

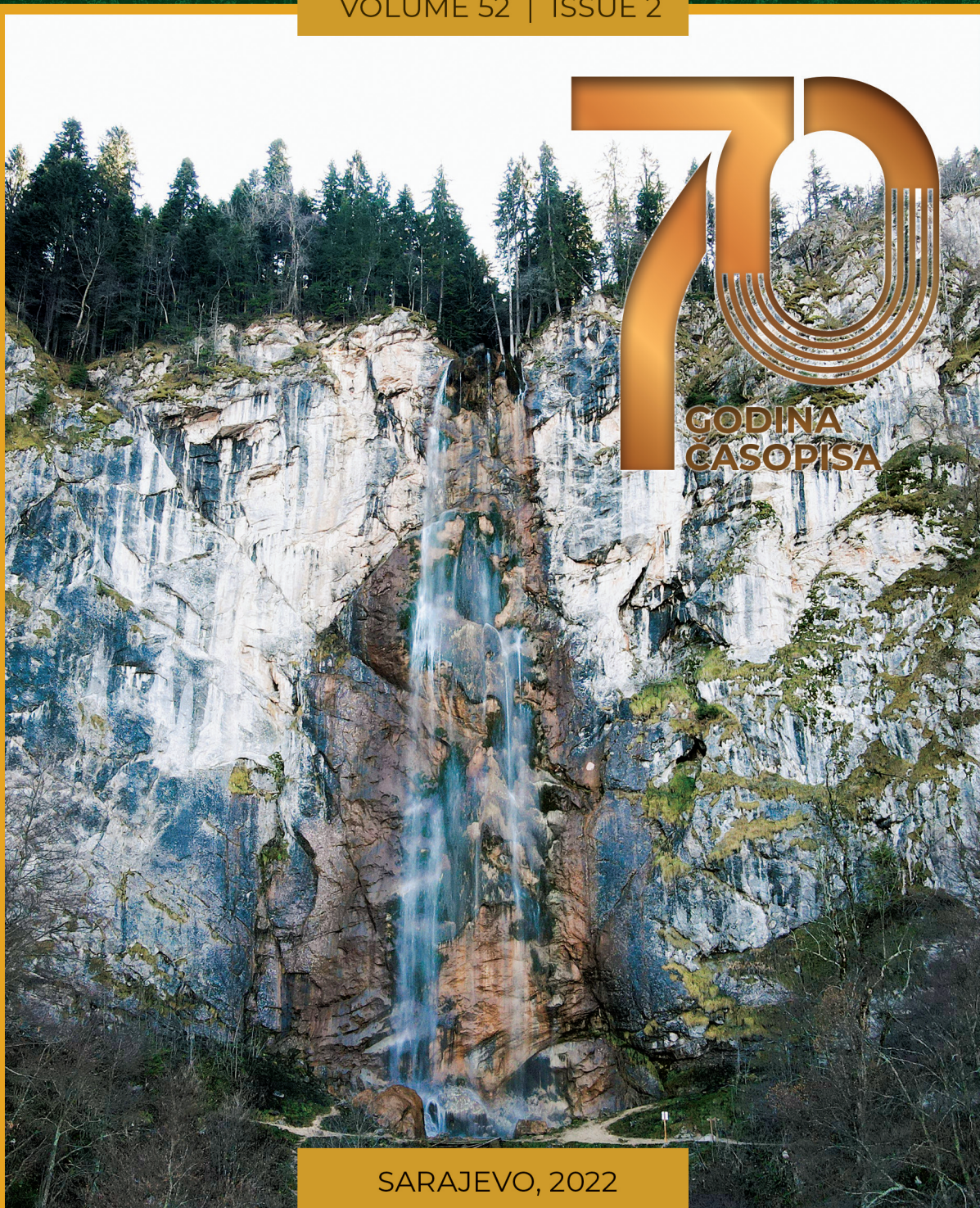
RADOVI

ŠUMARSKOG
FAKULTETA
UNIVERZITETA U
SARAJEVU

OF THE FACULTY
OF FORESTRY
UNIVERSITY OF SARAJEVO

WORKS

VOLUME 52 | ISSUE 2



70
GODINA
ČASOPISA

SARAJEVO, 2022

The first issue of journal was published in 1952

Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo were published in certain periods as:

Works of the Faculty of Agriculture and Forestry in Sarajevo (1952 - 1958)

Works of the Faculty of Forestry and the Institute of Forestry and Wood Industry (1959 - 1964)

Works of the Faculty of Forestry and the Institute of Forestry in Sarajevo (1965 - 1981)

Works of the Faculty of Forestry Sarajevo (1981 – 1998)

Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo (1998 -)

Prvo izdanje časopisa je bilo 1952. godine

Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu izdavani su u pojedinim periodima kao:

Radovi Poljoprivredno – šumarskog fakulteta u Sarajevu (1952 – 1958.)

Radovi Šumarskog fakulteta i instituta za šumarstvo i drvnu industriju (1959 – 1964.)

Radovi Šumarskog fakulteta i instituta za šumarstvo u Sarajevu (1965 – 1981.)

Radovi Šumarskog fakulteta u Sarajevu (1981 – 1998.)

Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu (1998 -)

Publisher / Izdavač

Faculty of Forestry, University of Sarajevo / Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu

Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

email: radovi@sfsa.unsa.ba

Tel: +387 33 812 490/491

Fax: + 387 33 812 488

www.radovi.sfsa.unsa.ba

Copyright © of the Faculty of Forestry University of Sarajevo

Copying or duplicating of works is allowed only in scientific purposes.

Health status of the forests in the area of the "Skakavac" Nature Monument

Zdravstveno stanje šuma na području Spomenika prirode "Skakavac"

Osman Mujezinović¹, Amina Karišik¹, Damir Prljača^{1*}, Mirza Dautbašić¹,
Sead Ivojević¹, Kenan Zahirović²

¹ Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

² JP "Šumsko-privredno društvo Zeničko-dobojskog kantona" d.o.o. Zavidovići, Alije Izetbegovića 25, 72220 Zavidovići, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

Protected areas are ecosystems of indisputable importance for the wealth and biodiversity of each country. Therefore, the forestry profession is faced with the priority task of preserving the health of forests, which includes monitoring, forecasting and planning measures to combat factors that may adversely affect the health and stability of forests. Assessment of the health status of a protected area implies the collection of data that serves to assess the current health status as well as defining and proposing appropriate measures to preserve natural diversity. Since natural monuments are not a physically limited part of nature, plant diseases, pests and other harmful biotic and abiotic factors in the ecosystems surrounding this protected area can spread beyond their borders. Therefore, monitoring and implementing environmentally friendly protection measures must be imperative in our protected areas. Weakened and older trees of all species that have reduced resistance to pest attack are primarily exposed to the attack. Due to the reduced felling in protected areas, there are more and more such trees, which will surely be a significant problem in the near future.

Key words: Protected area, Skakavac, mixed forests, Fir, Spruce, Beech, causes of damage and disease

INTRODUCTION – Uvod

Šume, s obzirom na svoju strukturu, veze i odnose koje grade među pojedinim članovima, pripadaju najsloženijim ekosistemima. Stabilnost šumskih ekosistema uslovljavaju mnogi ekološki faktori, gdje biotički faktori (gljive, insekti, divljač, virusi, bakterije i mikoplazme) uz nepovoljne abiotičke (visoka i niska temperatura, vjetrovi, oluja i voda) mogu izazvati velike poremećaje u šumskim ekosistemima (Bošnjak 2004). S obzirom na neospornu važnost zaštićenih područja u našoj zemlji, pred šumarsku struku se postavlja prioritetni zadatak očuva-

nja zdravlja šuma, što podrazumijeva praćenje, prognozu i planiranje mjera borbe protiv faktora koji mogu štetno djelovati na zdravlje i stabilnost šuma. Monitoring šuma pomaže u ranom uočavanju određenih štetnih agenasa, kako bi se pravovremeno preduzele odgovarajuće mjere njihove zaštite (Dautbašić i dr. 2018).

Pod zaštićenim područjem podrazumijeva se oblast ko-pna i/ili mora posebno namijenjena zaštiti i očuvanju biološke raznolikosti, sa prirodnim i združenim kulturnim vrijednostima, kojom se upravlja na zakonit ili neki drugi efektivan način (Europarc i IUCN 1999). "Skakavac" je

* Corresponding author: Mr. Damir Prljača, d.prljaca@sfsa.unsa.ba

proglašen spomenikom prirode tokom 2002. godine, na osnovu evaluacije prirodnih vrijednosti u skladu sa kategorizacijom IUCN-a, te spada u III kategoriju (Sl. novine KS, br. 11/10). Ukupni broj šumskih ekosistema na području Spomenika prirode “Skakavac” je 10 (deset). Sav prostor Spomenika prirode “Skakavac” je obrastao smrčevom-jelovom (*Abieti-Piceetum ilyricum*) i bukovo-jelovom šumom sa smrčom (*Abieti-Fagetum ilyricum*) (Redžić i dr. 2001).

Ocjena zdravstvenog stanja zaštićenog područja podrazumijeva analizu svih prirodnih vrijednosti na osnovu kojih je zaštićeno područje “Skakavac” proglašeno spomenikom prirode (Redžić i dr. 2001). Na bazi prikupljenih podataka koji služe za ocjenu trenutnog stanja može se planirati aktivnost i mjere u okviru provođenja integralne zaštite šuma. Do saznanja o neophodnosti primjene integralne zaštite šuma došlo se uočavanjem da štete i masovna pojava ekonomski štetnih organizama uglavnom nisu rezultat razornog djelovanja samo jednog faktora, već više njih koji često sinhronizovano djeluju (Tabaković-Tošić i dr. 2006). Kako je zaštita u zaštićenim područjima zbog različitih zakonskih okvira ograničena, vrlo je značajan konceptijski pristup ovom zadatku, jer pojedinačne mjere bez obzira koliko mogu biti efikasne ne mogu dati rezultate u održavanju dobrog zdravstvenog stanja.

Stabilnost ekosistema zaštićenih područja je ugrožena na dva nivoa. Na lokalnom nivou se govori o biljnim bolestima, štetnicima i lokalnim onečišćenjima, a na drugom, globalnom nivou, se govori o promjeni klime (Liović i Županić 2005). Šumski ekosistemi su osjetljivi na klimatske promjene zbog dugovječnosti drvenastih vrsta (Lindner et al. 2010). Naučnici Međuvladinog panela o klimatskim promjenama (IPCC) upozorili su da će globalno povećanje temperature od 1,5 °C do 2025. godine imati ozbiljne, pa čak i nepovratne posljedice na naš okoliš i društvo. Prema istim, u južnoj Evropi se procjenjuje povećanje temperature vazduha za oko 2 °C u zimskom periodu i 2-3 °C u toku ljeta, uz smanjenje padavina za 5-15% i vlažnosti za 15-25%. Primarno su napadu izložena fiziološki oslabljena i starija stabla svih vrsta kojima je smanjena otpornost na napad štetočina. Takvih stabala je, zbog reducirane sječe u zaštićenim područjima, sve više, što će u skorjoj budućnosti sigurno biti značajan problem.

