

# Kvarnerski požar 23. i 24. srpnja 2012. godine - vremenska analiza

## *Kvarner fire 23rd and 24 July 2012. year - weather analysis*

Tomislav Kozarić, dipl.ing.  
Marija Mokorić, dipl.ing.

---

### SAŽETAK

U sezoni zaštite šuma od požara 2012. godine na Jadranu i u priobalju bilo je nekoliko većih požara raslinja koji su zbog nepovoljnih vremenskih prilika zadavali velike poteškoće gasiteljima, a posljedice su bile razmjerno velika opožarena površina, odnosno velika materijalna šteta. Požar koji je izbio u jutarnjim satima 23. srpnja 2012. godine na području Bribira, a proširio se na područje na potezu od Bribira-Selca-Crikvenice (Kvarnerski požar) bio je jedan od njih. Požar se nošen jakim burom brzo širio, te je ugrozio naselja, a uz velike napore lokaliziran je 24. srpnja. Napravljena je analiza vremenskih prilika 23. i 24. srpnja. Sinoptička i mezoskalna analiza su pokazale da je nad sjevernim Jadranom na vrijeme utjecala anti-ciklona sa središtem nad srednjom Europom i ciklona sa središtem nad južnom Italijom što je uzrokovalo izraženo istočno i sjeveroistočno strujanje - buru uz advekciju hladnog zraka. Analizom vjetra na manjoj skali pokazuje se da je za vrijeme požara bilo oscilacija u brzini vjetra što je tipično za buru. Međutim, kako je bura slabila, pojavile su se i kratkotrajne velike promjene u smjeru vjetra, jer je utjecaj lokalne orografije postao izraženiji. Stoga se može reći da je u početku nakon izbijanja dominantan utjecaj na ponašanje požara imala jačina vjetra. Sa slabljenjem bure, kratkotrajne ali izražene promjene smjera vjetra, dodatno su utjecale na kretanje fronte požara, te je požar bio lokaliziran tek kada je bura znatno oslabila.

Ključne riječi: šumski požar, bura, vertikalni profil atmosfere

### Summary

*In the season of forest fire protection 2012th year on the Adriatic coast and there were several major fires that have vegetation due to adverse weather conditions caused their great difficulty fire-fighters, and the consequences were rela-*

tively large burned areas or damaged. The fire, which broke out in the morning 23rd July 2012. In the field Bribira and spread to an area stretching from Bribira-Selca-Crikvenica (Kvarner fire) was one of them. The fire carried by a strong storm quickly spread and threaten the village, and with great efforts localized the 24th July. An analysis was weather 23rd and 24 July Synoptic and mesoscale analysis showed that over the northern Adriatic to time influenced anticyclone centered over central Europe and the cyclone centered over southern Italy which caused pronounced east and northeast flow-adekciju storm with cold air. The analysis of the wind on a smaller scale, it is shown that the time of the fire were fluctuations in wind speed, which is typical for a storm. But as the storm weakened there have been major changes in the short-term direction of the wind, because of the influence of the local orography became more pronounced. Therefore we can say that in the beginning after the outbreak of the dominant influence on fire behavior had the strongest winds. With the weakening storm brief but pronounced changes in wind direction are further influenced the movement of the fire front, and the fire was localized only when the storm weakened considerably.

Keywords: forest fire, storm, the vertical profile of the atmosphere

## UVOD

### Introduction

U protupožarnoj sezoni 2012. godine (od 1. travnja do 31. listopada) na Jadranu i u priobalju bilo je nekoliko požara raslinja koji su uz velike poteškoće bili lokalizirani.

Jedan od njih bio je i požar koji je izbio u jutarnjim satima 23. srpnja 2012. godine na području Bribira, a proširio se na područje na potezu od Bribira prema Selcu i Crikvenici (Slika 1.). Prva dojava o požaru bila je 23. srpnja 2012. u 8:35 sati po lokalnom vremenu. Požar se brzo širio te bio intenzivan i nepredvidljiv, ugroženi su i stambeni objekti (Slika 2.), a opožareno je oko 550 ha bjelogorične i borove šume, te niskog raslinja. Pod kontrolu je stavljen, odnosno lokaliziran, idućeg dana 24. srpnja 2012, oko 11 sati, a službeno ugašen dva sata kasnije. Prilikom analize utjecaja vremena na ovaj požar dan je pregled vremenskih prilika za vrijeme samog požara i u razdoblju od dva tjedna prije požara, te je napravljena sinoptička i mezoskalna analiza prizemnih i vertikalnih podataka.

Analiza vertikalne strukture atmosfere pokazala se ključnom i za vrijeme velikog šumskog požara na otoku Braču u srpnju 2011. (Mifka i Vučetić, 2012.), a važnost detaljne analize vertikalnih profila vjetra u situacijama s katastrofalnim požarima među prvima je uočio Byram (1954).



Slika 1. Požar ponad Selca i Crikvenice. Izvor: web portali.

