

**PERIODOGRAMSKA ANALIZA VIŠINE 500 mb POVRŠINE ZA POLETNA  
OBDOBJA 1954 in 1955.**

**A PERIODOGRAMATIC ANALYSIS OF THE ALTITUDE OF 500 mb LEVEL  
FOR SUMMER OF 1954 and 1955**

M. BORKO

551.547.3

Obsežni material nižinskih in višinskih kart se iz leta v leto nabira v arhivu sinoptične službe. Nujna naloga je ta material urediti v strokovnem smislu, t. j. uporabiti ga za določene študije. Poleg tega, da izbiramo iz arhiva določene primere, ki karakterizirajo kompleksno sinoptično situacijo, moremo arhiv obdelati tudi s pomočjo matematične analize, s tem da uvedemo v sinoptično statistiko uporabne zaključke višje matematike.

Sleherni meteorološki element kjerkoli predstavlja na časovnem diagramu določeno krivuljo. V večini primerov so to krivulje, ki so rezultat superpozicije različnih fizikalnih procesov in katerih statistična obdelava dopušča predvsem iskanje srednjih vrednosti za določena razdobja. Poznavanje srednjih vrednosti pa nam prav nič ne razjasni fizikalnih vzrokov in s tem tudi ne življenjskega poteka določenih meteoroloških podatkov. Vsiljuje se mnenje, da je stopnja križanja različnih vplivov pri nekaterih elementih različna. Če predpostavimo, da nastopa v splošni cirkulaciji atmosfere določena zakonitost, tedaj je nujno, da odkrijemo v sicer navidezno kaotičnem pojavljanju vremenskih dogajanj nekaj zakonitosti. To moremo doseči objektivno le s pomočjo matematične analize. S tem, ko na ta način obdelamo pojav, dobimo sliko njegovega povprečnega življenjskega toka, kar nam mnogo pripomore tudi pri fizikalnem tolmačenju.

V nadaljnjem je na kratko prikazano iskanje kratkoročnih ritmov v višini 500 mb ploskve. Če vzamemo določeni element in ga statistično obdelamo s primerno metodo, tedaj moremo dobiti ritme, ki kažejo na aktivnost določenega vzroka (n. pr. aktivnost polarne fronte, aktivnost zajezenih tropskih mas v anticiklonu) ali pa imamo opraviti s superponiranjem ritmov različnih vzrokov. Rezultat v tem zadnjem primeru ni zadovoljiv na kar moramo paziti že pri začetku dela. Za količino, ki naj karakterizira ritem vremenskih procesov, sem vzel višino 500 mb ploskve. Višina 500 mb ploskve sledi namreč v povprečju dobro temperaturnim spremembam, kar nam omogoča, da zasledimo do neke mere tudi periodiko prodorov hladnega zraka. Na drugi strani pa je nihanje višine 500 mb ploskve v splošnem izraz čistih sprememb v cirkulaciji, v glavnem v zvezi s pomikom in aktivnostjo polarne fronte. Ta ugotovitev obeta da bo dobljeni ritem vzročno več ali manj homogen. Nekateri avtorji navajajo ritme v gibanju zračnega pritiska pri tleh. Res je, da na eni

strani zajamemo v gibanju nižinskega pritiska bolj konkretne vremenske procese, vendar pa dobimo na drugi strani krivuljo, ki je pomešana z mnogimi nepravilnimi dogajanjem, povzročeni z različnimi nekonzervativnimi procesi, ki sliko stvarnih ritmov izmalicijo. Podatke višine 500 mb ploskve sem obdelal s pomočjo periodogramske analize. Naloga takega postopka so: dobiti moramo oscilacijsko krivuljo, katere maksimumi kažejo na realne ritme. Dalje moramo poiskati pojavljanje teh ritmov v odvisnosti od splošne situacije, t. j. zlasti od velikosti odklona 500 mb ploskve od povprečja določenega razdobja. Razumljivo je, da bodo n. pr. v področju stacionarnih baričnih dolin delovali drugi ritmi ali pa vsaj isti ritmi z različno frekvenco, kakor pa ob času, ko ima isto področje stacionarni anticiklon.

Iskanje ritmov v meteorološki statistiki se vrši po večini z grafično analizo krivulj. Tak način analize pa ima brez dvoma dva velika nedostatka. 1. Na končno oceno v ritmičnih motih majhna nihanja, ki nastopajo predvsem v območju ekstremnih vrednosti, 2. posamezne ekstremne vrednosti istega predznaka je težko opredeliti z ozirom na statistično težino. Zato je periodogramska analiza najbolj prikladna, zlasti pri iskanju ritmov pri precej nepravilnih krivuljah, kakršna je brezdvoma slika nihanja višine 500 mb ploskve.

Časovno ekvidistančno razporejene podatke višine 500 mb ploskve smatram za zaporedje:

$$\xi_0, \xi_1, \xi_2 \dots \dots \dots \xi_n \quad (1)$$

Temu zaporedju, želim določiti periodičnost. Vzemimo najbolj splošni primer, namreč da se kaže ta periodičnost prav tako v nekem zaporedju, ki ga zaznamujemo:

$$p_0, p_1, p_2 \dots \dots \dots p_n \quad (2)$$

Tega zaporedja seveda ne poznamo. Vprašamo se, ali obstoji korelacija med zaporedjem (1) in zaporedjem (2). Namesto koeficienta korelacije, kot je običajno, je bolje tu uvesti korelacijski koeficient.

