

Objektivna analiza mezosistema tlaka

Objective Analysis of Pressure Mesosystems

MILAN SIJERKOVIĆ i BORIVOJ ČAPKA

Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb

Sažetak: Mnoge karakteristike vremena u našim krajevima povezane su s postojanjem, stvaranjem, premještanjem i iščezavanjem mezosistema, pa je njihovo sustavno istraživanje od velikog značenja u analizi i prognozi vremena. Jedna od metoda njihova proučavanja je mezoanaliza, koja se temelji i na izradi i analizi mezokarata. U radu su definirani postupci koji automatiziraju, ubrzavaju i objektiviziraju izradu i analizu mezokarata tlaka. U te je svrhe definirana tzv. metoda trokuta za objektivnu analizu polja tlaka na manjim područjima, u uvjetima gustoće mreže meteoroloških stanica u nas. Pokazalo se da je za dobivanje podataka u točkama pravilne mreže najpovoljnije raditi sa četiri najbliže stanice, između kojih se određuju tri koje čine trokut unutar kojeg se nalazi dotična točka mreže.

Usporedba objektivne analize sa subjektivnom, u dosta složenoj sinoptičkoj situaciji s izraženim prodorom hladnog zraka preko naših krajeva, pokazala je da ona omogućava uočavanje svih makrosistema i veliku većinu prisutnih mezosistema u polju tlaka. Elementi statističke ocjene ukazuju na uspješnost primjenjene metode objektivne analize.

Ključne riječi: Tlak; Mezoanaliza; Mezokarta; Objektivna analiza; Subjektivna analiza; Metoda trokuta; Test metode.

Abstract: A number of characteristics of the weather in the regions of Yugoslavia are connected with the existence, forming, shifting and disappearance of mesosystems, and therefore their systematic research is of considerable importance in analysis and weather forecasting.

One of the research methods is mesoanalysis which is based on making and analysing mesomaps. The definite proceedings that speed up and objectify making and analysing pressure mesomaps, are the objective of this paper. The triangle method for pressure field objective analysis in smaller areas under conditions of the station network in Yugoslavia is defined for this purpose. It is shown that to obtain data at the grid-points it is most favourable to work with the four nearest stations among which three stations are chosen that form a triangle. Inside this triangle the point of the network is determined.

Comparison between an objective and a subjective analysis in a complex synoptical situation with expressive cold air invasion across the Yugoslav region has shown that survey of all macrosystems and most of the existent mesosystem in the pressure field is possible. The elements of statistical evaluation point to the efficiency of the applied method of objective analysis.

Key words: Pressure; Mesoanalysis; Mesomap; Objective analysis; Subjective analysis; Triangle method; Test of the method.

1. UVOD

Sistemi srednjih razmjera česti su u našim krajevima i imaju znatan utjecaj na vremenske prilike, pa je njihovo sustavno istraživanje od velikog značenja u analizi i prognozi vremena.

Prema Radinoviću (1981), veliki planinski sustavi, poput Alpa, Karpata, a u stanovitoj se mjeri

to odnosi na Dinaride i Balkanske planine, utječu na deformaciju i transformaciju procesa velikih razmjera i stvaranje procesa srednjih i malih razmjera, pri čemu su vremenske prilike u gorju i njima bliskim područjima znatno više povezane s cirkulacijskim sistemima srednjih i malih razmjera nego velikih.

Istraživanje mezosistema zahtijeva drukčije me-

tode analize nego što je to slučaj sa sistemima velikih razmjera. Fujita, Newstein i Tepper (1956), prilikom istraživanja jakih nevremena u Sjedinjenim Američkim Državama, primijenili su novu metodu analize — mezoanalizu. U radovima Sijerkovića (1976, 1981) prikazana je metoda tehnike izrade i analize mezokarata, što se može koristiti za istraživanje mezosistema, jer omogućava detaljniju prostornu i vremensku analizu polja različitih meteoroloških elemenata.

U svakom slučaju mezoanalize metodom mezokarata potrebno je izraditi veliki broj kartografskih prikaza na kojima se može pratiti nastanak, razvoj, kretanje i iščezavanje mezosistema. Ručna izrada niza mezokarata predstavlja težak i dugotrajan posao, koji se ne može obavljati u svakodnevnoj praksi. Dellert (1962) je pokazao, na primjeru mezoanalize polja tlaka, da se postupak izrade mezokarata može uz pomoć elektronskih računara i metoda objektivne analize, objektivizirati, automatizirati i time ubrzati.

U ovom su radu prikazani osnovni postupci koji bi se mogli koristiti u analizi mezosistema objektivnom metodom analize mezokarata, u uvjetima naše mreže meteoroloških stanica. Prikazana je objektivna metoda mezoanalize polja tlaka, a za demonstraciju metode korišten je slučaj jednog prodora hladnog zraka u siječnju godine 1982, uz ocjenu rezultata u usporedbi sa subjektivnom analizom.

2. OSNOVNA NAČELA METODE OBJEKTIVNE ANALIZE MEZOSISTEMA U POLJU TLAKA

Analiza mezosistema u polju tlaka metodama mezoanalize provodi se pomoću niza mezokarata. Za izradu mezokarata koristi se numerička metoda konstrukcije polja tlaka, odnosno izračunavanje vrijednosti tlaka objektivnim putem u presječnim točkama pravilne mreže iz podataka mjerenja tlaka na meteorološkim stanicama u području mezoanalize.

Metoda sadrži nekoliko bitnih postupaka, a to su:

- 1) automatsko očitavanje traka mikrobarografa i priprema podataka,
- 2) redukcija tlaka na morski nivo,
- 3) izračunavanje tlaka u točkama pravilne mreže, i
- 4) predstavljanje rezultata objektivne analize polja tlaka.

2.1. Automatsko očitavanje traka mikrobarografa i priprema podataka

Svrha automatskog očitavanja traka mikrobarografa je ubrzanje cijelog postupka izrade mezokarata tlaka.

