

VREMENSKE PRILIKE I USPOREDBA SEZONE ZAŠTITE ŠUMA OD POŽARA 2001. U ODNOSU NA VIŠEGODIŠNJI PROSJEK

WEATHER CONDITIONS AND A COMPARISON OF THE FOREST FIRE SEASON 2001 WITH LONG-TERM MEAN VALUES

Marko VUČETIĆ*

SAŽETAK: U radu je kartografski prikazana, po prvi puta napravljena, analiza srednje sezonske žestine SSR (Seasonal Severity Rating) od lipnja do rujna za razdoblje 1961-1990. Time se dobilo prosječno stanje opasnosti od šumskih požara s kojim je moguće usporediti pojedine sezone i donositi zaključke o ne/uspješnosti učinkovitosti poduzetih aktivnosti u zaštiti šuma ili utjecaju vremenskih prilika. Usporedba SSR sezone 2001. sa srednjim stanjem ukazuje na bitne promjene i to povećanjem vrijednosti SSR iznad prosjeka ponajprije u kontinentalnom dijelu srednje Dalmacije (Knin i zaleđe Splita) te široj okolici Šibenika i Ploča. Analiza vremenskih prilika ukazuje da je nasušniji mjesec bio kolovoz, a najkišovitiji rujan. Najdulja bezoborinska razdoblja pojavila su se krajem srpnja te su trajala do pred kraj kolovoza. Druga polovica kolovoza bila je najkritičnije razdoblje sezone za nastanak i širenje šumskih požara. Prema pokazateljima ISI i FWI bilo je više kritičnih razdoblja, ali svakako se izdvajaju 11. i 12. kolovoza 2001. U kritičkim razdobljima postojali su uvjeti za nastajanje najgoreg oblika šumskog požara krošnji (crown fire).

Ključne riječi: Višegodišnji prosjek sezonske žestine, šumski požar; meteorološki indeks požara, požar krošnji

1. UVOD – Introduction

Za potrebe analize ne/pogodnih vremenskih uvjeta tijekom sezone zaštite šuma od požara lipanj-rujan 2001. godine, upotrijebljeni su podaci s 35 meteoroloških postaja. Meteorološke postaje odabrane su tako da "pokrivaju" kompletno područje hrvatskog krša. Pomoću meteoroloških parametara računata su komponente kanadskog sustava FWIS (Sustav meteorološkog indeksa požara), FFMC (stanje vlažnosti finog goriva), DMC (stanje vlažnosti srednje-krupnog goriva), DC (stanje vlažnosti dubokog krupnog goriva), ISI (indeks

početnog širenja), BUI (indeks ukupnog goriva), FWI (meteorološki indeks požara).

Ocjena sezone 2001. godine napravljena je prema već ustaljenom načinu koji je primijenjen i za sezone 1999. (Vučetić i Dimitrov, 2000) i 2000. (Vučetić, 2001). Razlika je što je u ovoj analizi izostavljen prikaz broja dana s velikom i vrlo velikom klasom opasnosti od požara, a razlog je obuhvatnija analiza sezonske potencijalne žestine (SSR, Seasonal Severity Rating). Posebno kvalitetan pomak napravljen je u analizi vremenskih i klimatskih uvjeta ne/pogodnih za nastajanje i širenje šumskih požara, po prvi puta za promatrano područje Hrvatske, prikazom srednje tridesetgodišnje sezonske žestine požara.

Također, za tridesetgodišnji srednjak, shematski je predočena promjena SSR-a s visinom (vertikalni gradijent SSR) na primjeru meteoroloških postaja Senj, Zavižan i Gospić.

* Marko Vučetić, dipl. ing., Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, Zagreb

2. STATISTIČKI PREGLED BROJA POŽARA

Statistical survey of fire numbers

Tijekom 2001. godine u razdoblju 1. siječnja do 31. prosinca u Republici Hrvatskoj ukupno je zabilježeno 7 565 požara od čega 4 024 požara otvorenog prostora, a spaljena površina iznosila je 27 251 ha, (Grum, 2002). U usporedbi s predhodnom godinom ukupni broj požara manji je za 34.9 %. Broj požara otvorenog prostora manji je za 48.4 %, a spaljena površina manja je za 102 632 ha ili za 4.8 puta prema prethodnoj godini.

Tablica 1. Broj šumskih požara
Table 1. Number of forest fires

Godina Year	Ukupno požara šuma Total forest fires	Spaljena površina u ha Burnt area in ha	Odnos ha / požaru ha / fire ratio
2001.	358	1 818	5.08
2000.	730	27 407	37.54
1999.	386	1 659	4.30

(Tablica i svi statistički podaci o požarima preuzeti su prema Grum, 2001a i 2002)
(The table and all statistical fire data were taken from Grum, 2001a and 2002)

Krajem lipnja zabilježena su dva značajnija požara i to 26. lipnja 2001. na području mjesta Desno pokraj Metkovića, gdje je spaljena površina iznosila 250 ha, i 30. lipnja na području Dračevica i Ložišća na otoku Braču gdje je spaljeno 5 ha.

Tijekom srpnja izbio je veći broj požara od kojih navodimo samo one najveće. Na planini Plješivici, predjel Surdup, oko 10 km sjeveroistočno od Knina, 25 srpnja izbio je požar koji je svladan tek 14. kolovoza. Spaljena površina iznosila je 600 ha. Dana 30. srpnja 2001. izbili su požari kod Stankovaca, spaljena površina je iznosila 400 ha, Zemunika Gornjeg sa spaljenom površinom 200 ha, kod mjesta Ljubički Stanovi, također sa 200 ha spaljene površine, te kod Vranskog jezera na brdu Crnogorka sa spaljenom površinom 160 ha. Još 2. srpnja kod mjesta Poljica na otoku Hvaru požar je zahvatio površinu od 100 ha.

Tijekom kolovoza nastali su veliki šumski požari u kojima je spaljena površina od 9000 ha. Prema vatrogasnim zapisima smatra se da je 11. kolovoza bio najteži dan za gasitelje, kada su se požari brzo širili potpomognuti jakim vjetrom. Toga dana izbio je požar u blizini

Od ukupnog broja, 4 024 požara otvorenog prostora, 358 požara otpada na požare šuma u kojima je spaljeno 1 818 ha šumske površine. Smanjenje ukupnog broja požara prema prethodnoj godini iznosi 51.0 %, a spaljene površine 93.4 % odnosno 15.1 puta. Najveći broj šumskih požara u 2001. godini zabilježen je u kolovozu, 158, zatim u srpnju 48, te u veljači i ožujku po 34, itd, (tablica 1).

mjesta Duće kraj Omiša, spaljena površina iznosila je 3000 ha. Istoga dana izbio je požar na predjelu Vrpolja pokraj Grebaštice koji se spojio s onim pokraj Jadrtočca, a ukupno je spaljena površina od 2000 ha. Toga dana i na području Konjevrate izbio požar, a spaljena površina iznosila je 600 ha. Pokraj Sutivana na Braču, također 11. kolovoza izbio je požar u kojem je spaljena površina od 350 ha. Po 150 ha spaljene površine, 11. kolovoza, ostavili su požari pokraj Islama Grčkog i Gorice na Pagu. Na području Bogatića i Miljevaca, od 12. do 13. kolovoza spaljena je površina od 1000 ha, a pokraj Selaca na Braču 280 ha. Na predjelu Žrnovica-Amižić-Privor, 14. kolovoza spaljeno je 800 ha, a na području Smokovljana 400 ha. Na području Divosela od 27. do 29. kolovoza spaljena je površina od 900 ha.

I u srpnju, a posebice u kolovozu (12. kolovoza) bilo je požara koji su se proširili iz Bosne i Hercegovine na područje Županije dubrovačko-neretvanske u kojima je, procjenjuje se, spaljena površina na teritorju Hrvatske iznosila oko 500 ha. Podaci o požarima preuzeti su od Grum, 2001b.

