

## KARAKTERISTIKE SUHE FRONTE NAD ZAGREBOM I NJEZINI UZROCI

## Characteristics of dry Front over Zagreb and its Causes

ALICA BAJIĆ

Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb

Primljeno 8. siječanj 1985., u konačnom obliku 29. svibnja 1985.

**Sažetak:** Proučavana je suha fronta koja je prešla preko Zagreba 6–7. 1. 1982. uz izrazit pad temperature i vlage pri tlu. Prikazane su detaljne analize dinamičkih veličina, kao što su statička stabilnost, vertikalno smicanje vjetra i transporti topline i momenta, na vremenskim vertikalnim presjecima prema radiosondažnim mjerenjima u Zagrebu. Pokazano je da ovu situaciju karakterizira postojanje sekundarne cirkulacije u blizini tropopauze. Ova se cirkulacija manifestira izraženim silaznim gibanjima, porastom temperature i padom vlage unutar frontalne zone koja slijedi hladnu frontu u donjoj troposferi. Silazna gibanja na prekidu tropopauze omogućavaju transport suhog zraka stratosferskog porijekla u niže slojeve. Posljedica tog procesa je smanjenje vlage u troposferi, a uz to i izostanak oborine unatoč izraženim frontalnim karakteristikama u polju temperature i vjetra.

**Ključne riječi:** Suha fronta; Pseudofronta; Vremenski vertikalni presjek; Zagreb.

**Abstract:** A case study is presented of a dry front passing Zagreb on 6–7 January 1982 which resulted in a marked temperature and humidity decreases at the surface. The detailed analyses of dynamical quantities such as static stability, vertical wind shear and turbulent heat, and momentum transport, are described in vertical time cross sections. It is shown that this situation is characterized by the existence of "secondary" circulation in the vicinity of tropopause following the cold front in the lower troposphere. The mentioned circulation is recognized by a strong sinking motion, as well as by changes of temperature and moisture within the frontal zone. The sinking motion at the tropopause-break indicates the transport of dry air of stratospheric origin to the moisture in the troposphere and an absence of precipitation in spite of the expressed frontal characteristics.

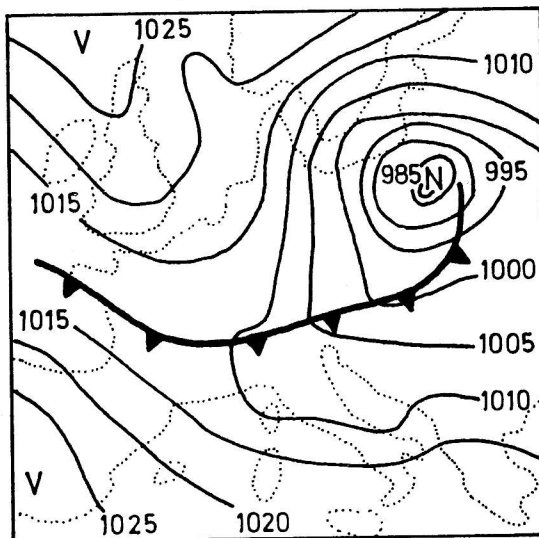
**Key words:** Dry front; Pseudofront; Time cross section; Zagreb

## 1. UVOD

Postojeće sinoptičke analize ukazuju na izrazitu deformaciju fronta nad Alpama, što se odražava i na vrlo kompleksnoj strukturi frontalnih sistema na području sjeverozapadne Hrvatske. Ovo je deformiranje često uzrok izostanka očekivanih ili pojave neočekivanih promjena vremena, što stvara poteškoće u prognozi vremena. Tako se događa da se prognozira prolaz prizemne fronte uz zahlađenje i pojavu oborine, a oborine izostanu, tj. fronta prođe kao „suha“. Pojava suhih fronta u posljednje vrijeme je sve češće predmet proučavanja mnogobrojnih autora (Bluestein, 1982; Mc Carthy i Koch, 1982; Browning i Monk, 1982; Weber i Ruster, 1982).

Iako su ovi procesi i na području Jugoslavije česta pojava, naročito u hladno doba godine njihove karakteristike su još uvijek nedovoljno poznate. To se posebno odnosi na vertikalnu strukturu atmosfere za vrijeme prolaza suhih fronta na pojedinim lokalitetima. Rezultati prvog detaljnijeg istraživanja ove problematike kod nas dani su u radu Bajić (1984) gdje su prikazane osnovne ka-

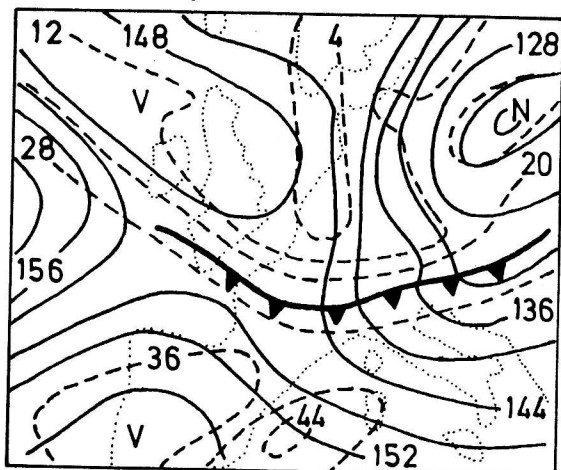
6.1. 1982, 12 GMT



Sl. 1. Prizemna sinoptička situacija 6. 1. 1982. u 12 GMT.

Fig. 1. The surface synoptic situation for 6 January 1982 at 12 GMT.

7. I. 1982, 00 GMT



Sl. 2. AT 850 mbar 7. 1. 1982. u 00 GMT. Izolinije  $\theta_e$  su označene isprekidanim linijama (svaka 4°C).

