

# Vegetacijske prilike i gorivi materijal na Kornatu vezano uz kornatski požar od 30. kolovoza 2007. godine

## *Vegetation conditions and fuel materials on Kornati in connection with Kornati fire of 30th August 2007.*

Tekst: prof.dr.sc. Željko Španjol  
dr.sc. Roman Rosavec  
doc. dr.sc. Damir Barčić

Foto: Marko Vučetić, dipl.ing.  
dr.sc. Roman Rosavec

---

### SAŽETAK

Osim što ugrožavaju proizvodnju šumske biomase, požari mogu poremetiti i ekološku ravnotežu te narušiti trajno održivi razvoj. Uz to mogu imati i tragičnije posljedice kao što je to bilo na Kornatima u ljeto 2007. godine. U vezi s tim obavljena su istraživanja vegetacije i testiranje njene zapaljivosti i gorivosti. Testiranje zapaljivosti obavljeno je u laboratoriju u Makarskoj prema metodologiji koju je opisao Valette (1990). Samim uzorkovanjem na terenu odmah je uočeno da grmlje nije izgorjeno, odnosno drvenasti dijelovi vegetacije debljine iznad 5 mm ostali su vitalni i živi. Suhi dijelovi travne vegetacije koji su zaklonjeni kamenom ostali su također neizgorjeni. Iz rezultata testiranja vidljivo je da je vegetacija bila krajnje zapaljiva. Travnna vegetacija imala je sadržaj vlage od 10 do 16 %, a vrijeme zapaljenja je bilo 2 s. Kod drvenaste vegetacije vrijeme zapaljenja kretalo se od 18 do 22 s, dok je sadržaj vlage bio od 13 do 53 %. Pokrovnost vegetacijom kretala se od 3425 kg/ha do 4948 kg/ha kod travne vegetacije i od 2180 kg/ha do 3425 kg/ha kod drvenaste vegetacije.

Ključne riječi: Kornati, požar, gorivi materijal, vegetacija

### Summary

*Apart from endangering the production of forest biomass, fires may also disturb the ecological balance and disrupt permanent sustainable development. However, fires may have even more tragic consequences, as it was in the case of Kornati in the summer of 2007. Vegetation was investigated and its ignitability and flammability were tested. Ignitability was tested in the laboratory in Makarska using the methodology described by Valette (1990). Field sampling revealed that the shrubs were not burnt and that woody vegetation parts exceeding 5 mm in thickness remained vital and alive. The dry parts of grass vegetation sheltered by stones were also unaffected. Test results showed that the vegetation was extremely flammable. The humidity content of grass vegetation ranged from 10 to 16 % and the ignition time was 2 s. In woody vegetation the ignition time oscillated from 18 to 22 s, with humidity ranging from 13 to 53 %. Vegetation cover ranged from 3,425 kg/ha to 4,948 kg/ha in grass vegetation and from 2,180 kg/ha to 3,425 kg/ha in woody vegetation.*

*Key words: Kornati, fire, burning material, vegetation*

## UVOD Introduction

Broj požara u svijetu u stalnom je porastu. Oni nastaju pri okolnostima koje pogoduju njihovoj nastanku i širenju, a osim što ugrožavaju proizvodnju šumske biomase, požari mogu poremetiti i ekološku ravnotežu te narušiti trajno održivi razvoj. Sezону opasnosti od požara, odnosno razdoblje u kojem oni nastaju, teško je definirati. Ovisno o klimatskim i vegetacijskim uvjetima početak i završetak sezone opasnosti od požara različit je za pojedina područja. Vrhunac požarne sezone su mjeseci srpanj i kolovoz duž cijele obale.

Pojava najvećeg broja požara je izravno vezana uz ljudske djelatnosti. Više od 95% požara je uzrokovano čovjekovim djelovanjem, dok je samo 5% ili manje posljedica groma. Ovih 95% požara možemo podijeliti na one izazvane namjerno i nemarom. Namjerno podmetnuti požari ne prelaze 5% dok su svi ostali uzrokovani nemarom.