Očitavanje se provodi pomoću posebnog uređaja, tako da se za svaku karakterističnu točku na krivulji mikrobarograma dobiva par vrijednosti koji sadrži vrijeme i tlak na meteorološkoj stanici.

Pomoću posebnog programa na elektronskom računaru provodi se korekcija tlaka s obzirom na mjerenje pomoću barometra i vremenska korekcija ako sat mikrobarografa nije bio točan. Programski se rješava, linearnom interpolacijom, izračunavanje vrijednosti tlaka u zadanim intervalima vremena.

2.2. Redukcija tlaka na morski nivo

Redukcija tlaka na morski nivo provodi se u cilju predočavanja i analize polja tlaka na mezokarata.

Uvjeti za provođenje redukcije, s obzirom na nadmorsku visinu meteorološke stanice, jednaki su onima koji vrijede za sinoptičku operativu. Na temelju podataka o tlaku i temperaturi zraka posebnim se potprogramom izračunava tlak na srednjoj razini mora. Uvjet je da takve stanice imaju redovno kalibrirane (baždarene) mikrobarografe i termografe i da imaju barometre i termometre za određivanje korekcija. Pri redukciji tlaka za sve se stanice koristi isti vertikalni temperaturni gradijent, koji se posebno određuje i ne mijenja u toku razdoblja mezoanalize.

Za meteorološke stanice s nepouzdanim ili nepotpunim podacima, redukcija na morski nivo ne provodi se izravno, već pomoću »uravnate karte«, čiji je način izrade opisan u radu Sijerkovića (1981). Za izradu uravnate karte i određivanje redukcije tlaka na morski nivo na onim meteorološkim stanicama gdje se to ne može izravno uraditi, može se koristiti i postupak koji je primjenio Dellert (1962), prema kojemu se uravnata karta ne određuje za cijelo razdoblje mezoanalize, već za najmanje poremećeni trosatni period unutar nje.

Postavljanjem uvjeta, kako to navodi Dellert (1962), da je lokalna promjena tlaka svedena na morski nivo jednaka lokalnoj promjeni tlaka na stanici, postiže se očuvanje intenziteta mezosistema i olakšava redukcija tlaka. Na temelju toga može se i za stanice s nepouzdanim podacima, odnosno za one za koje se iz drugih razloga ne može provesti redukcija tlaka na morski nivo, dobiti (konstruirati) krivulja tlaka reduciranog na morski nivo. U te se svrhe vrijednosti tlaka na registriranim trakama ispravljaju pomoću korekcija određenih na uravnatoj karti.

Zatim se podaci vrijednosti tlaka za sve stanice smještaju na magnetske trake i služe za daljnje postupke izrade mezokarata.

2.3. Izračunavanje tlaka u točkama pravilne mreže

Najprije je potrebno odrediti pravilnu mrežu točaka na području na kojemu se provodi mezoanaliza. Gustoća te mreže mora biti takva da omogućava uočavanje i analizu mezosistema koji se žele istraživati.

U te se svrhe povoljno koristiti geografsku mrežu točaka na presjecima paralela i meridijana, jer se te koordinate mogu točno definirati i precizno

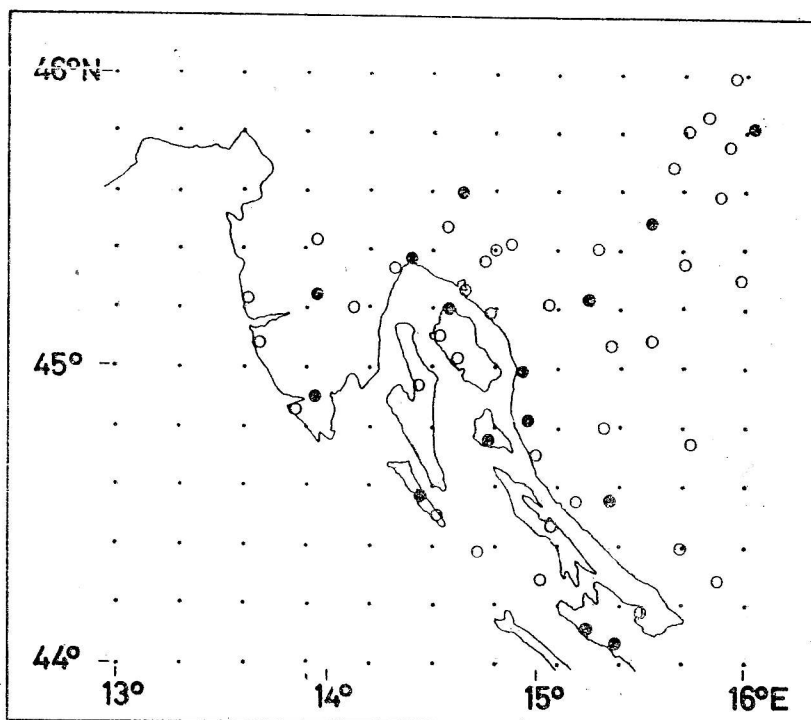
odrediti za svaku točku na geografskim kartama, što je praktično za rad s elektronskim računarima.

Za potrebe analize mezosistema određeni su prostorni koraci $\Delta\lambda = 0.3^\circ$ i $\Delta\Psi = 0.2^\circ$ što predstavlja približno kvadratičnu mrežu točaka s prostornim korakom od oko 23 km.

Ta mreža točaka ima deset puta manje rastojanje između točaka od one što je, prema Mesingeru i Janjiću (1973), određena u numeričkom modelu za objektivnu analizu i prognozu makrosistema koji se koriste u nas. U radu Radinovića (1971), o numeričkom modelu za prognozu količina oborina, korištena je također geografska mreža točaka čiji je međusobni razmak bio $0,25^\circ$.

Odabrana mreža točaka prikazana je na sl. 2.3.1, na području jugozapadne Hrvatske (sjeverni Jadran, Gorski kotar, veći dio Like i Korduna). Naznačena pravilna mreža točaka prilagođena je svojom gustoćom mreži meteoroloških stanica u našoj zemlji (obične i glavne meteorološke-sinoptičke stanice), pa može služiti za potrebe mezoanalize polja različitih meteoroloških elemenata objektivnim metodama i analize mezosistema.