Iz teorije korelacijskega računa izhaja, da je korelacijski kvocient določen z integralom

$$\eta^2 = \frac{1}{\sigma_x^2} \int_{-\infty}^{\infty} n_x (y_M - b)^2 dx$$

kjer je  $y_M$  srednja vrednost količine  $y$  za vzeti interval,  $n_x$  število podatkov količine  $X$  v intervalu  $X$  in  $X + dX$ . Visoka korelacija bo obstojala, če so vsi  $y$ -ni vedno čim tesneje grupirani okoli vrednosti  $y_M$ , ker bo tedaj standardna deviacija za vse  $y$ -ne vedno majhna. Če uvedemo v integral povprečno vrednost standardne deviacije za  $X$ , t. j. zaznamujemo  $\sigma_x$ ,  $z_{\sigma_x}$ , tedaj lahko korelacijski kvocient prikažemo z izrazom

$$\eta^2 = 1 - \frac{\Theta^2}{\sigma^2}$$

Važno je pripomniti, da je le v primeru normalne razporeditve korelacijski kvocient številčno identičen s korelacijsko količino. Iz zakonitosti tega razmerja izhaja, da moramo urediti zaporedje geopotenciala (vrsta št. 1 tako, da bodo vse vrednosti  $g$ , ki odgovarjajo isti vrednosti nekega določenega člena

zaporedja št. 2 v istem stolpcu. Posamezni členi zaporedja 2 pa predstavljajo predpostavljen ritem. Zaporedje geopotenciala moramo tedaj urediti tako:

$$\begin{array}{cccccccc} g_0, & g_1, & g_2 & \dots & \dots & \dots & \dots & g_{r-1} \\ g_r, & g_{r+1}, & g_{r+2} & \dots & \dots & \dots & \dots & g_{2r-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ g_{(m-1)r}, & g_{(m-1)r+1}, & \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots & g_{mr-1} \end{array} \quad (3)$$

Pripomniti moramo, da je  $r$  določeni člen periodičnega zaporedja (2). Kot vidimo je pogoj ta, da moramo vzeti zadosti opazovalnega materiala, da izpolnimo  $m$  horizontalnih vrst, če je  $m$  aritmetična sredina uporabljenih podatkov zaporedja [1].

Če seštejemo vertikalne vrste dobimo neko zaporedje  $G_0, G_1, G_2 \dots \dots \dots$  do  $G_{r-1}$ . Če to zaporedje sedaj delimo z aritmetično sredino dobimo zaporedje srednjih vrednosti:  $M_0, M_1, M_2 \dots \dots \dots M_{r-1}$ . Tedaj pa je iskano korelacijsko razmerje  $\eta$  ravno standardna deviacija zaporedja srednjih vrednosti deljena s standardno deviacijo prvotnega zaporedja višine geopotenciala (št. 1). Dobljeni rezultat pa je že zadostni indikator periodičnosti. Razmerje standardne deviacije srednjih vrednosti  $M$  nasproti standardni deviaciji prvotnega zaporedja višine 500 mb ploskve je indikator periodičnosti iz sledečega vzroka: V enem grupiranju podatkov v horizontalno vrsto bo del pojavov, ki ima na primer periodo  $r$  prešel skozi vse faze določene popolne periode, tako da je ta periodični del  $r$  v isti fazi pri vseh členih, ki so ali nad ali pod v isti vertikalni vrsti. Zato se nam oni pojav, ki daje periodo  $r$  kaže v  $m$  kratni amplitudi v zaporedju,  $G_0, G_1, \dots, G_{r-1}$ , odnosno se pojavi z lastno karakteristično amplitudo v zaporedju srednjih vrednosti  $M_0, M_1, \dots, M_{r-1}$ . Ko smo na ta način uredili podatke višine 500 mb ploskve bo katerikoli motnja, pa čeprav periodična motnja s periodo različno od  $r$ , oslabiljena ravno pri tem, ko smo tvorili zaporedje srednjih vrednosti; pozitivni in negativni odkloni težijo namreč k temu, da se medsebojno uničijo, seveda v primeru če res obstoji predpostavljena perioda  $r$ . V tem primeru bo imela torej standardna deviacija srednjih vrednosti  $M$  mnogo večjo vrednost, kakor v primeru, če ne bi obstojal nek pojav, ki daje periodo  $r$ .

Naveden postopek je zanesljiv, vendar zelo dolg ker zahteva ogromno mehničnega računanja. Za vsak člen zaporedja št. 2 moramo namreč posebej sestaviti prikazano matrico št. 3, ter ponovno iskati vsote, standardne deviacije itd. Pri iskanju kratkoročnih ritmov vzamemo v sinoptični statistiki nad 10 členov, torej moramo sestaviti 10 takih matric. Če hočemo posamični ritem bolj podrobno raziskati, moramo tvoriti matrice še za posamezne decimalke členov zaporedja št. 2. Kot rezultat postopka dobimo končno diagram, v katerem je abscisa predpostavljeno zaporedje št. 2, ordinata pa korelacijski kvocient, krivulja pa predstavlja oscilacijsko funkcijo. V našem primeru so seveda členi zaporedja št. 2, dnevi.

Ostal je še problem določitve zaporedja št. 2, t. j. postaviti, da je perioda blizu vrednosti  $A : B$ , kjer je

$A$  = število maksimov krivulje višine 500 mb ploskve,

$B$  = število ekvidistančnih vrednosti.

Enota intervala pri našem računanju je 12 ur, ker sem vzel višino geopotenciala iz višinskih kart ob 4<sup>h</sup> zjutraj in ob 4<sup>h</sup> popoldne. Vrednosti raziščemo tako, da iščemo korelacijsko razmerje malo na desno in malo na levo. Pri nepravilnih nihanjih moramo vzeti daljše zaporedje dni, t. j. večjo vrsto členov periodičnega zaporedja in iskati za vsako polovico dneva posebej korelacijsko razmerje. Tako nepravilno nihanje je tudi obravnavano nihanje višine 500 mb ploskve.