Šumsko gorivo jedan je od osnovnih parametara za predviđanje širenja požara. Prema Bilandžiji (1992) i Španjolu (1996), šumsko gorivo je cjelokupna količina biljnog materijala, mrtvog i živog, koja se nalazi iznad mineralnog dijela tla. Prema tome, sva nadzemna vegetacija je potencijalno gorivo, a međusobno se razlikuje po mogućnosti zapaljenja i brzini gorenja u određenim vremenskim uvjetima.

## Područje istraživanja - *Research area*

## MATERIJAL I METODE Methods and methods

Broj otoka, otočića i hridi koji čine otočnu skupinu Kornati te njihovu površinu, mnogi autori pišu drugačije. Kornati ili Kornatsko otočje su arhipelag od oko 150 otočića koji se prostiru na površini od 320 km<sup>2</sup>. Zbog izuzetnih krajobraznih ljepota, zanimljive geomorfologije, velike razvedenosti obalne crte i naročito bogatih biocenoza morskog ekosustava, godine 1980. veći dio Kornatskog akvatorija proglašen je nacionalnim parkom. Nacionalni park Kornati obuhvaća 89 otoka, otočića i hridi s ukupno 224 km<sup>2</sup> otočno morske površine. Otok Kornat, s površinom od 32,46 km<sup>2</sup>, najveći je otok Nacionalnog parka Kornati. I pored ovog, relativno velikog broja otoka, kopneni dio parka čini tek manje od 1/4 ukupne površine, dok je sve ostalo morski ekosustav.



Slika 1. Kornatsko otočje (prema <http://www.kornati.hr/eng/graphic/map1.htm>)

Figure 1. Kornati map (<http://www.kornati.hr/eng/graphic/map1.htm>)

Granicu Kornata sa sjeverozapada čini Dugi otok, dok na jugoistoku granicu čine otoci ispred Žirja. Prema kopnu Kornati su omeđeni otocima Pašmanom, Vrgadom i Murterom, a prema jugozapadu su izloženi otvorenom moru duljinom od 35 km. Pružaju se u četiri usporedna otočna niza i tri kanala. Otočni nizovi su: sitski, žutski, kornatski i piškeraški otočni niz, a kanali su: sitski, žutski i kornatski kanal.

### Vegetacijske karakteristike - *Vegetation characteristics*

Zbog svoje specifičnosti vegetacijske značajke Kornata istražuju se dugi niz godina. Iako prema zadnjim istraživanjima Trinajstića (1996), u vegetacijsko-fitogeografskom smislu svi Kornatski otoci, otočići i hridi pripadaju eumediteranskoj vegetacijskoj zoni mediteransko-litoralnog pojasa mediteranske regije gdje osnovicu klimazonalne šumske vegetacije tvori zajednica *Myrto-Quercetum ilicis*, vegetacije stjenjača zajednica *Phagnalo-Centaureetum ragusina* te vegetacije priobalnih grebenjača zajednica *Plantagini-Limonietum cancellati*. U fitocenološkom smislu, oni ne pripadaju eumediteranskim vegetacijskim oblicima što bi bilo za očekivati, već pripadaju submediteranskim vegetacijskim oblicima. Razlog što je Kornatsko otočje obraslo pašnjačkom vegetacijom treba tražiti u činjenici da su tijekom dugoga povijesnog razdoblja (Pevalek, 1930, Kulušić 1965, Filipi 1972, Matic i dr., 2001) šume sustavno paljene kako bi se na taj način dobile površine za ispašu ovaca i koza koje su Murterani, koji su od davnine vlasnici Kornata, prebacivali iz kopnenog zaleđa na Kornate, te vunom, sijenom i nečistim sjemenom prenijeli niz submediteranskih pašnjačkih vrsta i najrazličitijih korova. Kako se sve vrste pašnjačkih oblika vegetacije ne šire epizookorno, to su Kornatski pašnjaci izrazito siromašni vrstama (Trinajstić 1996). Prema vegetacijskoj karti Republike Hrvatske List: Dugi otok 2, na istraživanom području dolazi sljedeća biljna zajednica, odnosno asocijacija i njezina subasocijacija:

asocijacija: *Stipo-salvietum officinalis* (as. kovilja i ljekovite kadulje)  
subasocijacija: *Stipo-salvietum officinalis* var. *Brachypodium ramosum* (subasocijacija kovilja i ljekovite kadulje s kostrikom)