*Figure 1. The fire above Selce and Crikvenica. Source: web portals.*



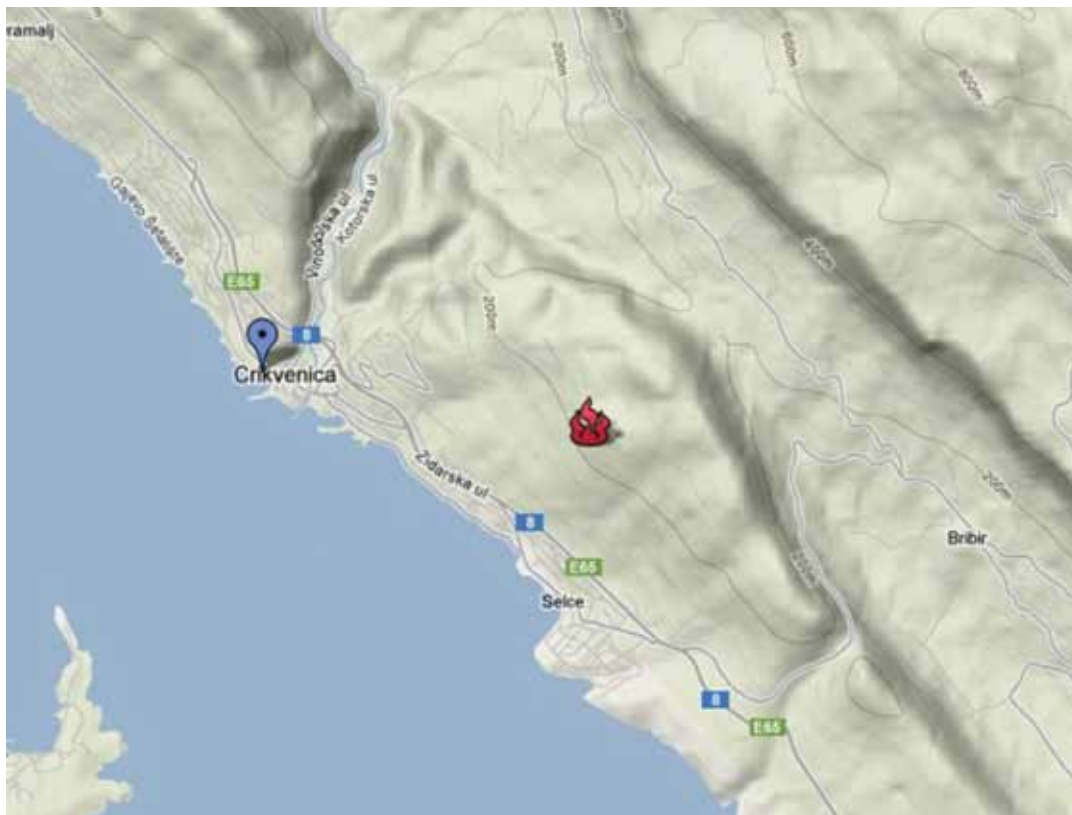
Slika 2. Požar u Crikvenici ugrožava stambene objekte. Izvor: web portali.

*Figure 2. Fire in Crikvenica threaten residential structures. Source: web portals.*

## OPIS LOKACIJE I TOPOGRAFSKE KARAKTERISTIKE - *Description of the location and topographical features*

Požar je zahvatio područje između mjesta Crikvenica, Selce i Bribir (Slika 3.). Topografija na području požara karakterizirana je uzvišenjem usporednim s obalom, visine od 200 do 300 m i presječenim s dva klanca. Na obalnoj strani leže Selce i Crikvenica, a iza uzvišenja smještena je usporedna dolina u kojoj leži Bribir. Dalje u kopno slijedi viša orografija u sklopu planinskog lanca Velike Kapele.

Opisane karakteristike topografije mogu utjecati na smjer i brzinu zavjetrovinskog vjetra – bure, za koju se pretpostavlja da je bila dominantan vremenski čimbenik. Na terenu je uočena i velika i nagla promjenljivost smjera bure. Time je bilo otežano i gašenje s tla i iz zraka.



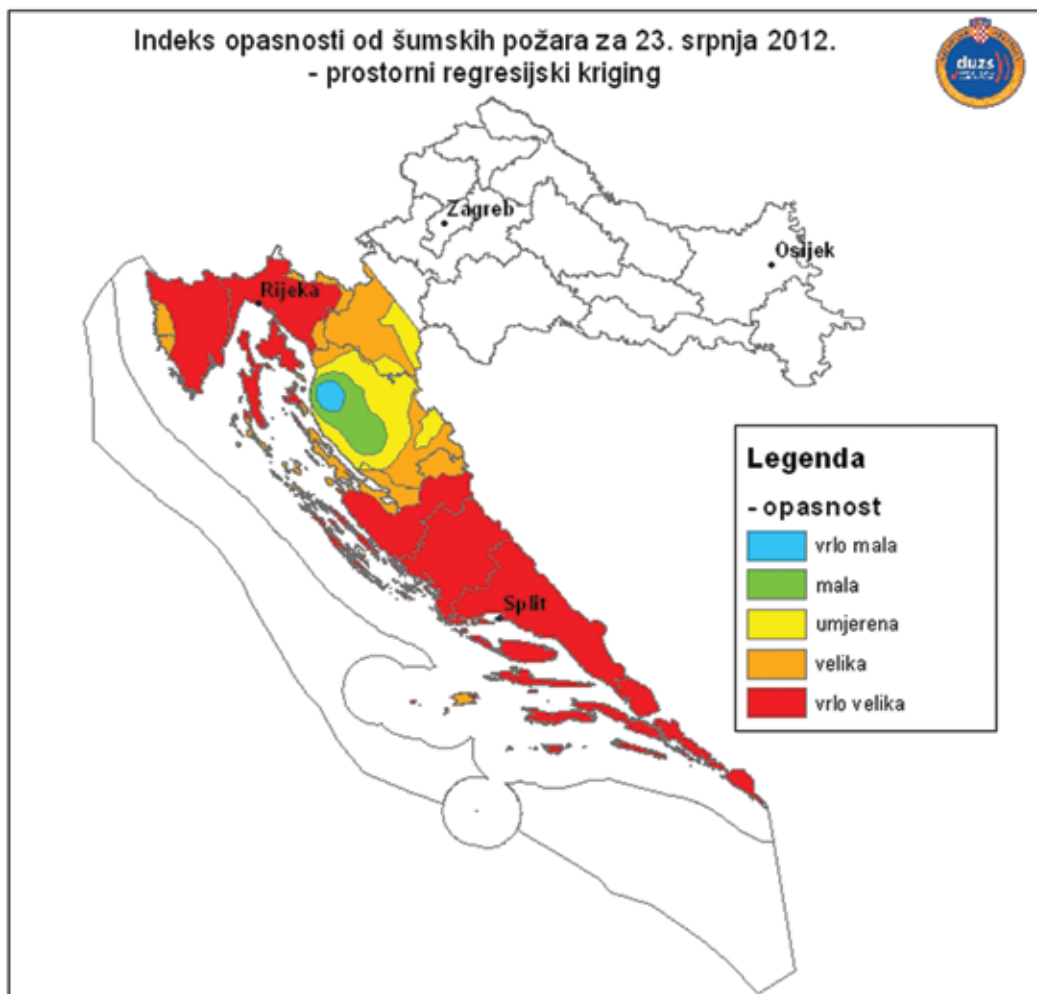
Slika 3. Topografija terena na području požara. Crvena oznaka: približna lokacija početka požara; plava oznaka: lokacija automatske meteorološke postaje DHMZ-a.