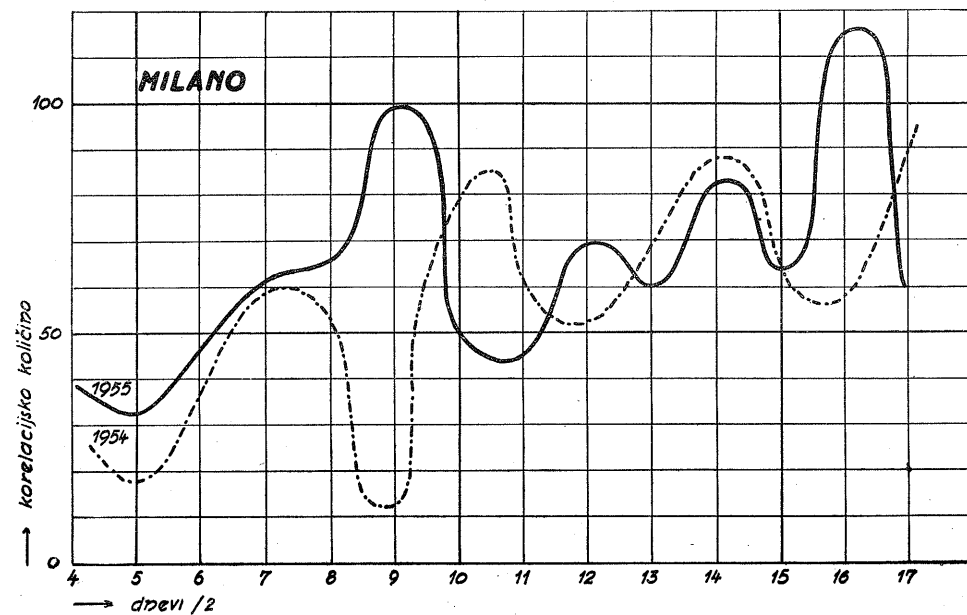
Pri praktični periodogramski analizi se v precejšnjih primerih lahko omejimo na tale postopek: v zaporedju  $G_0, G_1, \dots, G_{r-1}$  poiščemo razliko med najmanjšim in največjim členom zaporedja. Ta razlika je sorazmerna donosu na »r« urejeni člen matrice k oscilaciji. Sedaj rišemo diagram, ki ima za absciso člene poiskusne periode, v našem primeru polovice dneva, za ordinato pa omenjene razlike v zaporedju vrst. Dokazati se da, da je taka krivulja le malenkostno različna od krivulje, ki smo jo dobili s prejšnjim, daljšim postopkom.

Ritme, ki jih na ta način dobimo, lahko smatramo še fizikalno nehomogene. Zato sem se odločil, da raziščem ritme za razdobje, ki ima neko skupno sinoptično značilnost in sicer sem vzel razdobje od aprila do septembra, torej 6 mesecev. V tem razdobju lahko namreč zanemarimo vpliv ohlajevanja kontinentov, ter nam tako ostaneta v glavnem dva osnovna procesa: 1. dinamika polarne fronte, 2. aktivnost subtropskih anticiklonov. Z namenom, da bolje zajamem omenjene procese sem izbral tudi postaje, ki so razporejene na vzhodnem atlantiku, jugozahodno Evropo, Alpah, in Sredozemlju. Postopek sem delal za 2 zaporedni leti in sicer leta 1954 in 1955. V toku dela, ko sem že videl prve rezultate, sem se raje podrobno posvetil področju, ki je zajeto z 8 postajami in sicer: Island, vzhodna Britanija (Garleston) Azori, Šipsa K in J, Lisboa, Milano in Malta. To področje v tem letnem razdobju vpliva v smislu kratkoročnih ritmov na dogajanje v naših krajih. Rezultati obdelave po posameznih postajah so na kratko povedani sledeči:

**Postaja Milano:** Periodogramska analiza je bila izdelana za razdobje 3—17 intervalov poizkusne periode. Postaja kaže v letu 1954 štiri izrazite ritme in sicer: ritem  $3\frac{3}{4}$  dneva; ta ritem je najbolj frekventen, ni pa povsem čist, ker njegova vrednost niha. Dalje je opaziti čist ritem z vrednostjo  $5\frac{1}{2}$  dneva, ta ritem je tudi sorazmerno pogost. Končno imamo še ritma  $6\frac{3}{4}$  dneva in  $8\frac{1}{4}$  dneva; oba ritma sta na oscilacijski krivulji sorazmerno ostra, vendar pa nista pogosta, zlasti zadnji ritem ne. Analiza za leto 1955 je bila izdelana za isto poizkusno periodo. Sličnost oscilacijskih krivulj obeh let je precejšnja, le da imajo ritmi v letu 1955 manjše fazne premike. Tako ima prvi ritem sedaj vrednost  $3\frac{1}{2}$  dneva, ter je v primeru z letom 1954 oslabiljen. Slabo pa je izražen tretji ritem, ki pa je ohranil prvotno vrednost. Najbolj je izražen ritem  $8\frac{1}{4}$  dneva; ta ritem je čist, kakor v letu 1954, vendar je bolj pogost. Če pogledamo uveljavljanje posameznih ritmov, dobimo sledečo sliko:

1. Pri višini 500 mb ploskve blizu normale ali malo nad njo prevladuje absolutno prvi ritem. Po 3 in 4 kratnem uveljavljanju tega ritma sledi daljši ritem in sicer  $5\frac{1}{2}$ -dnevni in 7-dnevni ritem.

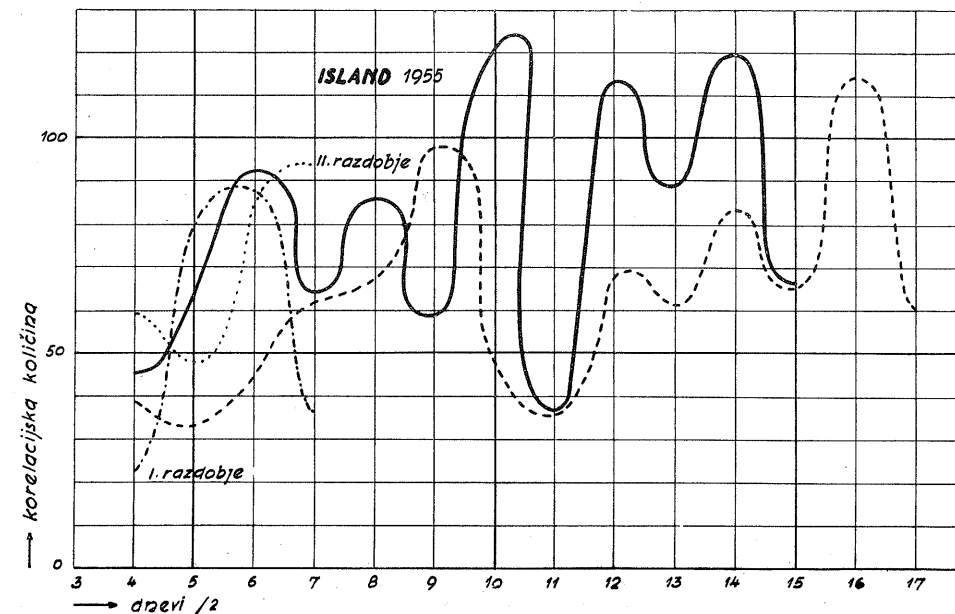
2. Pri višini geopotenciala, ki je precej nad normalo celotnega razdobja, prvi ritem močno oslabi, pojavita pa se predvsem drugi in tretji ritem. Prvi



Sl. 1. — Oscilacijski krivulji za postajo Milano

ritem se pojavi v tem razdobju le redko in še to večinoma zapozneno, t. j. z vrednostjo okoli 4 dni. Če primerjamo periodogramsko analizo z grafično, opazimo še sledeče: dva daljša ritma (nad  $5\frac{1}{2}$  dneva se pojavita v času nadnormalne vrednosti višine 500 mb ploskve zaporedoma samo dvakrat. Prav tako je tu opaziti, da si veliki padci višine geopotenciala sledijo v 9, 11, 14 in 19 dnevem razdobju. Opaziti je, da so ti ritmi celi mnogokratniki kratkoročnih ritmov.