Najzastupljenije vrste nađene na istraživanom području su:

*Stipa bromoides* (L.) Doerfler – kovilje

*Stipa pennata* L. – kovilje

*Poa bulbosa* L. – vlasnjača

*Poa sylvicola* Guss. – vlasnjača

*Koeleria splendens* K. Presl – smilica

*Brachypodium ramosum* (L.) R.S. – kostrika

*Euphorbia spinosa* L. – bodljikava mlječika

*Onosma javorkae* Simk. – oštrolist

*Cytisus spinescens* Presl – bodljikava žučica

*Smilax aspera* L. – tetivika

*Rubus ulmifolius* Schott – kupina

*Salvia officinalis* L. – ljekovita kadulja

*Pyrus amygdaliformis* Vill. (*P. spinosa*) – dugolisna kruška

*Asparagus acutifolius* L. – šparožina

## Uzorkovanje na terenu - *Sampling in the field*



Slika 2. Određivanje pokusnih ploha na terenu

Figure 2. Sheet determination on field

Uzorkovanje vegetacije učinjeno je na bočnoj strani (NW) koju vatra nije poharala. Treba uzeti u obzir da pokrovnost vegetacije nije na krševitom terenu homogena, a za ovu analizu procijenjena je pokrovnost vegetacijom od 45 % do 55 %. Zasebno su analizirani uzorci travne i drvenaste (grmlje i penjačice) vegetacije. Zato je kod obračuna gorive biomase posebno obračunata travna vegetacija (sve vrste), a posebno drvenasta vegetacija (tri analizirane vrste). Veličina pokusnih ploha je bila 20 x 20 cm (400 cm<sup>2</sup>).

## Testiranje zapaljivosti - *Testing the flammability*



Slika 3. Testiranje zapaljivosti

Figure 3. Testing of flammability

Testiranje zapaljivosti obavljeno je u laboratoriju u Makarskoj prema metodologiji koju je opisao Valette (1990).

Prema ovoj metodologiji, po dolasku u laboratorij s terena gdje su uzorci ubirani, slijedi njihova priprema za testiranje zapaljivosti. Mjerenje zapaljivosti podijeljeno je u dvije serije. U prvoj seriji slaže se 25 uzoraka mase 1 g (granice 0.950-1.050 g) koji se dobiju vaganjem preciznom vagom s preciznošću na tisućinku grama (podjela 0,001 g). Potom se napravi jedan uzorak mase 5 g (granice 4.950-5.050 g) nakon čega slijedi testiranje zapaljivosti. Parametri zapaljivosti su:

- frekvencija ili učestalost zapaljivosti (FI -frequency of inflammation)

- odgoda zapaljivosti (DI delai d inflammation)
- trajanje gorenja (DC – duree moyenne de combustion).
- intenzitet gorenja (IC – intensite de la combustion)
- indeks suhoće (IS – indice de siccite)



Slika 4. Uzorci za testiranje travne vegetacije

Figure 4. Samples for testing grass vegetation

Uzorak se izlaže temperaturi od 420°C (temperatura na koju se zagrijava epiradiator, odnosno laboratorijsko grijalo). Mjerenje zapaljivosti obavlja se stopericom koja može bilježiti više zasebnih vremena. Čim se uzorak stavi na epiradiator počinje teći prvo vrijeme, odnosno odgoda zapaljivosti (DI) koje traje do trenutka pojave plamena (samozapaljenja) i od tada počinje teći drugo vrijeme, odnosno trajanje gorenja (DC) koje završava gašenjem plamena. Ukoliko se u vremenskom rasponu od 60 sekundi ne pojavi plamen, frekvencija (FI) se smatra negativnom i obrnuto. Za testiranja u kojima je opaženo gorenje provodi se kvalitativna procjena gorenja, odnosno intenzitet gorenja (IC) prema propisanoj skali. Po završetku testiranja prve serije, pristupa se identičnoj pripremi i testiranju druge serije nakon čijeg