3. VREMENSKE PRILIKE I OPASNOST OD ŠUMSKIH POŽARA

Weather conditions and the risk of forest fires

U tablici 3 prikazane su mjesečne količine oborine od svibnja do rujna za 17 meteoroloških postaja, uglavnom uzduž primorja. Količina oborine na svim postajama u svibnju manja je od višegodišnjeg prosjeka za pojedinu postaju. U lipnju tek pojedine postaje imaju veću količinu oborine od prosjeka (Senj, Zavižan, Rab i Zadar). Srpanjska količina oborine je opet ispod prosjeka za sve postaje osim Makarske, koja je iznosila kao desetgodišnji prosjek (1981-1990). Kolovoz je da-

leko najsušniji ovosezonski mjesec s izuzetno malim količinama oborine. Najmanja mjesečna količina izmjerena je u Zadru 0.3 mm, što je samo 0.5% od prosjeka koji iznosi 63.1 mm u razdoblju 1978-1990. U Rijeci je palo samo 2 % od višegodišnjeg prosjeka (113.4 mm, 1961-1990), a na Zavižanu 7 % od prosjeka (139.9 mm, 1961-1990). Južnije, posebice u Dalmaciji, srednje višegodišnje vrijednosti količine oborine za kolovoz puno su manje nego na sjevernom dijelu

obale, pa tu činjenicu treba uvažiti kod interpretacije količine oborine u kolovozu prikazane u postotku višegodišnjeg prosjeka. U Makarskoj (32.3 mm 1981-1990) i Pločama (56.2 mm 1978-1990) palo je samo 3 % oborine od prosjeka, u Dubrovniku 14 % (81.0 mm 1971-

1990), a na Lastovu 24 % (32.3 mm 1961-1990). Rujan je gotovo na svim postajama bio nadprosječno kišovit (osim Rijeke, Lastova i Dubrovnika) što treba uzeti u obzir kod ukupog prikaza sezone od lipnja do rujna.

Tablica 3. Mjesečne količine oborine [mm] za razdoblje od svibnja do rujna 2001. godine.
Table 3 Monthly precipitation quantities (mm) for the period May to September 2001

Postaja Station	Svibanj May	Lipanj June	Srpanj July	Kolovoz August	Rujan September
Pazin	17.5	79.0	54.5	13.3	143.0
Pula	47.7	52.9	7.0	14.3	152.9
Rijeka	18.6	76.6	35.4	2.3	137.3
Senj	32.2	102.3	34.4	4.0	251.5
Zavižan	108.5	153.5	67.0	10.4	241.8
Gospić	73.1	81.6	17.4	29.1	190.0
Rab	38.1	105.1	14.8	1.4	154.2
Zadar	32.0	55.1	3.5	0.3	206.5
Šibenik	29.2	48.2	28.2	17.6	198.3
Knin	58.7	53.8	16.6s	9.9	172.3
Split-Marjan	18.5	45.8	11.5	4.1	166.1
Makarska	43.1	34.5	29.5	1.1	148.1
Ploče	33.9	29.0	4.7	1.6	105.8
Hvar	35.4	32.8	6.5	13.7	103.2
Komiža	47.4	29.2	6.2	8.5	61.3
Lastovo	19.2	1.5	15.6	7.9	24.9
Dubrovnik	46.3	12.7	3.9	11.1	69.3

Može se zaključiti da je kolovoz bio najsušniji mjesec, ali da su istina, male količine oborine, spriječavale nastajanje dugih bezoborinskih razdoblja. Najdulja bezoborinska razdoblja javljaju se krajem srpnja te traju do pred kraj kolovoza, tablica 4. Najdulje bezobo-

rinsko razdoblje zabilježeno je na Rabu u trajanju od 39 dana od 23. srpnja do 30. kolovoza 2002, zatim u Dubrovniku u trajanju od 35 dana od 18. srpnja do 21. kolovoza te na postajama Šibenik, Split-Marjan, Makarska i Hvar u istom razdoblju od 22. srpnja do 21.

Tablica 4. Prikaz sušnih razdoblja (više od deset uzastopnih dana s količinom oborine ≤ 0.1 mm) u razdoblju od 1.1. do 31. 10. 2001. godine

Table 4 Dry periods (more than ten successive days with precipitation quantity ≤ 0.1 mm) in the period from 1 January to 31 October 2001

Pula		Rab		Zadar		Knin		Šibenik	
razdoblje period	dana days	razdoblje period	dana days	razdoblje period	dana days	razdoblje period	dana days	razdoblje period	dana days
11. 2.-24. 2.	14	11. 2.-23. 2.	13	11. 2.-23. 2.	13	7. 2.-21. 2.	15	22. 4.-6. 5.	15
22. 4.-4. 5.	13	23. 4.-4. 5.	12	22. 4.-4. 5.	13	26. 4.-6. 5.	11	1. 7.-16. 7.	16
5. 7.-16. 7.	12	8. 5.-18. 5.	11	30. 6.-16. 7.	17	24. 6.-22. 7.	29	22. 7.-21. 8.	31
22. 7.-11. 8.	21	20. 6.-4. 7.	15	25. 7.-21. 8.	27	3. 8.-25. 8.	23	11. 10.-21. 10.	11
13. 8.-30. 8.	18	6. 7.-16. 7.	11	11. 10.-21. 10.	11	20. 10.-30. 10.	11		
8. 10.-20. 10.	13	23. 7.-30. 8.	39						
Split - Marjan		Makarska		Hvar		Lastovo		Dubrovnik	
razdoblje period	dana days	razdoblje period	dana days	razdoblje period	dana days	razdoblje period	dana days	razdoblje period	dana days
6. 2.-24. 2.	14	15. 3.-27. 3.	13	15. 3.-29. 3.	15	15. 3.-27. 3.	13	11. 2.-24. 2.	14
22. 6.-3. 7.	12	22. 6.-10. 7.	19	9. 5.-20. 5.	12	9. 5.-20. 5.	12	24. 4.-5. 5.	12
5. 7.-19. 7.	12	22. 7.-21. 8.	31	22. 7.-21. 8.	31	3. 6.-13. 6.	11	9. 5.-21. 5.	13
22. 7.-21. 8.	31	2. 10.-21. 10.	20	11. 10.-21. 10.	11	22. 6.-16. 7.	25	22. 6.-16. 7.	25
11. 10.-21. 10.	11					22. 7.-21. 8.	31	18. 7.-21. 8.	35
						24. 8.-4. 9.	12	11. 10.-21. 10.	11
						10. 10.-21. 10.	12		

kolovoza u trajanju od 31 dan. Pula, Zadar i Knin imali su bezoborinska razdoblja kraća od 30 dana. Ovo je razdoblje, posebice pred njegov kraj, bilo najkritičnije razdoblje ove sezone za nastanak i širenje šumskih požara. Uz ovo najdulje bezoborinsko razdoblje koje se uočava na svim analiziranim meteorološkim postajama javlja se još jedno, sekundarno, ali osjetno kraće. Sekundarno bezoborinsko razdoblje najizraženije je za postaje Lastovo i Dubrovnik u trajanju od 25 dana u razdoblju od 22. lipnja do 16. srpnja i posebno za postaju Knin u trajanju od 29 dana u razdoblju od 24. lipnja do 22. srpnja. Očito, povoljna je okolnost da su ova dva bezoborinska razdoblja prekinuta i malim količinama oborine. Također, je povoljna okolnost što su bezoborinska razdoblja zaustavljena već na samom kraju kolovoza i da se nisu nastavila u rujnu.

