

## POJAVA VJETRA S FENSKIM UČINKOM U ZAGREBU

### An example of a wind with the *föhn* effect in Zagreb

BOŽENA VOLARIĆ

Geofizički zavod Andrija Mohorovičić, Prirodoslovno-matematički fakultet  
Horvatovac bb, 10000 Zagreb, Hrvatska

Primljeno 9. studenog 1998, u konačnom obliku 16. travnja 1999.

**Sažetak:** Snažan vjetar iz NNE smjera iznenada je zahvatio Zagreb 8. listopada 1973. u 21:15 h Nakon početka pojave, u roku od 15 minuta, porasla je temperatura zraka na opservatoriju Zagreb-Grič za 1.4°C uz istovremeni pad relativne vlažnosti za 10%, što se usporeno nastavlja i tijekom sljedeća dva sata. Ukupan temperaturni porast iznosi 2.8°C, a pad relativne vlažnosti 28%. S pretpostavkom da se radi o fenskom vjetru, razmatrani su meteorološki podaci s privjetrinske i zavjetrinske strane Medvednice u skladu s klasičnom termodinamičkom teorijom o postanku fena. Analiza provedena na temelju podataka za temperaturu i relativnu vlažnost zraka izmjerenih na privjetrini (Stubičke Toplice), potvrdila je postavljenu hipotezu o fenskom vjetru u zavjetrini (Zagreb-Grič). Razlika između izračunatih vrijednosti ( $t_{zg} = 17.7^{\circ}\text{C}$  i  $r_{zg} = 58\%$ ) i izmjerenih na opservatoriju Zagreb-Grič kreću se unutar odstupanja dozvoljenih pri autografskim zapisima meteoroloških elemenata.

**Ključne riječi:** fenski vjetar, privjetrina, zavjetrina.

**Abstract:** A strong wind from NNE which started on 8 October 1973 at 21h 15 min. caused, in a matter of 15 minutes, a rise in temperature of 1.4°C and simultaneously a decrease in relative humidity of 10%, as measured at the Zagreb-Grič meteorological observatory. The trend continued at a somewhat lower speed for 2 hours. The overall rise in temperature amounted to 2.8°C and in relative humidity to 28%. Assuming it was a *föhn* wind phenomenon, meteorological data from but the windward and lee side of Mount Medvednica were analysed in accordance with Hann's classical thermodynamic theory of *föhn* development. The analysis based on temperature and relative humidity data measured on the windward side (Stubičke Toplice) confirmed the hypothesis of a *föhn* wind on the lee side (Zagreb-Grič). The difference between the computed values ( $t_{zg} = 17.7^{\circ}\text{C}$  and  $r_{zg} = 58\%$ ) and those measured at the Zagreb-Grič observatory are in good agreement inside permissible errors for the recorded meteorological elements.

**Key words:** *föhn* wind, windward side, lee side.

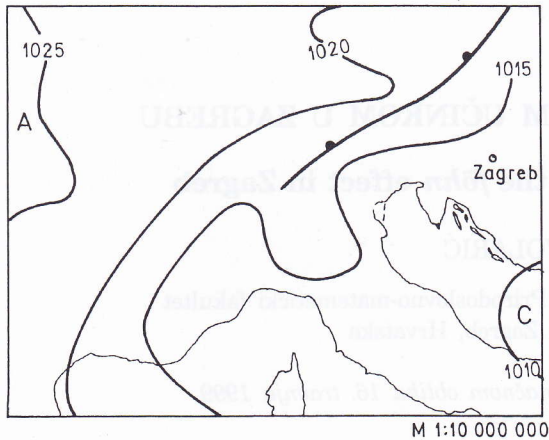
### 1. UVOD

Fen je lokalni vjetar koji povremeno zapuše s planinskih vrhova, katkada i olujnom jačinom, donoseći u nizinske predjele naglo zatopljenje i izrazito suh zrak.

I u Zagrebu ponekad zapuše vjetar sličan fenu, što znači da se niz obronke Medvednice spušta topao i suh zrak. Pošto se ne radi o izrazitim i jako naglašenim osobinama fena, označavamo ga kao vjetar fenskih obilježja.

