

Potencijalno šumsko gorivo u eumediteranskom području

Potentially forest fuel in Eumediterranean area

dr. sc. Roman Rosavec

dr. sc. Zoran Šikić

izv. prof. dr. sc. Damir Barčić

SAŽETAK

Opterećenost Sredozemlja požarima seže u daleku prošlost. U Hrvatskoj požarima su najopterećeniji otoci i priobalno područje iako su, u novije vrijeme, požari sve učestaliji i u unutrašnjosti zbog sve povoljnijih klimatskih prilika. Potencijalno šumsko gorivo je cjelokupni materijal koji se nalazi iznad mineralnog dijela tla. Ono se sastoji od prizemnog sloja, sloja otpadnog materijala, sloja posječenog materijala, travne vegetacije, sloja prizemnog rašća, sloja grmlja i sloja drveća. Po svojoj prirodi to gorivo može biti živo (živi biljni materijal) i mrtvo (odumrli biljni materijal). Poznavanje obilježja šumskih goriva jedan je od najvažnijih faktora u problematici šumskih požara. Temeljna obilježja šumskih goriva su zapaljivost, trajanje gorenja i sadržaj vlage.

Istraživanja su provedena na otoku Rabu, na Nastavno-pokusnom šumskom objektu Rab te u eksperimentalnom laboratoriju za zaštitu šuma od požara u Makarskoj. Istraživanja su provedena na biljnim vrstama koje se smatra najrelevantnijim za najugroženije područje od šumskih požara (topliji dio priobalja i otoka - Eumediteran). Utvrđivanje osnovnih obilježja šumskih goriva izvršeno je korištenjem metodologije koju je definirao Valette (1990). Svi rezultati su statistički obrađeni te prikazani tablično i grafički.

Praksa je da se pojedine, vrlo značajne, varijable za šumske požare, kao što su npr. sadržaj vlage potencijalnog goriva, zatim njegova zapaljivosti ili gorivost nastoje dobiti primjenom raznih modela, iako je poznato da ti modeli ne mogu utvrditi prave vrijednosti potrebnih varijabli za razliku od stvarnih, empirijskih istraživanja. Rezultatima

dr. sc. Roman Rosavec, Zavod za ekologiju i uzgajanja šuma, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska 25 p.p. 422, 10 002 Zagreb, rosavec@sumfak.hr

dr. sc. Zoran Šikić, Sveučilište u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu, Kneza Višeslava 9, 23 000 Zadar, zoran.sikic@gmail.com

izv. prof. dr. sc. Damir Barčić, Zavod za ekologiju i uzgajanja šuma, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska 25 p.p. 422, 10 002 Zagreb, damir.barcic@zg.htnet.hr

ovih istraživanja utvrđene su točne vrijednosti pojedinih istraživanih varijabli za vrste našeg podneblja. S obzirom na navedeno, očekuje se kvalitetna primjena spomenutih rezultata po uzoru na neke druge mediteranske zemlje. Rezultati ovih istraživanja trebali biti od velike koristi svim potencijalnim korisnicima (vatrogasci, službe za zaštitu i spašavanje, jedinice lokalne i regionalne uprave, ostali pojedinačni korisnici). Osim toga, trebali bi pomoći kao smjernice u što boljoj protupožarnoj politici, a na korist potrajnog gospodarenja i očuvanja općekorisnih funkcija.

Ključne riječi: Eumediteran, potencijalno šumsko gorivo, šumski požari

Summary

Burden on Mediterranean fires back many years. In Croatia, the fires are most burdened islands and the coast. Although, in recent times, fires are more common in the interior due to favorable climatic conditions. Potentially forest fuel is all the material that is placed over the mineral part of the soil. It consists of a ground layer, the layer of waste material, harvested material layer, grassy vegetation, ground vegetation layer, shrub layer and a layer of trees. By its nature, this fuel can be alive (live plant material) and dead (dead plant material). Knowing the characteristics of forest fuels is one of the most important factors in the problem of forest fires. The basic characteristics of forest fuels are flammable, flame duration and moisture content.

Investigations were carried out on the island, the Teaching experimental forest object Rab and in experimental laboratory for the protection of forests against fire in Makarska. Studies have been conducted on the plant species that are considered most relevant for the most vulnerable area of forest fires (warmer part of littoral - Eumediterranean). Determining the basic characteristics of forest fuels was conducted using the methodology defined by the Valette (1990). All results were statistically analyzed and presented in tables and graphs.