Istraživanja u ovom radu imala su za cilj utvrđivanje zdravstvenog stanja stabala jele, smrče i bukve, odnosno utvrđivanje prisustva štetnih agenasa.

Razlozi stanja u vezi sa kalamitetima potkornjaka (*I.typographus*, *P.chalcographus*, *P.spinidens*) na području lokali-

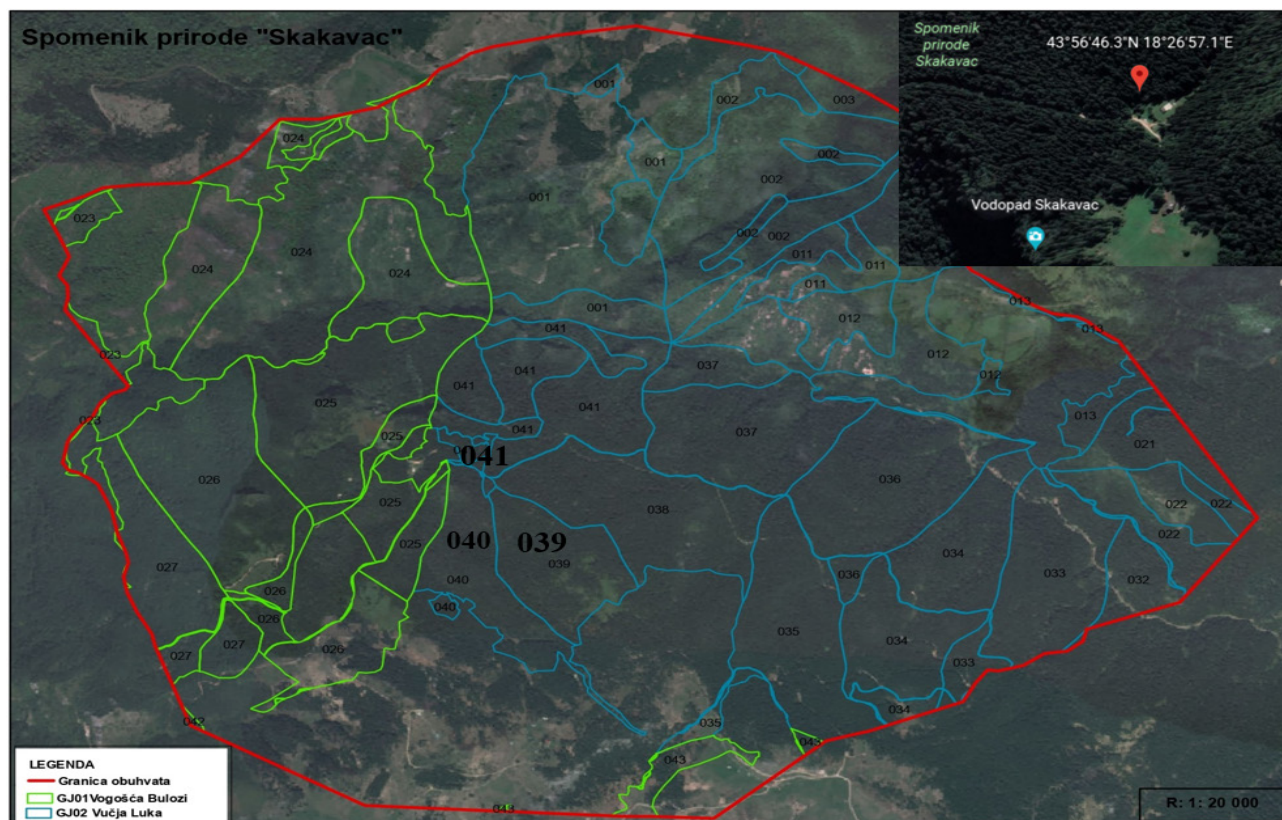
teta “Skakavac” su suša koja je u proteklim periodima predisponirala stabla za napad sekundarnih štetnika, nedovoljna higijena šuma te nepostojanje zadovoljavajućeg monitoringa u oblasti zaštite šuma na području naše zemlje (Dautbašić 2004). Uz ulančavanje štetnih biotičkih agenasa kakvi su potkornjaci na lokalitetu “Skakavac”, imela (*Viscum album*) je kod nas aktuelno najvažniji patogen jele koja izaziva umiranje stabala, naročito kada se uz prenamnoženje potkornjaka taj proces ubrzava i komplikuje, jer tada potkornjaci napadaju susjedna zdrava stabla bez obzira na njihovu kondiciju i starost. Zbog napada imele u nekim slučajevima smanjen je prirast stabala preko 60%, a stabla iznad 60 cm prsnog prečnika ne prirašćuju i smanjen im je kapacitet plodonošenja (Glavaš 2012). Također, zasjenjenost pojedinih dijelova ili čitave krošnje bitno utiče na indeks zaraženosti stabala jele. Što je veća zasjenjenost krošnje, manji je indeks njene zaraženosti (Mujezinović i dr. 2018).

Kao jedna od najraširenijih vrsta lišćara u Evropi, bukva (*Fagus sylvatica* L.) je i vrlo često stanište za brojne ugrožene vrste (Ballian i dr. 2015). I pored dobrih tehničkih osobina, bukovo drvo je dosta neotporno i podložno napadima raznih primarnim i sekundarnim štetnicima, a naročito bukovim defolijatorima. *Rhynchaenus fagi* usljed gradacija koje se javljaju često, a traju i po nekoliko godina, dovodi do sušenja stabala bukve (Mihajlović 2008; Mujezinović i dr. 2020).

Sprečavanje štetnog djelovanja samo preventivnim mjerama ili suzbijanjem tek jednog štetnog faktora, obično nije dovoljno da se ugrožena šumska biocenoza zaštiti. Zaštitne mjere treba da budu sveobuhvatne i istovremeno usmjerene protiv svih štetnih faktora određene šumske cenoze (Vajda 1983). Spomenici prirode kao zaštićeni objekti u kojima je zakonom regulisana svaka aktivnost čovjeka, nisu fizički ograničeni dio prirode, preko njihovih granica se mogu proširiti, u svim smjerovima, biljne bolesti, štetnici i ostali štetni biotički i abiotički faktori prisutni u ekosistemima. Zbog toga, monitoring i provođenje ekološki prihvatljivih mjera zaštite moraju biti imperativ u našim zaštićenim područjima.

MATERIALS AND METHODS – Materijal i metode

Područje istraživanja obuhvatalo je odjeljenja 39, 40 i 41 GJ “Vučja Luka”, u okviru šumskog gazdinstva “Bistričko” (Fotografija 1). Odjeljenje 39 zauzima površinu od 27,34 ha, odjeljenje 40 površinu od 27,95 ha, a odjeljenje 41 zauzima površinu od 24,57 ha, dok ukupna površina zaštićenog područja “Skakavac” iznosi 1.430,70 ha što čini oko 1,14% (Redžić, i dr. 2001). Klima ovog prostora je umjereno kontinentalna sa snaž-



Fotografija 1. Karta Spomenika prirode "Skakavac" sa granicama odjeljenja

Picture 1. Map of the Nature Monument "Skakavac" with compartment boundaries

nim uticajem planinske klime. Osim toga, specifičan položaj prostora uslovio je i znatan uticaj tipične kontinentalne klime, naročito na sjeveroistočnom dijelu prostora, te uticaj submediteranske klime na južnim padinama ovog terena. Teren u pomenutim odjeljenjima je veoma ispresijecan, krške forme predstavljene škrapama, vrtačama, odnosno oblicima boginjavog krša, tako da ovaj geomorfološki kompleks karakteriše vrlo izražena horizontalna i vertikalna raščlanjenost reljefa. Sav prostor je obrastao smrčevo-jelovom i bukovo-jelovom šumom, s tim što je smrča prisutnija na više nagnutim terenima. U samoj blizini vodopada su razvijene termofilne šume, kao i šikare crnog graba i crnog jasena (Redžić, i dr. 2001).

Radi postizanja što bolje reprezentativnosti uzorka, odjeljenja su podijeljena na reprezentativne plohe. Za prikupljanje terenskih podataka izdvojene su probne površine, oblika kvadrata, veličine 400 m² sa centrom u jednoj tački (dimenzije 20x20 metara). U odjeljenju 39 postavljeno je 7 ploha, u odjeljenju 40 postavljeno je 10 ploha, a u 41. odjeljenju 8 ploha.

Ukupno je u tri odjeljenja postavljeno 25 oglednih ploha. Granična stabla su naizmjenično uzimana i izostavljena iz uzorka. Stabla na oglednim ploham su pregledana

tokom mjeseca jula i augusta 2021. godine. Na svim ploham su određeni osnovni parametri koji su bitni za istraživanje: redni broj stabla, vrsta drveća, debljina prečnika u prsnoj visini, te prisustvo oštećenja, kao i vrsta oštećenja. Osim toga, istraživana je odnosa prisustva štetnika i promjena u zdravstvenom stanju stabala. Kontrola štetnog dejstva pojedinih biotičkih i abiotičkih faktora, utvrđivanje brojnosti i intenziteta napada pojedinih biotičkih agenasa, te evidentiranje vrste i jačine oštećenja stabala, vršeno je za svako stablo pojedinačno na izdvojenim ploham oblika kvadrata, a primjenom metoda uobičajenih za istraživanja ove prirode. Za ulov potkornjaka korištene su feromonske klopke tipa Theysohn u koje su postavljene feromoni Pheroprax za primamljivanje *I. typographus* L. i Chalcoprax za primamljivanje *P. chalcographus* L. Za utvrđivanje intenziteta napada smrčevih potkornjaka je korištena skala po Zúbrik i drugi (2008, prema Brutovský), prema kojoj su moguća 4 intenziteta napada: 0 – slab napad, 1 – umjeren, 2 – visok, 3 – vrlo visok i 4 – ekstremno visok. Nakon što su podaci prikupljeni, uslijedila je obrada u Microsoft Excel programu. Za statističku analizu podataka korišten je hi-kvadrat test, u statističkom programu PH Stat ver. 2.7.