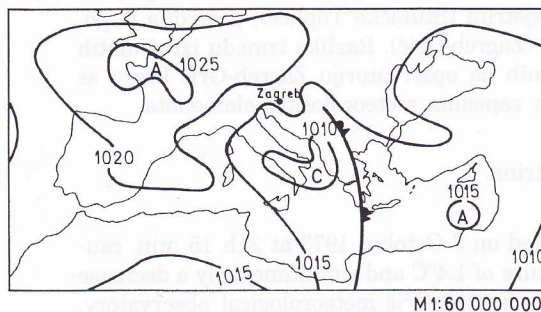
Tako je uvečer 8. listopada 1973. Zagreb bio iznenada zahvaćen snažnim vjetrom NNE smjera uz zatopljenje i smanjenje vlažnosti zraka. Budući da Medvednica uslijed protezanja u smjeru SW-NE predstavlja zapreku za strujanje zraka iz N i NW oktanta, vjetar koji iz tih smjerova stiže u Zagreb može izazvati fenske učinke. Radi provjere pobliže su analizirani meteorološki podaci za taj dan, izmjereni na opservatoriju Zagreb-Grič i obližnjim meteorološkim postajama.





Slika 1. Prizemna sinoptička situacija nad Europom za 8. listopada 1973. u 12 UTC

Figure 1. Surface synoptic situation over Europe for 8 October 1973 at 12 UTC



Slika 2. Prizemna sinoptička situacija nad Europom za 9. listopada 1973. u 00 UTC

Figure 2. Surface synoptic situation over Europe for 9 October 1973 at 00 UTC

## 2. VREMENSKA SITUACIJA IZNAD EUROPE

Nad zapadnom i srednjom Europom prostirala se 8. listopada 1973. anticiklona sa središtem iznad Francuske, dok je slaba ciklona zahvaćala srednji Jadran sa središtem iznad južne Italije (sl. 1).

Uz takav raspored baričkih središta Zagreb se nalazio pod utjecajem ciklonalnog polja. Stoga je tijekom cijeloga dana 8. listopada 1973. u Zagrebu bilo maglovito i oblačno vrijeme uz slabu kišu u poslijepodnevnom satima s količinom oborine 3.8 mm. Slične vre-

menške prilike zabilježene su i na opservatoriju Zagreb-Maksimir i okolnim meteorološkim postajama. Sinoptička situacija bila je podjednaka i sljedećega dana, bez bitnih promjena u baričkom polju (sl. 2).

Usprkos tome navečer 8. listopada 1973. iza 21 h u Zagrebu je došlo do nagle promjene smjera vjetra od SE na NNE (sl. 3, anemogram) uz istovremen porast temperature zraka (sl. 4, termogram) i pad relativne vlažnosti (sl. 5, higrogram).

## 3. METEOROLOŠKI UVJETI U ZAGREBU I OKOLICI

Snažan vjetar NNE smjera koji je iznenada zahvatio Zagreb 8. listopada 1973. iza 21 h, puhao je nesmanjenom brzinom cijelu noć. Sljedeće jutro osvanulo je toplo, ali vjetrovito. Nebo se isticalo intenzivnom plavetnilom, za razliku od prethodnog dana, koji je bio potpuno oblačan i kišovito.

Na Geofizičkom zavodu u Zagrebu, Grič br. 3, čula se tog jutra samo jedna riječ: fen. Svi članovi Zavoda zainteresirano su prilazili meteorološkim autografima gledajući njihove zapise od prošle noći, koji su izgledali ovako:

*Anemograf* u 21 h bilježi naglo skretanje vjetra sa smjera SE, a već u 21:15 h puhao je izrazit NNE uz istovremeno povećavanje brzine od  $2.0 \text{ ms}^{-1}$  na  $4.2 \text{ ms}^{-1}$  i snažne pojedinačne udare. Dolazeći stalno s NNE, vjetar je tijekom noći znatno ojačao te je pojedini udar dosezao brzinu i do  $17 \text{ ms}^{-1}$  kako pokazuje slika 3.

