

Vremenska analiza velikog šumskog požara na Strahinjčici u ožujku 2012.

Weather analysis of a large forest fire on Mount Strahinjčica in March 2012

Diana Kuraži, mag. phys–geophys.
dr. sc. Višnja Vučetić

SAŽETAK

Po prvi puta je analizirana vremenska situacija tijekom velikog šumskog požara u kontinentalnom dijelu Hrvatske. U požaru od 22. do 27. 3. 2012. na gori Strahinjčica, smještenoj sjeveroistočno od Krapine, spaljeno je oko 350 ha što se smatra najvećim požarom na području Krapinsko-zagorske županije. Analizirano je koji vremenski uvjeti u unutrašnjosti Hrvatske utječu na nastanak i razvoj šumskog požara te jesu li slični uvjetima na jadranskom području. Specifičnost ovog požara je i u tome što je izbio puno prije početka požarne sezone. Pokazano je kako je najpovoljnija vremenska situacija za nastanak i širenje šumskog požara nastupila pretposljednog dana kada je požar već bio praktički ugašen. Time se zaključuje da je ljudski nemar započeo požar paleći korov u proljeće, ali spretnost vatrogasaca spriječila je još veću katastrofu.

Ključne riječi: šumski požar, niska mlazna struja, suša

Summary

For the first time was analyzed weather situation during a large forest fire in the continental part of Croatia. In the fire from March 22 to 27, on Mount Strahinjčica, located northeast of the city of Krapina, was burned about 350 hectares and is considered the largest fire in Krapinsko-zagorska County. Through the analysis were studied which weather conditions in the continental part of Croatia are responsible for occurrence and development of the forest fire and whether they are similar to the conditions in the Adriatic area. Specificity of the fire is that it broke out far before from the start of the fire season. It was shown that the most favorable weather situation for occurrence and development of the forest fire started penultimate day

when the fire was already extinguished. According to that, it is concluded that the human carelessness was responsible for the fire ie. the burning of weeds in the spring but wisdom and dexterity of the firefighters prevented the disaster.

Keywords: forest fire, low level jet, drought

UVOD

Introduction

Nakon kornatske tragedije 30. kolovoza 2007., interes javnosti oko požarne problematike naglo je porastao. Često izbijanje požara tijekom požarne sezone na Jadranu znalo je poprimiti katastrofalne razmjere. U Hrvatskoj u jednoj požarnoj sezoni izgori prosječna površina od oko 9 000 ha. Osim šumskog raslinja i životinjskih staništa, u opasnost se dovode poljoprivredne kulture, naseljena mjesta i ljudski životi. Požar raslinja ili požar na otvorenom prostoru sastavni je dio ciklusa razaranja i nastanka šume. Ukoliko poprimi velike razmjere, smatramo ga elementarnom nepogodom. Stoga bi od velike pomoći bila pravovremena procjena mogućnosti izbijanja požara. Proučavanje požara važno je povezati s drugom elementarnom nepogodom koja mu pogoduje, a to je suša.

Većina objavljenih radova o šumskim požarima u Hrvatskoj odnosi se na analizu požarnih sezona, tj. razdoblje lipanj–rujan (npr. Vučetić i Dimitrov, 2000; Vučetić, 2001). Prva domaća detaljna meteorološka analiza za katastrofalni šumski požar izrađena je za požar raslinja na Korčuli 1985. (Vučetić, 1987). Nakon toga su uslijedile meteorološke analize velikih požara na Hvaru 1990. (Vučetić, 1992) i 1997. kao i Pelješcu 1998. (Vučetić i Vučetić, 1999). Najpoznatija analiza šumskog požara, na žalost zbog stradavanja ljudskih žrtava, odnosi se na kornatski požar 2007. (Vučetić i sur., 2007). Na primjeru tog požara uočena je povezanost niske mlazne struje i približavanje hladne fronte u sinoptičkim razmjerima kao dodatni vremenski pokazatelji koji su upozorenje za mogućnost nastanka požara ili na izvanredno stanje požara. Ta činjenica je potvrđena i za vrijeme velikog požar na Braču 2011. (Mifka i Vučetić, 2012), kada je izgorjelo šumskog raslinja i maslina na površini od 5600 ha, kao i kod osam velikih požara raslinja u Dalmaciji u razdoblju 2001.–2010. (Tommašević, 2012).