Pregled evidentiranih vrsta drveća na pojedinim ploham u datim odjeljenjima je prikazan u tabeli 1.

Tabela 1. Prikaz ploha i analiziranih stabala

Table 1. Overview of plots and analyzed trees

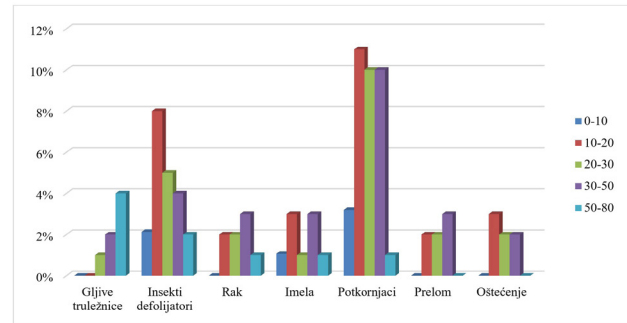
PREGLEDNA TABELA						
ODJEL	PLOHA	BROJ STABALA	VRSTA DRVEĆA			
			Jela	Smrča	Bukva	Bor
39	1	12	2	10	0	0
	2	10	6	4	0	0
	3	14	2	2	10	0
	4	9	3	5	1	0
	5	5	1	1	2	1
	6	7	3	4	0	0
	7	10	3	5	1	1
Σ		67	20	31	14	2
40	1	8	4	3	1	0
	2	6	1	3	2	0
	3	15	5	7	2	1
	4	14	5	6	3	0
	5	13	6	6	1	0
	6	10	3	5	2	0
	7	12	4	5	3	0
	8	17	6	9	1	1
	9	9	3	4	2	0
	10	13	4	9	0	0
Σ		117	41	57	17	2
41	1	10	3	4	3	0
	2	12	3	7	2	0
	3	8	2	4	2	0
	4	6	1	4	1	0
	5	6	1	3	2	0
	6	10	3	6	0	1
	7	5	2	3	0	0
	8	9	2	6	1	0
Σ		66	17	37	11	1
UKUPNO	25	250	78	125	42	5

Broj stabala na plohamu u 39. odjeljenju se kretao od 5 do 14 (prosječno 10), u 40. odjeljenju 6 do 17 (prosječno 12), i u 41. odjeljenju 5 do 12 (prosječno 9), odnosno, detaljnim zdravstvenim pregledom obuhvaćeno je ukupno 250 stabala (78 stabala jela, 125 stabala smrče, 42 stabla bukve i 5 stabala bora).

RESULTS – Rezultati

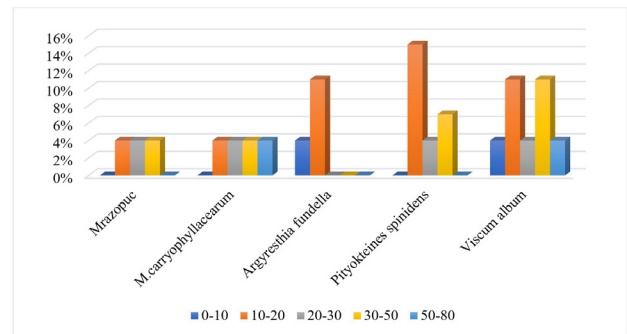
Najprije je prikazan broj napadnutih i nenapadnutih stabala po debljinskim klasama i ukupno (Tabela 2).

Ukupno je determinirano prisustvo trinaest (13) različitih vrsta uzročnika oštećenja i bolesti abiotičke i biotičke prirode (tabela 3) a u tabeli 4. i grafikonu 1. je prikazana apsolutna i relativna brojnost štetnih agenasa po debljinskim klasama prema domaćinima, odnosno vrstama drveća na koju navedeni uzročnici utiču.



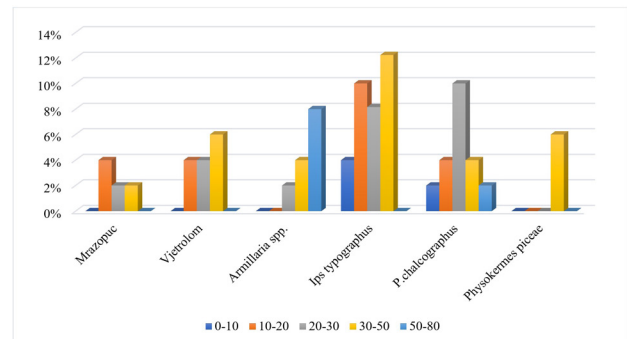
Grafikon 1. Procentualno učešće štetnih agenasa po debljinskim klasama

Graph 1. Percentage share of pests by diameter classes



Grafikon 2. Procentualno učešće štetnih agenasa na jeli po debljinskim klasama

Graph 2. Percentage share of pests on fir by diameter classes



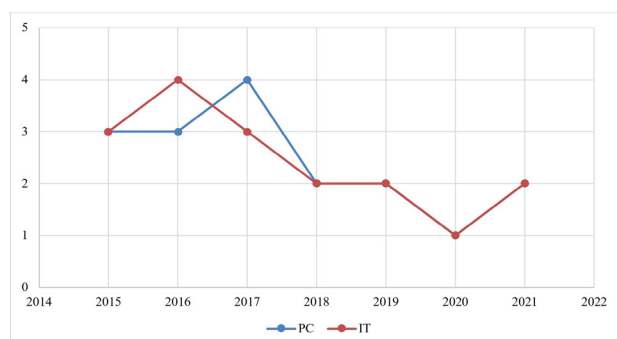
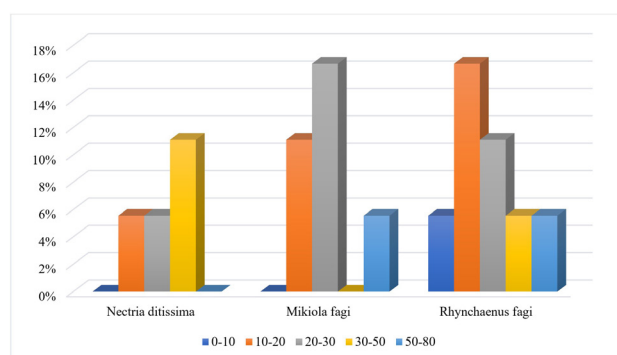
Grafikon 3. Procentualno učešće štetnih agenasa na smrči po debljinskim klasama

Graph 3. Percentage share of pests in spruce by diameter classes

Tabela 2. Broj napadnutih i nenapadnutih stabala jela, smrče i bukve u istraživanoj sastojini

Table 2. Number of infested and non-infested fir, spruce and beech trees in the observed stand

Vrsta drveća	Štetni agens	Debljinske klase (cm)					Ukupno
		0–10	10–20	20–30	30–50	50–80	
Jela	Nenapadnuto	4	16	13	15	3	51
	Napadnuto	2	12	4	7	2	27
	Ukupno	6	28	17	22	5	78
Smrča	Nenapadnuto	8	29	10	29	0	76
	Napadnuto	3	11	13	17	5	49
	Ukupno	11	40	23	46	5	125
Bukva	Nenapadnuto	0	5	11	6	2	24
	Napadnuto	1	6	6	3	2	18
	Ukupno	1	11	17	9	4	42
Bor	Nenapadnuto	1	2	0	1	1	5
	Napadnuto	0	0	0	0	0	0
	Ukupno	1	2	0	1	1	5
ΣΣ		19	81	57	78	15	250

Grafikon 4 – Intenzitet napada potkornjaka (*I. typographus* i *P. chalcographus*) u posljednjih šest godinaGraphs 4. – Intensity of spruce bark beetles infestation (*I. typographus* and *P. chalcographus*) in the last six years

Grafikon 5. Procentualno učešće štetnih agenasa na bukvi po debljinskim klasama

Graph 5. Percentage share of pests on beech by diameter classes

DISCUSSION – Diskusija

Kod 94 stabla je utvrđeno prisustvo nekog uzročnika oštećenja ili bolesti, što je 38% svih analiziranih stabala. Dakle, radi se o relativno značajnom broju prisutnih uzročnika oštećenja i bolesti. Najveći broj napadnutih stabala je u debljinskoj klasi 10–20 i 30–50 cm, dok je najmanji broj napadnutih stabala u debljinskoj klasi 0–10 cm.

Ukupno je determinisano prisustvo trinaest (13) različitih vrsta uzročnika oštećenja i bolesti abiotičke i biotičke prirode, a u 4. tabeli i 1. grafikonu je prikazana apsolutna i relativna brojnost štetnih agenasa po debljinskim klasama prema domaćinima, odnosno vrstama drveća na koju navedeni uzročnici utiču.

Prema ukupnoj brojnosti najzastupljeniji su potkornjaci (*I. typographus*, *P. chalcographus*, *P. spinidens*) koji se javljaju sa 37,23% učešća u ukupno zaraženim stablima, što čini 14% svih analiziranih stabala, i to najzastupljeniji su u debljinskoj klasi od 10–20 cm (grafikon 1). Gljive koje uzrokuju trulež drveta učestvuju sa 7,45% svih zaraženih stabala, sa najvećim učešćem u debljinskoj klasi od 50–80 cm, a rak izazvan uzročnicima bolesti je konstatovan na 8,51% od ukupno zaraženih stabala, i konstatovan je sa najvećom brojnošću u debljinskoj klasi 30–50 cm. Insekti defolijatori najbrojniji su u debljinskoj klasi 10–20 cm i javljaju se na 22,34% zaraženih stabala. Imela (*Viscum album*) se javlja na 9,57% zaraženih stabala i

Tabela 3. Brojnost uzročnika oštećenja i bolesti prema vrstama uzročnika u pojedinim odjelima i ukupno
 Table 3. Number of causes of damage and disease according to the types of causes in individual compartments and in total

UZROČNICI ABIOTIČKOG PORIJEKLA								
	N				%			Ukupno
	Odjel			Ukupno	Odjel			
	39	40	41		39	40	41	
Oštećenje od mraza	4	2	1	7	4,25%	2,13%	1,06%	7,45%
Vjetrolom	0	4	3	7	0%	4,25%	3,19%	7,45%
UZROČNICI BIOTIČKOG PORIJEKLA								
<i>Armillaria spp</i>	0	5	2	7	0%	5,32%	2,13%	7,45%
<i>Melampsorella caryophyllacearum</i>	2	2	0	4	2,13%	2,13%	0%	4,26%
<i>Nectria ditissima</i>	3	1	0	4	3,19%	1,06%	0%	4,26%
<i>Argyresthia fundella</i>	1	2	1	4	1,06%	2,13%	1,06%	4,26%
<i>Ips typographus</i>	9	5	3	17	9,57%	5,32%	3,19%	18,09%
<i>Mikiola fagi</i>	1	2	3	5	1,06%	2,13%	3,19%	6,38%
<i>Physokermes piceae</i>	0	3	0	3	0%	3,19%	0%	3,19%
<i>Pityogenes chalcographus</i>	1	5	5	11	1,06%	5,32%	5,32%	11,70%
<i>Pityokteines spinidens</i>	2	3	2	7	2,13%	3,19%	2,13%	7,45%
<i>Rhynchaenus fagi</i>	0	7	1	8	0%	7,45%	1,06%	8,51%
<i>Viscum album</i>	1	6	2	9	1,06%	6,38%	2,13%	9,57%
Ukupno	24	47	23	94	22,32%	50,00%	24,46%	100%

time zauzima postotak od 3,6% svih stabala uzetih u uzorak, sa podjednakom najvećom brojnošću u debljinskim klasama 10–20 i 30–50 cm.