4. VJETAR – Wind

Kao i 2000. godine (Vučetić, 2001) zamjećuju se velike promjene u ružama vjetra za 2001. godinu za lipanj, srpanj i kolovoz prema izgledu višegodišnjih (1961-1990) ruža vjetra za postaju Knin (slika 1). Svakako, kao i 2000. godine, dio tih promjena treba pripisati promjeni motritelja i načinu motrenja. Za postaju Knin može se reći da je u lipnju (35.6 % od ukupnog broja podataka) i kolovozu (34.5 %) triput, a u srpnju (29.0 %) dvaput više slučajeva zabilježen umjereno jak (4 do 5 Bf) vjetar nego u tridesetgodišnjem razdoblju (1961-1990). Tijekom lipnja i kolovoza zabilježen jaki vjetar (≥ 6 Bf) i to u oba mjeseca u 2.2 % slučajeva, što je također za oba mjeseca dvostruko više nego u višegodišnjem razdoblju. Osim toga ruže vjetra ukazuju da su se u većem broju slučajeva javljali vjetrovi različitog smjera koji u tridesetgodišnjem razdoblju ne pokazuju neki značajniji postotak pojavljivanja. To je posebno uočljivo za kolovoz, kada se uz sjeverni vjetar (N), češće nego je to uobičajeno, javljaju sjeveroistočni (NE), sjeverozapadni (NW), jugozapadni (SW), jugoistočni (SE) pa i istočni (E) vjetar. To samo ukazuje na promjenljivost, a i na već prije ukazanu jačinu vjetra (tišina ni u jednom terminu motrenja tijekom lipnja, srpnja i kolovoza 2001. nije zabilježena).

I na postaji Split-Marjan (slika 2) ni u jednom terminu motrenja (7, 14 i 21 h) tijekom lipnja, srpnja i ko-

Prema ocjeni Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ, 2002.) svibanj i kolovoz bili su topliji od prosjeka. U svibnju je Istra, Sjeverno hrvatsko primorje i sjeverna Dalmacija svrstana u klasu ekstremno toplo, a ostali dio obale, otoka i zaleđa u klasu vrlo toplo. U kolovozu srednja Dalmacija s otocima i zaleđem te južna Dalmacija do Trstena svrstane su u klasu toplo, a preostali dio obale s otocima i zaleđem u klasu ekstremno toplo. U srpnju je područje južnije od Zadra do granice koja prolazi Imotskim, Kunom i zapadno od Mljeta (bez otoka Visa) svrstano u klasu toplo, a preostali dio obale, otoka i zaleđa u vrlo toplo. Srpanj je na cijelom području ocijenjen klasom normalno, a rujn klasom hladno te područje Rijeke, Zavižana i šire područje Knina, Splita i Hvara klasom vrlo hladno.

lovoza nije zabilježena tišina. U kolovozu je zabilježeno 10-tak % više (90.4 %) slučajeva sa slabim vjetrom (1–3 Bf) nego u višegodišnjem razdoblju. Lipanj i srpanj bili su na razini višegodišnjeg razdoblja (73.3 % i 77.5 %). Što se tiče umjereno jakog (4–5 Bf) vjetra osjetno povećanje bilo je u lipnju za 10 % i srpnju za 14 %. U kolovozu je umjereno jakog vjetra bilo dvostruko manje prema tridesetgodišnjem razdoblju. Međutim u tom je mjesecu bio nešto češći 2.2 % jaki vjetar (6 i 7 Bf).

Bitnije promjene prema referentnom razdoblju uočavaju se za kolovoz, gdje se vidi povećana učestalost jugozapadnog (SW) vjetra.

Dakle najveće promjene vjetrovnih prilika uzduž obale, obalnom zaleđu i otocima uočavaju se tijekom kolovoza. Kako u tom mjesecu najčešće nastaju šumski požari, a i po spaljenoj površini ujedno su i najveći, može se zaključiti da je jedan od bitnih vremenskih čimbenika za nastajanje tih požara upravo promjena u vjetrovnom režimu. Za razliku od sezone 2000. (Vučetić, 2001) kada je pod utjecajem dugotrajnog vjetra došlo do učinkovitijeg isušivanja gorivnog materijala, a tek onda do utjecaja na sam tijek požara, u ovome slučaju vjetrovne prilike su izravno uvjetovale ponašanje požara.

5. INDEKS POČETNOG ŠIRENJA I METEOROLOŠKI INDEKS POŽARA

Initial spread index and fire weather index

Za moguću usporedbu i lakše praćenje iz godine u godinu, utjecaja vremenskih prilika koje utječu na stvaranje ne/povoljnih uvjeta za nastanak i širenje šumskih požara, dani su na slici 3 hodovi dnevnih vrijednosti indeksa početnog širenja, ISI (Initial Spread Index) i meteorološkog indeksa požara, FWI (Fire Weather Index) za razdoblje od 1. lipnja do 31. kolo-

voza 2001. godine za meteorološke postaje Zadar, Split-Marjan i Dubrovnik.

Indeks ISI daje ocjenu širenja vatre nakon zapaljenja goriva standardnog tipa (kanadski bor). Proračunom se dobiva iz sljedeće formule (Van Wagner i Pickett, 1985; Vučetić, 2000.):

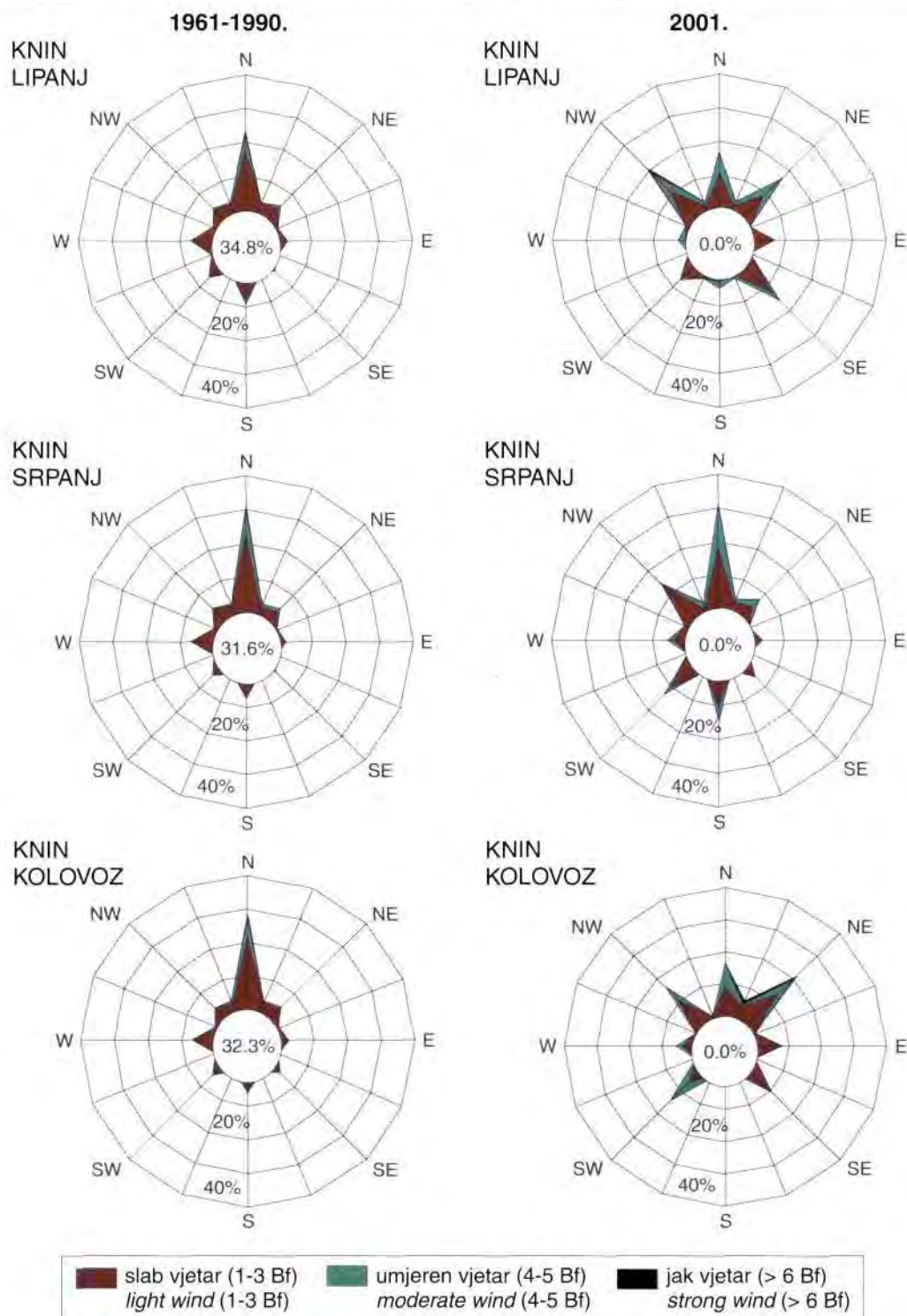
$$ISI = 0.208 f(W) f(F) \quad (1)$$

gdje je:

$f(W)$ funkcija vjetera, a $f(F)$ funkcija vlažnosti finog goriva.