U ovom radu je opisana vremenska analiza za vrijeme velikog požara na gori Strahinjčica, nedaleko od Krapine, u ožujku 2012. (slika 1). Po prvi puta je analiziran šumski požar koji se je dogodio u unutrašnjosti zemlje, a ne u priobalju. Prema procjenama, u tom požaru je izgorjelo oko 350 ha šumske površine te se smatra najvećim šum-

skim požarom na području Krapinsko-zagorske županije. S obzirom da se dogodio na vrlo strmom terenu koji je predstavljao velike poteškoće u gašenju, utjecaj topografije potpomogao je u daljnjem razvoju požara. Analiza ovog požara važna je i zbog toga što se nije dogodio za vrijeme standardne požarne sezone, već puno prije - od 22. do 27. ožujka 2012. U prilog tome ide i požar u parku prirode Kopački rit, koji je započeo tri dana prije požara na Strahinjčici (Banjan, 2012). Zbog toga je od velike važnosti procijeniti intenzitet i trajanje sušnog razdoblja koje je prethodilo požaru. Kako je ovo bio i podzemni požar u kojem je gorijelo i korijenje, važno je uzeti u obzir temperature tla te konačno proučiti utječu li slični vremenski uvjeti u unutrašnjosti Hrvatske na razvoj požara isto kao i na jadranskom području.



Slika 1. Početak izbijanja šumskog požara na gori Strahinjčica 22. ožujka 2012. (lijevo) i tinjanje vatre u suhim panjevima (desno) (izvor: Javna vatrogasna postrojba Krapina)

Figure 1. The beginning of the forest fire on Mount Strahinjčica od March 22 2012. (left) and smouldering of fire inside the dry stumps (right) (source: Public fire brigade Krapina)

MATERIJAL I METODE

Material and methods

Za analizu su korišteni meteorološki podaci s glavnih postaja Zagreb-Maksimir, Krapina i Varaždin te klimatoloških postaja Zabok i Bednja koje su u sklopu osnovne mreže meteoroloških postaja Državno hidrometeorološkog zavoda (DHMZ). Od prizemnih podataka za Krapinu analizirani su: srednja mjesečna i godišnja količina oborine ($\geq 0,1$ mm i ≥ 10 mm) i visina snježnog pokrivača (≥ 1 cm i ≥ 10 cm) izmjereni u 7 h SEV, srednja mjesečna i godišnja temperatura zraka na 2 m visine te na 5 cm od tla te smjer i brzina vjetra. Iz tih podataka određen broj hladnih dana s minimalnom temperaturom zraka ispod 0

°C na visini 2 m i 5 cm iznad tla, kako bi se odredilo trajanje suhog i toplog razdoblja, neuobičajenog za dio godine koje je prethodilo požaru. Pomoću 10-minutnih podataka automatske postaje Krapina, praćeni su smjer i brzina vjetra za vrijeme trajanja požara. Osim toga, analizirane su i temperature tla na dubinama 2, 5, 10 i 20 cm izmjerene u 7, 14 i 21 h SEV za razdoblje 1994.–2012.

Od visinskih podataka analizirana su radiosondažna mjerenja za Zagreb-Maksimir za dane požara u 00 i 12 UTC. Simulirani su vertikalni profili brzine i smjera vjetra te temperature za Zagreb i Krapinu pomoću modela ALADIN/HR. Uz njihovu pomoć određuje se postojanje niske mlazne struje. Niskom mlaznom strujom (Low Level Jet, LLJ) smatra se signifikantni maksimum brzine vjetra u nižoj troposferi, tj. u prvih 1500 m visine (Blackadar, 1957). Osnovni kriteriji brzine vjetra po kojima se definira LLJ su navedeni u tablici 1 (Bonneru, 1968). Postavljeni su prema subjektivnoj procjeni i prilagođeni tako da sezonske, geografske i dnevne razdiobe maksimalne brzine vjetra nisu posebno osjetljive na određeni kriterij. Tako je, npr. prvi kriterij za LLJ-u zadovoljen ako je maksimalna brzina vjetra u donjoj troposferi veća ili jednaka 12 m/s, a nakon toga se do sljedećeg minimuma ili do 3 km visine smanji na 6 m/s.

Tablica 1. Kriteriji brzine vjetra za određivanje niske mlazne struje (Bonner, 1968.)

Table 1. Criteria of wind speed for determining of low level jet (Bonner, 1968.)