Fig. 2. 850 mbar geopotential height field for 7 January 1982 at 00 GMT. The dashed lines indicate the isolines of equivalent potential temperature (every 4°C).

rakteristike suhih fronta praćenih prodorom hladnog zraka pri tlu nad Zagrebom, što ujedno predstavlja i pokušaj da se radiosondažni podaci Zagreba pod-

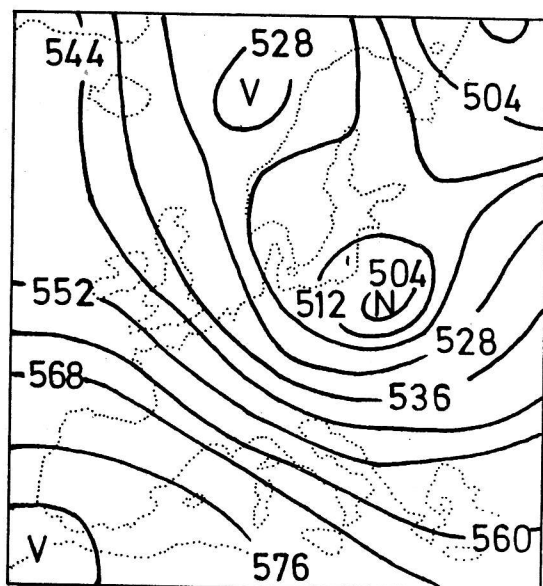
robnije analiziraju, s namjerom poboljšanja lokalne prognoze vremena nad tim područjem. Najizrazitija od njih, koja je prošla preko sjeverozapadne Hrvatske noću 6–7. siječnja 1982. predmet je proučavanja u ovom radu. Cilj je analize da ukaže na atmosferske procese koji uzrokuju pojavu suhe fronte.

## 2. PRIKAZ SINOPTIČKE SITUACIJE

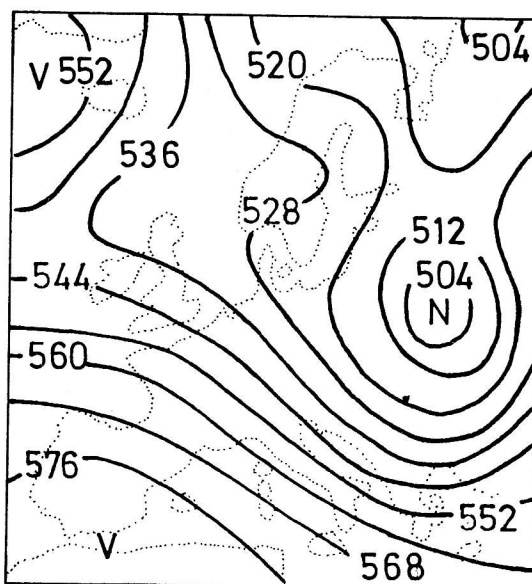
Osnovna karakteristika prizemne sinoptičke situacije 6. siječnja 1982. u 12 GMT je pojava fronte povezane s ciklonom koja preko srednje Evrope odmiče na istok (sl. 1). Slijedećeg se dana ova fronta nalazi nad Jadranom i na njoj su formirane plitke zavjetrinske ciklone. Analizu 850 mbar plohe (sl. 2) 7. siječnja u 00 GMT karakterizira izraziti meridionalni gradijent ekvivalentne potencijalne temperature ( $\theta_e$ ) koji ukazuje na zonalni položaj fronte sjeverno od Alpa. Na visinskim sinoptičkim kartama (sl. 3) uočava se ciklona u srednjoj Evropi, s dolinom preko Balkana, koja se sporo pomiče na istok. U njoj pozadini jača NW vjetar, pa je 8. siječnja u 00 GMT dolina izraženija. Kvazistacionarnost ovog sistema omogućava jače prodiranje hladnog zraka sa sjevera u naše područje.

Na položaj frontalne zone ukazuje RT 500/1000 mbar (sl. 3). 7. siječnja u 00 GMT ova je zona smještena zonalno preko srednje Evrope. Prodoranjem hladnog