Za ISI vrijedi:

ISI	Klase brzine	Brzina	Opis
0 – 7	sporo	1.5 m min ⁻¹	-
8 – 12	umjereno	3.0 m min ⁻¹	baklje
13 – 17	brzo	6.1 m min ⁻¹	moćuć požar u krošnjama
> 18	vrlo brzo	18.3 m min ⁻¹	požar u krošnjama, više fronti



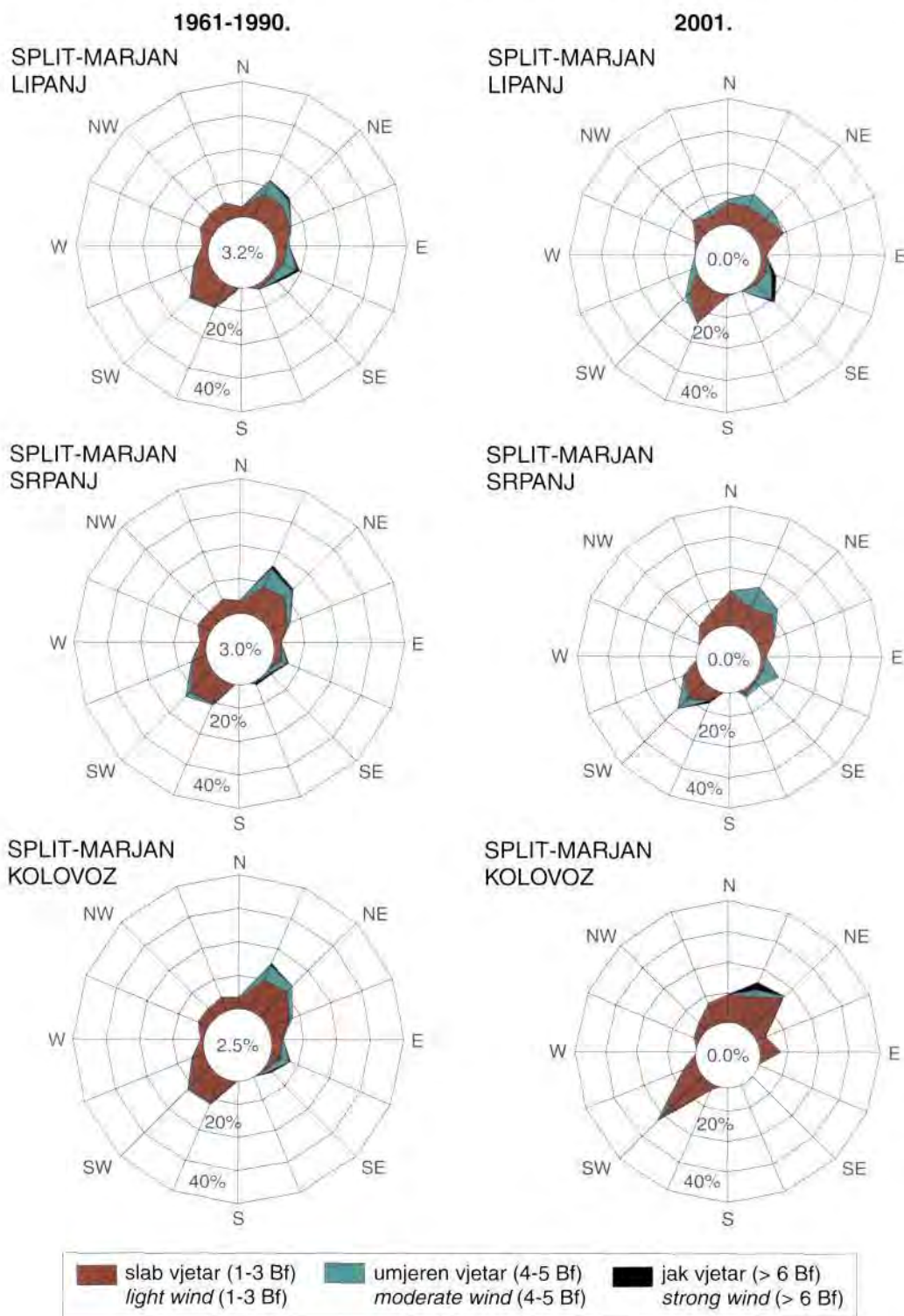
Slika 1. Mjesečne ruže vjetera za Knin u razdobljima lipanj, srpanj i kolovoz 1961-1990. i 2001. godine
 Figure 1 Monthly wind wane for Knin for the periods June, July and August 1961 -1990 and 2001

Meteorološki (vremenski) indeks požara, FWI (Fire Weather Index), je numerička procjena potencijalnog inteziteta požara za gorivo standardnog tipa i relativna mjera očekivanog ponašanja požara i dnevnih potreba za kontrolu vatre. Detaljniji opisi indeksa ISI i FWI dani su u radovima Van Wagner i Pickett (1985) te Vučetić (2000 i 2001).

Numerička vrijednost meteorološkog indeksa opasnosti od požara (FWI) dobije se iz formule:

$$FWI = 0.1 ISI f(D) \quad (2)$$

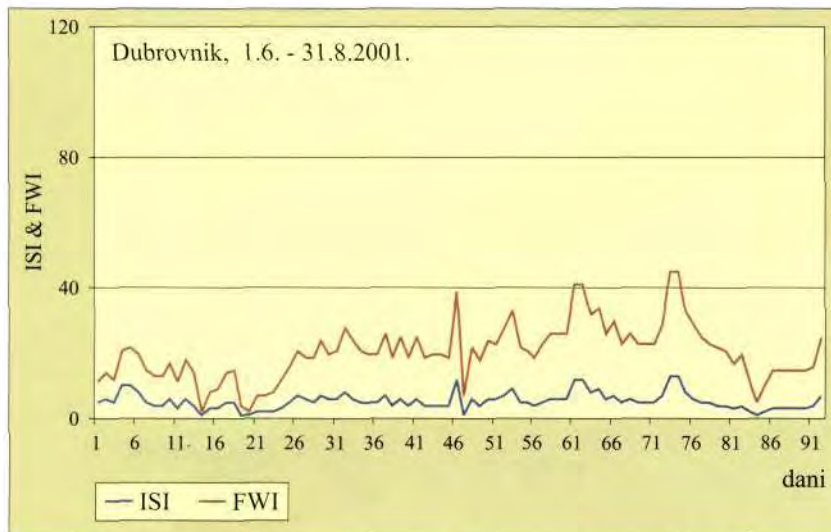
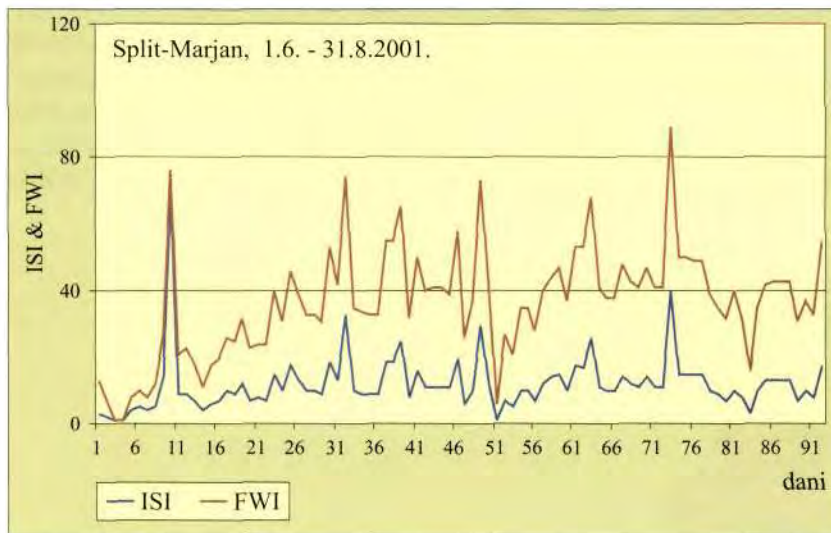
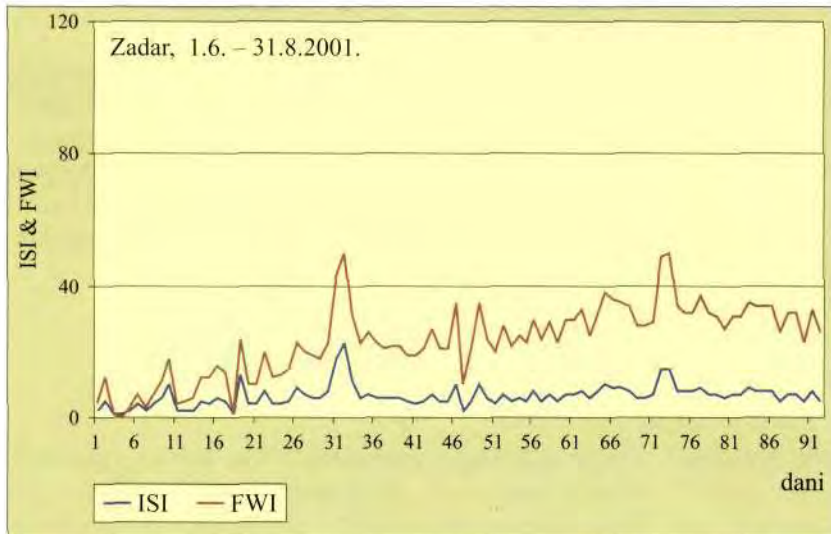
gdje je: *ISI* indeks početnog širenja, a *f(D)* eksponencijalna funkcija koja u sebi sadrži BUI (Buildup Index, indeks prikladnosti materijala za gorenje ili kako se češće naziva indeks ukupnog goriva).



Slika 2. Mjesečne ruže vjetra za Split-Marjan u razdobljima lipanj, srpanj i kolovoz 1961-1990. i 2001. godine
 Figure 2 Monthly wind roses for Split-Marjan for the periods June, July and August 1961-1990 and 2001

Iz slike 3 vidljivo je da su najveće vrijednosti i za ISI i za FWI zabilježene na meteorološkoj postaji

Split-Marjan. To svakako treba velikim dijelom pripisati položaju meteorološke postaje koja je smještena na



Slika 3. Dnevni hodovi ISI i FWI za Zadar, Split-Marjan i Dubrovnik od 1. lipnja do 31. kolovoza 2001.

Figure 3 Daily trends in the ISI and FWI for Zadar, Split-Marjan and Dubrovnik from 1 June to 31 August 2001

brdu Marjanu na nadmorskoj visini 122 m, što je uzrok većim brzinama vjetra. Postaja Zadar je na nadmorskoj visini 2 m, a Dubrovnik na 52 m. Mjerenja brzine i smjera vjetra u meteorologiji obavljaju se na standardnoj visini od 10 m nad tлом.

Za ISI se uzima da je kritična vrijednost 18, pa se za požare koji izbiju u danima kada je $ISI \geq 18$ pretpostavlja da su "požari krošnji" (crown fire). Takvi dani u kojima je $ISI \geq 18$ tijekom prikazana tri mjeseca (1. 6.-31. 8. 2001.) nisu zabilježeni u Dubrovniku. Maksimalna vrijednost, $ISI=13$, u Dubrovniku je zabilježena 12. i 13. kolovoza. U tim je danima zabilježen i najjači vjetar u tome mjesecu (NNE smjera 5 i 4 Bf, redom). U Zadru je maksimalna vrijednost, $ISI=23$, zabilježena 2. srpnja (NNE 4 Bf), a dan ranije $ISI=18$ (N 4 Bf). Za već ranije spomenute kritične dane 11. i 12. kolovoza u Zadru je $ISI=15$ (NNE 4 Bf u oba dana). Podaci za Split-Marjan uvelike se razlikuju od ostalih dviju meteoroloških postaja, čemu doprinosi već spomenuti položaj postaje. Maksimalna vrijednost $ISI=70$ zabilježena je 10. lipnja (SE 7 Bf), a vrijednosti $ISI \geq 18$ javljaju se tijekom prva dva desetodnevja srpnja do prve kiše (20. i 21. srpnja ukupno je palo 9.0 mm kiše). Kao i na ostalim postajama kritični dani su početkom drugog desetodnevja kolovoza. Tako je 12. kolovoza zabilježen $ISI=40$. Toga je dana u 7 sati zabilježen vjetar smjera NNE i jačine 7 Bf, a u 14 sati NE jačine 5 Bf. Iako je svojim položajem meteorološki opservatorij Split-Marjan izdignut nad okolicom pa su jačine (brzine) vjetra izmjerene na postaji veće nego na nižoj nadmorskoj razini u ovome slučaju dobar to je pokazatelj vjetrovnih zbivanja nad širem području, dakako približno na podjednakim visinama. Svi požari koji su nastali u ovakvim vremenskim uvjetima mogli su poprimiti sve odlike najgoreg oblika šumskog požara tzv. požara krošnji.

Kada vrijednost meteorološkog indeksa požara, FWI dosegne 34 ili više

uzima se da su ispunjeni vremenski uvjeti za nastajanje požara krošnji (Vučetić, 2001).

Iz slike 3 vidi se da za sve tri postaje vrijednosti FWI imaju postupnu tendenciju rasta prema sredini kolovoza. Kroz ova tri mjeseca mogu se izdvojiti četiri epizode u kojima je moglo doći do neobuzdanih šumskih požara. Prema pokazateljima ISI i FWI izdvajaju se 1. i 2. srpnja, razdoblje četvrtog petodnevja u srpnju, kraj srpnja i prvo petodnevje kolovoza, i najuočljivije 11. i 12. kolovoza. Visoke vrijednosti za FWI i ISI nastavljene su do kraja mjeseca i u Zadru i u Splitu, a u Dubrovniku su se te vrijednosti ranije bitno smanji-