**Postaja »K« Šips:** Postaja leži na področju močnega križanja vplivov polarne fronte in azorskega anticiklona: zaključki periodogramske analize obetajo zato vpogled v področje, ki mora biti, kar se tiče ritmov, precej značilno. Med vsemi ritmi je najpravilnejši  $7\frac{1}{4}$ -dnevni ritem. Poleg tega se uveljavlja še več ritmov, med katerimi je omeniti pred vsem 4-dnevni in sorazmerno pogost 2-dnevni ritem. Primerjava obeh let kaže, da se pojavlja 4-dnevni ritem kot zelo pogosto nihanje intervala  $3\frac{1}{2}$  do  $4\frac{1}{2}$  dni. Močna zakasnitev tega ritma pomeni v naslednjih dneh močan padec višine geopotenciala, ter začenja tedaj delovati  $7\frac{1}{4}$ -dnevni ritem. Močan vzpon, ki ga napravi ta ritem na oscilacijski krivulji, ni posledica njegove pogostnosti, temveč tega, da sledijo močni padci pritiska prav v tem ritmu, kar mu seveda da večjo statistično težino. Dalje je še opaziti, da sledita dva večja ritma zaporedoma največ dvakrat. V času, ko je bila postaja pod izrazitimi vplivom azorskega anticiklona, smo imeli 2, 5, 7 in 16-dnevno nihanje, pri čemer pa je  $2\frac{1}{2}$ -dnevni ritem pomenil le majhne padce višine 500 mb ploskve.

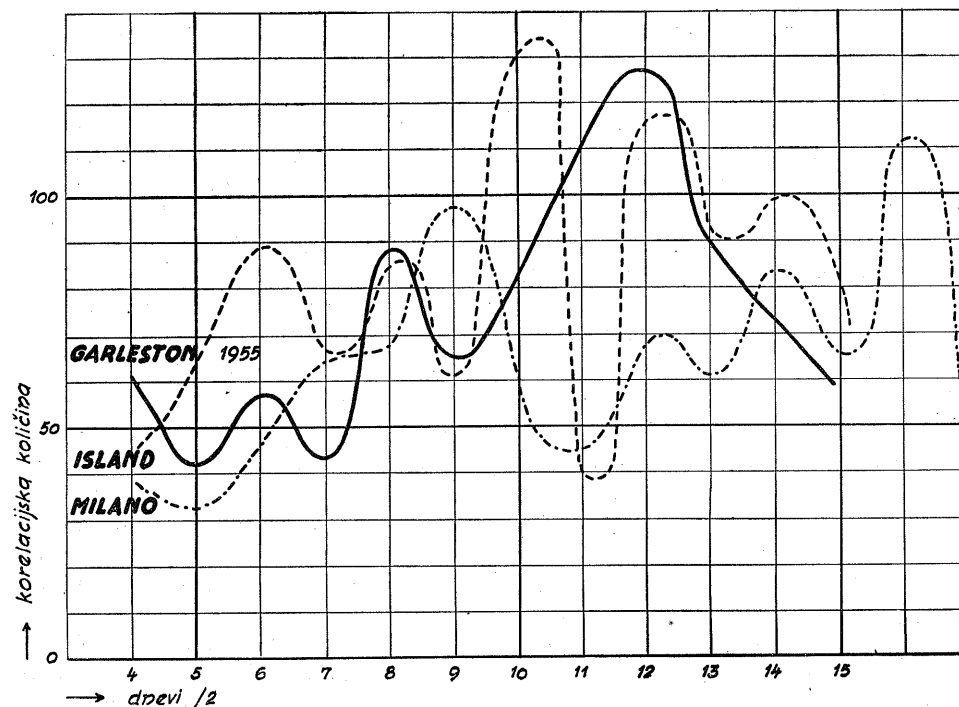
Sl. 2 — Oscilacijski krivulji za postajo Island  
(izolečena krivulja pomeni l. 1955, črtkasta pa l. 1954)

**Postaja Island:** Vse ritme, ki smo jih zasledili pri prejšnji postaji, ima tudi Island, vendar brez faznega pomika. Najizrazitejše je  $5\frac{1}{4}$ -dnevni ritem, ki se uveljavlja v primerjavi obeh let kot 5 do 6-dnevno nihanje 500 mb ploskve. Sorazmerno pogost pa je dalje tudi 3-dnevni ritem. Primerjava med oscilacijskima krivuljama obeh postaj nam kaže, da so ritmi na Islandu precej ojačeni, kar si lahko razložimo z njihovim izvorom t. j. s polarno fronto. Razporeditev ritmov z ozirom na srednjo vrednost pritiska je v splošnem enakomerna. Menjavanje posameznih ritmov je na tej postaji najpravilnejše ter je tako dobro opazen zlasti enakomeren prehod od nižjih k višjim ritmom in nato zopet enakomerno k nižjim. Zanimivo je, da je razdalja med glavnimi vrhovi krivulje skoro konstantna in sicer znaša 7 do 8-kratno uveljavljanje nižjih ritmov.