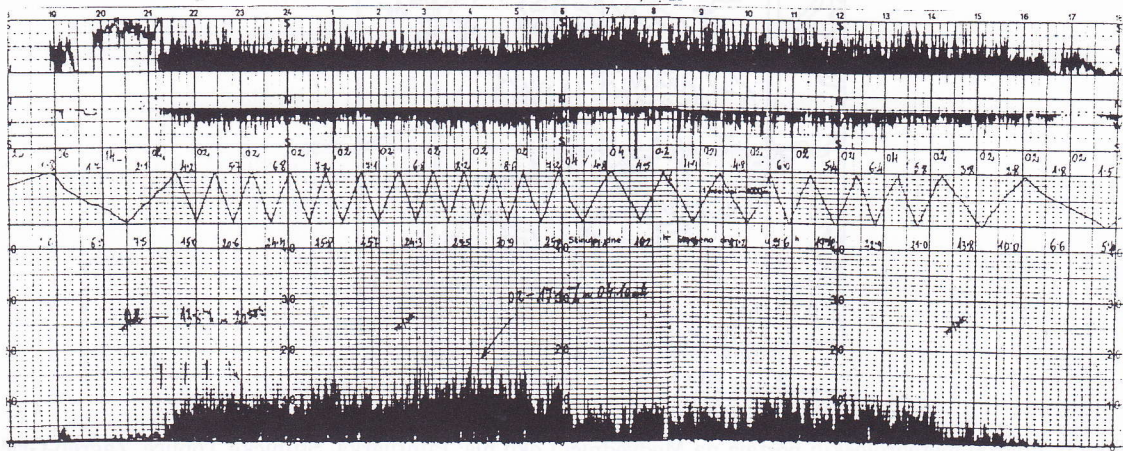
*Termograf* u 21:15 h zabilježen je porast temperature zraka, što se nastavlja do 23 sata. U prvih pola sata nakon početka pojave, temperatura zraka porasla je za  $2.0^\circ\text{C}$ . U normalnim okolnostima, dnevna krivulja na termogramu bilježi pad u večernjim satima, kao i tijekom noći sve do izlaza sunca, pa je tim značajniji zabilježeni temperaturni porast (sl. 4).

*Higrogram* u 21:15 h relativna vlažnost zraka započinje padati, tj. istodobno kada temperatura zraka započinje rasti, što je za oba meteorološka elementa ponašanje neuobičajeno za to doba dana. U prvih pola sata nakon početka pojave relativna vlažnost zraka pala je na Griču za 19%. U normalnim okolnostima



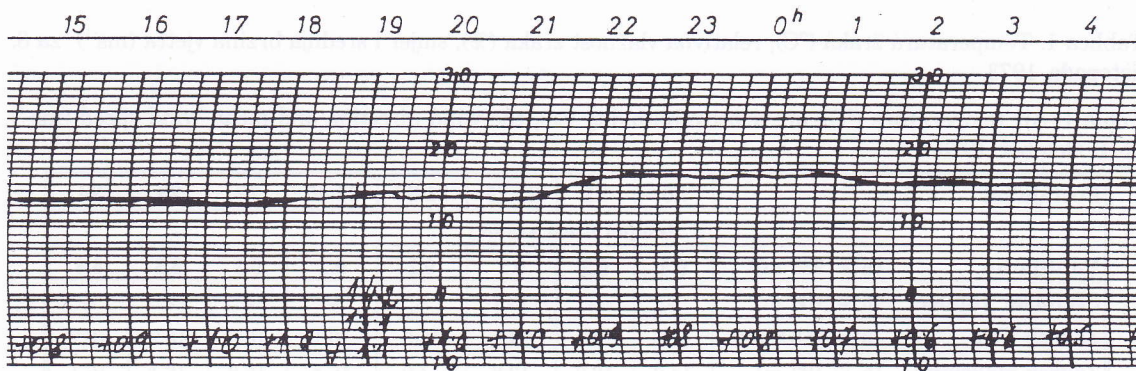
dnevna krivulja na hirogramu pokazuje u večernjim satima izrazit uspon, koji traje sve do ranih jutarnjih sati. (sl. 5).

Slično bilježe i autografi na meteorološkom opservatoriju Zagreb-Maksimir, udaljenu od Griča oko 4 km zračne linije prema istoku.