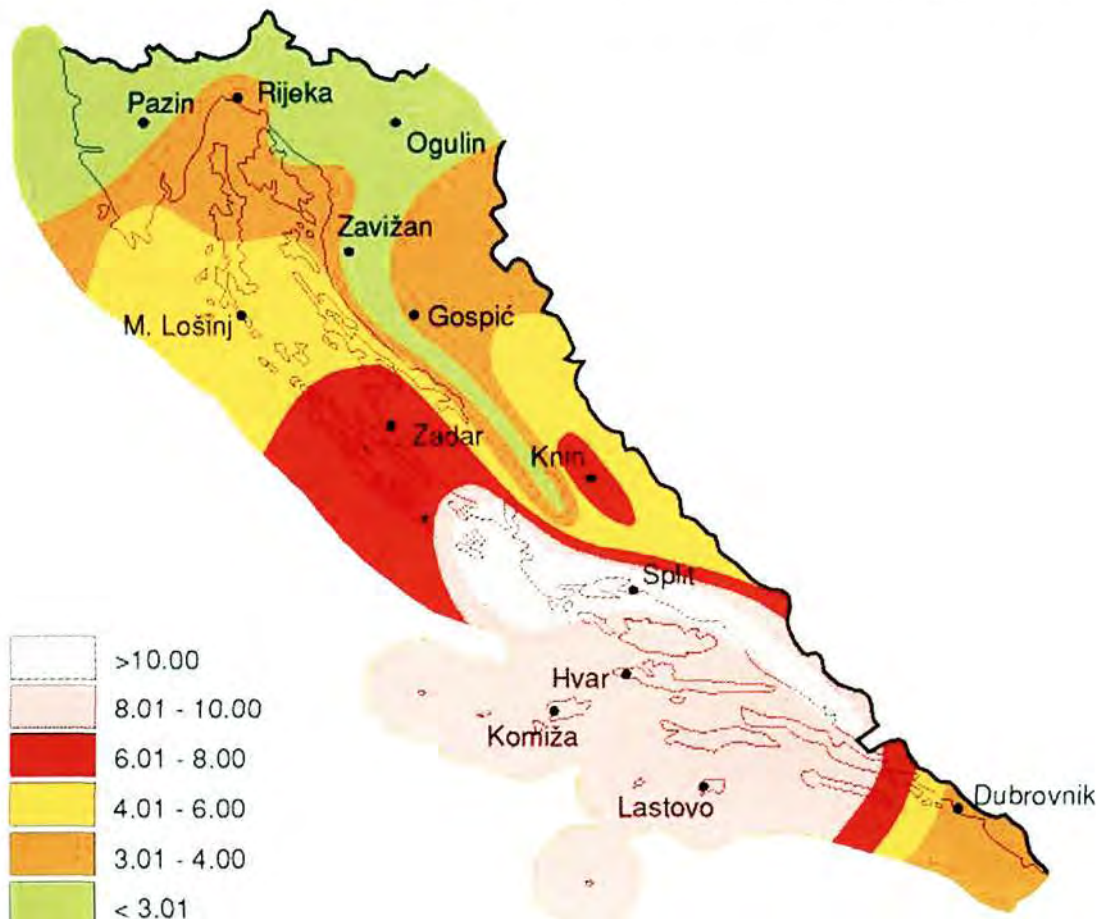
le. Velike vrijednosti ISI i FWI za Split-Marjan na početku lipnja odraz su jakog vjetera, ali ne i dovoljne suhoće mrtvog šumskog gorivnog materijala za prijem i održavanje vatre.

Nije na odmet napomenuti da kod povezivanja dana u kojima je došlo do izbijanja šumskih požara i dana s pojedinim vrijednostima ISI i FWI treba biti oprezan, jer je moguć pomak za dan ili dva zbog metodologije mjerenja oborine uobičajene u meteorologiji. Dnevna količina oborine je količina od 7 sati prethodnog dana do sedam sati promatranog dana.

6. SEZONSKA POTENCIJALNA OPASNOST Seasonal potential risk

Već je davno uočena potreba usporedbe pojedine sezone zaštite šuma od požara s određenim "nultim" stanjem da bi se mogla dati procjena odstupanja od uobičajenog stanja pa time i uspješnost djelovanja u zaštiti šuma od požara. Svakako da se to može načiniti na više načina, obuhvaćajući razne dijelove smišljenih aktivnosti sprovedenih u sustav zaštite šuma od požara, ali i tako da se uzimaju u obzir čimbenici čije djelovanje nije pod izravnim utjecajem čovjeka (zanemarujući

razlog globalnog zatopljenja) kao što su vremenski učinci. Kako su u prethodnim godinama napravljene karte potencijalne sezonske žestine SSR (Seasonal Severity Rating) za pojedine sezone (Vučetić i Dimitrov, 2000 i Vučetić, 2001) odlučeno je da se načini takva karta prosječnih vrijednosti SSR za tridesetgodišnji niz 1961-1990. Ovaj niz je Svjetska meteorološka organizacija (WMO) odredila kao referenti klimatski niz za praćenje odstupnja vremenskih prilika



Slika 4. Srednja sezonska žestina SSR, za 6-9 mjesec u razdoblju 1961-1990.

Figure 4 Mean seasonal severity rating, SSR, for VI - IX months in the period 1961-1990

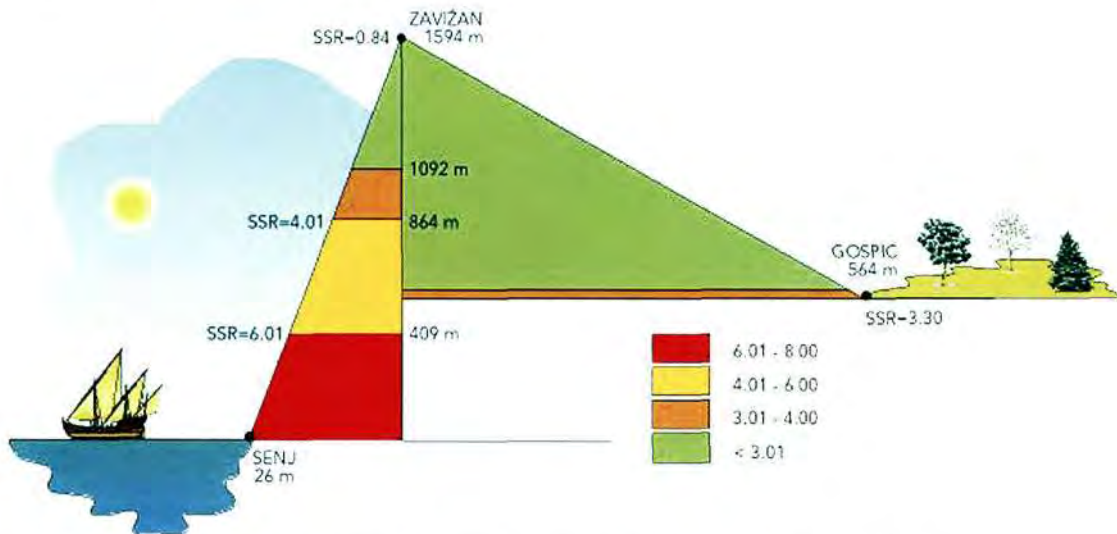
pojedine godine od klimatskih prilika. Procjena sezonske žestine (Seasonal Severity Rating, SSR) dobiva se primjenom kanadske metode Meteorološkog indeksa opasnosti od šumskog požara (Fire Weather Index, Vučetić, 2000), prema rezultatima Williams-a i Wan Wagnera (Dimitrov, 1998), a prema relaciji:

$$DSR = 0.0272 (FWI)^{1.77} \quad (3)$$

DSR je dnevna procjena žestine (Daily Severity Rating) iz koje se onda izračunava srednja mjesečna, MSR (Monthly Severity Rating) ili srednja sezonska (SSR) procjena žestine. Općenito, vrijednosti SSR iznad 7 predstavljaju ekstremni potencijal ponašanja požara, vrijednosti između 3 i 7 predstavljaju visoki do vrlo visoki potencijal, vrijednosti između 1 i 3 čine umjereni potencijal, a vrijednosti manje od 1 jednake su niskom požarnom potencijalu (Dimitrov, 1998.).

U svrhu izrade karte korišteni su podaci s 15 meteoroloških postaja smještenih uzduž Jadrana, neposrednom zaleđu, Lici i Gorskom kotaru, koje su imale potpun niz 1961–1990. Uz to korišteni su podaci s još četiri postaje s nešto kraćim nizom. Karta srednje sezonske žestine, SSR, za sezonu lipanj–rujan, za razdoblje 1961–1990. prikazana je na slici 4.