Kriterij	Maks. brzina vjetra (m/s)	Smanjivanje brzine do 3 km visine (m/s)
1	≥ 12	6
2	≥ 16	8
3	≥ 20	10

U svrhu preventivnog i brzog djelovanja od velike je važnosti procijeniti opasnost od mogućeg izbijanja i daljnje širenja šumskog požara. U DHMZ-u se takva procjena radi od 1981. za jadransko područje, a od 2013. za cijelu Hrvatsku, pomoću kanadske metode indeksa meteorološke opasnosti od požara (Canadian Forest Fire Weather Index System, CFFWIS) ili skraćeno Fire Weather Index (FWI) (Van Wagner i Pickett, 1985). FWI se sastoji od pet

podindeksa. Oni uvažavaju dnevne varijacije vlage u različitim gorivima, koja imaju različito vrijeme odziva ovisno o vremenskim prilikama, početne brzine širenja, količine goriva i očekivani intenzitet širenja požarne fronte. Kombinacijom raznih indeksa može se odrediti pet klasa opasnosti od požara: vrlo mala, mala, umjerena, velika i vrlo velika opasnost. Indeksi opasnosti od požara određuju se iz podataka o temperaturi zraka, brzini vjetra i relativnoj vlažnosti zraka izmjerenih u 14 h SEV, te iz količine oborine u 7 h SEV, a računati su za postaje: Krapina, Varaždin, Zabok i Bednja.

REZULTATI

Results

Na gori Strahinjčica, smještenoj sjeveroistočno od Krapine, izbio je 22. ožujka 2012. šumski požar koji se smatra najvećim na području Krapinsko-zagorske županije. U njemu je spaljeno oko 350 ha šume bukve, hrasta i crnogorice. Osim što je ovo prva analiza požara u kontinentalnom dijelu Hrvatske, važnost mu je i veća time što je izbio prije početka požarne sezone (lipanj–rujan) kada se dogodilo mnogo požara raslinja i u drugim dijelovima sjeverne, sjeverozapadne i istočne Hrvatske (Mihoković, 2012.; Šutler, 2012).

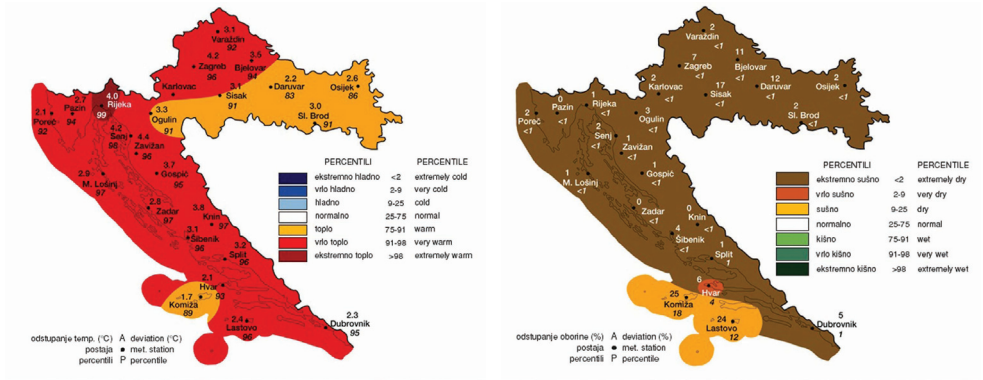
Tablica 2. Meteorološki elementi za Krapinu za ožujak 2012. i 1994.–2012.

Table 2. Meteorological elements for Krapina in March 2012 and 1994.–2012.

KRAPINA		ožujak 2012.		ožujak 1994.–2012.
temperatura zraka	$t_{\text{aps min}} (^{\circ}\text{C})$	-4,9		-14,2
	$t_{\text{sred mj}} (^{\circ}\text{C})$	9,4		6,7
	$t_{\text{aps maks}} (^{\circ}\text{C})$	23,0		24,0
	$N_{\text{hladni dani}}$	7		10
	$N_{\text{tmin 5 cm < 0}}$	15		17
oborina	P (mm)	0,6		50,6
snježni pokrivač	$N_s \geq 1 \text{ cm}$	0,0		2,5
	$N_s \geq 10 \text{ cm}$	0,0		0,5
vjetar	smjer (kvadrant)	NE	SW	–
	rel. čestina (%)	+6,1	-5,8	–
temperatura tla	$t_{\text{sred 2 cm}} (^{\circ}\text{C})$	9,8		6,9
	$t_{\text{sred 5 cm}} (^{\circ}\text{C})$	9,6		6,7
	$t_{\text{sred 10 cm}} (^{\circ}\text{C})$	8,8		6,2
	$t_{\text{sred 20 cm}} (^{\circ}\text{C})$	8,2		6,3