Figure 3. Topography in the area of the fire. Red marking the approximate location of the start of the fire, in blue: automatic meteorological station locations MHS-a.

### VREMENSKE PRILIKE - Weather conditions

Vremenske prilike tijekom dva tjedna koji su prethodile požaru pokazuju da je vrijeme u Crikvenici bilo vrlo toplo i vruće s najnižom temperaturom zraka većinom višom od 20 °C, a najvišom iznad 30 °C. Najviša temperatura se za-

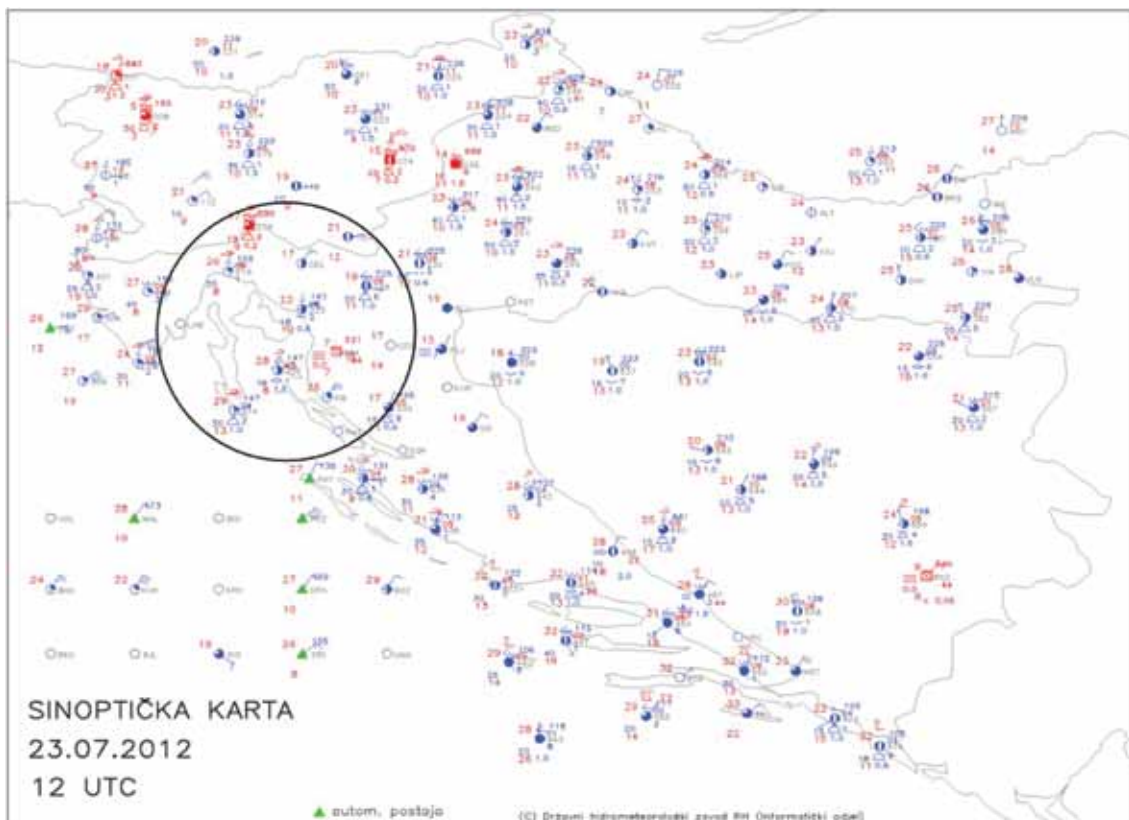
mjetno snizila tek dan prije požara. Relativna vlažnost zraka većinom je bila između 30 % i 60 %, a u pojedine dane i niža od 30 %. Oborine nisu zabilježene. Visoka temperatura i suho vrijeme rezultirali su visokim vrijednostima FWI indeksa opasnosti od šumskih požara (Van Wagner i Pickett, 1985) te vrlo velikom opasnošću na području Crikvenice 23. srpnja 2012 (Slika 4.).