Kada se posmatraju vrste štetnika i uzročnika oštećenja i bolesti na pojedinim vrstama drveća, kod jele je prema brojnosti najzastupljenija jelina imela (*Viscum album ssp. abietis*) koja se javlja na 9 stabala jele, što je 33,33% svih zaraženih jelovih stabala, odnosno 11,54% svih analiziranih jelovih stabala (grafikon 2). Prethodna istraživanja (Dautbašić 2004) pokazuju prisustvo mnogih, imelom zaraženih, stabala koja pri obilježavanju stabala za sječu nisu bila obuhvaćena, što bi se moglo objasniti neopravdanim strahom šumarskih stručnjaka za prevelikim zahvatom sječe. Međutim, ne smije se zaboraviti da se u ovakvim slučajevima sanitarna sječa mora izvesti bez obzira na pitanje veličine zalihe drveta, jer svakako se radi o šumama dobrog obrasta na koje dodatni sanitarni zahvati neće uticati na njihovu stabilnost u budućnosti.

U aktuelnom procesu sušenja jele u BiH, potkornjaci su bili posljednji u sukcesiji bez obzira na primarne karike tog lanca. *P. spinidens* se najčešće javlja tamo gdje postoji problem bijele imele (*Viscum album* L.) (Dautbašić 2004). Mnogi autori povezuju klimatske uslove kao bitne predisponirajuće faktore za napad potkornjaka (Dautbašić i Mujezinović 2016; Hrašovec i Franjević 2020). Pored navedenog, uslov koji utiče na prenamnoženje i napad potkornjaka je svakako i higijena šuma. Pojava raka jele (*Melampsorella caryophyllacearum*) (14,81% u odnosu na ukupan broj analiziranih oštećenih i bolesnih stabala) je i indikator higijene u šumama jele, jer se gospodarskim mjerama ovaj patogen može držati pod kontrolom. Često se dešava da se u šumama, a naročito zaštićenim područjima, dugo vremena zadržavaju snjegolomi i snjegozivale, vjetrolomi i vjetrozivale, sušike koje značajno doprinose povećanju broja napadnutih stabala potkornjacima. Lovna stabla za potkornjake jele u našim uslovima treba postavljati 50 dana prije proljetnog rojenja i 30 dana prije ljetnog rojenja (Mihajlović 2008), jer jelovi

Tabela 4. Prikaz štetnih agenasa po vrstama drveća i debljinskim klasama

Table 4. Overview of pests by tree species and diameter classes

Vrsta drveća	Štetni agens	Debljinske klase (cm)					Ukupno
		0–10	10–20	20–30	30–50	50–80	
Jela (<i>Abies alba</i>)	Oštećenje od mraza	0	1	1	1	0	3
	<i>Melampsorella caryophyllacearum</i>	0	1	1	1	1	4
	<i>Argyresthia fundella</i>	1	3	0	0	0	4
	<i>Pityokteines spinidens</i>	0	4	1	2	0	7
	<i>Viscum album L.</i>	1	3	1	3	1	9
	Ukupno	2	12	4	7	2	27
Smrča (<i>Picea abies</i>)	Oštećenje od mraza	0	2	1	1	0	4
	Vjetrolom	0	2	2	3	0	7
	<i>Armillaria spp.</i>	0	0	1	2	4	7
	<i>Ips typographus</i>	2	5	4	6	0	17
	<i>P. chalcographus</i>	1	2	5	2	1	11
	<i>Physokermes piceae</i>	0	0	0	3	0	3
	Ukupno	3	11	13	17	5	49
Bukva (<i>Fagus sylvatica</i>)	<i>Nectria ditissima</i>	0	1	1	2	0	4
	<i>Mikiola fagi</i>	0	2	3	0	1	6
	<i>Rhynchaesus fagi</i>	1	3	2	1	1	8
	Ukupno	1	6	6	3	2	18
ΣΣ		6	29	23	27	9	94

potkornjaci roda *Pityokteines* imaju velik biotički potencijal, gdje i uz njihovu maksimalnu utvrđenu smrtnost od 70%, jedno napadnuto stablo jele bez provođenja mjera zaštite ugrožava 56 stabala iduće godine (Pernek i Lasković 2011).

Kod smrče najbrojniji uzročnici oštećenja na analiziranim ploham su potkornjaci sa učešćem od 46,93% svih zaraženih smrčevih stabala, odnosno 18,4% od svih analiziranih stabala smrče (grafikon 3). Razlozi stanja u vezi sa prethodnim kalamitetima potkornjaka na lokalitetu "Skakavac" su suša koja je u tim periodima predisponirala stabla za napad sekundarnih štetnika, nedovoljna higijena šuma, nepostojanje zadovoljavajućeg monitoringa u oblasti zaštite šuma na području naše zemlje (Dautbašić 2004). Prema podacima u ulovu potkornjaka u odjeljenjima 39 i 49 od 2015. godine, primjećuje se da se intenzitet napada (0 – nema ulova, 1 – slab, 2 – umjeren, 3 – visok, 4 – vrlo visok) kretao od vrlo visokog – 4 (2015,

2016. i 2017. godina), do umjerenog – 2 (2019. godina), slabog – 1 (2020. godina) i umjerenog – 2 (2021. godina) (Izveštaji kontrole brojnosti potkornjaka, Šumarski fakultet Sarajevo). Situacija iz 2015, 2016. i 2017. godine upućivala je na pogoršano zdravstveno stanje šuma smrče na datom području (grafikon 4). U tom smislu, potrebno je bilo posvetiti pažnju kod pozicioniranja klopki, te sugerisati na korišćenje feromonskih pripravaka proizvođača BASF kao najkvalitetnijih.

Prilikom istraživanja u ovom radu da li postoji korelacija između broja sušike i prisustva napada potkornjaka, ustanovljeno je da napad potkornjaka znatno utiče na povećanje broja sušika. To su očekivani rezultati, jer su potkornjaci sekundarne štetočine, odnosno napadaju fiziološki oslabljena stabla. Postoji jasna veza između abundance štetnika i pojave sušike – što je populacija potkornjaka brojnija, suši se veći broj stabala, pa s tim u vezi, s pravom možemo reći da su uzročnici sušenja stabala, iz-

među ostalih faktora, i potkornjaci (Pernek i Lacković 2011). Klopka se može smanjiti brojnost potkornjaka u odjeljenjima i do 80%, dok ostatak brojnosti potkornjaka se treba regulisati dosljednom primjenom uzgojnih i zaštitnih mjera (Pernek 2002).

Govoreći o gljivama truležnicama, kod smrče je zabilježena *Armillaria spp.* sa 14,29% od ukupnog broja zaraženih stabala, sa najvećim učešćem u debljinskoj klasi 50–80 cm. Iako se radi o malom uzorku i malom broju stabala, to bi se moglo povezati s karakteristikom ovih gljiva da su slabi patogeni i da stablo postaje njima podložno tek nakon što mu opadne vitalnost zbog nekih drugih štetnih faktora (Zahirović i dr. 2019). U slučaju lokaliteta “Skakavac” vrlo je vjerovatno da je primarni agens bila pojava imele (*Viscum album*) koja je predisponirala stabla jele za napad gljive, a zatim nakon dugotrajne suše u 2003. godini, uslijedio je i napad insekata, a kao logična posljedica ulančavanja šteta, nastaje sušenje (Dautbašić 2004; Zahirović i dr. 2016). U slučaju narušavanja stabilnosti prirodnih šumskih ekosistema, najbolji način zaštite ovih šuma jeste uklanjanje uzroka njihove destabilizacije. U ovom slučaju to su stabla napadnuta imelom.

Na bukvi su utvrđene dvije vrste defolijatora: *Mikiola fagi* (6 stabala) sa 33,33% učešća, *Rhynchaenus fagi* (8 stabala) sa 44,44% učešća u ukupnom broju zaraženih stabala (grafikon 5). Najveću štetu pričinjava bukova skočipipa u debljinskoj klasi 10–20 cm (37,5%), zatim u debljinskoj klasi 20–30 cm (25%), a u Bugarskoj, ovaj štetnik može izazvati defolijaciju čak i do 78% lisne površine stabala bukve. Od toga imago uzrokuje oštećenja do 20% lisne površine, a 58% larva (Dimitrova-Mateva 2008).

Rak bukve (*Nectria ditissima*) se javlja sa učešćem od 22,22% u odnosu na ukupan broj analiziranih stabala bukve. Posebno štetno dejstvo ove parazitne gljive je u tome što drvo bukve u zoni nekrotirane kore vrlo brzo naseljavaju gljive koje uzrokuju truleži drveta i insekti drvenari. Proces propadanja stabala zbog napada ovih sekundarnih organizama je relativno brz, tako da se vrijednost bukovih sastojina jako smanjuje (Miljašević 2005).

CONCLUSIONS – Zaključci

1. Pri analizi zdravstvenog stanja stabala na području lokaliteta “Skakavac” ustanovljeno je prisustvo ukupno 13 različitih vrsta uzročnika oštećenja i bolesti.
2. Kod 94 stabla je detektovano prisustvo nekog uzročnika oštećenja ili bolesti, što je 38% svih ispitivanih stabala, što je relativno značajan broj prisutnih uzročnika oštećenja i bolesti.
3. Najčešći insekti u procesu sušenja četinarara su potkornjaci, što nam i rezultati ovog istraživanja potvrđuju, jer se samo potkornjaci javljaju sa 37,23% učešća u ukupno zaraženim stablima.
4. Defolijatori ukupno zauzimaju 22,34% zaraženih stabala čime dovode do opasnosti smanjenja asimilacione površine, što dalje dovodi do smanjenja prirasta, fiziološkog slabljenja, a pri jakom napadu i masovnih sušenja.
5. Napad potkornjaka znatno utiče na povećanje broja sušika. To su očekivani rezultati, jer su potkornjaci sekundarne štetočine, odnosno napadaju fiziološki oslabljena stabla.