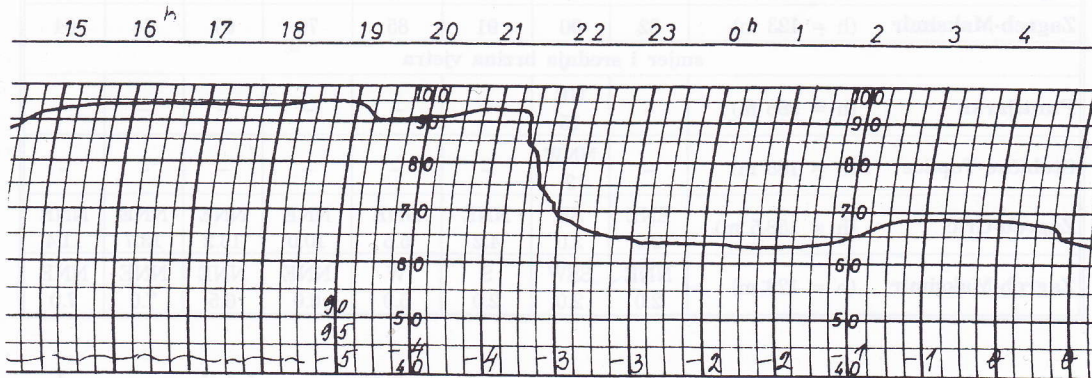
Slika 3. Anemogram R. Fuess od 18 h 8. listopada 1973. do 18 h 9. listopada 1973, Zagreb-Grič.

Figure 3. R. Fuess anemogram from 6 p.m. on 8 October 1973 to 6 p.m. on 9 October 1973 at Zagreb-Grič



Slika 4. Termogram od 16 h 8. listopada 1973. do 3 h 9. listopada 1973, Zagreb-Grič.

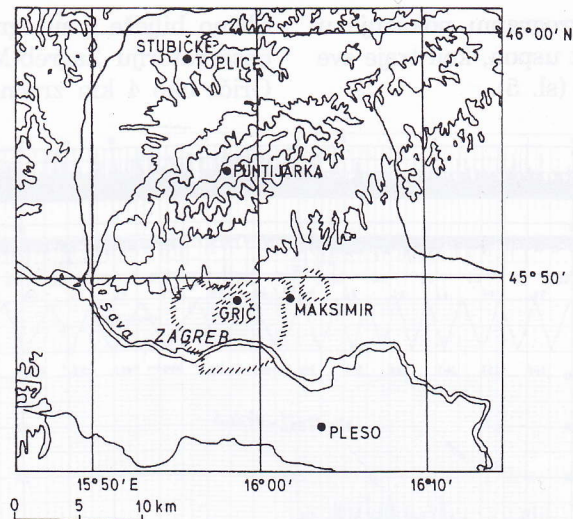
Figure 4. Thermogram from 4 p.m. 8 October 1973 to 3 a.m. 9 October 1973 at Zagreb-Grič



Slika 5. Higoqram od 16 h 8. listopada 1973. do 3 h 9. listopada 1973, Zagreb-Grič.

Figure 5. Hygrogram from 4 p.m. 8 October 1973 to 3 a.m. 9 October 1973 at Zagreb-Grič





Slika 6. Položaj meteoroloških postaja na Medvednici i oko nje: Puntijarka, Stubičke Toplice, Zagreb-Grič i Zagreb-Maksimir.

Figure 6. The position of the meteorological stations on Mount Medvednica and its surroundings: Puntijarka, Stubičke Toplice, Zagreb-Grič and Zagreb-Maksimir.

Tablica 1. Temperatura zraka ( $^{\circ}\text{C}$ ), relativna vlažnost zraka (%), smjer i srednja brzina vjetrova ( $\text{ms}^{-1}$ ) za 8. listopada 1973.

Table 1. Air temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), air relative humidity (%), the wind direction and mean wind speed ( $\text{ms}^{-1}$ ) on 8 October 1973