Slika 4. Prostorna raspodjela indeksa opasnosti od šumskih požara za 23. srpnja 2012., temeljena na FWI indeksu. Podaci: DHMZ, vizualizacija: DUZS.

Figure 4. Spatial distribution of the index risk of forest fires for 23 July 2012., based on the FWI index. Information: MHS, Visualization: NPR.

Prema podacima sa sinoptičkih postaja na Kvarneru i u okolici (Slika 5) dana 23. srpnja 2012. bilo je promjenljivo oblačno, a početkom dana na širem području Crikvenice bilo je kratkotrajne slabe kiše. Nad kopnom zrak je bio hladniji i vlažniji, te je bilo više oblaka nego nad morem i priobaljem - zavjetrinskoj strani planinskog lanca Velike Kapele, gdje je bilo toplo. Puhala je umjerena i jaka bura.



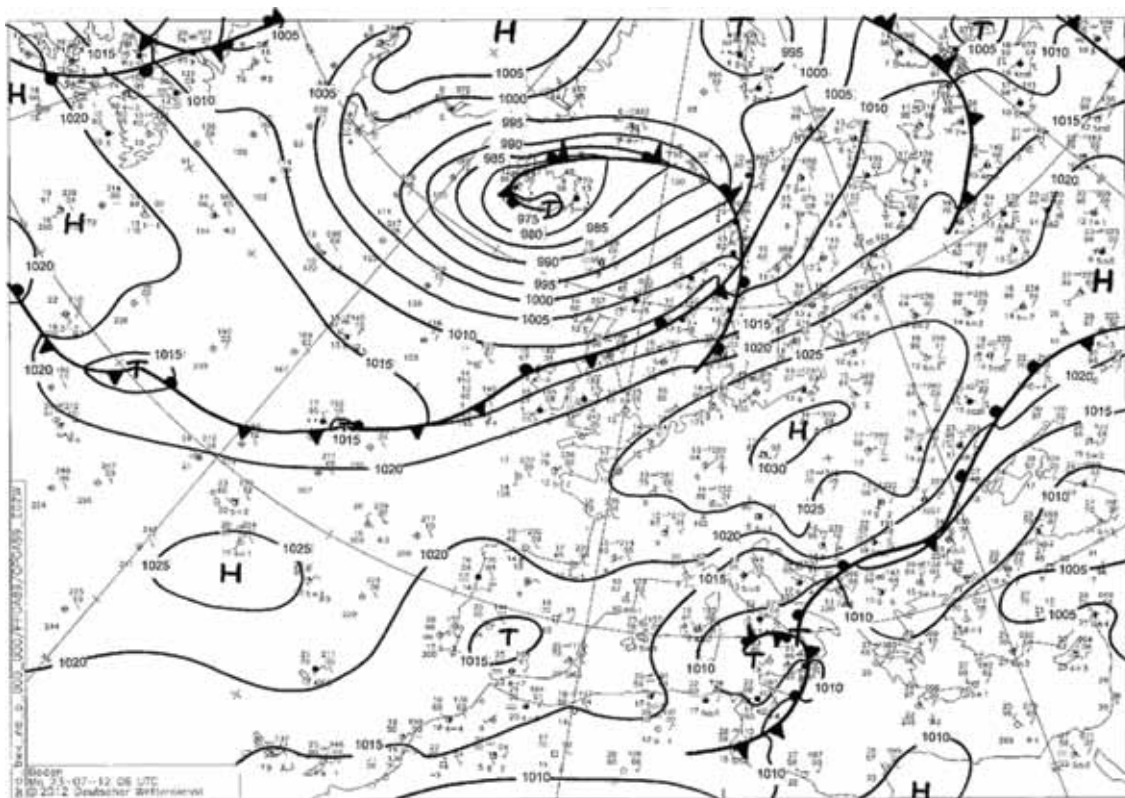
Slika 5. Karta podataka sa sinoptičkih meteoroloških stanica DHMZ-a, 23. srpnja 2012. u 13 sati po lokalnom vremenu. Označeno je područje oko Crikvenice/Selca.

Figure 5. Map data from synoptic weather stations MHS, 23 July 2012. at 13 am local time. Checked the area around Crikvenica / Selca.