REFERENCES – Literatura

- Ballian, D., Jukić, B., Balić, B., Kajba, D., von Wüehlich, G. (2015). Fenološka varijabilnost obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u međunarodnom pokusu provenijencija. Šumarski list, 11-12, pp. 521-533.
- Bošnjak, T. (2004). Zaštita šuma. Glasnik zaštite bilja. Hrvatske šume d.o.o Služba za ekologiju.
- EUROPARC & IUCN (1999). Guidelines for protected area management categories – Interpretation and application of the protected area management categories in Europe.
- Dautbašić, M. (2004). Analiza zdravstvenog stanja šuma područja prirodnog naslijeđa Vodopada Skakavac. Zavod za planiranje razvoja Kantona Sarajevo.
- Dautbašić, M., Mujezinović, O. (2016). Integralna zaštita smrče – smjernice. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu i Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa BiH, Uprava BiH za zaštitu zdravlja bilja, Sarajevo.
- Dautbašić, M., Mujezinović, O., Zahirović, K. (2018). Priručnik za zaštitu šuma u Bosni i Hercegovini, Udruženje inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine UŠIT FBiH, Sarajevo.
- Dimitrova-Mateva, P., Anev, S., Georgieva, S., Chaneva, G., Tzvetkova, N. (2016). Ecophysiological method for assessment of *Orchestes fagi* L. infestation on common beech trees. Forestry ideas. Vol. 22, No. 1. pp. 35-41.

- Glavaš, M. (2012). Štete na običnoj jeli uzrokovane bijelom imelom. Glasilo biljne zaštite 3/2012.
- Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M. (2018). Impacts of 1.5°C of Global Warming on Natural and Human Systems. The Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC
- Hrašovec, B., Franjević, M. (2020). Šumarska entomologija - posebni dio - pregled najznačajnijih vrsta šumskih kukaca i njihova osnovna biološka obilježja.
- Lindner M., Maroschek M., Netherer S., Kremer A., Barbat i A., Garcia-Gonzalo J., Seidl R., Delzon S., Corona P., Kolstrom M., Lexer M., Marchetti M (2010): Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems, *Forest Ecology and Management* 259 p. (698-709)
- Liović, B., Županić, M. (2005). Štetočinje šuma nacionalnih parkova Hrvatske i ekološki prihvatljive mjere zaštite. *Rad. Šumar. inst.* 40 (1): 101–112, Jastrebarsko.
- Mihajlović, Lj. (2008). Šumarska entomologija, Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- Miljašević T., Karadžić, D. (2005). The most frequent powdery mildews on forest woody species and their impact. *Glasnik Šumarskog fakulteta Beograd*
- Mujezinović, O., Treštić, T., Margaletić, J., Dautbašić, M., Zahirović, K., Ivojević, S., Brkić, H. (2018). Utjecaj imele (*Viscum album* L.) na debljinski prirast stabala jele (*Abies alba* Mill.) u Bosni i Hercegovini. *Naše šume* 50-51. str. 34-40.
- Mujezinović, O., Zahirović, K., Franjević, M. i Dautbašić, M. (2020). Trofičke karakteristike i utjecaj bukove skočipipe na površinu oštećenja lista bukve u Bosni i Hercegovini. *Šumarski list*, 144 (1-2), 27-33. <https://doi.org/10.31298/sl.144.1-2.3>
- Pernek, M. (2002). Analiza biološke učinkovitosti feromonskih pripravaka i tipova klopki namijenjenih lovu potkornjaka *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera: Scolytidae), *Rad. Šumar. inst.* 37 (1): 61–83, Jastrebarsko.
- Pernek, M., Lacković, N. (2011). Uloga jelovih krivozubih potkornjaka u sušenju jele i mogućnosti primjene feromonskih klopki za njihov monitoring. *Šumarski list – Posebni broj* (2011), 114-121.
- Redžić, S., Bušatlija, I., Barudanović, S., Đug, S., Kotrošan, D., Velić, S. (2001). Valorizacija prirodnih vrijednosti područja Skakavac. Centar za ekologiju i prirodne resurse. Zavod za zaštitu kulturno, historijskog i prirodnog naslijeđa Kantona Sarajavo.
- Roloff, A. (1992). Mögliche Auswirkungen des Treibhauseffektes auf die Konkurrenzsituation in Waldökosystemen. *Forstarchiv* 63: 4–10.
- Tabaković – Tošić, M., Lazarev, V., Rajković, S. (2006): O integralnoj zaštiti šuma. Institut za šumarstvo. Zbornik radova. Beograd.
- Treštić, T. (2015). Imele u Bosni i Hercegovini, Šumarski fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo.
- Vajda, Z. (1983). Integralna zaštita šuma. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Zahirović, K., Dautbašić, M., Mujezinović, O. (2016): Analiza učinkovitosti feromonskih pripravaka i klopki na području gospodarske jedinice "Gornja Stavnja" u 2015 godini. *UŠIT FBIH. Naše šume - Časopis za unapređenje šumarstva, hortikulture i očuvanja okoline* br. 42 - 43. ISSN 1840-1678. str. 5 - 14.
- Zahirović, K., Treštić, T., Čabaravdić, A., Dautbašić, M. i Mujezinović, O. (2019). Uzročnici truleži drveta obične smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na planini Zvijezda. *Šumarski list*, 143 (3-4).
- Zúbrik, M., Raši, R., Vakula, J., Varínsky, J., Nikolov, C.H., Novotný, J. (2008): Optimalizácia priestorového rozmiestnenia feromónových lapačov na podkôrny hmyz (*Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L., Col.: Scolytidae) v pohoriach centrálnej časti Slovenska. *Lesn. Čas. - Forestry Journal*, 54(3): 235-248, 2008, 4 fig., 6 tab., 34 ref. Original paper. ISSN 0323-10468.

SUMMARY

The stability of the forest ecosystems is determined by many environmental factors, where biotic factors (fungi, insects, game, viruses, bacteria and mycoplasmas) along with unfavorable abiotic factors (high and low temperature, winds, storms and water) can cause major disturbances in the forest ecosystems. Given the indisputable importance of protected areas in our country, the forestry profession is faced with the priority task of preserving the health of forests, which includes monitoring, forecasting and planning measures to combat factors that can adversely affect the health and stability of forests. Forest monitoring helps in the early detection of certain harmful agents, in order to take the appropriate measures for their protection in a timely manner. The stability of protected area ecosystems is threatened on two levels. At the local level, we talk about plant diseases, pests and local pollution, and at the second, global level, we talk about climate change. Preventing harmful effects only through preventive measures or suppressing only one harmful factor is usually not enough to protect the endangered forest biocenosis. Protective measures should be comprehensive and at the same time directed against all harmful factors of a certain forest coenosis. The aim of the research in this paper was to determine the health status of fir, spruce and beech trees, that is, to determine the presence of harmful agents. The research area included departments 39, 40, 41 of the "Vučja Luka" GJ, within the "Bistričko" forest farm. For the collection of field data, trial areas were set aside, square in shape, 400 m² in size with the center at one point (dimensions 20x20 meters). In department 39, 7 plots were installed, in department 40, 10 plots were installed, and in department 41, 8 plots. The trees on the sample plots were inspected during the months of July and August 2021. On all the plots, the basic parameters that are important for the research were determined: tree number, tree species, diameter thickness at breast height, and the presence of damage, as well as the type of damage. In addition, the relationship between the presence of pests and changes in the health status of trees was investigated. Control of the harmful effects of certain biotic and abiotic factors, determination of the number and intensity of attacks by certain biotic agents, and recording of the type and severity of tree damage was carried out for each tree individually on separate square-shaped plots, using the methods common for research of this nature. A total of 250 trees were analyzed, of which 78 fir trees, 125 spruce trees, 42 beech trees, and 5 pine trees. The presence of some cause of damage or disease was detected in 94 trees, which is 38% of all analyzed trees. Therefore, there is a relatively significant number of present causes of damage and disease. The largest number of attacked trees is in the thickness class of 10–20 and 30–50 cm, while the smallest number of attacked trees is in the thickness class of 0–10 cm. In total, the presence of thirteen (13) different types of damage and disease agents of abiotic and biotic nature was determined. The most common insects in the drying process of conifers are bark beetles, which the results of this research confirm, because only the bark beetles appear in 37.23% of the total number of infected trees. Defoliators occupy a total of 22.34% of infected trees, which leads to the danger of reducing the assimilation surface, which further leads to a decrease in growth, physiological weakening, and in case of a strong attack, mass drying. The greatest threat to the stability of the "Skakavac" protected area is the synchronized action of several factors or their succession. The ultimate death of such forest ecosystems is always caused by a chain of harmful factors, among which insects and pathogenic fungi play a dominant role.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The influence of the structural pattern of the scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stand on the water regime of the limestone soils in south-western Bosnia and Herzegovina

Uticaj strukturne izgrađenosti sastojine bijelog bora (*Pinus sylvestris* L.) na vodni režim zemljišta na krečnjacima u jugozapadnoj Bosni i Hercegovini

Adnan Hodžić^{1,*}, Ćemal Višnjčić², Muhamed Bajrić², Mirjana Todosijević³

¹ ŠGD "Hercegbosanske šume" d. o. o., Kupres

² Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu

³ Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu

ABSTRACT

The forest plays an important role in regulating the water regime, i.e., preventing the occurrence of torrential floods, which depends on the type of trees that make up the stand, the canopy, age, and the structure of the stand. This paper examines the influence of the structural characteristics of the stand on the water regime, using the example of the plantation of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on limestone in south-western Bosnia. An experimental plot (50x50m) was defined and surveyed in the subject plantation. Additionally, rain gauges were installed in different conditions of the canopy, with which the amount of precipitation that reaches the surface of the forest ground was determined. Rain gauges were also placed on an open area close to the plantation. Research has shown that with an increase in the number of trees per hectare and a higher canopy of the stand, the retention of rainwater in the tree crowns increases by up to 30%. In a stand of scots pine, 720 trees per hectare were found, while for the optimal interception, that number should be around 1,400. However, an increase in the number of trees within the stand can have a negative impact on the stability of the stand. With a larger number of trees within the stand, the competition is greater, the trees dry out, the slenderness of the trees is higher, and the trees break or fall. A 40-year-old stand of scots pine has formed a forest litter on the surface of the ground, which has an absolute dry mass more than 4 times greater than the mass of dry matter of the grass cover on the open surface. Research has shown that in a closed stand of scots pine, a smaller amount of precipitation reaches the ground, but forest soils have a better ability to infiltrate, retain and evenly distribute water over a longer period of time. Silvicultural operations in the stand can achieve the same interception effect with a smaller number of trees per unit area if better development of tree crowns is encouraged.