The practice is that some very important variables for forest fires, such as the moisture content of available fuel, then its flammability and combustibility are trying to get by using various models, although it is known that these models can not determine the true value of the required variables as opposed to the actual, empirical research. The results of these studies were determined accurate values of the examined variables for species of our region.

Given this expected quality applications mentioned results, modeled to some other Mediterranean countries. The results of these studies should be of great benefit to all po-

tential users (fire department, to protect and rescue, local and regional government, other individual users). In addition should help to guide you better fire policy, and in favor of sustainable management and conservation of beneficial functions.

Keywords: Eumediterranean, potentially forest fuels, forest fires

UVOD

Introduction

Opterećenost Sredozemlja požarima seže u daleku prošlost. Čovjek se vatrom služio u različite svrhe, a najčešće za ostvarivanje novih površina za poljoprivrednu proizvodnju ili izgradnju naselja. Posljednjih godina zabilježen je porast broja požara. S obzirom na sve date okolnosti, požari su prepoznati kao snažan destabilizator biološke i krajobrazne raznolikosti. U Hrvatskoj su požarima najopterećeniji otoci i priobalno područje iako su, u novije vrijeme, požari sve učestaliji i u unutrašnjosti zbog sve povoljnijih klimatskih prilika. Uz klimatske prilike i dostupnost kisika potencijalno šumsko gorivo je naznačeno kao glavni čimbenik nastanka i širenja požara. Potencijalno šumsko gorivo je cjelokupni materijal koji se nalazi iznad mineralnog dijela tla. Ono se sastoji od prizemnog sloja, sloja otpadnog materijala, sloja posjećenog materijala, travne vegetacije, sloja prizemnog rašća, sloja grmlja i sloja drveća. Po svojoj prirodi to gorivo može biti živo (živi biljni materijal) i mrtvo (odumrli biljni materijal). Kako navodi Chandler i dr. (1983) to je svaka tvar ili mješavina tvari koja se može zapaliti i gorjeti. Prema Bilandžiji (1992), šumskim se gorivom smatra cjelokupna količina biljnog materijala, mrtvog i živog koja se nalazi iznad mineralnog dijela tla. To se gorivo međusobno razlikuje po mogućnosti zapaljenja i brzini gorenja u određenim vremenskim uvjetima (Bilandžija 1995), a utjecaj na razvitak i tijek požara ima prostorni horizontalni i vertikalni slijed goriva (Bilandžija i Lindić, 1993). Poznavanje obilježja šumskih goriva jedan je od najvažnijih faktora u problematici šumskih požara. U prvom redu, najznačajnija obilježja su zapaljivost i, kako ističe Dimitrakopoulos (2001), klasifikacija s obzirom na zapaljivost, zatim gorivost (trajanje gorenja) te sadržaj vlage goriva. Cilj rada jest ukazati na važnost potencijalnog šumskog goriva te definirati parametre njegovih temeljnih obilježja odnosno parametre zapaljivosti, gorivosti i sadržaja vlage.

MATERIJAL I METODE

Material and methods

Istraživanja su provedena na otoku Rabu, na Nastavno-pokusnom šumskom objektu Rab te u eksperimentalnom laboratoriju za zaštitu šuma od požara u Makarskoj koji je izgrađen u sklopu glavne meteorološke postaje Makarska. Testiranja zapaljivosti, gorivosti i sadržaja vlage obavljena su u mjesečnim intervalima u razdoblju od lipnja 2007. do lipnja 2009. godine. Istraživanja su provedena na sljedećim vrstama: hrast crnika (*Quercus ilex* L.), lemprika (*Viburnum tinus* L.), obična planika (*Arbutus unedo* L.), obična mirta (*Myrtus communis* L.), tršlja (*Pistacia lentiscus* L.), širokolisna zelenika (*Phillyrea latifolia* L.), šmrika (*Juniperus oxycedrus* L.), veliki vrijes (*Erica arborea* L.), alepski bor (*Pinus halepensis* Mill.) i primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton).