Na slici je prikazan i raspored običnih (prazni krugovi) i glavnih meteoroloških stanica (puni krugovi) na promatranom području.

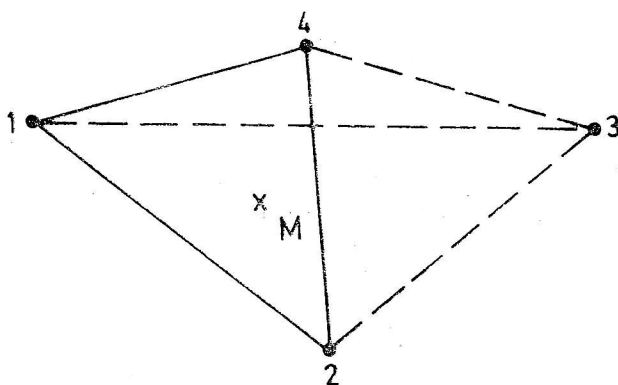


Sl. 2.3.1. Mreža točaka za objektivnu analizu mezosistema
Fig. 2.3.1. Grid-point network for objective mesoscale analysis

Za svaku točku pravilne mreže programom se određuju tri najbliže stanice, ali tako da se točka mreže nalazi unutar trokuta kojeg zatvaraju stranice određene tim točkama. Shema izračunavanja vrijednosti tlaka u točki mreže M je prikazana na sl. 2.3.2.

Trokut 1-2-4 na toj shemi najbolje odgovara postavljenoj uvjetu. Pojedine stanice, koje formiraju druge trokute, mogu biti bliže točki mreže od nekih koje čine najpovoljniji trokut, ali ne sadrže točku mreže unutar trokuta.

Nakon toga se pristupa izračunavanju vrijednosti reduciranog tlaka u točki mreže M. Vrijednosti tlaka P na meteorološkim stanicama koje čine tro-



Sl. 2.3.2. Shema objektivne analize za program mezoanalize tlaka

Fig. 2.3.2. Objective analysis scheme for programming of mesoscale pressure

kut 1-2-4 poznate su, kao i koordinate stanica. Odatle se, pomoću tri jednadžbe ravnine, u obliku $P = Ax + By + C$, mogu odrediti koeficijenti A, B i C, kojima je definirana ravnina koja prolazi kroz te tri stanice. Zatim se, uz poznate koordinate točke mreže M (x_M, y_M), odredi vrijednost reduciranog tlaka P_M u točki M pravilne mreže.

Na taj se način određuju vrijednosti tlaka u svim točkama mreže. Pogreške do kojih dolazi zato što se ne radi sa sfernim trokutom nisu velike, budući da su u mezoanalizi udaljenosti između stanica i točaka mreže male i mogu se aproksimirati pravcem.

2.4. Predstavljanje rezultata objektivne analize mezosistema

Nakon što je dobiveno polje tlaka u točkama pravilne mreže pristupa se izradi mezokarata i njihovoj analizi. Predočavanje rezultata objektivne analize može se, prema Radinoviću (1969), izvršiti na više načina, pri čemu se postiže različit stupanj preglednosti raspodjele analizirane veličine. Te se metode mogu primijeniti i u mezoanalizi polja tlaka. Međutim, poželjno je koristiti mogućnosti automatskog predočavanja polja tlaka izobarama pomoću elektronskog stroja.

3. OBJEKTIVNA ANALIZA POLJA TLAKA 12. 1. 1982.

Da bi se ispitala valjanost metode trokuta i mogućnost njezine primjene u mezoanalizi polja tlaka u našim krajevima odabrana je vremenska situacija 12. 1. 1982. godine.

Razlog je takvom izboru bio što je tog dana došlo do izraženog sjevernog prodora hladnog zraka u naše krajeve, uz nagli, veliki i opći porast tlaka zraka, što je bio uvod za nastup razdoblja anticiklonalnog tipa vremena, koje je potrajalo nekoliko dana i bilo praćeno jakim inverzijama i visokom koncentracijom zagađenosti zraka u velikom dijelu naše zemlje. Željelo se istražiti kako u takvim složenim makrovremenskim i mezovremenskim okolnostima prodora hladnog zraka reagira navedena metoda objektivne analize.

3.1. Sinoptička situacija

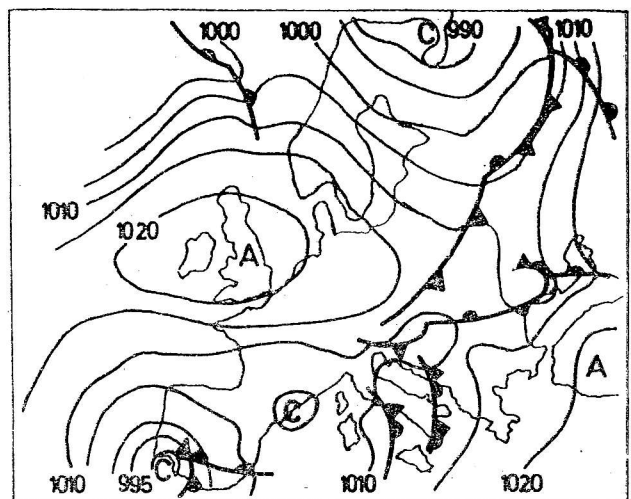
Najbitnije karakteristike makrovremenske situacije, koje su značajne za analizu polja tlaka, mogu se uočiti na sl. 3.1.1 i 3.1.2.

To su, s jedne strane, advekcija toplog zraka iznad južnog dijela Evrope i naših krajeva, sa slijedom plitkih ciklona u jugozapadnoj visinskoj struji i, s druge strane, jaka frontalna zona, što se pruža gotovo zonalno oko 50°N povezana s hladnom arktičkom frontom, koju sa zapada slijedi izražena anticiklona.

Ta se frontalna zona premještala na jug i kao sjeverni prodor hladnog zraka do kraja dana zahvatila veći dio naše zemlje.