## SINOPTIČKA I MEZOSKALNA ANALIZA - *Synoptic and mesoscale analysis*

### SINOPTIČKA SITUACIJA 23.-24. 7. 2012. - *Synoptic situation 23rd-24th July 2012.*

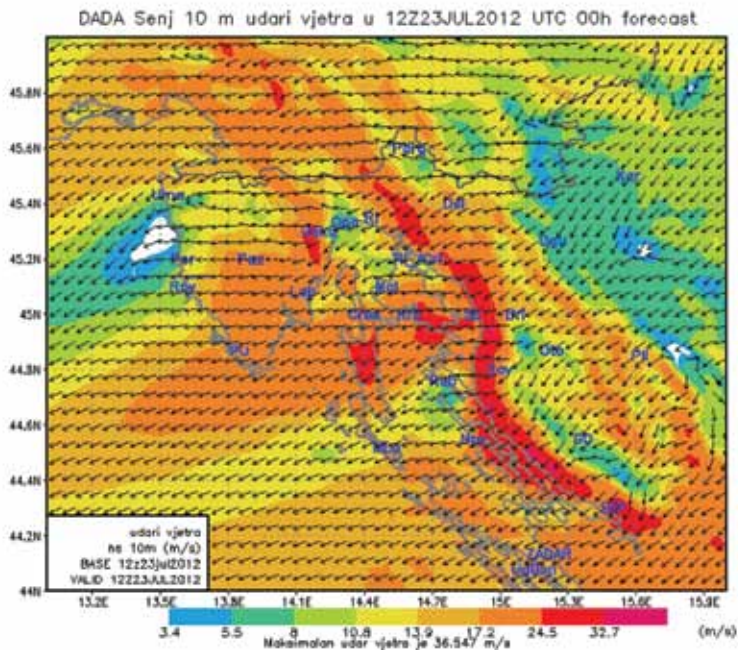
Sinoptičku situaciju određuje prostrano prizemno anti-ciklonalno polje sa središtem iznad srednje Europe i ciklona sa središtem nad južnom Italijom. Područje sjevernog Jadrana, odnosno područje požara, smješteno je između ta dva sustava. Najveći gradijenti tlaka uočavaju se 23. srpnja prijepodne i sredinom dana (Slika 6.). Preko sjevernog Jadrana uspostavilo se, tada izraženo, istočno i sjeveroistočno strujanje – jaka bura s olujnim udarima (Slika 7.), koja je idući dan postupno slabila. Hladna zračna masa advektirana je nad sjeverni Jadran, a osobito je izražena hladna advekcija u zavjetrini Dinarida povezana s burom (nije prikazano).



Slika 6. Prizemna analiza DWD-a, 23. srpnja 2012 u 06 UTC.

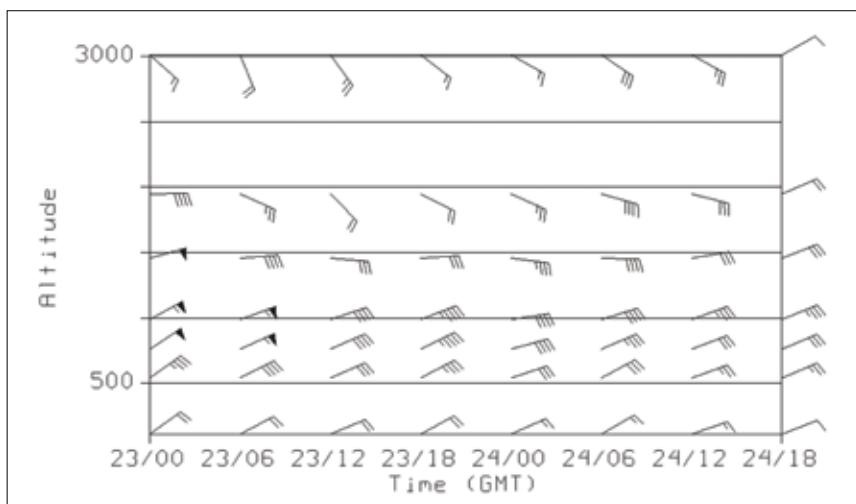
Figure 6. Surface analysis by DWD, 23 July 2012 at 06 UTC.

Po visini se od meridionalno orijentirane termobaričke doline postupno odvojila visinska ciklona s hladnom jezgrom smještenu iznad Tirenskog mora (nije prikazano). Visinsko strujanje na području sjevernog Jadrana bilo je većinom jugoistočno (Slika 8.).



Slika 7. Dinamička adaptacija analize udara vjetra modela ALADIN/HR, 23. srpnja 2012. u 12 UTC. Prostorna rezolucija je 2 km.

Figure. 7 Dynamic adaptation analysis wind gusts model ALADIN/HR, 23 July 2012. at 12 UTC. The spatial resolution is 2 km



Slika 8. Vremenski vertikalni profil vjetra u blizini Selca u razdoblju od 23. srpnja 2012. u 00 UTC do 24. srpnja, ECMWF analiza.

Figure 8. Time vertical wind profile near Selce in the period from 23 July 2012. at 00 UTC to 24 July ECMWF analysis.



## ANALIZA PODATAKA AUTOMATSKE METEOROLOŠKE STANICE U CRIKVENICI - *Data analysis of automatic weather stations in Crikvenica*