Key words: stability of the stand, water regime, torrential flows

* Corresponding author: Adnan Hodžić, adnanhodzicado@gmail.com

INTRODUCTION – Uvod

Osnovna karakteristika šuma u BiH je da su one pretežno brdsko-planinskog karaktera, sa izraženom orografijom terena. Preko 80% teritorije BiH se nalazi pod nagibom iznad 13%. Zbog navedenog, šume u Bosni i Hercegovini prije gospodarske imaju prvenstveno zaštitnu funkciju (Višnjić 2006). Šuma, kao složeni ekosistem, u sudjelovanju sa pripadajućim stanišnim faktorima, u odnosu na ostale forme korištenja zemljišta, ima nezamjenjivu ulogu u regulisanju vodnog režima (Klein i Irrgang 2003). Šuma štiti tlo od ispiranja i erozije (Mekić 1998). Žive strukture korijena šumskog drveća učinkovito stabiliziraju tlo sprječavajući eroziju čak iako je šuma prorijedena. Ipak, za optimalno protueroziono djelovanje šuma treba biti sklopljena najmanje 70%, a na višim položajima 80% (Perzl 2018). Evaporacija sa šumskog tla je niža u odnosu na otvorenu površinu pa su šumska tla vlažnija. Šumska stelja i tlo pod drvećem imaju veću sposobnost infiltracije i zadržavanja vode koja ravnomjernije otiče i opskrbljuje kroz duže vrijeme izvore i riječne tokove (Beus 2005; Neary i dr. 2009; Stratford i dr. 2017). Mnogobrojna istraživanja pokazuju da šume mogu ublažiti razvoj bujičnih tokova i smanjiti pojavu visokih voda. Ipak, usprkos brojnim istraživanjima, i dalje postoje značajne kontroverze, a pregled literature otkrio je značajan nedostatak konsenzusa o veličini uticaja šuma na pojavu visokih voda (Stratford i dr. 2017). Općenito je prihvaćeno da šume mogu umanjiti poplavni val uzrokovan oborinama putem mehanizama intercepcije, infiltracije vode u šumsko tlo i većeg raspoloživog skladištenja vode u tlo u zoni rasta korijena šumskog drveća. Faktori kao što su vrste drveća koja učestvuju u sastavu šume (Nainar i dr. 2021), starost šume, strukturne karakteristike, stepen sklopa kao i način gospodarenja (Mekić 1998; Klein i Irrgang 2003; Roehrig i dr. 2006; Xiao i dr. 2022) mogu u velikoj mjeri uticati na hidrološki odgovor nekog slivnog područja. Stepenn sklopa sastojine je u uskoj korelaciji sa brojem stabala na jedinici površine. Sa povećanjem broja stabala iste starosti povećava se i sklopljenost sastojine. Sposobnost zadržavanja oborinskih voda unutar sastojine je veća ukoliko je sastojina bolje sklopljena (Hodžić 2022). Intercepcija, odnosno zadržavanje oborinskih voda u krošnjama stabala varira i zavisi od mnogobrojnih faktora, prije svega vrste drveća, starosti sastojine, vertikalne strukture sastojine, količine i intenziteta oborina, godišnjeg doba (Roehrig i dr. 2006; Unkašević 2004). Dobro strukturisane raznodobne sastojine zadržavaju veću količinu oborinske vode od mlađih i slabije obraslih jednodobnih sastojina (Mekić 1998; Klein i Irrgang 2003). Sastojine četinarara zadržavaju veću količinu vode od sastojina lišćara (Nainar i dr., 2021). U ovom radu istraživana je uticaj 42-godišnje šumske kulture bijelog bora

na vodni režim krečnjačkih tala u jugozapadnoj Bosni. Kao zavisne varijable koje imaju uticaja na vodni režim analizirane su stepen sklopljenosti sastojine i prekrivenost tla šumskom steljom.

MATERIALS AND METHODS – Materijal i metode

Istraživanja su provedena u 42 godine staroj šumskoj kulturi bijelog bora u jugozapadnoj Bosni i Hercegovini. Locirana je u odjeljenju I, odsjek a, gospodarske jedinice "Tribanj Tušnica" na šumsko gospodarskom području Livanjsko (karta 1). Sastojina ima površinu od 40,4 hektara. Nalazi se na nadmorskoj visini 765 do 803 m (fotografija 1). Ekspozicija je sjeveroristočna i istočna. Nagib terena unutar odjela varira od 4 do 30 stepeni. Na površini su zastupljene kombinacije zemljišta rendzine i srozema na laporovitim i karbonatnim krečnjacima. Tlo u sastojini je prekriveno šumskom steljom, dok je na otvorenoj površini zastupljena vegetacija trava. Sloj grmlja je slabije razvijen, tek pojedinačno pridolaze glog i divlja ruža.

Unutar šumske kulture postavljena je eksperimentalna ploha kvadratnog oblika dužine stranice od 50 metara. Zbog vanjskog utjecaja ploha je postavljena u unutrašnjost šumske kulture. Udaljenost eksperimentalne plohe od ruba šume iznosi najmanje jednu gornju visinu šumske kulture. Na eksperimentalnoj plohi je izvršen potpuni premjer svih stabala iznad taksacionog praga. Utvrđena je pozicija svih stabala (koordinate za svako stablo), prečnik stabala, visina stabala, dužina krošnje, dužina debla, te projekcija krošnje prema 4 strane svijeta. Premjer taksacijskih elemenata vršen je prečnicom, vertex IV uređajem, busolom, zaparačem te pantljkikom. Za mjerenje projekcije krošnje u smjeru strana svijeta korištena je letvica i pantljika. Stabla su obilježena rimskim brojevima korištenjem zaparača. Unos podataka izvršen je u dnevnik za premjer taksacijskih elemenata. Za daljnji obračun podataka te prikaz na jedinici površine 1 ha, korišten je faktor preračunavanja 4 (obzirom da je površina eksperimentalne plohe 2.500 m²), dok su za izračune zalihe korištene tarife za III bonitet. U svrhu utvrđivanja količine oborina na datom lokalitetu, izrađeni su improvizirani kišomjeri od dvolitarskih boca (prečnik otvora boce - 5 cm, što odgovara površini 0,76 cm²) te su postavljeni na držače na visini od 1,00 m na otvorenom području i unutar sastojine (plohe). Na udaljenosti od 25 metara od ruba šume, na otvorenom području postavljena su 3 kišomjera za mjerenje količine oborina na otvorenom, dok je unutar sastojine (eksperimentalne plohe 50x50 m) postavljeno 6 kišomjera za dva različita stepena sklopa, i to 3 kišomjera za stepen sklopa 0.6–0.7, i tri kišomjera za stepen sklopa 0.8–0.9. Uzorci



Karta 1. Položaj lokaliteta istraživanja u Bosni i Hercegovini
Map 1. The location of the research site in Bosnia and Herzegovina



Fotografija 1. Odjeljenje Ia –
Šumska kultura bijelog bora (foto: Hodžić, A.)
Figure 1. Department Ia –
Scots pine forest culture (photo: Hodzic, A.)

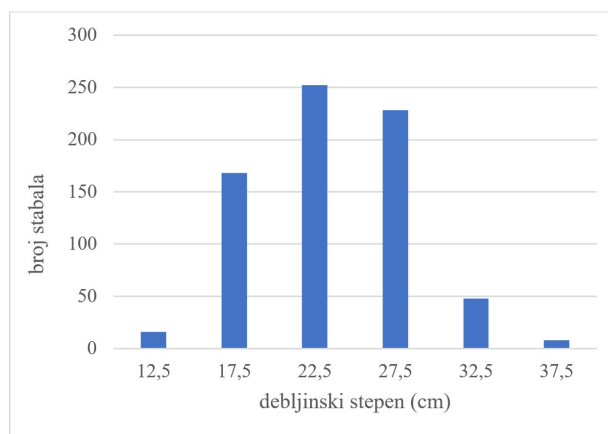
šumske stelje za utvrđivanje aposlutne mase suhe materije uzeti su u tri ponavljanja unutar eksperimentalne plohe i na otvorenoj površini u neposrednoj blizini šumske kulture. Plohe za uzimanje uzoraka su kvadratnog oblika dužine stranice 50 cm. Uzeti uzorci biljnih ostataka su sušeni u termostatu do konstantne mase, a zatim vagani radi utvrđivanja apolutne mase suhe materije. Obrada podataka je provedena u softverskim aplikacijama Excel i StatGraphs.

RESULTS AND DISCUSSION - Rezultati i diskusija

Osnovni taksacioni elementi sastojine - *Basic taxation elements of the stand*

Broj stabala, temeljnica i drvena zaliha predstavljaju mjeru za gustoću sastojina, a njihove promjene mjeru za dinamiku razvoja tih sastojina. Broj stabala u sastojini se najčešće određuje na površini od jednog hektara. On se vremenom mijenja. Broj mladih stabalaca može biti i više miliona po jednom hektaru, dok se kod odraslih sastojina u zreloj fazi može naći tek 100 stabala. Broj stabala je u uskoj korelaciji sa stepenom sklopa sastojine. Sa povećanjem broja stabala za istu starost veća je i sklopljenost sastojine. Što je sastojina bolje sklopljena, to je intercepcija veća, odnosno veća je sposobnost zadržavanja oborinskih voda unutar sastojine. Međutim, veći broj stabala može značiti i manju stabilnost sastojine koja zbog nepovoljnih uvjeta za rast i negativnog djelovanja abiotičkih faktora može da propadne. Polomljena i izvaljena stabla, ukoliko se nalaze na strmoj padini, često dospijevaju u riječno korito gdje mogu da, uslijed gomi-

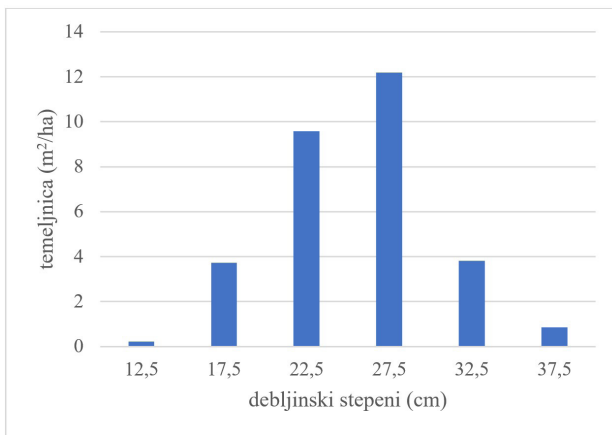
lanja, naprave ustavu ili branu koja usporava riječni tok ili utiče na formiranje jezera. Uslijed pucanja takvih ustava često dolazi do razvoja bujičnih tokova i poplava u donjim dijelovima riječnih tokova. Zbog toga je, radi optimiranja zaštitne funkcije šuma u pogledu regulisanja vodnog režima, od velikog značaja u svakom momentu voditi računa o broju stabala u šumskim sastojinama te imati zdrava, vitalna i stabilna stabla. Unutar šumske kulture bijelog bora, na eksperimentalnoj plohi, ustanovljeno je da se debljine stabala na prsnom prečniku kreću od stepena 12,5 cm do 37,5 cm te je ustanovljeno da se na površini od 1 ha nalazi ukupno 720 stabala bijelog bora. Najveći broj stabala se nalazi u debljinskom stepenu 12,5 cm do 27,5 cm što svakako predstavlja prostor za daljnji razvoj sastojine. Srednji prečnik stabala u sastojini je 22,92 cm (grafikon 1).