3.2. Subjektivna analiza polja tlaka

Radi dobivanja predodžbe o horizontalnoj raspodjeli tlaka zraka prilikom prodora hladnog zraka, a u cilju usporedbe s objektivnom analizom, provedena je subjektivna analiza polja tlaka iznad



Sl. 3.1.1. Prizemna sinoptička karta, 12. 1. 1982, 06^h GMT
Fig. 3.1.1 Surface synoptic map, 12. 1. 1982, 06^h GMT

naše zemlje i šireg područja oko nje (sl. 3.2.1.), koje obuhvaća dio srednje Evrope i središnje krajeve Mediterana. Izobare su izvlačene u intervalima od 1 mbara.

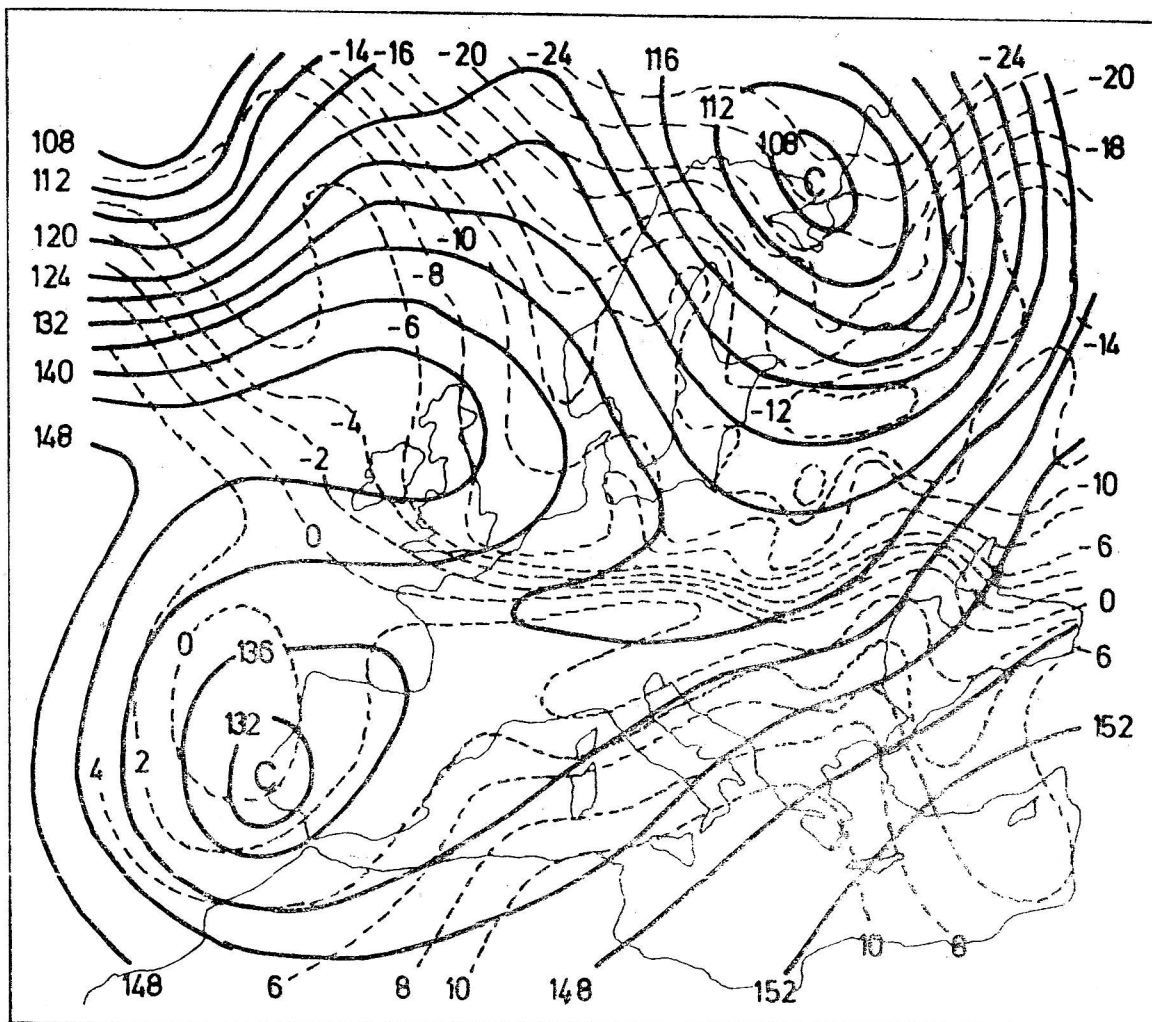
Od makrosistema posebno je istaknuta samo zona visokog tlaka iznad sjevernog dijela područja, kao dio zapadnoevropske anticiklone. Dolina što se pruža zonalnim smjerom iznad Bosne, Srbije i dalje na istok, kao i manji sustavi subsinoptičkih razmjera na Sredozemlju povezani su s oslabljenom frontalnom zonom iznad tog područja. Kao mezosistemi u našim krajevima uočavaju se i »mezociklona« u Bosni (u toploj zračnoj masi), uska zona vrlo velikih horizontalnih gradijenata tlaka u području Gorskog kotara prema sjevernom Jadranu.

Planinski sustav Dinarida, koji se pruža neposredno uz obalu, ima, prema Čadežu (1964), zastavni učinak na kretanje hladnog zraka, stvara »zone zastoja«, što se u uvjetima stabilne stratifikacije hladne zračne mase odražava i u raspodjeli tlaka zraka. Osim stvaranja zona velikih horizontalnih gradijenata tlaka (u promatranom slučaju je razlika u tlaku između Ogulina i Senja, na zračnoj udaljenosti od oko 42 km, bila 6,3 mbara), oblici i dimenzije modela u polju tlaka, kako to dokazuje i Radinović (1981), vjetovani su orografskim prilikama.