7. I. 1982, 00 GMT



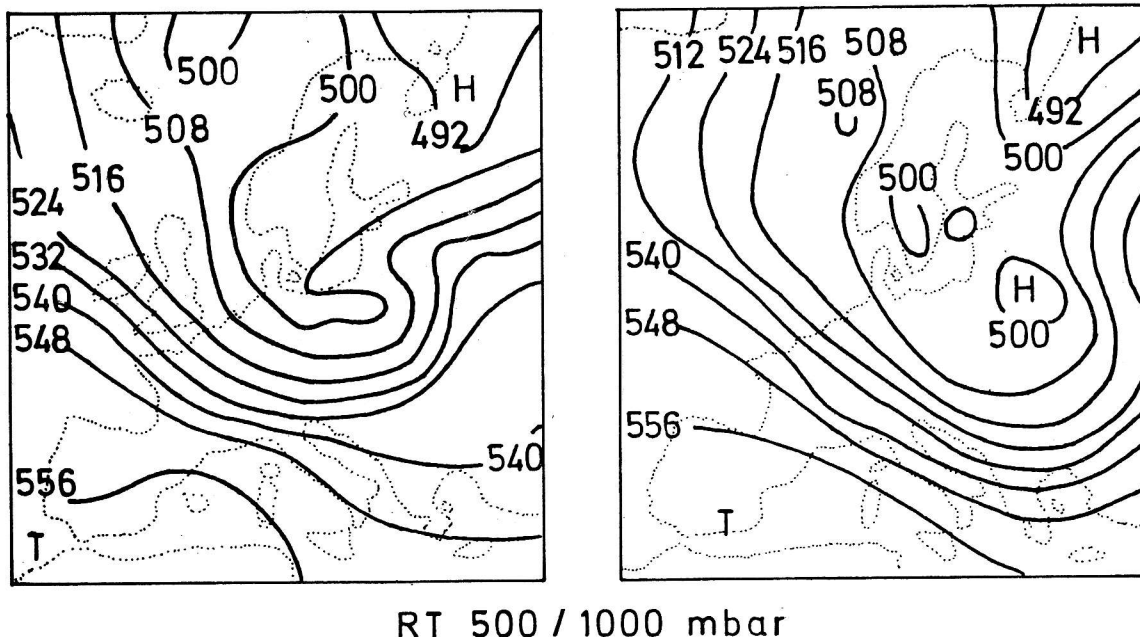
8. I. 1982, 00 GMT



AT 500 mbar

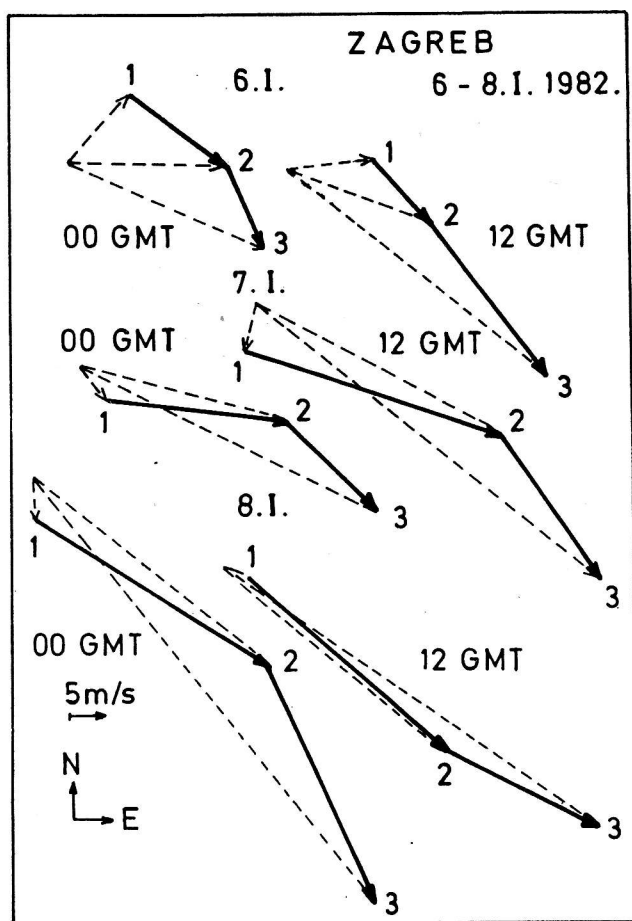
Sl. 3.1. Sinoptička situacija: AT 500 mbar, 7. 1. 1982. (lijevo) 8. 1. 1982. (desno) u 00 GMT.

Fig. 3.1. The synoptic situation: AT 500 mbar, for 7 (left) and 8 (right) January 1982 at 00 GMT.



Sl. 3.2. Sinoptička situacija: RT 500/1000 mbar 7. 1. 1982. (lijevo) i 8. 1. (desno) u 00 GMT.

Fig. 3.2. The synoptic situation: RT 500/1000 mbar for 7 (left) and 8 (right) January 1982 at 00 GMT.

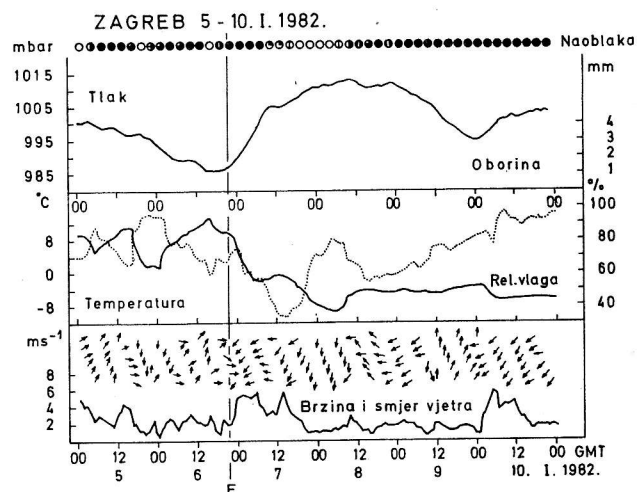


Sl. 4. Hodografi vjetra nad Zagrebom za 6-9. 1. 1982. 1-850 mbar, 2-500 mbar, 3-tropopauza.

Fig. 4. The hodographs of wind over Zagreb for 6-9 January 1982. 1-850 mbar, 2-500 mbar, 3-tropopause.

zraka prema jugoistoku termalna dolina se pomiče na istok, a os doline se produbljuje i prelazi preko istočnog Balkana. Time frontalna zona ima 8. siječnja u donjoj troposferi NW-SE smjer pružanja, a po velikom gradijentu izohipsa i jakom termalnom vjetru vidi se da je ona vrlo intenzivna.