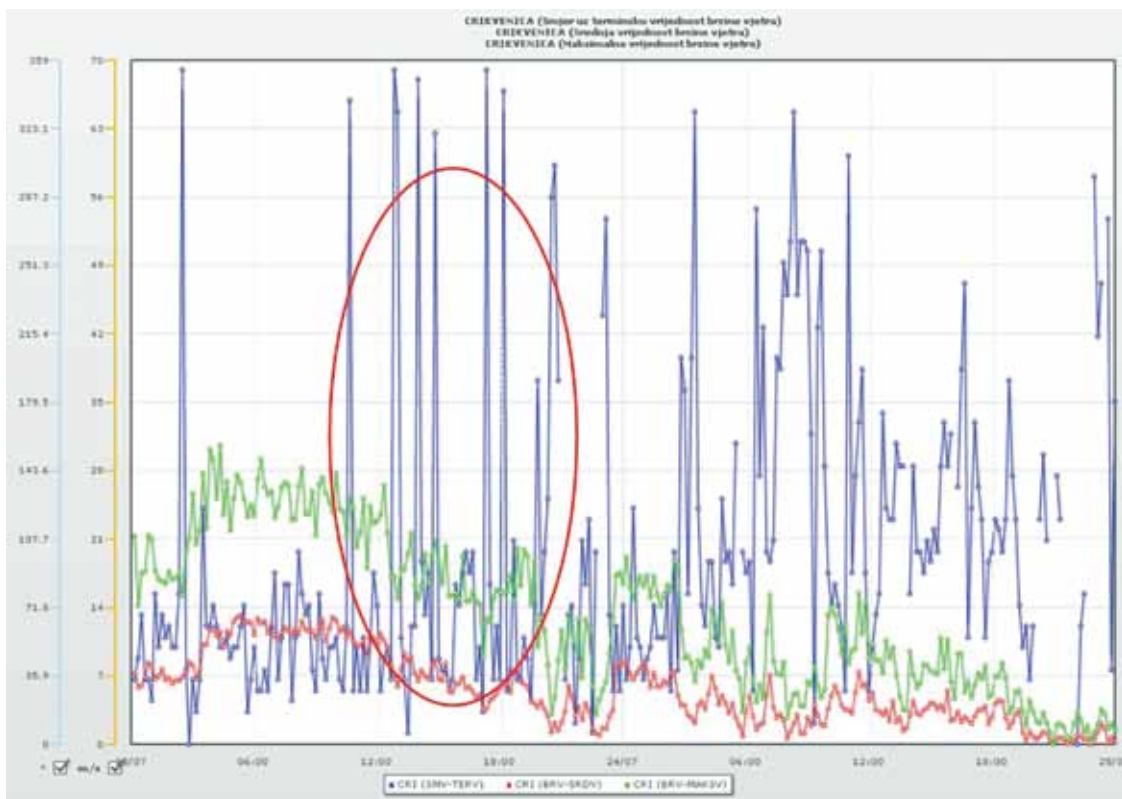
Podaci automatske postaje u Crikvenici (Slika 9). pokazuju da je epizoda najvećih brzina bure (srednja do 13 m/s, udari do 30 m/s) trajala od 3 do 12 sati po SEV-u i u tom je razdoblju dojavljen i sam požar. Najjača bura malo je mijenjala brzinu, imala je smjer NE (male promjene u intervalu od 30° do 70°) te je bila praćena padom relativne vlažnosti oko 20 % i porastom temperature oko 8 °C. Niska relativna vlažnost od 35 % u kombinaciji s jakim vjetrom pridonijela je dodatnom smanjenju vlage u vegetaciji, osobito niskom raslinju, i time jačini i brzini širenja požara.



Slika 9. Vremenski niz brzine vjetra (plavo), temperature zraka (crveno) i relativne vlažnosti (zeleno) s automatske meteorološke postaje u Crikvenici, razdoblje 23.-24. srpnja 2012. Crvenom oznakom naznačeno je razdoblje najintenzivnijeg požara.

Figure 9. Time series of wind speed (blue), air temperature (red) and relative humidity (green) from automatic weather stations in Crikvenica, the period 23rd to 24th July 2012. Red flag indicated a period of the most intense fires.

Slabljenje bure koje je nastupilo u narednom razdoblju za vrijeme trajanja požara (Slika 10.) pratile su povremene jače promjene u brzini vjetra, a pojavljuju se i kratkotrajne velike promjene u smjeru, s NE na NW/N ( $30^{\circ}$  -  $70^{\circ}$  na  $320^{\circ}$  -  $360^{\circ}$ ). Pretpostavlja se da je lokalna topografija imala jači utjecaj na buru kad je bura bila slabija, pa su do izražaja došli efekti topografije na maloj skali i utjecali na promjene smjera. S druge strane, više turbulentan tijek pri jakoj i olujnoj buri vjerojatno je manje ovisan o lokalnim topografskim karakteristikama. Opisane nagle promjene smjera vjetra uočene su na požarištu i učinile su ponašanje požara nepredvidljivim, a situaciju dodatno opasnom.