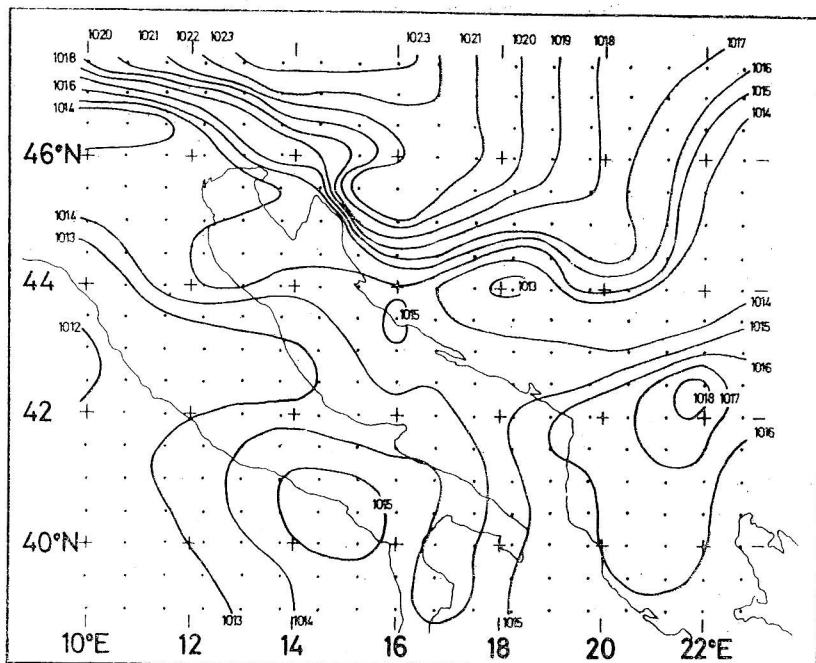
Valja uočiti da je spomenuta zona velikih horizontalnih gradijenata tlaka dio prostranije zone, čija je duljina makrorazmjera i pruža se od Alpa i preko naših krajeva dalje na istok, a nalazi se u području hladne fronte.

3.3. Provođenje objektivne analize metodom trokuta

S obzirom na to da je cilj bio provjera primjenljivosti objektivne analize metodom trokuta, analiza je provedena na širem području, i to na istom onom na kojem je izvršena i subjektivnim načinom.



Sl. 3.1.2. Karta AT 850 mbara, 12. 1. 1982, 00^h GMT
 Fig. 3.1.2. Map AT 850 mbara, 12. 1. 1982, 00^h GMT



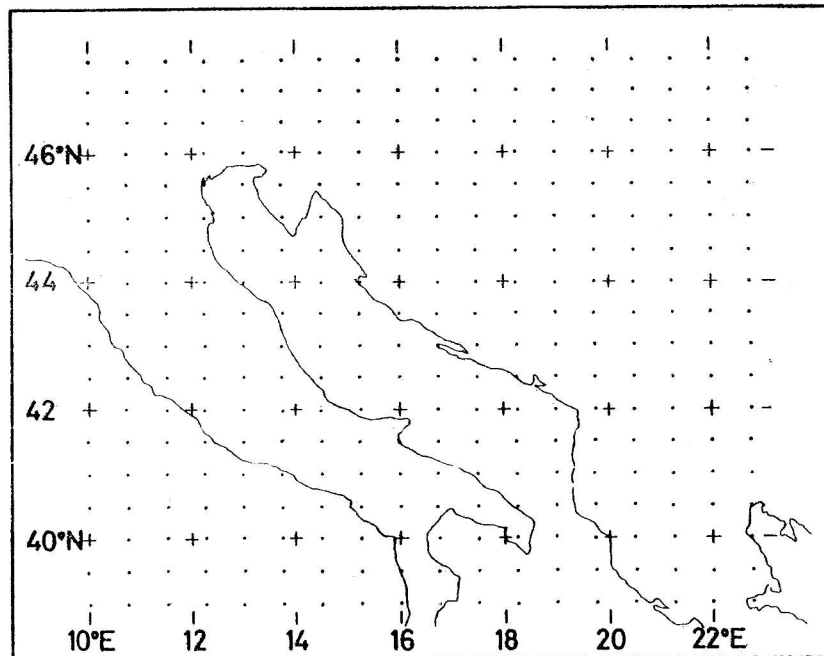
Sl. 3.2.1. Subjektivna analiza polja tlaka, 12. 1. 1982, 15^h GMT
 Fig. 3.2.1. Subjective analysis of pressure field, 12. 1. 1982, 15^h GMT

To je područje prikazano na sl. 3.3.1. i u zonalnom smjeru obuhvaća $12^{\circ}45'$ (od $10^{\circ}E$ do $22^{\circ}45'E$), a u meridionalnom $8^{\circ}30'$ (od $39^{\circ}N$ do $47^{\circ}30'N$). Na tom je području konstruirana i označena pravilna mreža točaka. Mreža je tako odabrana da prostorni korak u zonalnom smjeru iznosi $45'$, a u meridionalnom $30'$ i sadrži $18 \times 18 = 324$ točke.

Mreža je približno kvadratična. Na paraleli $45^{\circ}N$ međusobna udaljenost između točaka mreže iznosi $59,016$ km u zonalnom smjeru i $56,411$ km u meridionalnom, što otprilike odgovara prosječnoj gustoći mreže meteoroloških stanica (sinoptičkih) s podacima tlaka u sinoptičkim terminima.

ja stanica (5, 6, 7, 8) često je davalo zamjetno netočne vrijednosti tlaka. To se događalo u područjima s nedovoljnim brojem podataka o tlaku (rijetka mreža stanica ili izostanak SYNOP-izvještaja), ili ondje gdje je zbog nepovoljnog položaja točke mreže u odnosu na meteorološke stanice, uvjet trokuta bio zadovoljen tek s udaljenijim stanicama.

4) Da bi se dobile vrijednosti tlaka u točkama za koje se na opisani način nisu mogle izračunati, pristupilo se dodatnom, drugom koraku izračunavanja. Najprije se formirala nova datoteka ulaznih podataka, koja se sastojala od vrijednosti tlaka na



Sl. 3.3.1. Područje objektivne analize polja tlaka
Fig. 3.3.1. Area for pressure field objective analysis

Postupak za provođenje objektivne analize sa državao je nekoliko koraka.