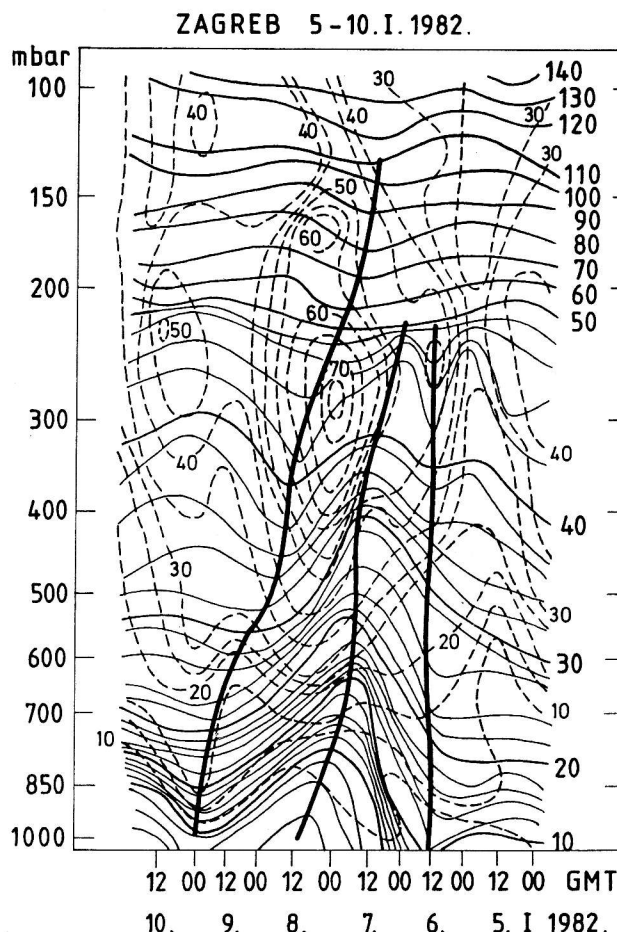
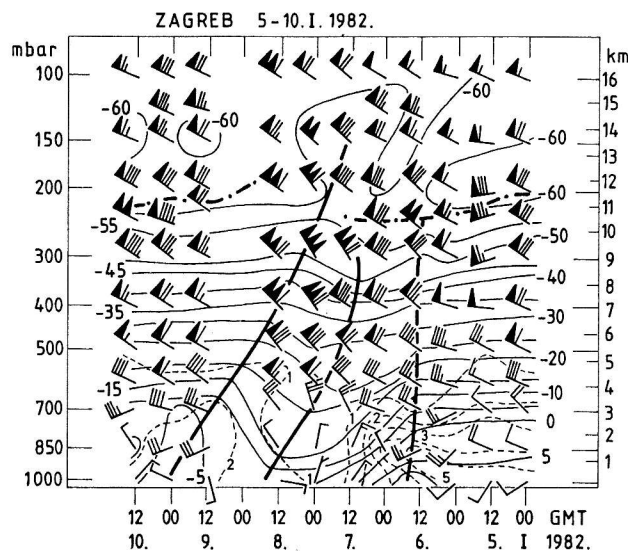
Promjena smjera i nagiba fronte može se pratiti



Sl. 5. Dnevni hodovi osnovnih meteoroloških elemenata pri tlu u Zagrebu za 4-10. 1. 1982. F označava vrijeme prolaza fronte pri tlu.

Fig. 5. Hourly values of basic meteorological elements at surface in Zagreb for 4-10 January 1982.

i na hodografima vjetra prikazanim na sl. 4. Pod pretpostavkom da je vjetar iznad graničnog sloja geostrofički, njegova promjena s visinom proporcionalna je termalnom vjetru. Ovaj je vjetar NW smjera prije pristizanja fronte nad Zagreb (6. siječnja u 00 GMT). Idućeg dana, zapadni termalni vjetar pokazuje da je fronta, izražena maksimalnim horizontalnim gradijentom temperature, najizrazitija 8. siječnja u 00 GMT.



Sl. 6. Vremenski vertikalni presjeci nad Zagrebom za 5–10. 1. 1982. Lijevo – vjetar u čvorovima, temperatura u °C (pune tanje linije) i omjer miješanja u g/kg (isprekidane tanje linije), desno – izentropi u °C (tanje pune linije) i izotahe u m/s (tanje isprekidane linije). Frontalne zone su označene punim debljim linijama, a tropopauza punom isprekidanom linijom.

Fig. 6. The vertical time cross-sections over Zagreb for 5–10 January 1982. Left – the winds in knots, temperature in °C (thin solid lines) and mixing ratio in g/kg (thin dashed lines); right – isentropes of potential temperature in °C (thin solid lines) and isotachs in m/s (thin dashed lines). The frontal zones are indicated by heavy solid lines, and tropopause by heavy dashed lines.

Ovakav razvoj sinoptičke situacije praćen je promjenama osnovnih meteoroloških elemenata pri tlu u Zagrebu (sl. 5). Tu se uočava prolaz fronte 6. siječnja u 21 SEV uz pad temperature i relativne vlage, nagli porast tlaka, te jačanje vjetra, uz istovremeno skretanje na NE smjer.

### 3. VERTIKALNA STRUKTURA ATMOSFERE NAD ZAGREBOM

Na koji se način manifestira prolaz hladne fronte na strukturu atmosfere nad Zagrebom, vidimo na vremenskim vertikalnim presjecima prikazanim na sl. 6. Na prvom su presjeku u polju temperature izražene dvije frontalne zone. Prvu zonu uz pad temperature karakterizira i jačanje NW vjetra na visini. Iako je zabilježen pad temperature na svim nivoima istovremen (koliko se na osnovi svakih 12 sati raspoloživih podataka moglo zaključiti), on je u donjoj troposferi mnogo izrazitiji.