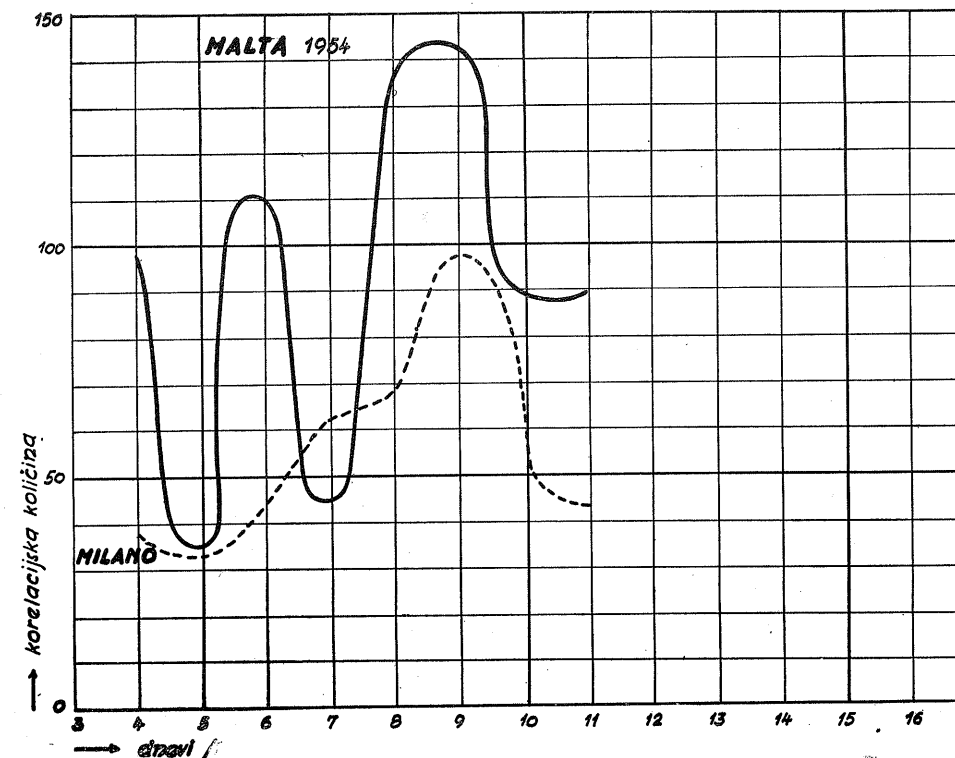
**Postaja Lisboa:** Oscilacijska krivulja je precej vzporedna oni na Islandu, le da sta slabša sekundarna ritma izginila, med tem ko so glavni vrhovi še ohranjeni. Glavni ritem je zopet  $7\frac{1}{4}$ -dnevni, ki pa tu ni čist (maksimum na oscilacijski krivulji je v smeri abcise precej razvlečen). Pojavil pa se je nov, in sicer dvodnevni ritem, ki je sorazmerno močan. Obdelava tega ritma v funkciji srednjih odklonov višine 500 mb ploskve kaže, da se pojavlja ta ritem sorazmerno v ozkem intervalu odklona, in sicer ima maksimum uveljavljanja blizu srednjega odklona — 2 dekametra. Vobče kaže ta postaja pogosto uveljavljanja kratkih ritmov, t. j. onih pod 5 dni. Tudi na tej postaji velja 7-dnevni ritem predvsem za močnejše pade višine 500 mb ploskve.

**Postaja »Šips-J«:** Postaja leži približno na sredini med Islandom in Azori, tedaj na področju, ki je pod stalnim vplivom dogodkov na polarni fronti. Oscilacijska krivulja kaže maksimalno nihanje izmed vseh obdelanih postaj. V primerjavi s krivuljo Islanda ugotovimo v splošnih potezah podobno, le da so nižje oscilacije močnejše, višje pa slabše izražene. Zanimivo je, da so vse oscilacije te postaje za pol dneva večje kakor na Islandu. Sprva sem mislil, da je to posledica neke sistematične napake v računanju, vendar se je izkazalo, da so računi pravilni. Precejšnje razlike kaže postaja pri uveljavljanju ritmov glede na srednjo vrednost višine 500 mb ploskve. Pri nizki povprečni vrednosti višine 500 mb ploskve razdobja se uveljavlja poleg omenjenih še  $8\frac{1}{2}$ -dnevno nihanje. Pri visokem pritisku nižji ritmi praktično odpadejo, prične pa delovati 11 do 12-dnevno nihanje in 20 do 22-dnevno nihanje. Tedaj je postaja običajno pod vplivom proti severu razraščene grebena azorskega anticiklona.

**Postaja Garleston:** Oscilacijska krivulja kaže v primerjavi z Islandom pri nižjih ritmih sličnost, le da so ritmi manj izraziti. Prav tako se pojavi le slabotno dvodnevno nihanje. Nihanje v intervalu med 5 in  $6\frac{1}{2}$  dni pa je na tej postaji tako močno, da izstopa kot izrazit širok maksimum, ki združuje oba istoležna maksima na krivulji za Island. Zato je 7-dnevni ritem na tej postaji oslavljen, ter se uveljavlja s faznim pomikom na  $7\frac{1}{2}$  dni. Pripomnil bi, da omenjena združitev dveh ritmov na tej postaji ni navidezna, t. j. kot posledica preširokih ekvidistančnih intervalov v zaporedju poiskusne periode, ker sem



Sl. 3 — Oscilacijske krivulje za postaje Milano, Island in Garleston



Sl. 4 — Oscilacijska krivulja postaje Malta

računal matrice tudi za posamezne decimalne intervale. Na postaji se utegne grafično zaslediti 10-dnevni ritem, ki ga pa matematična analiza ne daje. Verjetno je vzrok v tem, da se pojavi ritem le pri velikih nihanjih geopotenciala, vendar predstavlja enkrat razmah med dvema minimuma, drugič pa med minimum in izrazitim maksimum.

**Postaja Azori:** Končno potrditev tega, da pripadajo do sedaj obravnavani ritmi vsaj po veliki večini aktivnosti polarne fronte, nam da obdelava postaje, na katero ima valovanje polarne fronte v obravnavanem razdobju majhen vpliv. Tako smo n. pr. imeli v letu 1954 le 3 izrazite prodore hladnega zraka, v letu 1955 pa samo 2. Oscilacijska krivulja se v primerjavi z ostalimi postajami zelo razlikuje, ter kaže majhna nihanja. Tako imamo slaboten  $2\frac{1}{2}$ -dnevni ritem in nekoliko močnejše  $4\frac{1}{2}$  in  $5\frac{1}{2}$ -dnevno nihanje. Nato se pojavi še slaboten 8-dnevni ritem pri visokem pritisku pa še 12-dnevni. Zanimivo je, da daje primerjava med obema letoma manj sličnosti kot pa primerjava pri ostalih postajah. Tako kaže leto 1955 manjša nihanja kakor leto 1954. Glavni ritem je bil leta 1954 4-dnevni, leta 1955 pa  $3\frac{1}{2}$ -dnevni, vendar manj izrazit. Tudi 8-dnevni ritem se je pojavil v letu 1955 kot 9-dnevni, medtem ko je 12-dnevni ritem ohranjen. Kratkoročni ritmi so na tej postaji torej nezanesljivi.