1) Najprije je iz SYNOP izvještaja izvršeno učitavanje podataka (broj meteorološke stanice i vrijednost tlaka reduciranog na morski nivo). Da bi se odredile vrijednosti tlaka i u rubnim točkama, mreža stanica pokriva šire područje od onog koje je određeno za mrežu točaka.

2) Iz prethodno formirane matične datoteke svakoj su meteorološkoj stanici pridružene odgovarajuće geografske koordinate.

3) Napravljen je program sa zadatkom da se za svaku točku mreže najprije odrede četiri najbliže stanice u kojima je poznata vrijednost tlaka. Zatim se između njih traže tri koje zadovoljavaju uvjet da se točka mreže nalazi unutar trokuta što ga one čine. Ako se pronađe takva kombinacija od tri stanice, pristupa se izračunavanju tlaka u točki mreže. Zatim se prelazi na slijedeću točku mreže, i tako redom.

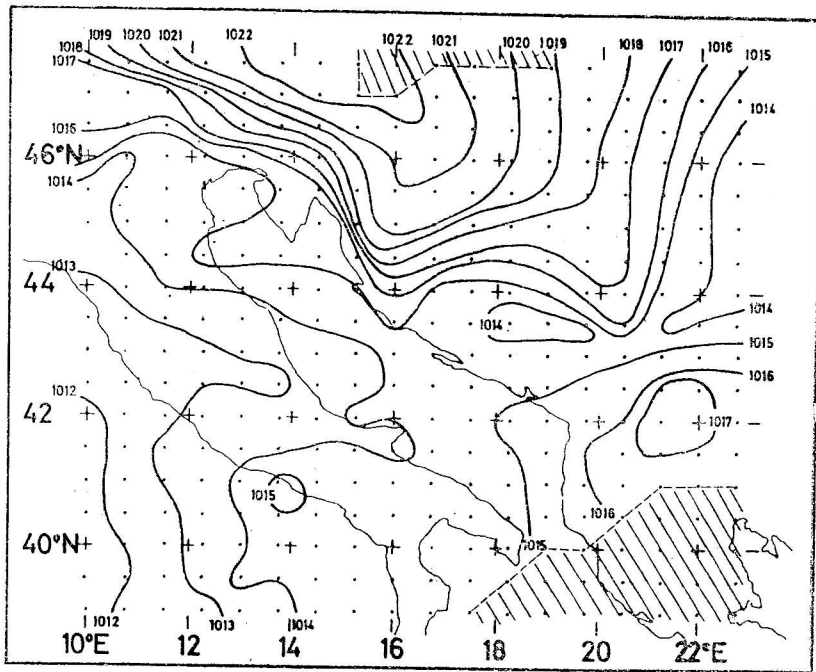
Pokušalo se raditi s manjim brojem stanica (3), ali se tada, u razmjerno mnogo točaka mreže tlak nije mogao izračunati. Uzimanje u obzir većeg bro-

stanicama i izračunatih u točkama mreže. S tim se povećanim brojem podataka ponavljao postupak opisan u prethodnom tekstu.

Postupak dodatnog izračunavanja može se ponoviti više puta. U promatranom slučaju provedena su četiri dodatna izračunavanja.

Valja naglasiti da je i nakon dodatnih izračunavanja bilo nekoliko točaka u kojima nisu dobivene vrijednosti tlaka, premda je mreža stanica (i podataka) bila razmjerno gusta. Događalo se to ondje gdje u četiri najbliže stanice bile s iste strane točke mreže, pa uvjet trokuta nije bio zadovoljen. U takvim je slučajevima provedeno još jedno dodatno («prošireno») izračunavanje u kojem su uzimani u obzir podaci šest najbližih stanica.

Polje tlaka dobiveno objektivnom analizom metodom trokuta prikazano je na sl. 3.3.2. Do njega se došlo nakon «primarnog» izračunavanja i četiri dodatna («sekundarna»), i jednog «proširenog».



Sl. 3.3.2. Objektivna analiza polja tlaka metodom trokuta, 12. 1. 1982. u 15^h GMT

Fig. 3.3.2. Pressure field objective analysis by the triangle method, 12. 1. 1982, 15^h GMT

Iscrtkana područja obuhvaćaju točke u kojima i nakon dodatnih izračunavanja vrijednost tlaka nije dobivena. Najveća je na jugoistočnom dijelu karte, što je posljedica nedostatka podataka nad Grčkom i Jonskim morem. Na sjevernom rubnom području, također zbog manjka podataka, vrijednost tlaka nije izračunata u nekoliko točaka.

3.4. Ocjena rezultata objektivne analize

Rezultati objektivne analize metodom trokuta ocjenjivani su prema subjektivnoj analizi, prikazanoj na sl. 3.2.1. Takav se način ocjenjivanja činio najpodesniji i koristili su ga, doduše u ocjeni rezultata objektivne analize makrosistema, brojni autori, među kojima Corby (1961) i Kruger (1969).

Usporedba polja tlaka na sl. 3.2.1. i 3.3.2. pokazuje da objektivna analiza sadržava sve makrosisteme i većinu mezosistema koji su prisutni u subjektivnoj analizi. Uočava se dobro izraženo područje velikih horizontalnih gradijenata tlaka što prati položaj hladne fronte u prizemlju, premda su ti gradijenti malo ublaženi u odnosu na subjektivnu analizu. Posebno se zamjećuje da je zona velikih gradijenata tlaka u Gorskom kotaru, prema sjevernom Jadranu zadržala sve bitne karakteristike (položaj, oblik i intenzitet). U objektivnoj se analizi ne uočavaju neki mali zatvoreni sustavi u polju tlaka, što je i razumljivo, jer su bili slabog intenziteta i identificirani su uglavnom na osnovi podataka pojedinačnih stanica.