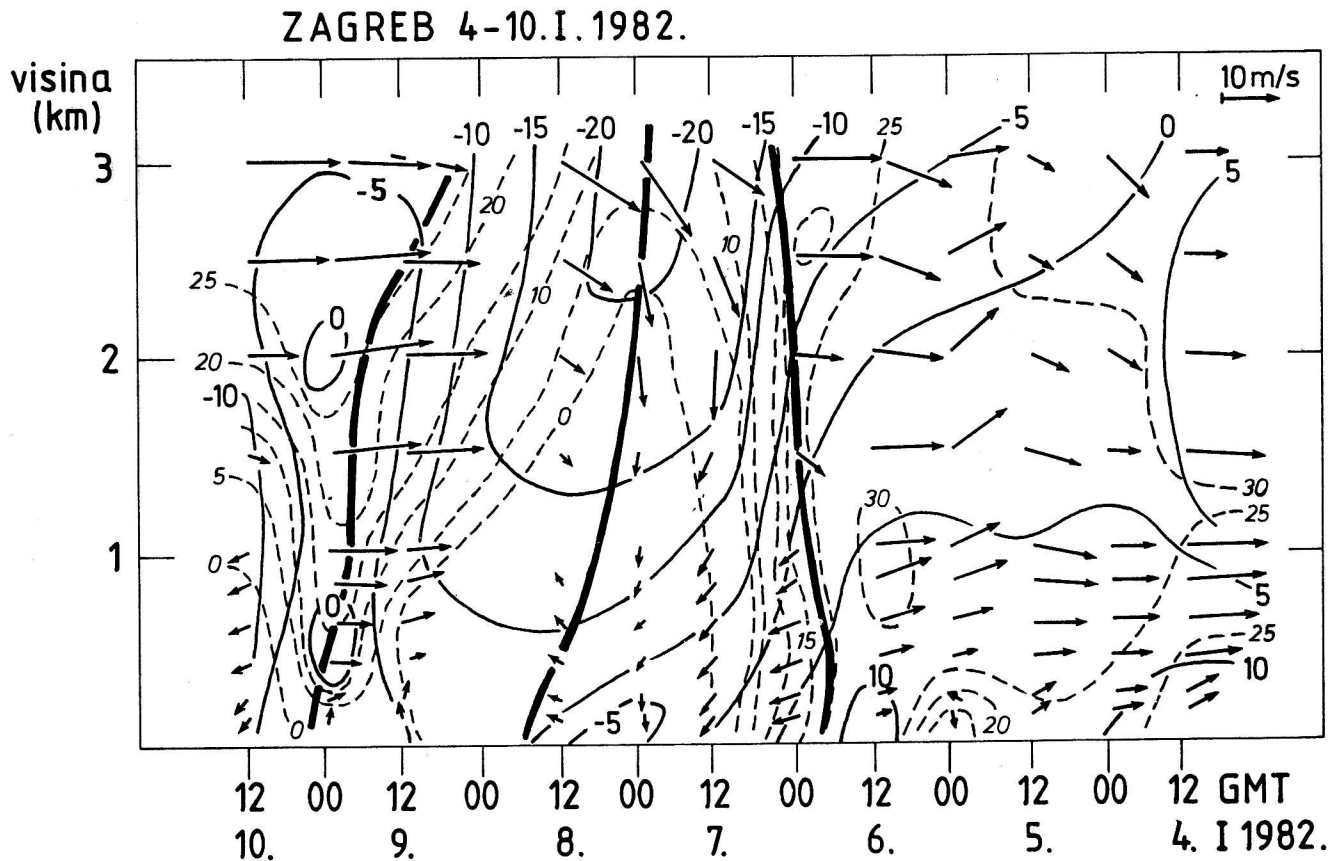
Bitna karakteristika promatrane situacije je „sekundarna“ frontalna zona porasta temperature, najprije na visini, a zatim i u donjoj troposferi. Maksimalan vjetar od 78 m/s nalazi se unutar ove zone i to ukazuje na izrazito vertikalno smicanje vjetra.

Budući da razvoj sinoptičke situacije ne navodi na mogućnost naglog porasta temperature uslijed advekcije, pad potencijalne temperature unutar sekundarne frontalne zone možemo pripisati intenzivnim procesima povezanim sa silaznim gibanjima. U vrijeme kada se sekundarna visinska zona superponira iznad primarne (7. 1. 00–12 GMT) u donjoj troposferi, uočavamo nagli pad  $\theta_e$  i kratkotrajno skretanje vjetra na NE do 1 km visine. Slijedeći dan, uz zapadni vjetar,  $\theta_e$  ponovno raste najprije na visini, a zatim i u nižim slojevima (sl. 7).

Promjene vlage kroz promatrano razdoblje možemo pratiti promatrajući količinu oborive vode  $M$  (sl. 8), koja predstavlja visinu tekuće vode u vertikalnom stupcu zraka od tla do vrha atmosfere jedinične povr-

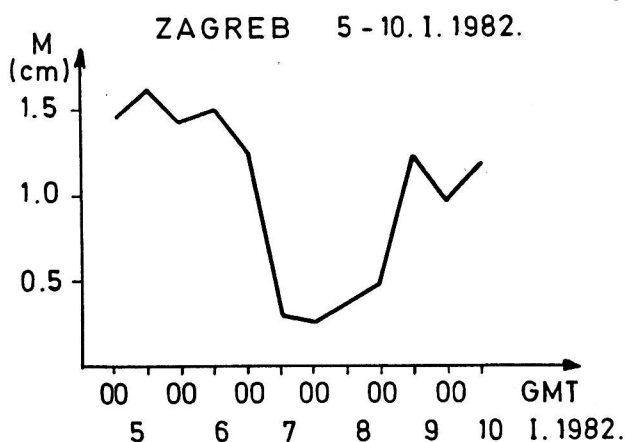
šine, dobivenu kondenzacijom ukupne vodene pare koju ovaj stupac sadrži. Na sl. 8 je upečatljiv nagli pad oborive vode 7. siječnja između 00 i 12 GMT. Za vrijeme prolaza sekundarne frontalne zone na visini

M je manji od 0,5 cm, a povećava se tek 9. siječnja. Ovako nagli pad vlage, koji nastupa istovremeno s padom potencijalne temperature, pripisuje se u ovom radu posljedici spuštanja suhog zraka stratosferskog



Sl. 7. Vremenski vertikalni presjek do 3 km visine nad Zagrebom za 4-10. 1. 1982. Vektori vjetra (u m/s) označeni su strelicom, tanje pune linije su izoterme (svakih 5°C), tanje isprekidane linije su izentropne  $\theta_e$  (svakih 5°C). Frontalne zone su označene debljim punim linijama.