Postaja/sat		20	21	21:15	21:30	21:45	22	23	24
<b>temperatura zraka</b>									
<b>Puntijarka</b>	(h = 988 m)	9.3	9.2	9.2	9.2	9.2	9.1	8.8	8.8
<b>Stubičke Toplice</b>	(h = 168 m)	–	–	13.7	–	–	–	–	–
<b>Zagreb-Grič</b>	(h = 158.5 m)	14.2	14.1	14.1	15.5	16.1	16.5	16.9	16.7
<b>Zagreb-Maksimir</b>	(h = 123 m)	14.8	13.9	13.8	14.9	15.4	15.8	16.1	16.1
<b>relativna vlažnost</b>									
<b>Puntijarka</b>	(h = 988 m)	94	93	92	90	89	89	88	89
<b>Stubičke Toplice</b>	(h = 168 m)	–	–	98	–	–	–	–	–
<b>Zagreb-Grič</b>	(h = 158.5 m)	88	89	89	79	70	66	61	61
<b>Zagreb-Maksimir</b>	(h = 123 m)	82	90	91	85	70	67	64	64
<b>smjer i srednja brzina vjetrova</b>									
<b>Puntijarka</b>	(h = 988 m)	–	NE 15	–	–	–	–	–	–
<b>Stubičke Toplice</b>	(h = 168 m)	–	NNW 3	–	–	–	–	–	–
<b>Zagreb-Grič</b>	(h = 158.5 m)	ENE 2.0	SE 2.0	NNE 4.2	NNE 5.5	NNE 10.0	NNE 13.2	NNE 13.7	NNE 11.4
<b>Zagreb-Maksimir</b>	(h = 123 m)	NNE 2.0	SSW 2.0	S 2.0	W 5.0	NNE 6.0	NNE 6.5	NNE 7.0	NNE 7.0

Satne i međusatne vrijednosti za ta tri meteorološka elementa sa zagrebačkih opservatorija na Griču i Maksimiru daje tablica 1. Dodani su i podaci visinske postaje Puntijarka,

smještene na istoimenom vrhuncu Medvednice, kao i meteorološke postaje Stubičke Toplice, sa sjeverne strane Medvednice (sl. 6).



Položaj Stubičkih Toplica nije idealan za proučavanje uvjeta na privjetrini Medvednice pri nastupu vjetra iz NNE smjera. Bolje bi odgovarala neka postaja u dolini Krapine, smještene bliže sjeveroistočnom dijelu Medvednice. Međutim, Stubičke Toplice bile su taj dan jedina postaja sjeverno od Medvednice s raspoloživim podacima. Tablica 1 prikazuje meteorološke podatke za 8. listopada 1973. od 20 do 24 h.

Za Stubičke Toplice postoje podaci samo za 21 h za tzv. večernje motrenje. Kako su Stubičke Toplice meteorološka postaja nižega reda, mjerenja se obavljaju jedino u klimatološkim terminima 7, 14 i 21 h, bez autografskih zapisa.

Treba istaći da na visinskoj postaji Puntijarka nije te večeri zabilježen porast temperature zraka iako je u Zagrebu temperatura porasla za 2.8°C u nepuna tri sata od početka pojave, a u Maksimiru za 2.3°C.

Pad relativne vlažnosti zraka između 21:15 i 23 h u Zagrebu na Griču i u Maksimiru iznosi 28 odnosno 27%. Puntijarka ne pokazuje pad, zabilježena su samo uobičajena, neznatna kolebanja.

Puntijarka u to vrijeme nije imala anemograf, zato tablica 1 donosi podatak samo za večernji termin motrenja, isto kao i za Stubičke Toplice.

U Zagrebu na Griču ističe se stalnost vjetra iz NNE od 21:15 h pa na dalje, kao i povećanje brzine (sl. 3). Sa zakašnjenjem od približno pola sata i u Maksimiru započinje puhati vjetar iz NNE povećanom brzinom. Za utvrđivanje uzroka tom zakašnjenju nije bilo dovoljno podataka na raspolaganju.

#### 4. TERMODINAMIČKI IZRAČUN FENSKOG UČINKA

Uz pretpostavku fenskog strujanja pokušat ćemo pomoću vrijednosti temperature zraka  $t$  i relativne vlažnosti  $r$ , izmjerenih na privjetrini (Stubičke Toplice), odrediti vrijednosti tih meteoroloških elemenata na zavjetrini (Zagreb-Grič), te na taj način provjeriti radi li se o fenskom vjetru.

Najprije treba odrediti razinu kondenzacije  $h_k$ , tj. visinu na kojoj u uzlaznoj struji zraka na privjetrini nastupa kondenzacija vodene pare. Dobije se Ferrellovim izrazom

$$h_k = 120.5(t_p - \tau_p) \quad (1)$$

gdje  $t_p$  označuje prizemnu temperaturu uzlazne struje zraka, a  $\tau_p$  rosište, tj. temperaturu pri kojoj uzlazna struja postaje zasićena, odnosno temperaturu pri kojoj započinje kondenzacija vodene pare.

