, Offenbach: Die Grosswetterlangen Europas, Jahr 1956 - 1975
- /2/ JURČEC V.: Anomalije opće cirkulacije, sušni periodi i mogućnost prognoze suše. Rasprave i prikazi br. 13, RHMZ, Zagreb, 1976, 143 - 202
- /3/ JURČEC V.: Kišna i sušna razdoblja 1953-1977 u Sjevernoj Hrvatskoj i njihovi uzroci. Poljoprivredni pregled, god. XX, br. 3-4, Sarajevo, 1978, 89 - 97
- /4/ JURČEC V. and PAPIŠTA D.: On the Correlation between Precipitation amount in NW-Yugoslavia and the General Circulation Anomalies. Arbeiten aus der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, 1978, Heft 31, 31/1-10
- /5/ PAPIŠTA D.: Mjesečna prognoza oborine i temperature. Izveštaj o rezultatima istraživanja u 1978. (nepublicirano).
- /6/ RADINOVIĆ Dj.: An analogue method for weather forecasting using the 500/1000 mb relative topography, Mon. Wea. Rev., 1975, 103, 639 - 649.