Slika 1. Područje istraživanja

Figure 1. Research area



Za utvrđivanje parametara zapaljivosti i gorivosti korišten je epiradijator (elektično laboratorijsko grijalo), sukladno metodologiji koju je propisao Valette (1990). Tijekom cijelog razdoblja istraživanja meteorološki podaci sakupljeni su na glavnoj meteorološkoj postaji Makarska, odnosno meteorološkoj postaji Rab.

Dobiveni rezultati su statistički obrađeni pri čemu su korišteni softverski paketi SAS i Statistica 7.1 (Clausen, 1998; SAS Institute Inc., 1999; StatSoft, Inc., 2007) te su grafički i tablično prikazani.

REZULTATI

Results

Vrsta species	Raspon zapaljivosti - Flammability (s)		Trajanje gorenja - Burning duration (s)		Sadržaj vlage - Moisture content (%)	
	Makarska	Rab	Makarska	Rab	Makarska	Rab
Alepski bor (<i>Pinus halepensis</i> Mill.)	9.69-16.34	10.22-16.75	7.12-13.36	6.38-13.79	109.31-142.73	108.88-153.48
Primorski bor (<i>Pinus pinaster</i> Aiton)	14.68-23.50	13.44-21.59	10.86-16.67	10.46-15.95	114.27-191.72	142.97-216.92
Hrast crnika (<i>Quercus ilex</i> L.)	5.29-9.59	6.05-9.27	10.22-14.67	9.64-13.94	48.99-91.37	66.36-102.86
Širokolisna zelenika (<i>Phillyrea latifolia</i> L.)	4.53-9.49	5.03-11.21	9.32-16.54	9.25-13.52	41.74-101.34	60.96-146.02
Lemprika (<i>Viburnum tinus</i> L.)	5.94-14.00	9.06-18.17	7.17-12.66	5.95-12.26	63.80-164.36	118.43-199.02
Obična planika (<i>Arbutus unedo</i> L.)	10.60-15.47	13.13-19.02	7.88-13.71	6.06-12.69	113.58-149.48	127.57-164.87
Tršlja (<i>Pistacia lentiscus</i> L.)	11.30-17.17	12.03-21.32	7.32-11.27	5.33-11.54	86.15-127.27	106.65-146.46
Obična mirta (<i>Myrtus communis</i> L.)	10.00-16.44	10.49-17.44	4.51-9.23	8.11-14.55	95.62-138.96	121.11-165.38
Veliki vrijes (<i>Erica arborea</i> L.)	3.88-8.81	4.52-8.89	6.27-16.47	7.01-15.72	39.15-90.33	72.04-139.35
Šmrika (<i>Juniperus oxycedrus</i> L.)	4.48-10.91	4.87-12.89	7.62-15.35	5.85-14.96	40.80-71.77	59.84-114.66

Tablica 1. Raspon zapaljivosti, trajanja gorenja i sadržaja vlage testiranih vrsta

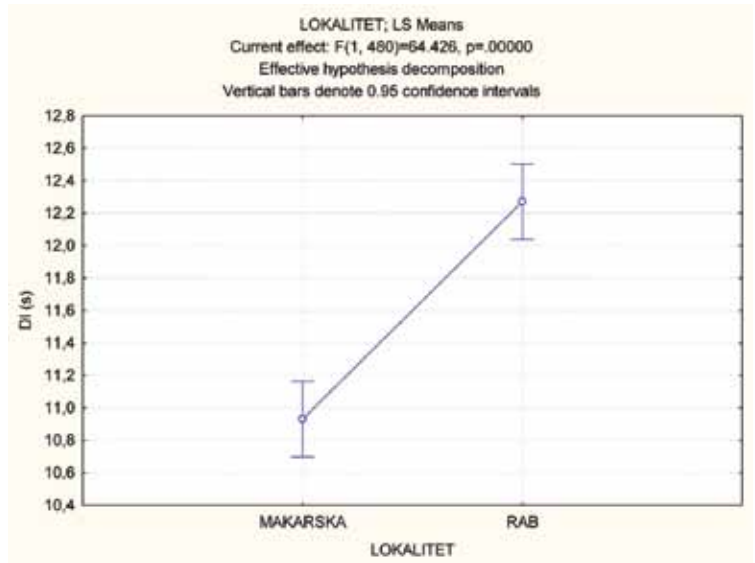
Table 1. The range of flammability, burning duration and moisture content of the tested species

Od pupanja do sazrijevanja i otpadanja lišća, događaju se strukturalne i fizičko-kemijske promjene lisnog tkiva. Navedeni faktori uzrokuju velik raspon zapaljivosti, trajanja gorenja i sadržaja vlage što je naročito izraženo kod nekih vrsta (tablica 1.).