**Postaja »Malta«:** Postaja je približno v istem širinskem pasu kot Azori, vendar je njena oscilacijska krivulja povsem drugačna. Postaja nam daje močna nihanja, ki so pod vplivom polarne fronte. Dobro je opazen močan 2-dnevni ritem, ki nastopa na meji polarne fronte in ki ga s približno isto frekvenco daje tudi postaja Lisbona. Najmočnejši ritem je  $4\frac{1}{4}$ -dnevni, nekoliko slabši pa je senkundarni 3-dnevni ritem. Sorazmerno pogost je dalje 6-dnevni ritem. V času nižjega pritiska pa se uveljavlja med močnejšimi padi višine 500 mb ploskve 15 do 16-dnevni ritem. Dalje je opozoriti, da se v aprilu in maju redno uveljavlja 3-dnevno nihanje, ki ga sicer oscilacijska krivulja ne daje preveč izrazito in to zato, ker v poznejšem času ta ritem usahne.

Splošni zaključki periodogramske analize omenjenega razdobja so:

1. Atlantski vremenski režim (aktivnost polarne fronte) se uveljavlja s tremi izrazitimi kratkoročnimi ritmi in sicer najizrazitejšim 7-dnevnim, nato 3 do 4-dnevnim ritmom in enotnim  $5\frac{1}{2}$ -dnevnim ritmom. Oscilacijske krivulje kažejo za ta vremenski režim posebno značilni potek.

2. V mesecu juniju, juliju in avgustu se ob stabilizaciji visokega zračnega pritiska pojavlja precej pogosto 11-dnevni ritem.

3. Žarišče 7-dnevnega ritma je za obdelano področje blizu Biskajskega zaliva. Izolinije iste intenzitete tega ritma predstavljajo zaključeno polje nad vzhodnim Atlantikom.

4. V območju višjega pritiska se poveča vrednost ritmov za eno polovico do 1 dan, in to predvsem pri nižjih ritmih.

5. Na meji aktivnosti polarne fronte se pričinja močno uveljavljati dvodnevni ritem. Izolinije tega ritma kažejo na žarišče v Sredozemlju. Isti ritem se pri visoki vrednosti višine 500 mb ploskve pojavi tudi na severnejših postajah, razen na Islandu. Zanimivo je, da tega ritma ne kažejo Azori ter ga zato ni mogoče pripisati aktivnosti subtropskih anticiklonov.

6. Izrazito področje subtropskih anticiklonov nima čistih kratkoročnih ritmov. Nekoliko izstopa 5-dnevno nihanje. Izmed daljših ritmov se pojavlja 12-dnevni. Ritmi polarne fronte tu ne delujejo.

7. Območje ritmov polarne fronte zajema tudi Sredozemlje in Pirenejski polotok, vendar so tu krajši ritmi okrepljeni.

8. Med letom 1954 in 1955 ni v pojavljanju ritmov večjih razlik. Pojavijo se samo udušitve slabih ritmov, med tem ko ostanejo osnovni ritmi z manjšo fazno razliko (običajno do  $\frac{1}{2}$  dneva).

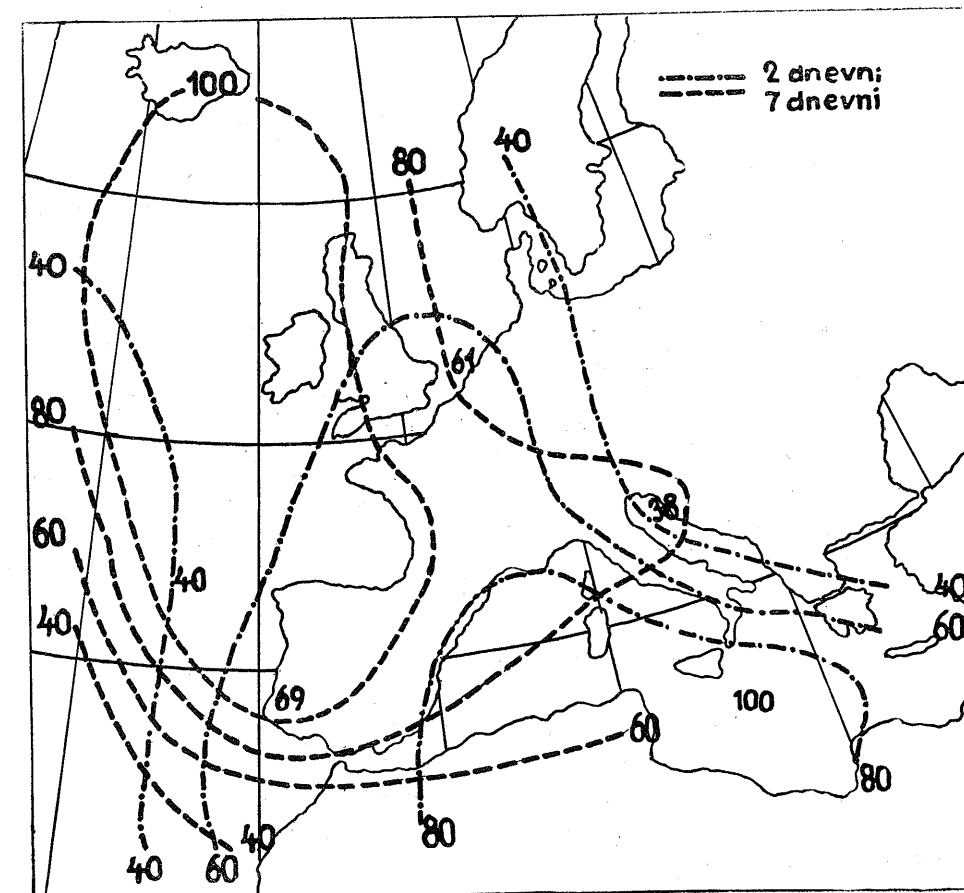
9. »Šips-J« daje za vse ritme fazni plus  $\frac{1}{2}$  dneva.