Općenito, za izračunavanje rosišta potrebno je odrediti maksimalni tlak vodene pare  $E_t$  pri temperaturi  $t$ , a zatim njen parcijalni tlak  $e$ . Prvi se dobije empirijskom Magnus-Tetensovom jednadžbom

$$E_t = E_0 \cdot 10^{\frac{at}{b+t}} \quad (2)$$

gdje  $E_0 = 6.11$  hPa označuje maksimalni tlak vodene pare pri temperaturi 0°C. Konstante  $a$  i  $b$ , ovisno o agregatnom stanju površine iznose

	voda	led
$a$	7.5	9.5
$b$	237.3	265.5

Nadalje, parcijalni tlak vodene pare  $e$  dobije se pomoću relativne vlažne  $r$ , odakle slijedi

$$e = \frac{r \cdot E_t}{100} \quad (3)$$

Pri kondenzaciji vodene pare vrijede odnosi

$$t = \tau, \quad E_t = E_\tau, \quad r = 100\%$$

pa prema (3) parcijalni tlak  $e$  iznosi

$$e = E_\tau \quad (4)$$

što nadalje prema (2) daje

$$e = E_0 \cdot 10^{\frac{a\tau}{b+\tau}} \quad (5)$$

Pomoću (5) dobije se rosište, koje je u (1) označeno kao  $\tau_p$ , pa slijedi

$$\tau_p = \frac{b(\log e - \log E_0)}{a - (\log e - \log E_0)} \quad (6)$$

Uvrštavanjem  $\tau_p$  u (1) dobije se visina  $h_k$  na kojoj se nalazi razina kondenzacije iznad tla.

Općenito, do razine kondenzacije  $h_k$ , za bilo koju visinu  $h$ , temperatura uzlazne struje zraka  $t_h$  određuje se relacijom



$$t_h = t_p - \delta h \quad (7)$$

gdje  $h$  označuje visinu iznad tla izraženu u metrima, dok je  $\delta$  suhadijabatski temperaturni gradijent u iznosu oko  $1^\circ\text{C}/100$  m.

Na razini kondenzacije  $h_k$  prema (7), uz zamjenu  $h = h_k$  i  $t_h = t_k$ , temperatura uzlazne struje  $t_k$  iznosi

$$t_k = t_p - \delta h_k \quad (8)$$

Općenito, iznad razine kondenzacije  $h_k$ , na bilo kojoj visini  $h_z$ , za temperaturu uzlazne struje zraka  $t_z$ , vrijedi

$$t_z = t_k - \delta' (h_z - h_k) \quad (9)$$

gdje  $h_z$  označuje visinu u metrima iznad tla do koje je doprla uzlazna struja zraka, a  $\delta'$  jest mokroadijabatski temperaturni gradijent u iznosu oko  $0.5^\circ\text{C}/100$  m.

## 5. REZULTATI IZRAČUNA

### 5.1. Temperatura zraka

Struja zraka koja je dana 8. listopada 1973. na večer stigla u Zagreb sa NNE prethodno je zahvatila Stubičke Toplice, smještene na privjetrinskoj strani Medvidnice (sl. 6). Toga je dana u 21 h na meteorološkoj postaji Stubičke Toplice (indeks ST) prema tablici 1. zabilježeno

$$t_{ST} = 13.7^\circ\text{C}$$

$$r_{ST} = 98\%$$

Maksimalni tlak vodene pare  $E_{t,ST}$  pri temperaturi prizemnog sloja zraka, izmjerenoj u Stubičkim Toplicama, prema jednadžbi (2) iznosi

$$E_{t,ST} = E_{13.7} = 15.7 \text{ hPa}$$

Parcijalni tlak vodene pare  $e$  u Stubičkim Toplicama prema jednadžbi (3) ima ovu vrijednost

$$e_{ST} = 15.4 \text{ hPa}$$

dok rosište prizemnog sloja zraka u Stubičkim Toplicama prema jednadžbi (6) iznosi

$$\tau_{p,ST} = 13.4^\circ\text{C}$$

a prema jednadžbi (1) kondenzacijska razina nalazi se na visini iznad tla

$$h_{k,ST} = 36 \text{ m}$$

Dakle, na privjetrini, u uzlaznoj struji zraka, oblaci su tijekom noći nastajali nisko u Stubičkim Toplicama, na samo 36 m iznad tla. To se moglo i očekivati s obzirom na veliku vlažnost zraka ( $r_{ST} = 98\%$ ), odnosno malen deficit zasićenosti ( $E_t - e = 0.3$  hPa).