Ukoliko promatramo sve vrste na oba lokaliteta, tada je iz slike 2. vidljivo da je zapaljivost u Makarskoj veća od zapaljivosti na Rabu. U Makarskoj je ona ispod 11 sekundi, dok je na Rabu nešto veća od 12,2 sekundi.

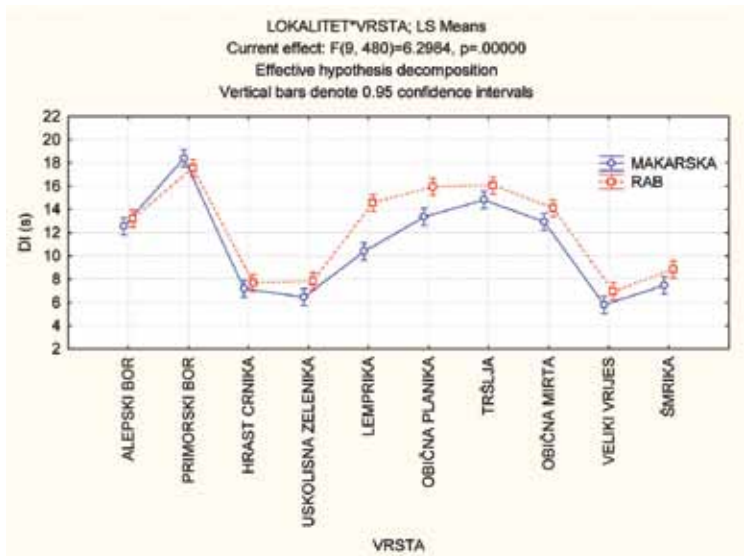
Slika 2. Prikaz razlika u zapaljivosti ukupno svih vrsta na istraživanim lokalitetima

Figure 2. Overview of the differences in flammability total of all species of the study sites



Slika 3. Prikaz razlika u zapaljivosti između vrsta na istraživanim lokalitetima

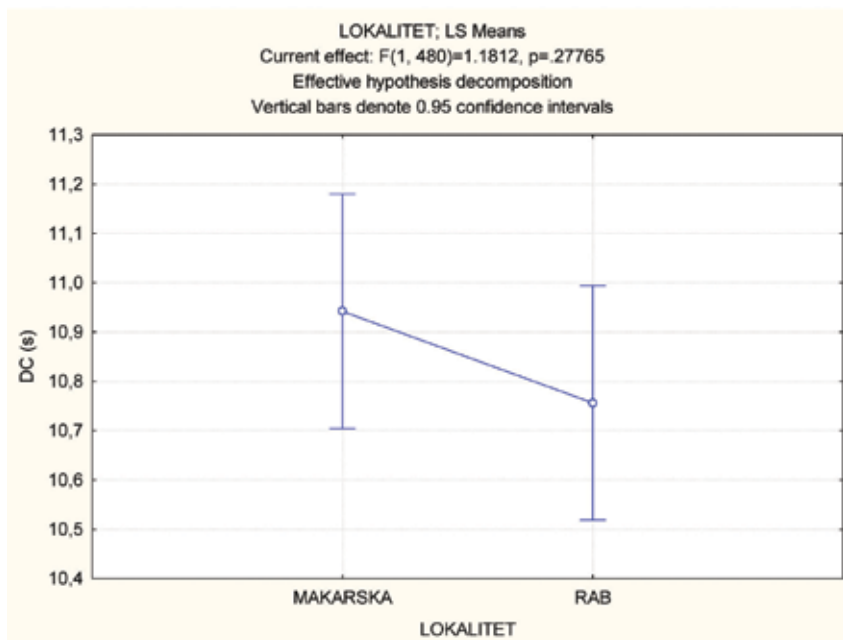
Figure 3 Overview of the differences in flammability between the species of the study site



Sve vrste u Makarskoj imaju kraću zapaljivost u odnosu na Rab. Izuzetak je jedino primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton.) čija je zapaljivost kraća na Rabu (slika 3.).