Prema podacima postaje Krapine (tablica 2), ustanovljeno je da je ožujak 2012. bio vrlo topao sa srednjom mjesečnom temperaturom od 9,4 °C, od kojega je topliji bio samo ožujak 1994. s 9,7 °C. Zabilježeno je samo 7 hladnih dana, no minimalna temperatura zraka na 5 cm iznad tla je ipak bila niža od 0 °C tijekom 15 dana. Analiza oborine pokazala je da je prosječna količina oborine u ožujku 50,6 mm, a u ožujku 2012. je iznosila samo 0,6 mm te spada u najsušniji ožujak u promatranom razdoblju. Iako je srednji broj dana s visinom snježnog pokrivača ≥ 1 cm u ožujku 2,5 dana, u ožujku 2012. takvih dana nije bilo. Analizom vjetra ustanovljeno je da je u ožujku 2012. puhaio vjetar više iz NE kvadranta, a manje iz SW kvadranta, u odnosu na višegodišnju učestalost vjetra. S obzirom da je nakon požara pronađeno vruće kamenje u dubini i da je gorjelo duboko korijenje i krupni gorivi materijal, što je inače karakteristika požara u Dalmaciji, navelo je na analizu temperatura tla. Ustanovljeno je kako je 2012. druga po redu godina odmah nakon najtoplije 1994. sa srednjim temperaturama tla od 9,8 °C na 2 cm, 9,6 °C na 5 cm i 8,8 °C na 10 cm dubine. U 2012. izmjerene su najveće maksimalne temperature tla od 16,7 °C na 10 cm i 13,4 °C na 20 cm dubine. Takvom suhom, toplom i bezoborinskom vremenu koje pogoduje nastanku šumskih požara prethodila je i ekstremno topla 2011. godina s temperaturom zraka 1,7 °C iznad prosjeka kao i ekstremno sušna s godišnjom količinom oborine samo 55–59 % od višegodišnjeg prosjeka 1961.–1990. (slika 2). Prostorna razdioba standardiziranog oborinskog indeksa SPI (Svoboda i sur., 2012) je pokazala da je ožujak 2012. bio ekstremno suh, ali i 11 mjeseci unazad prevladavalo je ekstremno suho vrijeme (karte prikazane na <http://meteo.hr>).

U Krapini je 22. ožujka 2012. na dan izbijanja požara bilo pretežno vedro, pod utjecajem visokog tlaka zraka i nebo je djelomice bilo prekriveno srednjim i visokim oblacima. Vidljivost je bila vrlo dobra do udaljenosti od 25 km. Temperatura zraka s maksimalnih 21,5 °C ukazuje na toplo vrijeme za ovo doba godine, a relativna vlažnost zraka od 38% u 14 h na suho vrijeme, koji su pogodovali nastanku požara (tablica 3). Maksimalna srednja 10-minutna brzina vjetra iznosila 2,5 m/s, uz najjači udar vjetra od 6,4 m/s, a smjer vjetra bio je vrlo promjenjiv. Obje vrijednosti zabilježene su između 16 i 18 h kada je požar neposredno izbio i bio u početnoj fazi gašenja (tablica 4).



Slika 2. Odstupanja srednje mjesečne temperature zraka (°C, lijevo) i količine oborine (% desno) za ožujak 2012. godine od višegodišnjeg prosjeka 1961.–1990. (izvor: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

Figure 2. Average monthly air temperature anomalies (°C, left) and precipitation amounts (% right) in March 2012 compared with 1961. – 1990. multi-annual average (source: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

Tablica 3. Vrijednosti temperature zraka i relativne vlažnosti zraka za Krapinu za dane požara 22.–27. ožujka 2012.