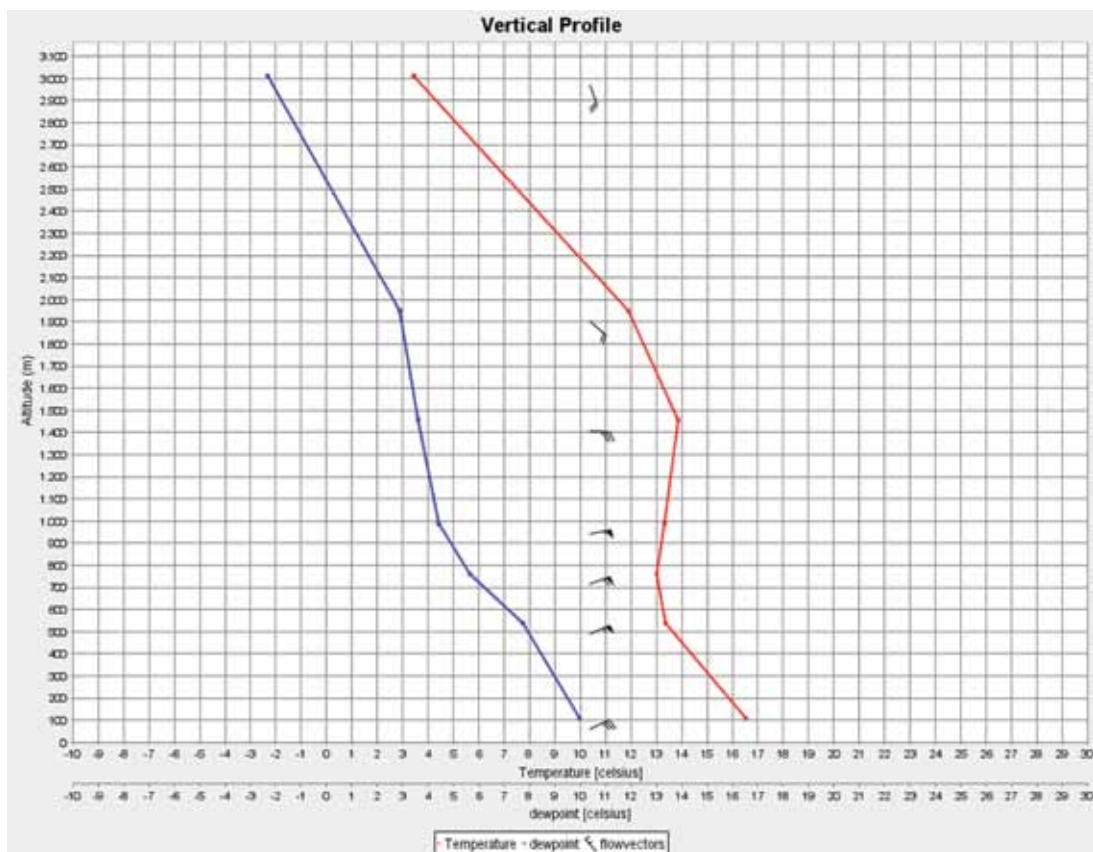


Slika 10. Vremenski niz srednje brzine (crveno), udara (zeleno) i smjera vjetra (plavo) s automatske meteorološke postaje u Crikvenici, razdoblje 23.-24. srpnja 2012. Crvenom oznakom istaknute su velike promjene smjera vjetra.

Figure 10. Time series of mean speed (red), hits (green) and wind direction (blue) from automatic weather stations in Crikvenica, the period 23rd to 24th July 2012. Red flag highlighted by dramatic changes in wind direction.

## VERTIKALNO STANJE ATMOSFERE - *Vertical atmospheric conditions*

Vertikalni profil kroz nižu atmosferu (do 700 hPa) dobiven iz analize modela ECMWF (Slika 11.) u vrijeme oko nastanka požara pokazuje najjaču buru na visini između 500 i 1000 m n.m. U nižim slojevima vjetar je dvostruko slabiji, a u višim slojevima se osim slabljenja vjetra mijenja i smjera na istočni i jugoistočni. U sloju bure uočava se hladna advekcija s kojom je povezan i stabilni inverzijski sloj iznad 800 m.n.m. uz izražen pad rosišta. Nastala inverzija pridonijela je zadržavanju i širenju gustog dima uz tlo i time otežanom gašenju. Hainesov indeks (Haines, 1988) pokazuje vrlo mali potencijal za utjecaj nestabilnog zraka na intenzitet požara.



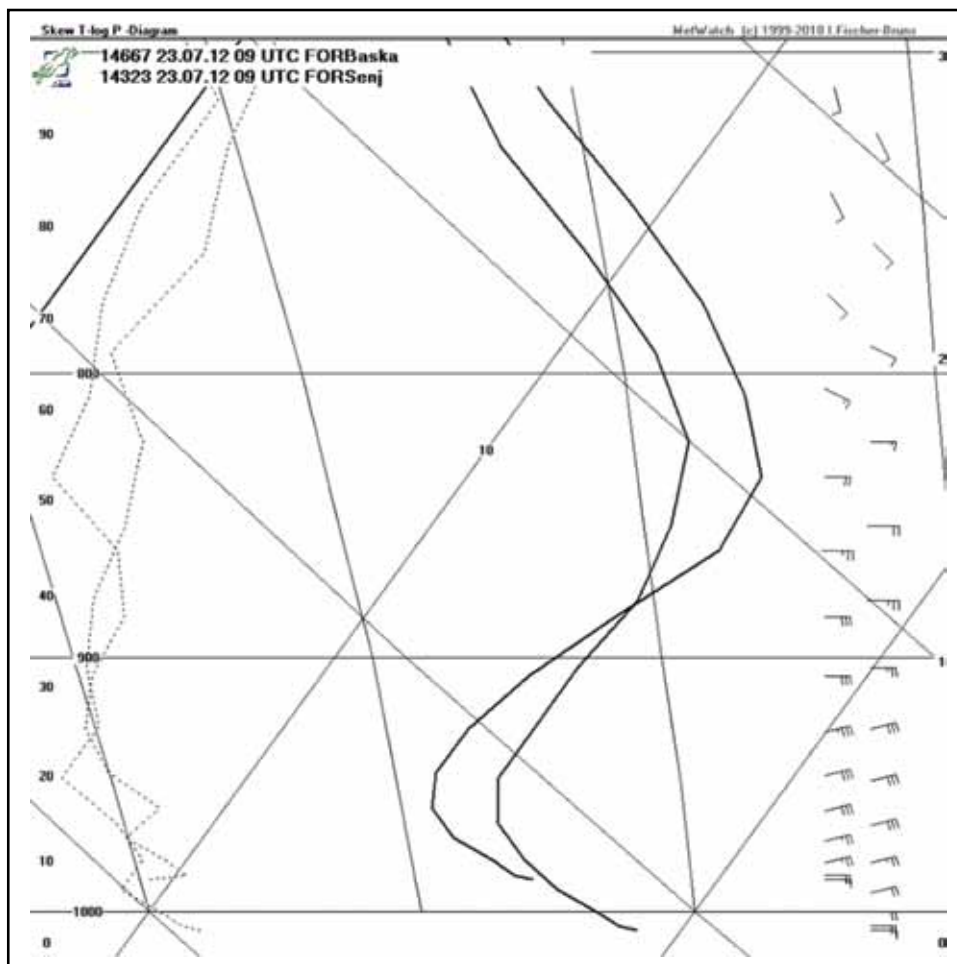
Slika 11. Vertikalni profil temperature, rosišta i vjetra dobiven iz ECMWF analize 23. srpnja 2012 u 06 UTC, točka modela je najbliža Selcu u smjeru jugozapada.