Slika 4. Prikaz razlika u trajanju gorenja ukupno svih vrsta na istraživanim lokalitetima

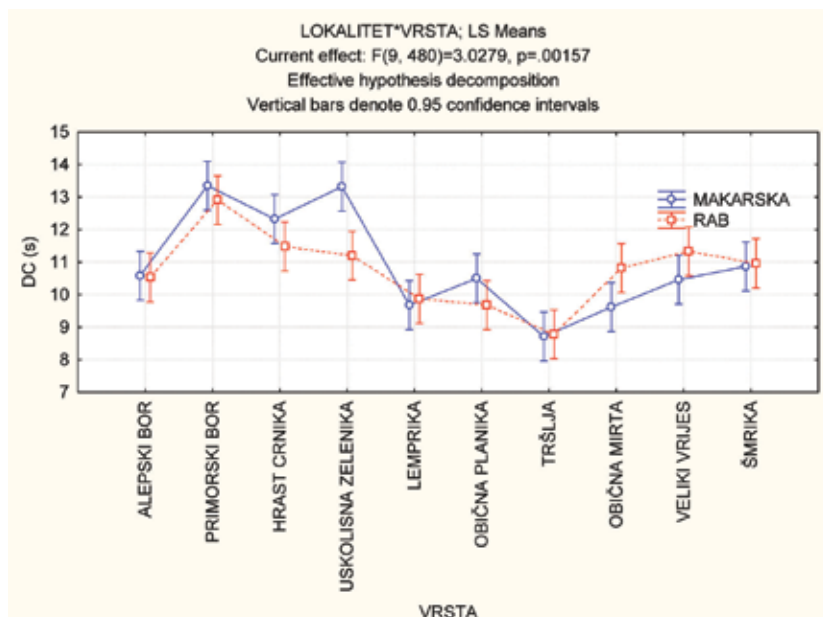
Figure 4. Overview of the differences in burning duration total of all species of the study sites



Iz slike 4. je vidljivo da sve vrste na oba lokaliteta imaju neznatno duže trajanje gorenja u Makarskoj (iznad 10,9 sekundi), odnosno neznatno kraće trajanje gorenja na Rabu (ispod 10,8 sekundi).

Slika 5. Prikaz razlika u trajanju gorenja između vrsta na istraživanim lokalitetima

Figure 5. Overview of the differences burning duration between the species of the study site



U Makarskoj, kao i na Rabu, najkraće trajanje gorenja ima tršlja (*Pistacia lentiscus* L.), dok najduže trajanje gorenja ima primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton) (slika 5.).

ZAKLJUČNA RASPRAVA

Concluding discussion

Sve je češća pojava šumskih požara koji, osobito u priobalnom i otočnom području, poprimaju katastrofalne razmjere te razaraju šumske ekosustave i poljoprivredne kulture ugrožavajući naselja i ljudske živote i izazivajući opravdanu zabrinutost cjelokupne zajednice. Prema Attiwill (1994) i Lavorel i dr. (1998), vatra je jedan od najvažnijih čimbenika u cijelom Mediteranu koji mijenja biološku raznolikost i ekološku stabilnost krajobraza i dugi niz godina uzrokuje vegetacijske promjene i prilagodbe. Vegetacijska prilagodba posebno se odnosi na sušna razdoblja i oskudne životne uvjete kojima je prilagođena dominantna vegetacija (Magaris i Koutsidou, 2002). Vremenske prilike i šumski požari usko su povezani kao uzročno-posljedična veza vremena, ljudske aktivnosti i stanja gorivog materijala (vlažnost, vrste biljnog pokrova i produkcije biomase) u kraćem vremenskom razdoblju (Vučetić i dr., 2002). Osim prirodnih uzroka koji pospješuju nastajanje i pridonose pojavi vatre, ona je, kako navode Naveh (1974) i Trabaud i dr. (1993), najviše povezana s direktnim i indirektnim ljudskim djelovanjem kroz razne djelatnosti i naseljavanje novih prostora. U svakom slučaju, šumski požari ubrzavaju devastaciju i potiču degradaciju šumskih ekosustava i prirodnih sredina na cijelom području Mediterana (Bessie i Johnson, 1995; Terradas, 1996; Moreno i dr. 1998; Vazquez i Moreno, 2001; Espelta i dr. 2003). Stoga i ne čudi činjenica da su upravo šumski požari od strane mnogih znanstvenika svrstani na prvo mjesto stalne opasnosti za prirodni ekosustav.