završetka se rade još dva uzorka mase 5 g. Dakle, na kraju sveukupnog testiranja imamo 4 uzorka mase 5 g koja se stavljaju u sušionik na konstantnu temperaturu od 60°C kako bi se utvrdio sadržaj vlage uzorka koji su testirani, te da bi se izračunao indeks suhoće (IS). Prema tablici koju koristi Valette (1990) i Dimitrov (1994) daju se ocjene zapaljivosti. Ocjene su u rasponu 6 razina, a određuju se na temelju frekvencija ili učestalosti zapaljivosti (FI) i aritmetičke sredine odgode zapaljivosti (DI) koja je izražena u sekundama. Aritmetička sredina trajanja

gorenja (DC) koja je također izražena u sekundama, pokazuje kojom brzinom zapaljena vegetacija izgori. Intenzitet gorenja (IC) za testiranja u kojima je opaženo gorenje provodi se na temelju kvalitativne procjene gorenja prema skali koju koristi Dimitrov (1994).

$$\begin{aligned}
 \text{FMC} &= \{(FW - DW) / DW\} 100 & \text{PF (FW)} &- \text{težina svježeg uzorka} \\
 \text{TH} &= \{(PF - PS) / PF\} 100 & \text{PS (DW)} &- \text{težina suhog uzorka} \\
 \text{IS} &= 200 (PS / PF) - 100 & \text{IS} &- \text{indeks suhoće} \\
 & & \text{FMC} &- \text{sadržaj vlage} \\
 & & \text{TH} &- \text{sadržaj vlage}
 \end{aligned}$$

## REZULTATI Results

Tablica 1. Rezultati testiranja odgode zapaljivosti i trajanja gorenja

Table 1. Results of testing time to ignition and combustion duration

Testirana vrsta: Tested species	Smilax aspera L.	PF (FW)	17,95 g	Rubus ulmifolius Schott	PF (FW)	14,51 g	Salvia officinalis L.	PF (FW)	103,83 g	Travna vegetacija	PF (FW)	63,84 g		
Lokacija Location	Kornat	PS (DW)	14,23 g	Kornat	PS (DW)	12,57 g	Kornat	PS (DW)	47,94 g	Kornat	PS (DW)	53,52 g		
Uzorak Sample	A	FMC	26,14 %	B	FMC	15,43 %	C	FMC	116,58%	D	FMC	19,28 %		
Temperatura Temperature	20,6°C	TH	20,72 %	20,6°C	TH	13,31 %	20,6°C	TH	53,83 %	20,6°C	TH	16,17 %		
Datum testiranja Date of testing	1.10.'07.	IS	58,55	1.10.'07.	IS	73,26	1.10.'07.	IS	7,66	1.10.'07.	IS	67,67		
Test	FI	DI (s)	DC (s)	IC	Test	FI	DI (s)	DC (s)	IC	Test	FI	DI (s)	DC (s)	IC
1	1	19,62	5,28	3	1	1	8,43	10,18	3	1	1	1,77	12,67	5
2	1	19,12	7,55	3	2	1	9,67	11,50	3	2	1	1,92	11,35	5
3	1	17,66	9,82	4	3	1	9,58	10,55	2	3	1	2,04	11,91	5
4	1	17,09	7,21	3						4	1	2,11	13,66	5
5	1	16,98	8,96	3						5	1	2,00	12,46	5
6	1	18,87	9,76	2						6	1	1,91	12,12	5
7	1	19,29	7,03	3						7	1	1,83	11,78	5
8	1	17,08	8,38	4						8	1	1,97	13,05	5
9	1	18,69	7,78	4						9	1	2,17	11,79	5
10	1	19,27	6,93	3						10	1	2,09	12,53	5
Aritmetička sredina:	18,37	7,87	3,2		9,23	10,74	2,7				1,98	12,33	5,0	
Standardna devijacija:	1,04	1,40			0,69	0,68				1,49	0,93		0,13	0,69