Grafikon 1. Distribucija stabala po debljinskim stepenima
Graph 1. Distribution of trees per diameter class

Distribucija stabala po debljinskim stepenima nam govori i o strukturi sastojine. Ovakav raspored stabala po debljinskim stepenima ukazuje da se radi o jednodobnoj sastojini. Za optimiranje vodnog režima bolje su raznodobne sastojine koje imaju prebornu strukturu (Klein i Irrgang 2003). U tom slučaju bi najviše bilo najtanjih stabala i taj broj bi opadao prema većim debljinskim stepenima. Takve sastojine imaju više slojeva i karakteristične su po stepenastom ili prebornom sklopu (Pintarić 1991).

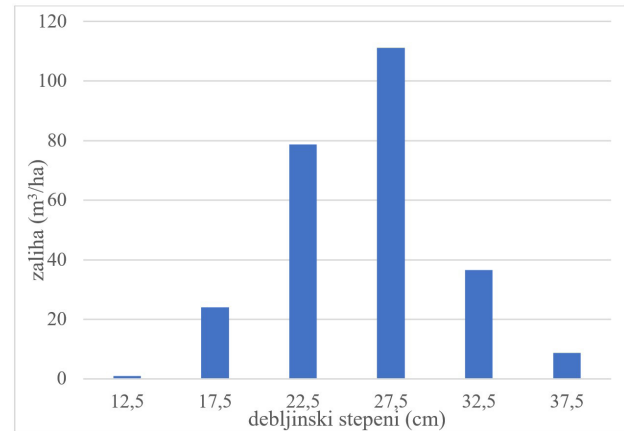
Prosječna temeljnica u šumskoj kulturi bijelog bora iznosi $30,39 \text{ m}^2/\text{ha}$, gdje je najveći udio u debljinskom stepenu $27,5 \text{ cm}$ ($12,198 \text{ m}^2/\text{ha}$) dok je najmanja u debljinskom stepenu $12,5 \text{ cm}$ i iznosi $0,213 \text{ m}^2/\text{ha}$ (grafikon 2).



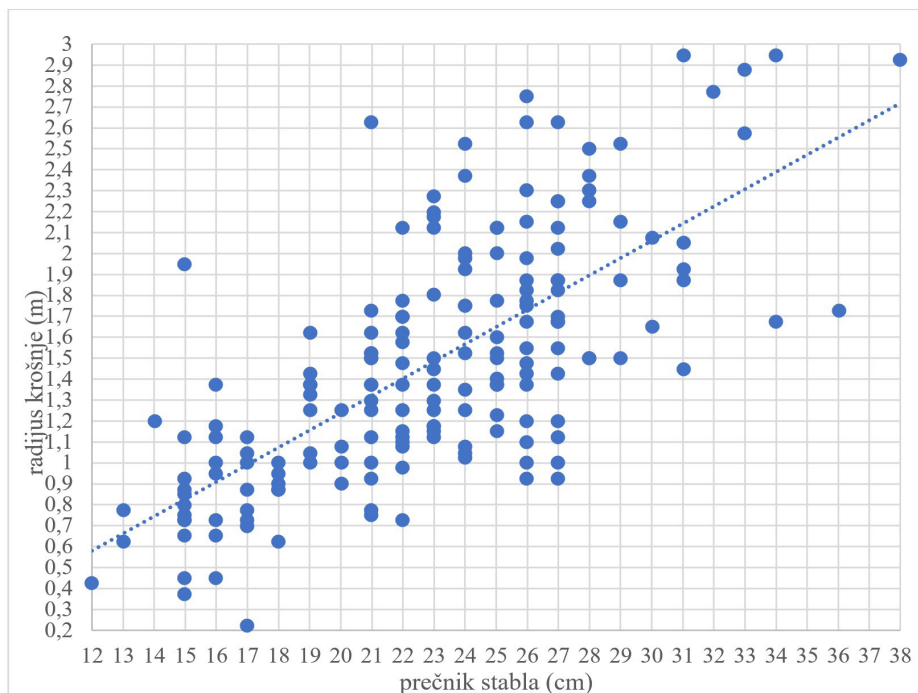
Grafikon 2. Distribucija temeljnice (m^2/ha) po debljinskim stepenima

Graph 2. Distribution of basal area per diameter class

Ukupna zaliha po ha iznosi $260,34 \text{ m}^3/\text{ha}$. Najveća zaliha je u debljinskom stepenu $27,5 \text{ cm}$ ($111,16 \text{ m}^3$) dok je najmanja u debljinskom stepenu $12,5 \text{ cm}$ ($1,004 \text{ m}^3$). Kada je u pitanju zaliha vidljivo je da raspodjela zalihe (m^3/ha) po debljinskim stepenima ima približno zvonolik odnosno binomski oblik. Očigledno je da od najnižeg debljinskog stepena pa do stepena $27,5 \text{ cm}$ dolazi do progresivnog povećanja zalihe, nakon čega dolazi do manje-više pravilnog opadanja zalihe (grafikon 3).



Grafikon 3. Distribucija zalihe (m^3/ha) po debljinskim stepenima
Graph 3. Distribution of wood stock (m^3/ha) per diameter class



Grafikon 4. Odnos prosječnih prečnika i radijusa krošnje

Graph 4. Relation between average diameter and crown radius

Tabela 1. Količina oborina koja je dospjela na tlo na otvorenom području i u sastojini (l/m²)

Table 1. Amount of precipitation that has landed on the ground in the open area and in the stand (l/m²)

Measurement date Datum mjerenja	Open area (l/m ²) Otvoreno područje (l/m ²)	Canopy level 0.6–0.7 (l/m ²) Stepen sklopa 0.6–0.7 (l/m ²)	Interception Canopy level 0.6–0.7 (%) Intercepcija Stepen sklopa 0.6–0.7 (%)	Canopy level 0.8–0.9 (l/m ²) Stepen sklopa 0.8–0.9 (l/m ²)	Interception Canopy level 0.8–0.9 (%) Intercepcija Stepen sklopa 0.8–0.9 (%)
10.4.	24,84	20,81	16,22	18,68	24,79
20.4.	16,77	14,44	13,89	13,38	20,21
21.4.	15,71	13,16	16,23	9,55	39,21
23.4.	18,9	14,44	23,5	11,46	39,36
25.4.	16,14	13,38	17,10	10,19	36,86
03.5.	16,77	15,71	6,32	13,8	17,71
09.5.	10,4	9,13	12,21	6,58	36,73
10.5.	9,77	8,49	13,10	6,58	32,65
15.5.	8,7	7,86	9,65	6,37	26,78
17.5.	14,65	12,1	17,40	10,62	27,50
29.5.	13,38	11,04	17,48	9,13	31,76
30.5.	12,53	11,04	11,89	8,7	30,56
06.6.	11,89	10,4	12,53	8,92	24,97
10.6.	9,13	8,28	9,30	6,79	25,62
Average/ Prosjek	14,25	12,16	14,06	10,05	29,62

STEPEN SKLOPA I RADIJUS KROŠNJE - *Canopy and crown radius*

Srednji prečnik istraživane šumske kulture bijelog bora iznosi 22,92 cm, dok je srednji radijus krošnje za dati prečnik 1,48 m. Površina krošnje stabla šumske kulture sa srednjim radijusom 1,48 metara iznosi 6,87 m². Broj stabala na površini od 1 ha za ovaj srednji prečnik koji je potreban da bi sklop bio potpun je oko 1456 stabala. Taksacijskim premjerom je ustanovljeno da broj stabala po 1 ha u ovoj šumskoj kulturi iznosi 720 stabala po 1 ha, što je za 736 stabala manje (grafikon 4).

Određivanje koeficijenta vitkosti stabala važno je u kontekstu procjene stabilnosti sastojine, odnosno otpornosti sastojine na abiotičke štetne uticaje kao što su vjetar i snijeg. Ukoliko stabla imaju veću vitkost nestabilnija su i ugroženija od vjetroizvala, snjegoizvala i lomova čime dolazi do narušavanja stepena, što posebno dolazi do izražaja kod kultura osnovanih gustom sadnjom (Jevtić 1992; Stojanović i Krstić 2008). Stabilne sastojine sa

očuvanim sklopom koje se mogu oduprijeti štetnim abiotičkim uticajima omogućavaju regulaciju ravnoteže vodnih odnosa u tlu te time doprinose zaštiti tla od štetnog djelovanja vode i erozije.

Minimalna vrijednost koeficijenta vitkosti za istraživanu šumsku kulturu bijelog bora iznosi 54,45, dok maksimalna vrijednost iznosi 120. Srednja vrijednost, odnosno koeficijent vitkosti za istraživanu šumsku kulturu bijelog bora, iznosi 80,91. Imajući u vidu naprijed navedeno, može se konstatovati da je istraživana šumska kultura bijelog bora stabilna ($K_v = 80,91$).