Fig. 7. The vertical time cross-section up to 3 km height over Zagreb for 4-10 January 1982. The wind vectors (in m/s) are indicated by the arrows, thin solid lines are isotherms (every 5°C), thin dashed lines are isentropes of equivalent potential temperature (every 5°C). The frontal zones are indicated by heavy solid lines.



Sl. 8. Vremenski hod oborive vode (M) nad Zagrebom u razdoblju 5-10. 1. 1982.

Fig. 8. The time course of precipitable water (M) in Zagreb for 5-10 January 1982.

poriijekla, na što je već ukazao i Vuorela (1957). Takav zaključak sugerira i proučavanje dinamičkih karakteristika vertikalne strukture atmosfere unutar promatranih frontalnih zona.

#### 4. PRIKAZ DINAMIČKIH KARAKTERISTIKA

Iz vertikalne raspodjele potencijalne temperature ( $\theta$ ) može se izračunati Brunt-Väisälä frekvencija  $\nu_s^2$  koja je ujedno i mjera statičke stabilnosti nezasićenog zraka:

$$\nu_s^2 = \frac{g}{\bar{\theta}} \frac{\partial \theta}{\partial z}, \quad (1)$$

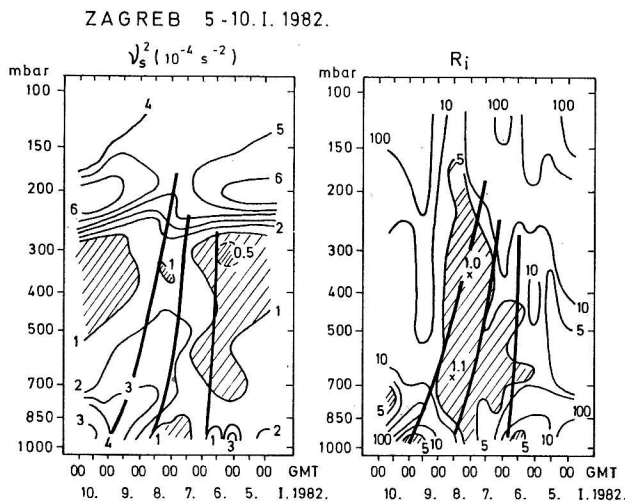
gdje je  $g$  akceleracija sile teže,  $z$  visina,  $\bar{\theta}$  srednji  $\theta$  u sloju  $\Delta z$ .

Analiza  $\nu_s^2$  u situaciji 5–10. siječanj 1982. prikazana je na sl. 9. Vidi se da je ova veličina najmanja u višoj troposferi, prije i poslije prolaza frontalnih zona, dok je u donjoj stratosferi obrnuto. Prolaz primarne frontalne zone praćen je manjom stabilnošću u sloju do 850 mbar. Sekundarnu zonu karakterizira područje povećane stabilnosti, koje se proteže od tla do 400 mbar.

Ovakva raspodjela stabilnosti uz veliko vertikalno smicanje vjetra ( $\partial v / \partial z$ ) unutar sekundarne frontalne zone (sl. 6) uzrokuje i male vrijednosti Richardsonovog broja ( $R_i$ ) definiranog kao:

$$R_i = \frac{\nu_s^2}{(-\frac{\partial v}{\partial z})^2} \quad (2)$$

Defant (1959) je pokazao da se ovako danim  $R_i$  može aproksimirati hidrodinamička stabilnost, tj. da su područja izrazite hidrodinamičke nestabilnosti ujedno i područja malih vrijednosti  $R_i$ .

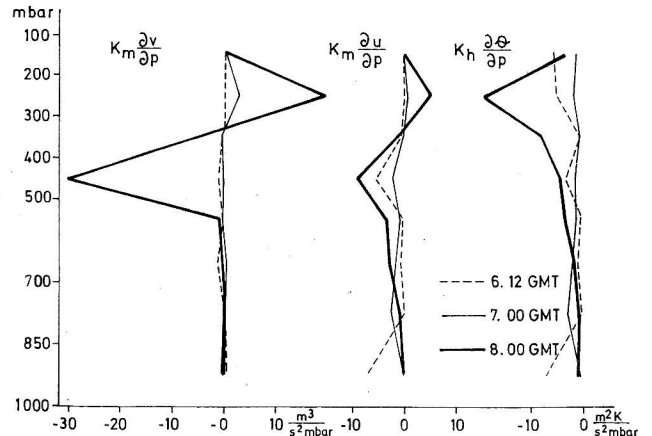


Sl. 9. Vremenski vertikalni presjek statičke stabilnosti nezasićenog zraka (lijevo) i za Richardsonovog broja (desno) nad Zagrebom za 5–10. 1. 1982. Frontalne zone su označene kao na sl. 6.