Tijekom posjeta Kornatima 25. rujna 2007. godine obavljena je vegetacijska analiza cjelokupnog klanca, tj. i izgorjelog dijela (stradanje vatrogasaca) kao i rubna područja (padine) kuda vatra nije prošla i gdje je vegetacija sačuvana. Ono što je odmah uočljivo je da je 45 dana nakon vatrene stihije vegetacija u progresiji. Obnavlja se nisko raslinje (travna vegetacija) dok drvenaste vrste tjeraju iz pupova i pridanaka (žilja).

## RASPRAVA Discussion

Uzorkovanjem na većem broju grmova više vrsta odmah je uočljivo da grmovi nisu izgorjeni, tj. da je drvenasti dio (grančice, stabljike) debljine prosječno iznad 0,5 cm (negdje i tanje) ostao živ. Samo na mjestima između kamenih blokova i škrapa grmovi kadulje i kupine su potpuno izgorjeli. To i djelomično izgorjele krošnje samo donjih dijelova na višem grmlju (stabljima) govori o brzini širenja vatrene fronte.

Slika 5. Obnova travne vegetacije

Figure 5. Recovery of grass vegetation





Slika 6. „Pokošena“ travna vegetacija vrućim zrakom i vatrom

Figure 6. „Mow“ of grass vegetation by hot air and fire

Smjer i brzina strujanja vrućeg zraka vidi se i prema usmjerenju isušenog lišća niskog drveća, napose u klanac i ulazu u klanac u uvali Šipnat. Vrlo slikovito brzinu širenja vrućeg zraka i vatre možemo zapaziti kod travne vegetacije. Na ravnijim predjelima gdje se nalaze površine s više zemlje ona je u potpunosti izgorjela, dok je na krševitom predjelu potpuno suha travna vegetacija izgorjela samo u onom dijelu koji je rastao iznad visine kamena (škrapice). Dijelovi suhe travne vegetacije zaklonjeni kamenom ostali su u potpunosti neizgoreni. Naprosto je stršeći dio travne vegetacije „pokošen“ vrućim zrakom i vatrom.

Zbog smanjenja pašarenja biljni pokrov na Kornatskom otočju je razvijen u nekom od degradacijskih stadija klimazonalne vegetacije. U pojedinim dijelovima vidljivo je nadiranje drvenastih vrsta drveća i grmlja. Ali, ipak najveći dio površine obrastao je pašnjačkom vegetacijom u kojoj prevladavaju *Stipa* sp., *Poa* sp., *Koeleria* sp., *Brachypodium* sp. Iz tog razloga ovaj tip vegetacije ima najveći značaj za širenje požara na otoku Kornatu nastalom 30. kolovoza 2007. godine.

## ZAKLJUČAK Conclusion

Prema rezultatima testiranja zapaljivosti travne vegetacije vidljivo je da je frekvencija, odnosno učestalost zapaljivosti, bila u 100 % slučajeva, kad se tome još doda odgoda zapaljivosti vremena manjeg od 2 sekunde, prema tablici koju koriste Valette (1990) i Dimitrov (1994), može se zaključiti da je toga dana stupanj zapaljivosti bio izrazito velik te da je vegetacija bila krajnje zapaljiva (nosi ocjenu 5). Trajanje goriva potvrđuje činjenicu da se požar širio vrlo velikom brzinom. U prilog tome ide i sadržaj vlage gorivog materijala koji se kretao od 10 % do 16 %.