Na razini kondenzacije  $h_k$  temperatura uzlazne struje zraka  $t_k$  iznosila je u Stubičkim Toplicama prema jednadžbi (7)

$$t_{k,ST} = 13.3^\circ\text{C}$$

a na vrhu Puntijarka (indeks PU) prema jednadžbi (9)

$$t_{PU} = 9.4^\circ\text{C}$$

u kojoj  $t_z$  znači  $t_{PU}$ , dok  $h_z$  relativnu visinu Puntijarke iznad Stubičkih Toplica (tab. 1).

Istoga dana na visinskoj postaji Puntijarka prema termografskom zapisu temperatura zraka iznosila je  $9.2^\circ\text{C}$ .

Dakle, razlika između izračunate i izmjerene vrijednosti iznosi samo  $0.2^\circ\text{C}$ , što je vrlo dobro podudaranje, dapače, kreće se unutar dozvoljenih granica termografskih odstupanja.

Dosegavši vrhove Medvednice, uzlazna struja s privjetrine započinje se prelijevati i spuštati niz zavjetrinsku stranu planine zagrijavajući se uslijed adijabatske kompresije za otprilike  $1^\circ\text{C}$  na svakih 100 m spusta. Zagrijavanje izostaje u prvih nekoliko, pa i stotinjak metara ispod hrpta planine, ovisno o debljini oblačnog sloja tzv. fenskog zida koji se proteže oko planinskih vrhova. Naime, dio topline proizvedene adijabatskom kompresijom na tom dijelu spusta, troši se na isparavanje oblaka. Iako fenski zid izgleda nepomičan i postojan poput zida, u stvari se taj oblačni sloj nalazi u stalnom previranju. Na zavjetrini se neprekidno isparava i nestaje uslijed djelovanja silazne struje zraka dok ga uzlazna struja s privjetrine neprekidno obnavlja dok god traju fenski procesi.

Gubitak topline silazne struje zraka utrošen na isparavanje oblaka, treba uzeti u obzir kod izračunavanja fenskog efekta u zavjetrini. Stoga treba odrediti ili barem procijeniti debljinu fenskog zida.



U slučaju fenskog vjetra u Zagrebu, na dan 8. listopada 1973, debljina fenskog zida nije poznata, jer se proces odvijao noću i nije postojala niti mogućnost procjene. Međutim, zbog razmjerno male visine Medvednice fenski procesi nisu odveć burni, pa greška zbog nepoznavanja potrebnog iznosa ne bi smjela znatnije utjecati na rezultat.

Zanemarujući taj podatak, pretpostavit ćemo da je zagrijavanje silazne struje zraka uslijedilo odmah nakon prijelaza planinskog vrha Puntijarke. I tako, u času kad silazna struja zraka zahvati obronak na podnožju Medvednice zvan Grič (indeks ZG), temperatura  $t_{ZG}$  iznositi će prema (7)

$$t_{ZG} = 17.7^{\circ}\text{C}$$

uz opasku da u jednadžbi (7)  $t_{ZG}$  označuje temperaturu  $t_p$ , dok je  $t_h$  jednako temperaturi  $t_{PU}$ , a  $h$  jest relativna visina Puntijarke iznad Griča (tab. 1).

Na meteorološkom opservatoriju Zagreb-Grič temperatura zraka prema zapisu termografa dana 8. listopada 1973. u 23 sata postigla je iznos  $16.9^{\circ}\text{C}$  (tab. 1).

Dakle, razlika između izračunate i izmjerene vrijednosti iznosi  $0.8^{\circ}\text{C}$ , što je prihvatljivo tim više što je u rezultat uključena i pogreška uslijed nepoznavanja debljine fenskog zida.

Može se stoga reći: izračunata vrijednost temperature zraka i za Puntijarku ( $t_{PU}$ ) i za Zagreb-Grič ( $t_{ZG}$ ) podudara se sa zapisima termografa unutar dozvoljenih odstupanja.