Table 3. Values of air temperature and relative humidity for Krapina during the fire in March 22–27, 2012.

datum	T _{min} (°C)	T _{maks} (°C)	T _{sred} (°C)	RV _{14 SEV} (%)	RV _{sred} (%)
22.3.	5,0	21,5	12,6	38	56
23.3.	3,5	23,3	13,3	24	51
24.3.	6,7	22,6	15,0	30	49
25.3.	8,8	20,8	15,7	36	48
26.3.	6,2	18,4	13,8	20	34
27.3.	1,4	20,0	11,9	22	36

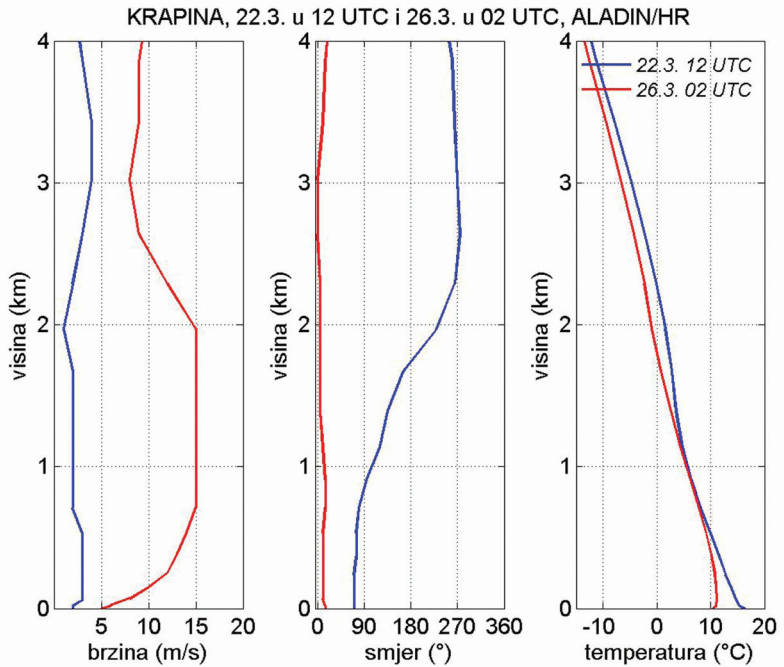
Tablica 4. Vrijednosti brzine vjetra i udara vjetra za Krapinu za dane požara 22. – 27. ožujka 2012. Vmaks 10 – najveća 10-minutna brzina vjetra i Vudar – dnevni maksimalni udar vjetra

Table 4. Values of wind speed and wind gusts for Krapina during the fire in March 22 – 27, 2012. Vmaks 10 – maximal 10-min wind speed and Vudar – daily maximal wind gust

datum	$V_{maks\ 10}$ (m/s)	SEV (h)	V_{udar} (m/s)	SEV (h)
22.3.	2,5	17:50	6,4	16:10
23.3.	4,8	14:40	8,8	14:30 i 14:40
24.3.	4,0	18:50 i 19:10	9,4	19:30
25.3.	4,7	21:40 i 21:50	10,6	21:40
26.3.	7,0	13:40	12,8	15:30
27.3.	4,1	22:00	8,3	21:10

Indeks meteorološke opasnosti od nastanka šumskog požara (FWI) dao je malu opasnost u Krapini, Varaždinu i Bednji te umjerenu u Zaboku koja je neočekivana izvan požarne sezone u kontinentalnom dijelu Hrvatske. Uz to je pokazao da je najviše bilo ugroženo fino gorivo, a manje srednje i krupno gorivo.

Sondažna mjerenja na postaji Zagreb-Maksimir (nije prikazano) i pseudotempovi dobiveni modelom ALADIN/HR za krapinsko područje pokazali su slab vjetar do visine od 3 km (slika 3). Vertikalni profili temperature zraka na dan nastanka požara u 12 UTC pokazuju njezino smanjivanje s visinom. Atmosfera je bila statički nestabilna u prvih 1 km visine što je pogodovalo uzlaznom gibanju zraka uz strmu prepreku s nagibima i do 60°. Temperaturna inverzija na visini oko 1,6 km je područje gdje dolazi do nagle promjene smjera vjetra i iznad toga atmosfera je stabilno stratificirana. Vizualni pokazatelj nestabilnosti donje troposfere je stup dima koji se proteže u visinu. Došavši do stabilnog sloja zraka koji sprečava daljnja uzlazna gibanja, dim skreće prema sjeveru (slika 1). Iz toga se vidi da nisu postojali povoljni uvjeti za jači razvoj turbulencije u donjem sloju troposfere koja bi bila odgovorna za brzo širenje požara kao što je to pokazano za velike šumske požare na Jadranu.