Na sl. 3.4.1. prikazano je polje odstupanja tlaka u točkama mreže objektivne analize u odnosu na subjektivnu. Pozitivne vrijednosti znače da je objektivna analiza dala manje vrijednosti tlaka ne-

go subjektivna.

Uočava se da najveća odstupanja dobro prate položaj hladne fronte u prizemlju (sl. 3.1.3.), kao i zonu najvećih horizontalnih gradijenata tlaka (sl. 3.2.1.) i nalaze se u području Alpa i zonalno preko središnjeg dijela naše zemlje.

Kao elementi ocjene, korišteni su srednjak i standardna devijacija odstupanja objektivno od subjektivno dobivenih vrijednosti, odnosno razlika srednjaka polja tlaka dobivenih objektivnim i subjektivnim putem, a također su urađene i ocjene metodom bilinearne interpolacije, kako je to preporučila Lugina (1968).

U te je svrhe korišten koeficijent korelacije Ros u obliku

$$Ros = \frac{\overline{p_0 p_s} - \overline{p_0} \overline{p_s}}{\sigma_0 \sigma_s},$$

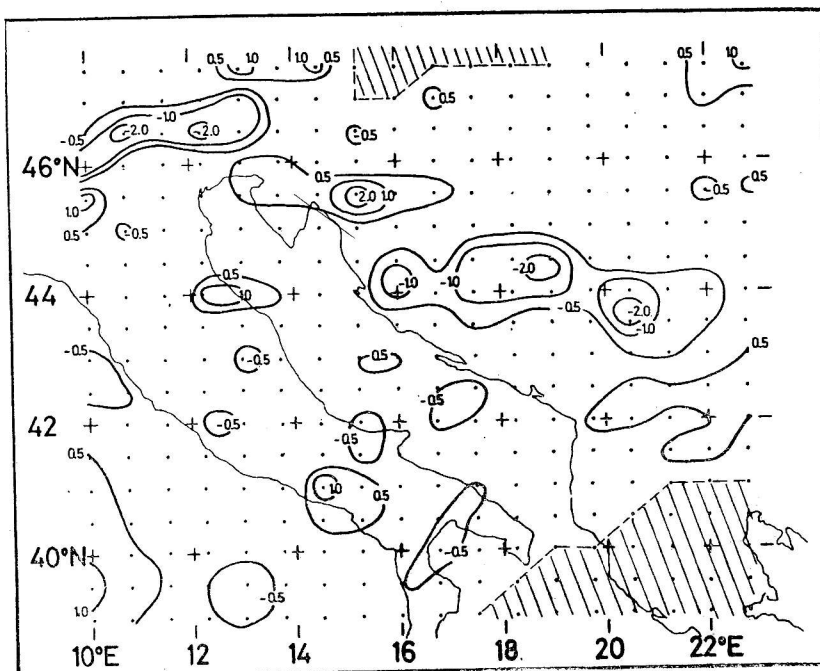
$$\sigma^2 = \overline{(p_0 - \overline{p_0})^2}, \quad \sigma_s^2 = \overline{(p_s - \overline{p_s})^2}$$

p_0 — vrijednost tlaka u točki mreže dobivena objektivnom analizom, p_s — vrijednost tlaka u točki mreže dobivena subjektivnom analizom (gornja crta označava osrednjavanje) kao i srednje kvadratno odstupanje S , koje je dato relacijom

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{0, S=1}^n (p_0 - p_s)^2}{n}},$$

gdje je n — broj točaka mreže.

Rezultati su prikazani u tablici 3.4.1. Uočava se razmjerno visok koeficijent korelacije i mala vrijednost srednjaka polja odstupanja objektivne od subjektivne analize. Već prvo dodatno izračunava-



Sl. 3.4.1. Razlike tlaka objektivne i subjektivne analize (ps—po)

Fig. 3.4.1. Pressure differences between objective and subjective analysis

	Primarno izračunavanje	Prvo dodatno izračun.	Drugo dodatno izračun.	Treće dodatno izračun.	Četvrto dodatno izračun	Prošireno izračunav.
Brojčak točaka mreže s izračunatim tlakom	154	234	263	271	272	280
Brojčak točaka mreže s neizračunatim tlakom	170	90	61	53	52	44
Standardna devijacija odstupanja (po—ps) mbari	0,65	0,63	0,61	0,61	0,61	0,61
Srednje kvadratno odstupanje (S) mbari	0,66	0,64	0,61	0,61	0,61	0,61
Koeficijent korelacije (Ros)	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Srednjak polja objektivne analize (po) mbari	1015,41	1015,37	1015,42	1015,44	1015,44	1015,46
Srednjak polja subjektivne analize (ps) mbari	1015,33	1015,34	1015,38	1015,40	1015,40	1015,42
Razlika srednjaka polja (po—ps) mbari	0,08	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
Srednjak polja subjektivne analize za cijelo područje (mbari)	1015,61	1015,61	1015,61	1015,61	1015,61	1015,61

Tab. 3.4.1. Elementi ocjene objektivne analize, 12. 1. 1982. u 15^h GMT

Fig. 3.4.1. Test of objective analysis validity, 12. 1. 1982. 15^h GMT

4. ZAKLJUČAK

nje donijelo je zamjetno poboljšanje svih elemenata ocjene, izuzev koeficijenta korelacije, koji je bio postojano velik. Nakon drugog dodatnog izračunavanja, kada je dobivena vrijednost tlaka za 81% svih točaka mreže, odnosno za 109 točaka više nego u primarnom izračunavanju, elementi koji su služili kao ocjena nisu se promijenili, što bi moglo opravdati prekid postupka daljnjih izračunavanja.

Valja naglasiti da je program objektivne analize primijenjen u poglavlju 3.3. fleksibilan s obzirom na izbor točaka mreže i horizontalno razlaganje, te se može lakó primijeniti u praktičnom radu.

U radu je prikazana metoda za mezoanalizu polja tlaka i navedeni su temeljni postupci koji ubrzavaju i objektiviziraju izradu mezokarata tlaka.