Kako SSR u sebi sadrži meteorološke uvjete preko vremenskih elemenata temperature i vlažnosti zraka, brzine vjetrova i količine oborine te stanje vlažnosti mrtvog šumskog gorivnog materijala (Vučetić, 2000) možemo reći da slika 4 predstavlja klimatološko-požarni prikaz prosječnog stanja na ovome području. Osnovni nedostaci ovakvog prikaza su da je srednjak napravljen za relativno veliko razdoblje (lipanj–rujan), pogotovo kada se zna da vrijeme u lipnju, a posebice u rujnu može bitno utjecati na ukupni srednjak, pa time i izmijeniti predožbu požarne ugroženosti tijekom srpnja i kolovoza. Osim toga, meteorološke postaje Ploče i Dubrovnik nemaju potpuni tridesetgodišnji niz podataka (Dubrovnik od 1971, Ploče od 1978.) pa to može biti izvor nepreciznosti dijela karte za južnu Dalmaciju. U izradi karte nisu uzeti u obzir vrijednosti SSR za Senj. Naime, Senj ima poseban vjetrovni režim, pod čijim su utjecajem vrijednosti SSR potpuno drukčije i za dva stupnja skale veće od okolnog područja. Zbog toga su podaci za Senj izdvojeni i prikazani u odnosu na Zavižan i Gospić (slika 5) kao presjek vrijednosti SSR na priobalnoj i kontinentalnoj, ličkoj strani.



Slika 5. Idealiziran presjek more-zaleđe i vertikalni gradijent SSR za postaje Senj, Zavižan i Gospić
Figure 5 Idealised sea-hinterland cross-section and vertical SSR gradient for the stations Senj, Zavižan and Gospić

Iz slike 4 vidljivo je da je prosječno najugroženije područje približno od Šibenika do Ploča i to s pripadajućim otocima, ali i zaleđem. Interesantno da se južno od Stona srednje vrijednosti SSR osjetno smanjuju čemu

jedan od razloga može biti već spominjan kraći niz podataka. Još uvijek izrazito visoka vrijednost SSR od 6.01 do 8.00, pojavljuje se približno do granice sjeverne Dalmacije i u unutrašnjosti na širem području Knina.

7. USPOREDBA SEZONE 2001. S PROSJEČNIM STANJEM Comparison of ohe season 2001 with the average condition

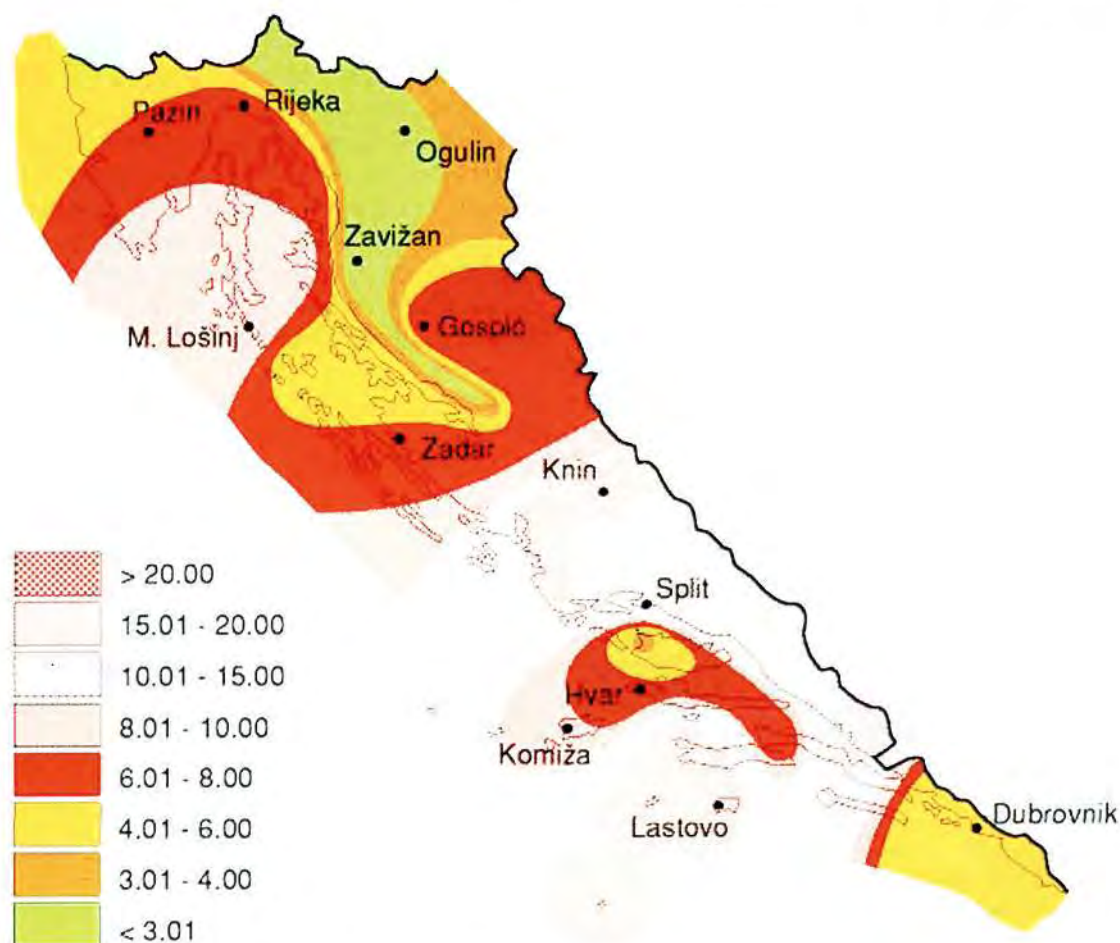
Na slici 6 prikazane su vrijednosti SSR za 2001. godinu. Osnovne promjene koje se uočavaju u odnosu na srednje stanje (slika 4) odnose se na nadprosječne vrijednosti na širem području Knina, Šibenika, Ploča, za-

padnog dijela otoka Korčule i otoka Lastova. Na tim su područjima i proračunate najveće sezonske vrijednosti za SSR (15.01 do 20.00). Do povećanja vrijednosti SSR iznad srednjeg stanja došlo je i na području Kvar-

nera i Istre. Gotovo do podjednake promjene došlo je i s kontinentalne strane središnjeg gorskog-planinskog praga pa Lika i dio Gorskog kotara ima nadprosječne vrijednosti za SSR. Praktički su uobičajene vrijednosti sužene "zbijene" na središnji brdsko-planinski prag. Također, na srednjodalmatinskim otocima je došlo do bitne promjene prema srednjem stanju i to očitim smanjenjem vrijednosti čak na $3.01 \leq SSR \leq 4.00$, što je za tri razreda na prikazanoj ljestvici. Za dubrovačko područje može se reći da je na razini prosjeka.

Svakako najbitnije je povećanje SSR iznad prosjeka na području Knina, Šibenika i Ploča ($15.01 \leq SSR \leq 20.00$) što se dobro poklapa s nastalim požarima. Također, ne treba zanemariti da su se vrijednosti SSR veće od 15 proširile duboko u unutrašnjost u široko zaleđe Splita, a već se vrijednosti $SSR = 7.0$ uzimaju kao iznimno velika potencijalna žestina požara.

Može se zaključiti da je tijekom sezone, lipanj-rujan 2001. došlo do bitnih promjena i to povećanjem vrijednosti SSR iznad prosjeka, ponajprije u kontinen-



Slika 6. Procjena srednje sezonske žestine SSR, za razdoblje 6-9 2001.

Figure 6 Assessment of mean seasonal severity rating, SSR, for the period VI-IX 2001

talnom dijelu srednje Dalmacije (Knin i zaleđe Splita) te široj okolici Šibenika i Ploča. Na ostalom području, u pravilu, blagi porast vrijednosti SSR nije bitnije utjecao na povećanje spaljene površine.

Bitno smanjenje vrijednosti SSR na srednjodalmatinskim otocima ne ukazuje i na očekivani izostanak šumskih požara na tom području. Jedan je razlog tomu pljuskovita narav ljetnih kiša, a drugi bitniji metodologija izrade srednje sezonske (četiri mjeseca) vrijednos-

ti SSR. Stoga idući korak poboljšanja prikaza ocjene sezone bit će izrada mjesečnih vrijednosti žestine požara (Monthly Severity Rating, MSR) i to za trideset-godišnji niz i za mjesec po pojedine sezone.