U posljednje vrijeme ponašanje i opasnost od požara, rizik od zapaljenja i daljnjeg širenja, ranjivost i posljedice koje šumski požari mogu prouzročiti nastoje se procijeniti pomoću različitih matematički modela, sustava i simulatora. Praksa je da se pojedine, vrlo značajne varijable za šumske požare kao što su npr. sadržaj vlage potencijalnog goriva, zatim njegova zapaljivost ili gorivost, nastoje dobiti primjenom raznih modela iako je poznato da ti modeli ne mogu utvrditi prave vrijednosti potrebnih varijabli za razliku od stvarnih, empirijskih istraživanja. Važnost izvornih mjerenja u odnosu da korištenje dobivenih rezultata iz matematičkih modela napominje Nikolov (1992; 2009). Više je različitih osnovnih sustava i gotovo svaka zemlja ima vlastiti sustav koji primjenjuje, a koji je najčešće nastao prilagodbom i modifikacijom nekog sustava. Najče-

šće primjenjivani jest kanadski sustav, Canadian Forest Fire Danger Rating System (CFFDRS) (Van Wagner, 1975, 1987), koji ima dva podsustava, Fire Weather Indeks (FWI) i Fire Behavior Prediction (FBP). Kanadski sustav primjenjuje se u našoj zemlji od 1981. godine (Mokorić i Kalin, 2006), točnije samo podsustav FWI, dok je FBP u pripremi (Dimitrov, 1990). FWI, kako mu i samo ime govori, meteorološki je indeks opasnosti od požara koji svoj rad zasniva na korištenju meteoroloških podataka i sadržaju vlage mrtvog goriva. No zanimljivo je da se sadržaj vlage mrtvog goriva koristi s obzirom na sadržaj vlage banksovog bora (*Pinus banksiana* Lamb.), vrste koja u našoj zemlji ne dolazi ni kao autohtona niti kao alohtona vrsta. Stoga se nameće pitanje kvalitete i vjerodostojnosti rezultata koje daje FWI. Rezultatima ovih istraživanja utvrđene su točne vrijednosti pojedinih istraživanih varijabli za vrste našeg podneblja. S obzirom na navedeno očekuje se kvalitetna primjena spomenutih rezultata po uzoru na neke druge mediteranske zemlje koje također koriste FWI, ali prilagođen na njihove uvjete. Isti je slučaj s još neupotrebljavanim podsustavom FBP unutar kojeg je jedna od važnijih varijabli odgoda zapaljivosti vrsta i njihovo trajanje gorenja. Stoga bi rezultati ovih istraživanja trebali biti od velike koristi svim potencijalnim korisnicima (vatrogasci, službe za zaštitu i spašavanje, jedinice lokalne i regionalne uprave, ostali pojedinačni korisnici). Osim toga, trebali bi pomoći kao smjernice u što boljoj protupožarnoj politici, a na korist potrajnog gospodarenja i očuvanja općekorisnih funkcija.

LITERATURA References

1. ATTIWILL, P. M., 1994: *The disturbance of forest ecosystems. The ecological basis for conservative management. For. Ecol. Manage.* 63, 247-300.
2. BESSIE, W. C., E. A. JOHNSON, 1995: *The relative importance of fuels and weather on fire behaviour in subalpine forests. Ecology* 76, 747-762.
3. BILANDŽIJA, J., 1992: *Prirodno opterećenje sastojina alepskog, primorskog i crnog bora šumskim gorivima. Radovi, vol. 27, br. 2, Jastrebarsko, 105-113.*
4. BILANDŽIJA, J., 1995: *Struktura goriva, vjerojatnost pojave i razvoj požara u sastojinama primorskog i crnog bora na Biokovu. Prirodoslovna istraživanja Biokovskog područja, Ekološke monografije 4, HED, Zagreb, 293-297.*
5. BILANDŽIJA, J., V. LINDIĆ, 1993: *Utjecaj strukture šumskog goriva na vjerojatnost pojave i razvoja požara u sastojinama alepskog bora. Radovi, vol. 28, br. 1-2, Jastrebarsko, 215-224.*