Definirana je metoda objektivne analize za istraživanje mezokarakteristika u polju tlaka. To je »metoda trokuta«, prema kojoj se tlak za svaku točku pravilne mreže određuje iz vrijednosti tlaka s one tri najbliže meteorološke stanice koje čine trokut unutar kojeg se nalazi dotična točka mreže. Određena je mreža točaka s prostornim koracima $\Delta\lambda = 0,3^\circ$ i $\Delta\varphi = 0,2^\circ$, što predstavlja približno kvadratičnu mrežu s prostornim korakom od oko 23 km, koja je podesna za istraživanje mezosistema u uvjetima mreže naših meteoroloških stanica.

Provedena je provjera metode objektivne analize u slučaju izraženog prodora hladnog zraka u naše krajeve 12. siječnja 1982. godine. Objektivna je analiza izvršena na većem području, koje obuhvaća našu zemlju i susjedne, s većim prostornim korakom.

Metoda je omogućila uočavanje svih prisutnih makrosistema i većine mezokarakteristika u raspodjeli polja tlaka (područja velikih horizontalnih gradijenata tlaka, zatvoreni sustavi tlaka subsinoptičkih razmjera). Rezultati ocjene metode objektivne analize u usporedbi sa subjektivnom su povoljni.

Pokazalo se, međutim, da je primijenjena metoda objektivne analize dosta osjetljiva na gustoću mreže meteoroloških stanica i da daje točnije rezultate u područjima gdje horizontalni gradijenti tlaka nisu veliki.

Istraživanje je pokazalo da je za dobivanje podataka tlaka u točkama mreže najpovoljnije raditi sa četiri najbliže stanice i da su dva dodatna izračunavanja, u kojima se uzimaju u obzir i pret hodno izračunati podaci u točkama mreže, dovoljna za dobivanje cjelovite i dovoljno točne slike polja tlaka objektivnom metodom. Uzimanje manjeg ili većeg broja najbližih stanica od navedenog povećavalo je broj potrebnih dodatnih izračunavanja i općenito davalo netočnije rezultate objektivne analize.

Definirana metoda objektivne analize primjenjiva je i za druge kontinuirane meteorološke veličine.

ZAHVALA

Ovo istraživanje je sufinancirala Republička zajednica za znanstveni rad SRH (SIZ III).

LITERATURA

- Corby, G.A., 1961: Some experiments in the objective analysis of contour charts. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 87, 34—42
- Čadež, M., 1964: Vreme u Jugoslaviji. PMF u Beogradu, Meteorološki zavod, Rasprave 4, 80
- Dellert, G., 1962: Data processing in numerical mesoanalysis. *Month. Weath. Rev.*, 90, 133—146
- Fujita, T., Newstein, H. and Tepper, M., 1956: Mesoanalysis — An Important Scale in the Analysis of Weather Data. U.S. Weather Bureau, Research Paper, 39, 83
- Kruger, H.B., 1969: General and special approaches to the problem of objective analysis of meteorological variables. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 95, 21—39
- Lugina, K.M., 1968: Sravnenie rezultatov objektivnogo analiza kart baričeskoj topografii polučenihi v operativnoj praktike raznih stran. *Tr GGO*, 228, 154—165
- Mesinger, F., Janjić, Z., 1973: Opis modela za ograničenu oblast sa primitivnim jednačinama na finoj mreži pogodnog za objektivnu prognozu veličina u prizemnom sloju. Eksperimentalna provera modela. Centar za atmosferske nauke pri Prirodno matematičkom fakultetu u Beogradu, 52
- Radinović, Đ., 1969: Analiza vremena. Univerzitet u Beogradu, 214—332
- Radinović, Đ., 1971: Numerički model za prognozu količine oborine. RHMZ SRH, Rasprave i prikazi br. 10 107
- Radinović, Đ., 1981: Vreme i klima Jugoslavije. IRO »Graddevinska knjiga«, Beograd

Sijerković, M., 1976: Istraživanje lokalnih vjetrova u Hrvatskoj metodom mezoanalize. Magistarski rad, Geofizički zavod PMF, Sveučilišta u Zagrebu, 93

Sijerković, M., 1981: Analiza mezosistema. Zbornik meteoroloških i hidroloških radova br. 7, Beograd, 15—24

SUMMARY

Objective Analysis of Pressure Mesosystems

Milan Sijerković and Borivoj Čapka
Hydrometeorological Institute, Zagreb, Yugoslavia

Some definite proceedings which speed up and objectify the making and analysis of pressure mesomaps have been defined in this paper. The method of objective analysis called the »triangle method« has been used (Fig. 2.3.2.). In accordance with it the gridpoint pressure value has been determined by means of pressure values at those three nearest stations which formed the triangle inside which the gridpoint lies. Spatial distances between gridpoints were $\Delta \lambda = 0.3^\circ$ and $\Delta \psi = 0.2^\circ$ (Fig. 2.3.1.). This presents approximately the quadratic network with a distance of 23 km between points, that is suitable for mesosystem research under the conditions of the Yugoslav station network.

This method has been tested in the case of expressive cold air penetration in to Yugoslavia on 12 January 1982 (Fig. 3.1.1. and 3.1.2.). Objective analysis has been applied over an area much broader than the region under consideration (Fig. 3.3.1) in order to obtain the boundary-line pressure values in smaller areas.

The method has made it possible to catch sight of all present macrosystems and the majority of pressure distribution mesocharacteristics such as the areas of great horizontal pressure gradients and the subsynoptic scale systems (Fig. 3.3.2.). The results of objective analysis method evaluation comparing with the subjective one (Tab. 3.4.1) are favourable. The applied method is sensitive to the meteorological station network density. It gives more exact results in the areas where horizontal pressure gradients are not great (Fig. 3.4.1).

The best results of grid-point pressure values were obtained if the »triangle condition« was only sought from the four nearest network stations. Two added calculations which have taken the precedingly calculated data at grid-points in account were enough for complete and sufficient accurate pressure field distribution. The greater or smaller number of nearest stations has increased the number of added calculations and generally it has given more inaccurate objective analysis results.

The defined method of objective analysis can be applied to the other continuous meteorological variables as well.