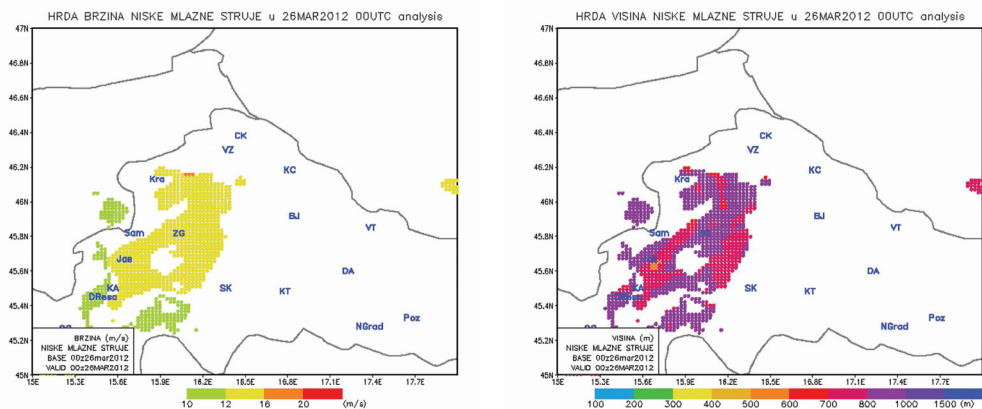


Slika 3. Vertikalni profil brzine vjetra (m/s, lijevo), smjera vjetra ($^{\circ}$, sredina) i temperature zraka ($^{\circ}$ C, desno) za Krapinu 22. ožujka 2012. u 12 UTC i 26. ožujka 2012. u 00 UTC prema modelu ALADIN/HR

Figure 3. Vertical profile of wind speed (m/s, left), wind direction ($^{\circ}$, middle) and air temperature ($^{\circ}$ C, right) for Krapina March 22, 2012 at 12 UTC and March 26, 2012 at 00 UTC according to ALADIN/HR model

Najpovoljnija vremenska situacija za izbijanje i širenje požara na Strahinjčici nastupila je pretposljednog dana požara 26. ožujka 2012., kada je došlo do promjene vremena. Prodorom hladnog zraka sa sjevera, odnosno prolaskom hladne fronte istočno od unutrašnjosti Hrvatske, srednja dnevna temperatura se smanjuje na $11,9^{\circ}$ C (tablica 3). Srednja dnevna relativna vlažnost smanjivala se s 56 % prvog dana požara do 34% pretposljednog dana požara što je posljedica prolaska hladne fronte istočno od unutrašnjosti Hrvatske. Toga dana je zabilježena relativna vlažnost zraka od samo 16 % između 16 i 17 h. Maksimalna srednja 10-minutna brzina vjetra iznosila je 7 m/s s jakim udarima vjetra, najviše do 12,8 m/s N i NE smjera (tablica 4). Indeks meteorološke opasnosti od izbijanja požara FWI dao je veliku opasnost od izbijanja požara u

Krapini što je bilo neočekivano visoko. Vertikalni profili vjetra iz modela ALADIN/HR za krapinsko područje ukazali su na pojavu niske mlazne struje u 00 UTC (slika 3). Na području Strahinjčice simuliran je maksimum brzine vjetra 16–20 m/s na visini 700–1000 m (slika 4). Takva vremenski uvjeti podržavaju uzlazna gibanja i time širenje vatre uz prepreku. Međutim, u to vrijeme šumski požar bio je praktički već ugašen i nije došlo do njegovog ponovnog rasplamsavanja.



Slika 4. Analizirano polje brzine (lijevo) i visine (desno) niske mlazne struje modelom ALADIN/HR s horizontalnom razlučivosti od 2 km za 26.3.2012. u 00 UTC

Figure 4. Spatial distribution of analyzed speed (left) and hight (right) of low level jet produced by model ALADIN/HR with horizontal resolution of 2 km for March 26, 2012 at 00 UTC