10. Nad Britanijo in severovzhodnim Atlantikom ter zahodno Evropo se ispremeni prvotni 7-dnevni ritem v 6-dnevni.

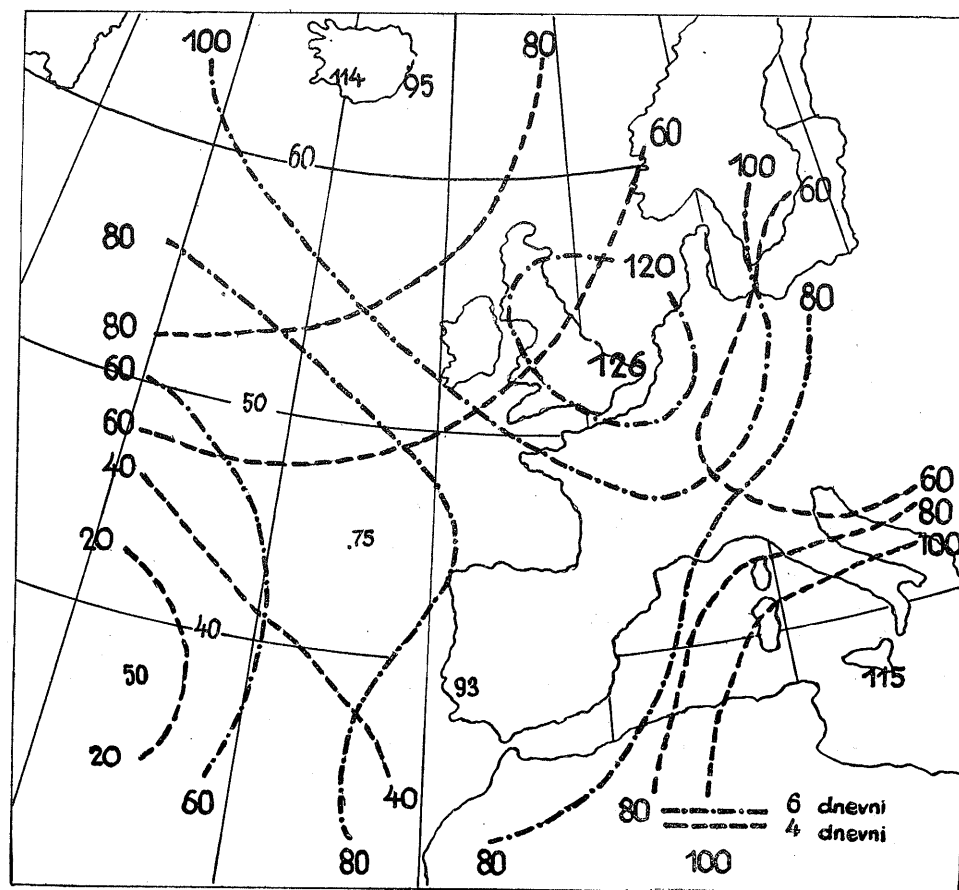
11. V pojavljanju posameznih ritmov nad določeno postajo je nekaj zakonitosti, ki so opisane pri obdelavi za posamezne postaje. Zlasti je opozoriti na odvisnost posameznih ritmov od srednjega pritiska. Nižji ritmi pri višjem srednjem pritisku pojenjajo ter dobijo v področju za  $\frac{1}{2}$  dneva večjo vrednost. Pojenjanje pa ni linearno, temveč obstoji neki optimalni odklon od srednjega pritiska: pri tem odklonu se ritem najmanj uveljavlja. Pri še večjem odklonu, se ritem ponovno pojača. Dalje, ritme nad 6 dni v splošnem ni bilo mogoče na ta način prikazati, ker bi morali vzeti večje število podatkov, to pa bi bilo v nasprotju s predpostavko, ki smo jo omenili v uvodu.

12. Oscilacijske krivulje kažejo sorazmerno ostre konice, v nekaterih primerih dobimo širši pas vzpona, kar kaže da ritem ni stalen, t. j. da niha; odkloni niso večji od enega dne. V primerjavi z oscilacijskimi krivuljami nekaterih ne meteoroloških obdelav (geomagnetizem, svetilnost zvezd spremenljivk) opažamo, da je plato naših oscilacijskih krivulj sorazmerno dvignjen, kar kaže na določene nepravilne menjave, ki razumljivo motijo izstopanje ritmov.

Če povežemo kraje z enako korelacijsko količino določenega člena periodičnega zaporedja, tedaj dobimo krivulje, ki nam kažejo na mesta, kjer je določeni ritem najbolj pogost. Te krivulje bi morda imenovali izakorelate, čeprav tega izraza v literaturi nisem zasledil. Ritmi do vključno 4 dni imajo svoj maksimum v južni Evropi in zlasti v Sredozemlju. Pogost dvodnevni ritem je močan v Sredozemlju in deloma tudi nad zahodno Evropo. Višji ritmi imajo svoj maksimum predvsem v Islandskem rajonu in nad Britanijo.



Stiki 5 in 6 prikazujeta potek krivulj, na katerih se posamezni ritmi uveljavljajo približno z isto frekvenco



Glej sliko 6!

Glavno 7-dnevno nihanje ima široko maksimalno področje in sicer nad vzhodnim Atlantikom in jugozahodnim delom kontinenta.

13. Obdelava je pokazala, da med obdelanima razdobjima dveh let ni opaziti večjih razlik oscilacijskih krivulj. Iz tega lahko vsaj do neke mere sklepamo, da so kratkoročni ritmi v povprečju funkcija geografske lege postaje ali točneje povedano, da zavisijo od povprečne lege polarne fronte. Tako kažeta na primer postaji Azori in Malta na istem širinskem intervalu močno različni oscilacijski krivulji. Verjetno je to posledica povprečne lege polarne fronte v toplem obdobju leta.