6. CHANDLER, C., P. CHENEY, P. THOMAS, L. TRA-BAUD, D. WILLIAMS, 1983: *Fire in Forestry*, John Wiley & Sons, Inc., Vol. I, pp 450.
7. CLAUSEN, S. E., 1998: *Applied Correspondence Analysis: An Introduction*, Sage Publication Inc.
8. DIMITRAKOPOULOS, A. P., 2001: A statistical classification of Mediterranean species based on their flammability components. *Int. J. Wild. Fire* 10, 113-118.
9. DIMITROV, T., 1990: Sistemi ocjenjivanja opasnosti do šumskih požara – pogled u budućnost. *Šum. list* 114 (9-10): 394-404.
10. ESPELTA, J. M., J. RETANA, A., HABROUK, 2003: An economic and ecological multi-criteria evaluation of reforestation methods to recover burned *Pinus nigra* forests in NE Spain. *For. Ecol. Manage* 180: 185-198.
11. LAVOREL, S., J. CANADELL, S. RAMBAL, J. TERRA-DAS, 1998: Mediterranean terrestrial ecosystems: research priorities on global change effects. *Global ecol. Biogeogr. Lett.* 7, 157-166.
12. MAGARIS, N. S., E. KOUTSIDOU, 2002: *Landscape Protection from Grazing and Fire*. U: GEESON, N. A., C. J. BRANDT, J. B. THORNES (ur.): *Mediterranean Desertification: A mosaic of Processes and Responses*, John Wiley & Sons, Chichester, 83-92.
13. MOKORIĆ, M., L. KALIN, 2006: Evaluation of meteorological index for forest fire protection in Croatia. *For. Ecol. Manage.* 234, Supplement 1, S70.
14. MORENO, J. M., A. VAZQUEZ, R. VELEZ, 1998: *Recent history of forest fires in Spain*. U: MORENO, J. M. (ur.), *Large Forest Fires*. Backhuys Publishers, Leiden, 159-186.
15. NAVEH, Z., 1999: The role of fire as an evolutionary and ecological factor on the landscapes and vegetation of Mt. Carmel. *Journal of Mediterranean Ecology* 1, 11-25.
16. NIKOLOV, N., 1992: Dinamika širenja šumskog požara na planini Pogana i kritički osvrt organizacije njegovog gašenja. Magistarski rad. Šumarski fakultet u Skopju, Skopje.
17. NIKOLOV, N., 2009: Povezanost klimatskih promjena sa šumskim požarima kao i njihov utjecaj na šume i šumarstvo. Seminar: Tehnologije, metode i pristupi u borbi protiv šumskih požara, HVZ Splitsko dalmatinske županije, Makarska 5.3.2009.
18. SAS Institute Inc., 1999: Cary, NC, USA: SAS Online Doc; <http://v8doc.sas.com/sashtml/>.
19. STATSOFT, Inc., 2007: *Electronic Statistics Textbook (Electronic Version)*: Tulsa, OK: StatSoft. WEB: <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>.

20. TERRADAS, J., 1996: *Ecologia del Foc. Edicions Proa, Barcelona, 270 str.*
21. TRABAUD, L., N. L. CHRISTENSEN, A. M. GILL, 1993: *Historical Biogeography of fire in temperate and Mediterranean Ecosystems. U: CRUTZEN, P. J., J. G. GOL-DAMMER (ur.), Fire in the Environment: The Ecological, Atmospheric and Climatic Importance of Vegetation Fires. Wiley, New York, 277-295.*
22. VALETTE, J. C., 1990: *Inflammabilite des especes forestieres mediterraneennes. Consequences sur la combustibilite des formations forestieres, Rev. For. Fr. 42, 76-92.*
23. VAN WAGNER, C. E., 1975: *A comparison of the Canadian and American forest fire danger rating systems. Can. For. Serv., Info Rep PS-X-59*
24. VAN WAGNER, C. E., 1987: *The development and structure of the Canadian forest fire weather index system. Can. For. Serv., For Tech Rep 35. Ottawa, Ontario.*
25. VAZQUEZ, A., J. M. MORENO, 2001: *Spatial distribution of forest fires in Sierra de Gredos (Central Spain). For. Ecol. Manage 147: 55-65.*
26. VUČETIĆ, M., 2002: *Vremenske prilike i usporedba sezone zaštite šuma od požaru 2001. u odnosu na višegodišnji prosjek. Šum. list 126 (11-12): 563-574.*