8. ZAKLJUČAK – Conclusion

Po prvi puta je za područje Hrvatske, koje je ugroženo šumskim požarima tijekom toplog dijela godine, napravljen kartografski prikaz srednje višegodišnje (1961-1990) sezonske žestine SSR. Tako se dobilo "nulto" stanje u usporedbi prema kojemu se može ocijeniti uspješnost djelovanja u sezoni zaštite šuma od požara, odnosno utjecaja vremenskih čimbenika na ne/uspješnost zaštite. Iz prikaza je vidljivo da je prosječno najugroženije područje približno od Šibenika do Ploča s pripadajućim otocima i zaleđem. Također, visoke vrijednosti pojavljuju se približno do sjeverne granice Dalmacije, a u unutrašnjosti na širem području Knina. Nedostaci prikaza su srednjak napravljen za veliko razdoblje (lipanj-rujan) i neujednačenost duljine niza meteoroloških motrenja, posebice za južnu Dalmaciju, što sve može biti izvor nepreciznosti dijela prikaza. Uočeno je da vrijednosti SSR za Senj, zbog posebitosti vjetrovog režima, iskaču prema okolnim, pa će to, uz opravdanu pretpostavku da takvih područja ima još, i već spomenuti uočeni nedostaci biti predmet daljnjih istraživanja u vjerodostojnijem prikazu žestine požara.

Prva usporeba SSR prema višegodišnjem srednjaku napravljena je za sezonu 2001. Iz te se usporedbe može zaključiti da je tijekom sezone, lipanj-rujan 2001., došlo do bitnih promjena i to prvenstveno vrijednosti SSR iznad prosjeka i to prvenstveno u kontinentalnom dijelu srednje Dalmacije (Knin i zaleđe Splita) te široj okolici Šibenika i Ploča. Na ostalom području u pravilu blagi porast vrijednosti SSR nije bitnije utjecao na povećanje spaljene površine. Bitno smanjenje vrijednosti SSR na srednjodalmatinskim otocima ne ukazuje i na očekivani

izostanak šumskih požara na tom području.

Analiza vremenskih prilika tijekom sezone ukazuje da je od svibnja pa do kolovoza količina oborine na prikazanim postajama manja od prosjeka. Rujan je bio nadprosječno kišan. Najsušniji mjesec je kolovoz, ali su male količine oborine sprječavale nastajanje dugih bezoborinskih razdoblja. Najdulja bezoborinska razdoblja javljaju se krajem srpnja i traju do pred kraj kolovoza. To je ujedno najkritičnije razdoblje ove sezone, posebice pred njegov kraj, za nastanak i širenje šumskih požara. Najveće promjene vjetrovnih prilika uzduž obale, obalnom zaleđu i otocima uočavaju se tijekom kolovoza. Kako su u tom mjesecu najčešće nastajali šumski požari, a i po spaljenoj površini ujedno su i najveći, može se zaključiti da je jedan od bitnih vremenskih čimbenika za nastajanje tih požara, uz sušna razdoblja, upravo promjena u vjetrovnom režimu. Ovakvom zaključku doprinose i vrijednosti dobivene za ISI i FWI posebice za Split-Marjan. Prema ovim pokazateljima bilo je više kritičnih razdoblja, ali svakako se izdvajaju 11. i 12. kolovoza. Uz uvjete $ISI \geq 18$ i $FWI \geq 34$, a koji su bili ispunjeni posebice u drugoj polovici kolovoza, šumski požari mogli su poprimiti sve karakteristike požara krošnji (crown fire).

Prikazana analiza ukazuje da su tijekom promatrane 2001. godine (sezona lipanj-rujan) postojali na većem dijelu promatranog područja (osim srednjodalmatinskog otočja) povoljniji uvjeti od prosječnih za nastajanje i širenje šumskih požara. Posebice su u kolovozu vremenski uvjeti omogućili nastajanje najgoreg oblika šumskih požara, požara krošnji.

9. LITERATURA

- Dimitrov, T. 1998: Gorenje globalne biomase, Šumarski list, 9-10, Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb, 443-455
- Grum, Đ. 2001a: Pregled broja požara u 2000. godini i usporedba s 1999., Vatrogasni vjesnik 1-2, 2001, 4-9.
- Grum, Đ. 2001b: Značajniji požari otvorenog prostora tijekom ljetne sezone 2001. godine, Vatrogasni vjesnik 7-8, 2001, 6-11.
- Grum, Đ. 2002: Godišnji pregled broja požara za 2001. godinu i usporedba s 2000. godinom, Vatrogasni vjesnik 1, 2002, 4-5.
- Vučetić, M. 2000: Meteorološki indeks opasnosti od šumskih požara, Vatrogasni vjesnik, 3/2000, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, 38-40.
- Vučetić, M., 2001: Vremenske prilike i šumski požari na hrvatskom probalju tijekom 2000., Šumarski list, Znanstveno-stručno i staleško glasilo šumarskog društva, No. 7-8/2001, 367-378.
- Vučetić, M. i T. Dimitrov, 2000: Vremenske prilike i šumski požari u priobalju Republike Hrvatske u 1999. godini, Šumarski list, Znanstveno-stručno i staleško glasilo šumarskog društva, No. 9-10/2000, 549-560.
- Van Wagner, C. E. i T. L. Pickett, 1985: Equations and Fortran Program for the Canadian Forest Fire Weather Index Sistem, Canadian Forestry Service, Government of Canada, Forestry Technical Report 33, pp 18.
- Državni hidrometeorološki zavod 2002: Praćenje i ocjena klime u 2001. godini, Prikazi, 11, 34 str.

SUMMARY: A map presentation of mean long-term (1961-1990) seasonal severity ratings (SSR) has been made for the first time for Croatia, at risk of forest fires in the warm part of the year. The obtained mean status can be used for comparing the success of seasonal forest fire protection measures, or the impact of weather factors on the success/failure of protection. According to the map, on average the most endangered area is that from Šibenik to Ploče with the adjacent islands and the hinterland. High values also occur approximately up to the northern boundary of Dalmatia, and inland in the wider Knin area. It was found that the SSR values for Senj, due to the particular feature of the wind regime, do not represent wider surroundings. Based on the justifiable assumption that there are more such areas, further research will be made aimed at obtaining a veritable presentation of fire severity.

The first comparison of the SSR with the long-term mean values was made for the season 2001. The analysis shows that during the season June-September 2001, there were fundamental changes in the sense of increased SSR values above the average, primarily in the continental part of Central Dalmatia (Knin and Split hinterland) and in the wider surroundings of Šibenik and Ploče. Decreased SSR values on the Central Dalmatian islands do not indicate the expected absence of forest fires in this area. The reason for this is the mean value for the period which is too long (June-September). Consequently, in further analysis attention will be focused on shorter periods, the Monthly Severity Rating.

The analysis of weather conditions during the season show that August was the driest month and September the rainiest. Low precipitation quantities occasionally prevented the occurrence of long precipitation-free periods. The longest precipitation-free periods occur at the end of July and last until before the end of August. This is the most critical period of this season, especially just before its end, for the occurrence and spread of forest fires. The biggest changes of wind conditions along the coast, the hinterland and islands are seen during August. As most forest fires erupted in this month and caused the largest burned areas, it can be concluded that one of the basic weather factors for forest fires, along with dry periods, is the change in the wind regime. According to the ISI (Initial Spread Index) and FWI (Fire Weather Index) indicators, there were several critical periods, but 11 and 12 August feature prominently. Under the conditions of $ISI \geq 18$ and $FWI \geq 34$, which were fulfilled especially in the second half of August, forest fires could assume all the characteristics of crown fires.

The presented analysis indicates that during the observed year of 2001 (the June-September season) the major part of the observed area (except for Central Dalmatian islands) provided more than average favourable conditions for the occurrence and spread of forest fires. It was in August in particular that weather conditions were conducive to the occurrence of the worst form of forest fires, the crown fire.

Key words: long-term mean values of seasonal severity rating, forest fire, fire weather index, crown fire