Karte za višje člene periodičnega zaporedja ni mogoče naznačiti. Na nekaterih postajah ni bilo namreč mogoče s periodogramsko analizo iti dalje od 14 členov. Vzrok je v previsoki srednji vrednosti višine 500 mb ploskve. V tem primeru moramo namreč nastaviti matrico, ki prehitro izčrpa vse člene zaporedja višine 500 mb ploskve. Morali bi vzeti še podatke za nadaljnje mesece (oktober in november).

## Literatura:

1. Whittaker — Robinson; The calculus of observations, 1948.
2. Hewson: Meteorology.

## SUMMARY

In the discussion the oscillation of the altitude of 500 mb level of the two successive warm halves of the year (from 1<sup>st</sup> April till 30<sup>th</sup> September of the year 1954 and 1955) is treated as an example of the use of the statistic mathematics when dealing with synoptic material. The author dealt with the particulars about the altitude of 500 mb level by means of periodogrammatic analysis. The object of this method is to get the oscillatory curve whose maximums indicate the rhythm of oscillation. Further the author wanted to find out these rhythms' appearances in dependence on how great the deviation of the altitude of 500 mb level of the average of a given period is.

Mathematically explained the method is, to be short, as follows: temporally equidistantly ordered particulars of the altitude of 500 mb level I consider a succession (1). We want to define the periodicity of this succession. Let us consider the most general case, namely, that this periodicity is evident also in a succession marked by (2) — experimental period. We must find out whether there is a correlation between the succession (1) and the succession (2). In this case the correlation — as we have nothing to do with the normal order of particulars — is best defined by relative quotient given by the integral. The further procedure is clear: for every part of the experimental period a matrix must be made (3), of course, we must take enough observational material to fill the matrix. At the final procedure we are looking for the standard deviation of the succession of mean values (which we got by summing up the vertical lines of the matrix and then by dividing the sums by arithmetical mean) divided by the standard deviation of the succession of the altitude of 500 mb level. Now we inscribe in the diagram the parts of experimental period (2) on the abscissa and the corresponding relative quotients on the ordinate. The tops of this oscillatory curve indicate the rhythms. With regard to available particulars of the altitude of 500 mb level, strictly speaking, with regard to purposely chosen period of the warm halves of the year it was possible to obtain in this way only short-lasting rhythms viz. the average ones from 2—10 days, in some cases also some more. Because of the control also a graphic analysis of the curve of the altitude of 500 mb level was made; this one permitted a less precise insight into a little longer rhythms, yet not longer than 20 days approximately.

The particulars of the altitude of 500 mb level were taken for the period of time from 4 a. m. to 4 p. m. from the charts of 500 mb topography. The common characteristic of the examined period is that we can neglect the influence of the continents cooling and in this way two basic reasons for significant oscillations of the altitude of 500 mb level are left: 1. dynamics of the polar front, 2. activity of the subtropical anticyclons. In this way the region which is of influence on the occurrences in our country, in the sense of short-lasting rhythms, was dealt with. The following stations were taken into examination: Island, Garleston, Azores, Ships »J« and »K«, Lisbon, Milan and Malta.

The general conclusions got by the periodogrammatic analysis of the above mentioned period are given in stations. The rhythms as regards the time value and the estimation of their frequency are given there. But in the following heading only the general conclusions of the treatment are given:

(1) The Atlantic weather regime asserts itself with 3 typically short-lasting rhythms, the most typical being the one of 7 days, then with the one being of 3—4 days, and in some station also with 5½ days' rhythm. The oscillatory curves show the especially characteristic course of this weather regime.

(2) In June, July and August the 11 days' rhythm pretty often appears with the stabilisation of the high air pressure.

(3) The focus of the 7 days' rhythm is for treated region near the bay of Biscay. The isolines of the same intensity of this rhythm represent a closed field over the eastern Atlantic.

(4) Within the limits of the high pressure the value of rhythms gets increased for  $\frac{1}{2}$ —1 day, first of all with lower rhythms.

(5) On the border of the activity of polar fronts the two days' rhythm begins to assert itself very much. Isolines of this rhythm indicate the focus to be in the Mediterranean. At the higher pressure this rhythm appears also in the districts lying more to the North, Azorian region, however, does not show this rhythm and consequently we cannot consider it to be in any connection with the activity of tropic anticyclons.

(6) The typical region of the subtropic anticyclon has no clear short-lasting rhythms. A little more outstanding are 5 and 12 days' oscillations.

(7) The area of rhythms that obviously belong to the polar front includes also the mediterranean and Pyrenean Peninsula, the shorter rhythms, however, are strengthened here.

(8) Between the years 1954 and 1955 there are no considerable differences in these rhythms' appearance. There appear only the suppressions of weak rhythms whereas the basic rhythms may have a phasic difference, generally, up to  $\frac{1}{2}$  day.

(9) Ship »J« indicates the phasic shift plus  $\frac{1}{2}$  day for all the rhythms.

(10) Over Great Britain and the northeastern Atlantic as well as over western Europe the primary 7 days' rhythm is changed into 6 days' one.

(11) There are some laws in the appearance of the single rhythms over a given station. Above all the attention is to be drawn to the dependence of the particular rhythms on the mean pressure. Lower rhythms at the higher pressure are getting decreased and gain  $\frac{1}{2}$  day on an average. The diminution is not lineary, there exists a certain optimal deviation from the mean pressure, though: With this deviation the rhythm comes to the least power. With the still greater deviation, however, the rhythm gets strengthened again. At some stations it was impossible to examine the rhythms, longer than 6 days, by means of the periodogrammatic analysis because a larger number of particulars should have been taken to lay the matrix. But this would be contrary to the condition we mentioned in the introduction.

(12) The rhythms up to and including 4 days have their maximum in the Mediterranean. A frequent 2 days' rhythm is strong over the Mediterranean and partly over western Europe. Higher rhythms, however, have their maximum first of all over Island region and Great Britain. The main 7 days' oscillation has a wide maximal region namely over the eastern Atlantic and southwestern part of the continent.

(13) Our treatment showed that during the examined periods of two years no considerable differences of the oscillatory curves are to be noticed. Therefrom we can conclude, at least to some extent, that on an average the short-lasting rhythms are the function of the geographical position of the station, or to be preciser, they depend on the average position of the polar front. So, for instance, the station Azores and Malta show on the same latitude interval two very different oscillatory curves. This is likely to be the consequence of the average position of the polar front in the warm period of the year.