Fig. 9. The vertical time cross-section of static stability of unsaturated air (left) and the vertical time cross-section of the Richardson number (right) over Zagreb for 5–10 January 1982. The frontal zones are indicated by heavy solid lines.

Na slici 9. se uočava da se područje minimalnog  $R_i$  unutar sekundarne frontalne zone proteže duž čitave troposfere i u donjoj stratosferi, što ukazuje na povećanu turbulenciju mezorazmjera. Ujedno se može uočiti da je izrazitija dinamička nestabilnost više troposfere istovremena s prolazom suhe fronte pri tlu. Ova je analiza, dakle, u skladu s pretpostavkom o turbulentnoj razmjeni suhog zraka stratosferskog

porijekla s troposferskim zrakom. Prilog tome nalazimo i u veličinama tokova topline i momenta prikazanim na sl. 10. Ovi procesi utječu na generiranje kinetičke energije u sekundarnoj cirkulaciji oko visinske fronte, koja nastaje utjecajem geostrofičkih deformacija na termalni gradijent preko fronte (Shapiro, 1980).



Sl. 10. Turbulentni tokovi momenta i topline nad Zagrebom za 6–8. 1. 1982.

Fig. 10. The turbulent heat and momentum flux over Zagreb for 6–8 January 1982.

O ovoj, tzv. transverzalnoj, cirkulaciji za vrijeme visinske frontogeneze diskutirali su Reed i Sanders (1953), Bosart (1970) i Shapiro (1970). Njihova empirička proučavanja visinskih frontalnih zona i teorije fronti u blizini tropopauze dala su dovoljno dokaza za intenzivna silazna gibanja unutar visinske frontalne zone.

Gidel i Shapiro (1979) parametrizirali su turbulentne tokove topline i momenta koristeći koeficijente turbulentne razmjene kao veličine koje daju odnos između turbulentnih tokova i vertikalnih gradijenata u polju potencijalne temperature i vjetra:

$$\begin{aligned} -\overline{u'\omega} &= K_m \frac{\partial u}{\partial p} \\ -\overline{v'\omega} &= K_m \frac{\partial v}{\partial p} \\ -\overline{\theta'\omega} &= K_h \frac{\partial \theta}{\partial p} \end{aligned} \quad (4)$$

gdje su  $\overline{u'\omega}$  i  $\overline{v'\omega}$  srednji vertikalni tokovi momenta, a  $\overline{\theta'\omega}$  srednji tok topline,  $u$  i  $v$  su komponente horizontalnog strujanja u smjeru istoka i sjevera,  $\theta$  potencijalna temperatura,  $u'$ ,  $v'$  i  $\theta'$  su odstupanja od srednjih vrijednosti  $u$ ,  $v$  i  $\theta$  duž fronte,  $\omega = \frac{dp}{dt}$ ,  $K_m$  i  $K_h$  su vertikalni koeficijenti razmjene momenta i topline.

Omjer  $K_m$  i  $K_h$  predstavlja Prandtlov broj  $Pr = \frac{K_m}{K_h}$ . Uz pretpostavku da su na nivou tropopauze turbulentni tokovi topline i momenta istog reda veličine,  $Pr = 1$ , odnosno  $K_m = K_h$ .

Koeficijent  $K_h$  možemo parametrizirati kao obrnuto proporcionalan stabilnosti i Richardsonovom broju:

$$K_h = K_m = (R_i \frac{\partial \theta}{\partial p})^{-1} (\frac{\partial \theta}{\partial p})_o K_o \quad (5)$$

gdje su  $K_o$  i  $(\frac{\partial \theta}{\partial p})_o$  prosječne vrijednosti  $K_h$  i  $(\frac{\partial \theta}{\partial p})$  u stratosferi. Kao i u radu Gidel i Shapiro (1979) pretpostavljeno je da su ove veličine konstantne i uzete su vrijednosti koje sugeriraju direktna mjerenja turbulencije (Shapiro, 1980):

$$(\frac{\partial \theta}{\partial p})_o = -12 \frac{^\circ\text{C}}{100 \text{ mbar}} \text{ i } K_o = 50 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$$

Na osnovi poznavanja podataka u vremenskom vertikalnom presjeku izračunati su tokovi momenta i topline prema relacijama (4). Na sl. 10. zamjećujemo pojačani tok topline i momenta 6. siječnja u 12 GMT u donjoj troposferi, koji je posljedica prolaza fronte na visini. U slijedećim terminima ovi su tokovi u donjoj troposferi znatno manji. Najupečatljiviji je nagli porast promatranih veličina 8. siječnja u 00 GMT na nivou tropopauze. Velike promjene tokova topline i momenta s visinom ukazuju na nagli razvoj sekundarne cirkulacije uslijed turbulentnih gibanja. Razmjena masa uzrokovana tim procesima omogućava prodor suhog zraka iz stratosfere. Prema tome, pojava suhe fronte s izuzetno malom količinom vlage u promatranoj situaciji posljedica je prikazanih turbulentnih gibanja na nivou tropopauze.