## 5.2. Relativna vlažnost zraka

Uzlazna struja zraka na privjetrini postaje zasićena vodenom parom na razini kondenzacije  $h_k$  tj.  $r_k = 100\%$ , što ostaje nepromijenjeno sve do vrha planine.

Na temelju toga može se prema (3) pisati

$$e_{PU} = E_{t,PU}$$

odakle prema jednadžbi (2) slijedi

$$e_{PU} = E_{9.4} = 11.8 \text{ hPa}$$

Tlak vodene pare  $e_{PU}$  u silaznoj struji, na zavjetrinskoj strani planine, ostaje gotovo nepromijenjen budući da iz okolnoga zraka ta struja zraka niti ne gubi niti ne dobiva vode-

nu paru. Nema gubitaka, jer se spuštanjem para zagrijava, postaje sve manje zasićena, pa nema niti kondenzacije niti oborina. Nema ni primitaka pošto se adijabatska kompresija odvija vrlo brzo.

Prema tome, veličina  $e_{PU}$  može se smatrati konstantom za vrijeme spuštanja silazne struje. I tako, poznajući  $e_{PU}$ , uz maksimalni tlak vodene pare  $E$ , za temperaturu  $t_{ZG}$  po jednadžbi (3) što iznosi

$$r_{ZG} = 58\%$$

Zapis higrografa na meteorološkom opservatoriju Zagreb-Grič za dan 8. listopada 1973. u 23 sata pokazuje vrijednost  $r = 61\%$  (tab. 1). Razlikuje se od izračunate za  $3\%$ .

Zaključujemo stoga da se i po vlažnosti zraka izračunata vrijednost podudara s izmjerenom.

## 6. ZAKLJUČAK

Vjetar NNE smjera zabilježen uvečer 8. listopada 1973. na zagrebačkim opservatorijima Grič i Maksimir, ukazuje na činjenicu da je struja zraka prethodno morala prijeći preko Medvednice.

Porast temperature zraka u Zagrebu na Griču za  $1.4^{\circ}\text{C}$  odnosno u Maksimiru za  $1.1^{\circ}\text{C}$  u roku od 15 minuta, odnosno za otprilike pola sata nakon početka vjetra iz NNE smjera uz istovremen pad relativne vlažnosti zraka na Griču za  $10\%$  i u Maksimiru za  $21\%$  upućuje na pretpostavku da je to bio fenski vjetar.

Analiza podataka, prema termodinamičkoj teoriji fenskog procesa, pokazujući slaganje između izmjerenih vrijednosti na zavjetrini planine (Zagreb-Grič) i izračunatih vrijednosti, dobivenima na temelju izmjerenih podataka na privjetrini (Stubičke Toplice), potvrđuje pretpostavku da se radi o vjetru s fenskim obilježjem.

Nije stoga čudno što je tijekom noći sljedećega jutra mnogi stanovnik našega grada patio od jake glavobolje, nesanice, srčanih tegoba, razdražljivosti, potištenosti ili u najmanju ruku od osjećaja nesigurnosti, jer to su posljedice djelovanja fena na ljudski organizam.

**Zahvala:** Ugodna mi je dužnost zahvaliti dr. I. Lisac na poticaju za objavljivanje ovoga rada kao i na korisnim primjedbama prilikom opsežne i plodne diskusije. Također zahvaljujem i Z. Matici, višem meteorološkom tehničaru Geofizičkog zavoda u Zagrebu na izradi priloženih crteža i tehničkoj pomoći kod pripreme rukopisa za tisak.

## LITERATURA

Arhiv Geofizičkog zavoda PMF Sveučilišta u Zagrebu: Originalni podaci meteorološkog opservatorija Zagreb-Grič za godinu 1973.

Arhiv Državnog hidrometeorološkog zavoda RH, Zagreb: Originalni podaci meteorološkog opservatorija Zagreb-Maksimir i meteoroloških postaja Stubičke Toplice i Puntijarka za 1973. godinu

Haurwitz, B. i J.M. Austin, 1944: Climatology, McGraw Hill Book Comp. Inc. New York, London, 410 str.

Makjanić, B., 1967.: Osnove meteorologije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 243 str.

Volarić, B. i I. Penzar, 1967: Osnove meteoroloških motrenja i mjerenja, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 199 str.