Figure 11. Vertical profile of temperature, dew point and wind derived from ECMWF analyzes 23rd July 2012 at 06 UTC, the model is the closest point in Selce southwest direction.

Dvanaest sati kasnije (nije prikazano) bura je slabija, prizemni granični sloj se zagrijava te se donji sloj inverzije malo podiže i cijeli sloj se stanjuje. U razdoblju slabije bure nakon toga inverzija nestaje, a požaru može doprinijeti i nestabilnost atmosfere.

Opisanu vertikalnu strukturu niže troposfere dobro prognozira i model ALADIN/HR. Vertikalno stanje atmosfere promatrano je za najbliže točke dostupne iz modela, Baška i Senj. Pritom se Senj smatra reprezentativnijim jer je njegov položaj s obzirom na efekte bure sličan položaju području zahvaćenim požarom raslinja.

Na vertikalnom profilu 23. srpnja u 09 UTC (Slika 12.) jasno je vidljivo da je sloj najjačega vjetra između 500 i 1000 metara nad morem. Radi se o dobro definiranome sloju bure koja u Senju puše iz smjera istok-sjeveroistok.



Slika 12. Vertikalni profil temperature (puna linija), rosišta (isprekidano) i vjetra dobiven iz prognoze modela ALADIN/HR za 23. srpnja 2012 u 09 UTC u točkama Senj i Baška.

Figure 12. Vertical profile of temperature (solid line), dew point (intermittent) and wind forecasts derived from the model ALADIN / HR for 23 July 2012 at 09 UTC in points Senj and Baška.

Iznad visine Velebita strujanje poprima karakteristike strujanja u slobodnoj atmosferi, jugoistočnog odnosno južnog smjera.

Iako se vertikalni profili temperature na dvije postaje zamjetno razlikuju (profil u Baškoj polazi od manje nadmorske visine), temperaturna inverzija u Senju i Baškoj je na istoj visini, između 916 hPa i 860 hPa odnosno 283 m i 903 m. Sloj bure debljine oko 620 m dobro je definiran inverzijom, pri čemu vertikalni gradijent temperature ( $dT/dz$ ) iznosi 0,5K/100m.

Vertikalni profili potvrđuju za buru karakteristično smicanje vjetra po visini. Prizemno smicanje u Senju je iznimno jako, a iznosi čak 76 m/s na kilometar. Iznad toga sloja neposredno iznad tla, smicanje se smanjuje, a zatim se u sloju bure (na oko 900 metara visine) ponovno pojačava i iznosi oko 14 m/s na km.

Navečer istog dana bura osjetno slabi, inverzija se spušta na oko 700 metara visine, a gradijent se smanjuje na samo 0,2K/100m.

## ZAKLJUČAK Conclusion

Vjetar, odnosno velika brzina vjetra, te nagle i izražene promjene u smjeru, dominantan su čimbenik koji je utjecao na intenzitet i brzinu širenja požara. U literaturi je takav tip požara poznat kao "šumski požar vođen vjetrom". Analiza vertikalnog profila vjetra pokazuje smicanje brzine vjetra s visinom što je karakteristično za buru koja na Jadranu s takvom jakosti kao što je bilo prilikom „Kvarnerskog požara” puše uglavnom u hladnom dijelu godine. Sa slabljenjem bure došlo je zbog utjecaja topografije do kratkotrajnih promjena smjera vjetra, što je dodatno otežalo gašenje. Za buru je tipičan inverzijski sloj, a nastala inverzija temperature zraka u ovom je slučaju pridonijela zadržavanju i širenju gustog dima u području gdje se gasio požar. Stoga se može reći da je bura kao vjetar sa svojim specifičnim karakteristikama najviše utjecala na ponašanje i širenje fronte požara otvorenog prostora koji je s obzirom na lokaciju nazvan "Kvarnerski požar".

*Zahvala: Autori se najljepše zahvaljuju dipl. ing. Dunji Mazzocco Drvar i mr. sc. Stjepanu Ivatek-Šahdanu za izradu dijela prikazanih karata.*

## LITERATURA References

1. Byram, G. M., 1954: *Atmospheric conditions related to blowup fires. A Publication of the National Wildfire Coordinating Group, PMS 815-NFES 2239, 29 p.*
2. Haines, D.A., 1988: *A lower atmosphere severity index for wildland fires. Natl. Wea. Dig., 13 (2), p 23-27.*
3. Mifka, B., Vučetić, V., 2012: *Vremenska analiza za vrijeme velikog šumskog požara na otoku Braču od 14. do 17. srpnja 2011. Vatrogastvo i upravljanje požarima, br. 3/2012., vol. 1, p 13-25.*
4. Van Wagner C.E., T.L Pickett, 1985: *Equations and FORTRAN Program for the Canadian Forest Fire Weather Index System. Canadian Forestry Service, Government of Canada, Forestry Technical Report, 33, 18 p.*