ZAKLJUČAK

Conclusion

Nastanku šumskog požara na gori Strahinjčica pogodovalo je dugotrajno sušno razdoblje, ekstremno visoke temperature zraka i tla u ožujku 2012. što je isušilo fini gorivi materijal (listinac). Na širenje šumskog požara utjecala je konfiguracija terena koji je vrlo strm, na mjestima i s nagibom do 60°, što je pogodovalo dizanju odnosno konvekciji toplog zraka uz prepreku. Zaključeno je kako je najpovoljnija vremenska situacija za izbijanje i širenje požara na Strahinjčici nastupila pretposljednog dana požara 26. ožujka 2012. Toga dana je došlo do promjene vremena uz prodor hladnog zraka sa sjevera, prolaska hladne fronte istočno od unutrašnjosti Hrvatske, pojačanja vjetra u donjoj troposferi odnosno pojavi niske mlazne struje. U takvim vremenskim situacijama nastali su veliki šumski

požari na Jadranu. Međutim, u to vrijeme požar na Strahinjčici bio je praktički već ugašen i nije došlo do njegovog ponovnog rasplamsavanja.

Ova analiza je pokazala koliko je važno pravovremeno djelovati kod nastanka požara. Meteorološka služba pomaže vatrogascima u dobivanju specijaliziranih vremenskih prognoza i procjena opasnosti od šumskih požara za područje zahvaćeno požarom. Međutim, ta suradnja mogla bi biti još bolja jer je za vrijeme velikih požara nužna i prisutnost meteorologa na terenu i obavljanje specijalnih meteoroloških mjerenja. Šumski požar na Strahinjčici započeo je ljudski nemar najvjerojatnije zbog paljenja koroza u proljeće. Na sreću, spretnost vatrogasaca spriječila je još veću katastrofu koja se mogla dogoditi da požar nije bio na vrijeme lokaliziran.

LITERATURA

References

1. Banjan, B. (2012): *Nova intervencija u parku prirode „Kopački rit“*, *Vatrogasni vjesnik*, 4 2012, 17–18.
2. Blackadar, A.K. (1957): *Boundary layer wind maximum and their significance for the growth nocturnal inversion*, *Bulletin American Meteorological Society*, 38, 283–290.
3. Bonner, W. D. (1968): *Climatology of the low level jet*, *Monthly Weather Review*, 96, 833–850.
4. Dimitrov, T. (1982): *Šumski požari i sistem procjene od opasnosti od požara*, poglavlje *Osnove zaštite šuma od požara*, Centar za informacije i publicitet, Zagreb, 181–256.
5. Miška, B., Vučetić, V., (2012): *Vremenska analiza katastrofalnog požara na otoku Braču od 14. do 17. srpnja 2011*, *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, 3, 13–25.
6. Mihoković, B. (2012) *Velik broj požara*, *Vatrogasni vjesnik*, 4 2012, 91.
7. Svoboda, M, Hayes, M., Wood, D. (2012): *Standardized precipitation index user guide*, WMO-No. 1090, Geneva, 24 str.
8. Šutler, M. (2012): *Veliki šumski požar u Starom Topolju*, *Vatrogasni vjesnik*, 3/2012, 24.
9. Tomašević, I. (2012): *Vertikalni profili atmosfere za vrijeme velikih šumskih požara*, *Diplomski rad*, Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu, 58 str.
10. Van Wagner C.E., Pickett, T. L., (1985): *Equations and fortran program for the canadian forest fire weather index system*, *Canadian forestry service*, Government of Canada, *Forestry technical report* 33, 18 str.

11. Vučetić, M., Dimitrov, T., (2000): *Vremenske prilike i šumski požari u priobalju Republike Hrvatske u 1999. godini*, Šumarski list, 9–10/2000, 549–560.
12. Vučetić, M., Vučetić, V., (1999): *Požari u različitim vremenskim situacijama*, Vatrogasni vjesnik, 12/99, 12–14.
13. Vučetić, M. (1987): *Meteorološka analiza katastrofalnog šumskog požara na Korčuli 1985*, Rasprave, 22, 67–72.
14. Vučetić, M. (1992): *Vremenske prilike tijekom šumskog požara na otoku Hvaru od 13. do 31.7.1990*, Hrvatski meteorološki časopis, 27, 69–76.
15. Vučetić, M. (2001): *Vremenske prilike i šumski požari na hrvatskom priobalju tijekom 2000*, Šumarski list, 7–8/2001, 367–378.
16. Vučetić, V., Ivatek-Šahdan, S., Tudor, M., Kraljević, L., Ivančan-Picek, B., Strelec Mahović, N., (2007): *Analiza vremenske situacije tijekom kornatskog požara 30. kolovoza 2007*, Hrvatski meteorološki časopis, 42, 41–65.