## 5. ZAKLJUČAK

Prikazana detaljna analiza suhe fronte koja je prošla Zagrebom 6–7. siječnja 1982. ukazala je na neka, do sada nepoznata, obilježja dinamičkih procesa koji prate pojavu takve fronte. To se u prvom redu odnosi na kompleksnu vertikalnu strukturu atmosfere koju karakteriziraju dvije frontalne zone. Primarna zona s padom temperature u donjoj troposferi najbolje je izražena naglom promjenom ekvivalentne potencijalne temperature do visine od 2 km, pa se prema tome može pratiti na izobarnoj plohi od 850 mbar. Bitna značajka ove analize je pojava „sekundarne“ frontalne zone koja sadrži porast temperature i nagli pad vlage, te slijedi hladnu frontu u nižoj troposferi. Položaj fronte južno od visinske mlazne struje obilježava izražena anticiklonalna vrtložnost. Pokazano je da su fizikalni procesi unutar frontalne zone posljedica dinamičke nestabilnosti i adijabatskog zagrijavanja zraka, uslijed intenzivnih silaznih strujanja. Na silazna gibanja na prekidu

tropopauze, kao dio sekundarne cirkulacije duž frontalne zone, ukazuju veliki tokovi momenta i topline, nagli pad potencijalne temperature i povećana nestabilnost u mezorazmjerima. To je prikazano raspodjelom Richardsonovog broja na vertikalnom presjeku. Posljedica intenzivnih spuštavanja je mala količina vlage u troposferi, koja nije omogućila razvoj oborinskih procesa.

Prema tome se prognoza suhe fronte, odnosno pojave oborine uz ostale karakteristike izražene frontalne zone, ne može postići konvencionalnom sinoptičkom analizom izobarnih ploha. Iako bi primjena dobivenih rezultata, odnosno kvantitativna analiza prikazanih dinamičkih veličina u operativnoj prognozi vremena zahtijevala prognostičke vremenske vertikalne presjeke vjetrova, temperature i vlage izvedene iz numeričkih modela, navedeni zaključci i objašnjenja uzroka suhe fronte već ukazuju na indikatore ove pojave koje je moguće procijeniti iz prognoziranih razvoja frontalnih zona, mlaznih struja i kolebanja tropopauze na visinskim prognostičkim kartama.

## LITERATURA:

- BAJIĆ, A., 1984: Zimski prodori hladnog zraka preko Zagreba, Magistarski rad, PMF Zagreb, 125 str.
- BLUESTEIN, H. B., 1982: A wintertime mesoscale cold front in the southern plains. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 63, 178–185.
- BOSART, L. F., 1970: Mid-tropospheric frontogenesis. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.* 96, 442–471.
- BROWNING, K. A. and G. A. MONK, 1982: A simple model for the synoptic analysis of Cold front. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.* 108, 435–452.
- DEFANT, F., 1959: On hydrodynamic instability caused by an approach of subtropical and polar front jet stream in northern latitudes before the onset of strong Cyclogenesis. *The atmosphere and sea in motion – The Rossby memorial volume*, 305–325.
- GIDEL, L. T. and M. A. SHAPIRO, 1979: The role of clear air turbulence in the production of potential vorticity in the vicinity of upper tropospheric jet stream – frontal systems. *J. Atmos. Sci.* 36, 2125–2138.
- MCCARTHY, J. and S. E. KOCH, 1982: The evolution of an Oklahoma dryline. Part I: A meso- and subsynoptic-scale analysis. *J. Atmos. Sci.* 39, 225–236.
- REED, R. J. and F. SANDERS, 1953: An investigation of the development of a mid-tropospheric frontal zone and its associated vorticity field. *J. Meteor.* 10, 338–349.
- SHAPIRO, M. A., 1970: On the applicability of the geostrophic approximation to upper level frontal scale motions. *J. Atmos. Sci.* 27, 408–420.
- SHAPIRO, M. A., 1975: Simulation of upper-level frontogenesis with a 20-level isentropic coordinate primitive equation model. *Mon. Wea. Rev.* 103, 591–604.
- SHAPIRO, M. A., 1980: Turbulent mixing within tropopause folds as a mechanism for the exchange of chemical constituents between the stratosphere and troposphere. *J. Atmos. Sci.* Vol. 37, No. 5, 994–1004.
- VUORELA, L. A., 1957: A study of vertical velocity distribution in some jet stream cases over Western Europe. *Geophysica, Helsinki*, 6, 68–90.
- WEBER, G. R. and R. RUSTER, 1982: Occurrence of a dry front over the Alpine region and central Europe. *WMO/ICSU, Preliminary scientific results, GARP-ALPES No. 7*, 108–117.

**Zahvala:**

Ovo istraživanje predstavlja dio magistarskog rada čijem je obliku i sadržaju doprinijela svojim sugestijama prof. dr Branka Penzar. Na tome joj najiskrenije i ovim putem zahvaljujem. Ujedno zahvaljujem i dr Vesni Jurčec na mnogobrojnim korisnim savjetima za vrijeme izrade ovog rada.

Istraživanje, kojeg je dio ovaj rad, sufinancirala je Republička zajednica za znanstveni rad (SIZ III).

**SUMMARY**

This paper presents a case study of a marked dry front which passed Zagreb on 6–7 January 1982. The analysis shows many unknown dynamical features associated with such a front,

especially with its vertical structure. The main property of the vertical structure of the atmosphere according to time–height cross section over Zagreb is the "secondary" frontal zone. This zone is characterized by a marked increase of temperature and decrease of moisture, and it follows a surface cold front. It is shown that physical processes within the secondary frontal zone are not caused by synoptic scale motions but are rather consequences of dynamical instability and adiabatic heating as the result of strong sinking motion. This can be concluded from strong heat and momentum transports and from distributions of potential temperature and the Richardson number as an indicator of instability on a small scale. The result of sinking motions is a low humidity in the troposphere and this is responsible for the dryness of the front and the absence of precipitation. It is, therefore, concluded that the prediction of a dry front could not be achieved by conventional analyses of synoptic charts. The application of these results in operational weather prediction would require prognostic vertical time cross sections of wind, temperature and humidity. The recognition of the dry front causes enables one to estimate their important indicators from the basic features on synoptic charts (such as the jet stream and associated tropopause fold) and by this the possibility of dry front occurrence.