Kod ostalih vrsta koje su evidentirane na istraživanom području (*Salvia officinalis*, *Smilax aspera* i *Rubus ulmifolius*) učestalost ili frekvencija zapaljivosti bila je maksimalna, odnosno u 100 % slučajeva. Odgoda zapaljivosti bila je nešto veća i kretala se od 18 do 22 sekunde. Na temelju ta dva parametra, a prema prethodno spomenutoj tablici, stupanj zapaljivosti okarakteriziran je ocjenom 4 što je dovoljno za visok rizik od požara. Isto kao i kod travne vegetacije trajanje gorenja potvrđuje brzo širenje požara. Sadržaj vlage kretao se od 13 % do 53 %.

Tablica 5. Količina gorivog materijala po hektaru

Table 5. Volume of burning materijal per hectare

Tip vegetacije <i>Vegetation type</i>	Postotni udio (%) <i>Percentage (%)</i>	Ukupna pokrovnost <i>The total coverage</i>	
		45 %	55 %
Travna vegetacija <i>Grass vegetation</i>	55 %	3 425	4 187
	65 %	4 048	4 948
Drvenasta vegetacija <i>Woody vegetation</i>	45 %	2 803	3 425
	35 %	2 180	2 664

Na osnovi prikupljenih podataka o biomasi gorivog materijala na pokusnim ploham (tab. 5.), ukupna biomasa gorivog materijala travne i drvenaste vegetacije po hektaru bi iznosila 13 840 kg kod pokrovnosti 100 %. Kako je pokrovnost vegetacijom od 45 % do 55 %, znači da bi se stvarna biomasa gorivog materijala kretala od 6 228 kg/ha do 7 612 kg/ha. Udio drvenaste vegetacije čini 35 % do 45 %, tako da je njihova drvena masa kod 45 % ukupne pokrovnosti iznosila 2 180 kg/ha do 2 803 kg/ha, dok je travna vegetacija zastupljena sa 55 % do 65 %, što bi iznosilo od 3 425 kg/ha do 4 048 kg/ha. Kod ukupne pokrovnosti od 55 % biomasa gorivog materijala drvenaste vegetacije iznosila bi od 2 664 kg/ha do 3 425 kg/ha, dok bi biomasa travne vegetacije čija je pokrovnost 55 % do 65 % iznosila od 4 187 kg/ha do 4 948 kg/ha.

## LITERATURA References

1. Bilandžija, J., 1992: Prirodno opterećenje sastojina alepskog, primorskog i crnog bora šumskim gorivima. *Radovi*, vol. 27, br. 2:105-113.
2. Dimitrov, T., 1994: Biološki parametri prikladni za poboljšanje indeksa opasnosti od požara. *Šum. List CXVIII (3-4): 105 – 114.*
3. Filipi, A. R., 1972: Kornati, 1- 80.
4. Kulušić, S., 1965: Kornatska otočna skupina. *Geogr. Gl.* 27: 215 – 239.
5. Matić, S., Đ. Rauš, Z. Seletković, Ž. Španjol, I. Anić, M. Oršanić, I. Tikvić i D. Baričević, 2001: Prilog poznavanju šuma i šumske vegetacije nacionalnog parka Kornati i parka prirode Telašćica. *Šum. List CXXV (11-12): 583 – 598.*
6. Pevalek, I., 1930: Vaskularna flora. U: *Prirodoslovna istraživanja sjevernodalmatinskog otočja Dugi i Kornati. Prir. Istraž. Jugoslav. Akad.* 16, 119 – 158.
7. Španjol, Ž., 1996: Biološko-ekološke i vegetacijske posljedice požara u borovim sastojinama i njihova obnova. *Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 1-360.
8. Trinajstić, I., 1996: Pregled flore Kornatskog otočja. *Priopćenja sa simpozija „Prirodna podloga, zaštita, društveno i gospodarsko valoriziranje“*, 161 – 179.
9. Valette, J. C., 1990: *Inflammabilites des especes forestieres Mediterraneennes-Consequences sur la combustibilite des formations forestieres. Rev. For. Fr.* 42, 76-92.