INTERCEPCIJA – *Interception*

Oborinske vode koje dospiju do šumskog zemljišta se postepeno infiltriraju u tlo, a samo mali dio otiče lateralno. Korijenje drveća, u ovom slučaju bijelog bora, ima jake žile koje prodiru u dublje slojeve zemljišta. One rahle tlo i stvaraju makro pore u kojima se zadržava voda. Prema Klein i Irrgang (2003) šumska zemljišta u toku

jednog sata infiltriraju do 75 litara oborinske vode, dok je infiltracija na otvorenom znatno slabija i kreće se do 20 litara po satu. U slučaju intenzivnih oborina u kratkom vremenu, šuma zadržava veliku količinu oborina i postepeno je otpušta, dok se na otvorenim područjima samo manja količina zadržava, dok najveći dio lateralno otiče noseći sa sobom čestice tla te u donjim padinskim dijelovima poprima bujični tok. Najveća izmjerena količina oborina u jednom danu koja je dospjela na tlo u posmatranom periodu (april–juni) iznosila je 24,84 l/m², dok je u sastojini pri stepenu sklopa 0.6–0.7 iznosila 20,81 l/m², a pri stepenu sklopa 0.8–0.9 iznosila je 18,68 l/m². Najmanja izmjerena količina oborina izmjerena u posmatranom periodu u jednom danu, a koja je dospjela na tlo na otvorenom području iznosila je 9,77 l/m², dok je u sastojini pri stepenu sklopa 0.6–0.7 iznosila 8,49 l/m², a pri stepenu sklopa 0.8–0.9 iznosila je 6,58 l/m². Podaci mjerenja oborina u periodu april–juni 2022. godine, uz izuzetak mjerenja u periodu od 21. aprila do 25. april kada je uz obilne oborine i mješavinu snijega i kiše evidentiran i veliki uticaj vjetrova, pokazuju da između količine oborina koja dopijje na tlo na otvorenom području i u sastojini (pri različitim stepenima sklopa) postoji vidljiva razlika, odnosno da je za 14,8% do 29,6% manje evidentiranih oborina na kišomjerima unutar sastojine u odnosu na kišomjere na otvorenom (tabela 1).

Šuma posjeduje veliku, u jednom sloju vidljivu, površinu koju zauzima lišće ili iglice. Do 30% godišnjih oborina se, prije nego dospije do tla, zadrži na listovima i ispari u atmosferu (intercepcija). Na poljoprivrednim površinama taj udio je svega 10% (Klein i Irrgang 2003). Prema Pintariću (2004) prosječna intercepcija u šumama jele i smrče je 40%, a u šumama bijelog bora 20% do 40%. Na osnovu navedenih istraživanja, vidljivo je da intercepcija varira i zavisi od mnogobrojnih faktora, prije svega vrste drveća, starosti sastojine, vertikalne strukture sastojine, količine i intenziteta oborina, godišnjeg doba. Stepenn intercepcije uveliko zavisi i od intenziteta prorjeđivanja sastojina. Sastojine kod kojih je intenzitet prorjeđivanja veći imaju manju sposobnost intercepcije i obrnuto (Roehrig i dr. 2006). Starije sastojine i bolje sklopljene sastojine zadržavaju u krošnjama veću količinu oborinske vode od mlađih i rjeđih sastojina. Sastojine četinaru zadržavaju veću količinu vode od sastojina lišćara. Ovo je razumljivo ako se ima u vidu da tokom zime sastojine lišćara odbacuju lišće i najveći dio oborina u tom periodu dospije do tla. Rezultati ovih istraživanja su pokazali da su krošnje bijelog bora u promatranom periodu pri stepenu sklopa 0.6–0.7 zadržale 14,07% oborina u odnosu na količinu oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području. Nadalje, krošnje bijelog bora u promatranom periodu pri stepenu sklopa 0.8–0.9 zadržale su 29,62% oborina u odnosu na količinu oborina koja je

dospjela na tlo u otvorenom području. I ova istraživanja su pokazala da bolje sklopljene sastojine u krošnjama zadržavaju veću količinu oborinske vode. –

Ukoliko uzmemo da je prosječna intercepcija u šumama bijelog bora 30%, možemo konstatovati da je količina oborina koje su krošnje bijelog bora u istraživanoj šumskoj kulturi pri stepenu sklopa 0.8–0.9 zadržale (29,62%) u odnosu na količinu oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području upravo u tom prosjeku. Ukoliko bi potpuno sklopili sastojinu sa krošnjama stabala bijelog bora (stepen sklopa 0.9–1.0), onda bi broj stabala bijelog bora ovoga srednjeg prečnika (22,92 cm) trebao biti između 1.310 do 1.456 stabala. Međutim, u tom slučaju bi, zbog izražene konkurencije među stablima, došlo do povećanja vitkosti stabala sa čime bi se vjerovatno narušila i sama stabilnost sastojine.

ŠUMSKA STELJA – *Forest litter*

Šumska kultura bijelog bora je od svog podizanja za vrijeme 42 godine rasta stabala formirala šumsku stelju sačinjenu od iglica, lišća grmlja, suhих grnačica, kore, debljih grana, šišarki i ostalih odumrlih dijelova biljnog pokrova koji je zastupljen u sastojini. Šumska stelja se postepeno razlaže formirajući moćan sloj humusa. Na otvorenoj površini, osušene biomase od nadzemnih dijelova trava skoro da nema ili je zastupljena samo ona iz proteklog vegetacionog perioda. U sljedećoj tabeli prikazan je sadržaj suhe materije šumske stelje i biomase na otvorenom.

Iz tabele je vidljivo da je apsolutna masa suhe materije šumske stelje 4,7 puta veća od suhe materije uzorka uze-tog na otvorenom. Imajući u vidu da šumska stelja može da apsorbuje i zadrži 5 do 10 puta veću količinu oborinske vode od svoje vlastite mase (Mekić 1998), mogu se jasno uočiti velike razlike u usvajanju i zadržavanju vode unutar šumske kulture i na otvorenom. Ukoliko se ta količina vode obračuna na konkretnu sastojinu i otvorenu površinu, onda šumska stelja unutar sastojine bijelog bora može infiltrirati i zadržati od 10 do 20 litara vode po metru kvadratnom površine, odnosno 100.000 do 200.000 litara vode po hektaru, dok na otvorenoj površini stelja usvaja i zadržava tek 2,5 do 5 litara oborinske vode po metru kvadratnom površine tla.

CONCLUSIONS – *Zaključci*

S aspekta regulacije vodnog režima i poplava, protiverozione zaštite zemljišta šume su nezamjenljiv faktor. U kojoj mjeri šuma može uticati na akumulaciju vode i pojave izvora vode pokazuju brojni primjeri njihovog nastanka ili obnavljanja poslije pošumljavanja površina šumskih goleti. Pod očuvanim šumskim sastojinama

Tabela 2. Apsolutna masa suhe materije šumske stelje unutar sastojine bijelog bora i na otvorenoj površini u neposrednoj blizini sastojine

Table 2. The absolute mass of the dry matter of the forest litter inside the scots pine stand and on the open surface in the immediate vicinity of the stand

Experimental plots Eksperimentalne plohe	Sample size Veličina uzoraka	N	Average (kg of dry matter) Sredina (kg suhe mat.)	Per m ² (kg) Po m ² (kg)	Per ha (kg) Po hektaru (kg)
Open area Otvoreno područje	0,25 m ²	3	0,125	2,37	23.768,8
Stand of scots pine Sastojina bijelog bora	0,25 m ²	3	0,594	5,02	5.018,00

nema izraženih erozionih procesa i obrnuto – u degradiranim sastojinama su česta pojava.

Regulacija vodnog režima ogleda se u većoj akumulaciji i stvaranju rezervi vode i njenom sporijem oticanju. Izuzetno vezivanja vode u šumi upijanjem od listinca i tla, oborinska voda se veže i intercepcijom u šumi, odnosno jedan dio vode se se zadrži na krošnjama drveća odakle ispari (intercepcija). Zbog svoje uloge u bilansiranju vodnih odnosa u krajolik, pročišćavanja vode i sprječavanja erozije tla, šumski ekosistem predstavlja izuzetno vrijedan vodoprivredni objekt.

U istraživanoj šumskoj kulturi preko 70% stabala se nalazi u debljinskom stepenu 12,5 cm do 27,5 cm što svakako predstavlja prostor za daljnji razvoj sastojine. Ovakav normalan raspored stabala po debljinskim stepenima nam govori da se radi o jednodobnoj, kvazi jednoslojnoj sastojini. Za optimiranje vodnog režima bolje su raznodobne sastojine koje imaju prebornu strukturu. U tom slučaju bi najviše bilo najtanjih stabala i taj broj bi opadao prema većim debljinskim stepenima. Kada je u pitanju zaliha, vidljivo je da je raspodjela zalihe (m³/ha) po debljinskim stepenima ima približno zvonolik odnosno binomski oblik. Očigledno je da od najnižeg debljinskog stepena pa do stepena 27,5 cm dolazi do progresivnog povećanja zalihe, nakon čega dolazi do manje-više pravilnog opadanja zalihe.

Srednji prečnik istraživane šumske kulture bijelog bora iznosi 22,92 cm, dok je srednji radijus krošnje za dati prečnik 1,48 m. Površina krošnje stabla šumske kulture sa srednjim radijusom 1,48 metara iznosi 6,87 m². Broj stabala na površini od 1 ha za ovaj srednji prečnik koji je potreban da bi sklop bio potpun je oko 1.456 stabala. Premjerom taksacijskih elemenata je ustanovljeno da je broj stabala po 1 ha u ovoj šumskoj kulturi 720 stabala

po 1 ha, što je za 736 stabala manje.

Podaci mjerenja oborina pokazuju da između količine oborina koja dospije na tlo na otvorenom području i u sastojini (pri različitim stepenima sklopa) postoji vidljiva razlika, odnosno da je za 10% do 30% manje evidentiranih oborina na kišomjerima unutar sastojine u odnosu na kišomjere na otvorenom. Rezultati ovih istraživanja su pokazali da su krošnje bijelog bora u promatranom periodu pri stepenu sklopa 0,6–0,7 zadržale 14,07% oborina u odnosu na količine oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području. Nadalje, krošnje bijelog bora u promatranom periodu pri stepenu sklopa 0,8–0,9 zadržale su 29,62% oborina u odnosu na količinu oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području.

Ukoliko bi potpuno sklopili sastojinu sa krošnjama stabala bijelog bora (stepen sklopa 0,9–1,0), onda bi broj stabala bijelog bora ovoga srednjeg prečnika (22,92 cm) trebao biti između 1.310 do 1.456 stabala. Međutim, u tom slučaju bi, zbog izražene konkurencije među stablima, došlo do povećanja vitkosti stabala sa čime bi se vjerovatno narušila i sama stabilnost sastojine.

Na osnovu navedenog može se zaključiti da sastojinu treba posmatrati kao dinamičku tvorevinu, te u svakom momentu voditi računa o optimalnom broju stabala po jedinici površine, ne samo radi ostvarenja pojedinačnih funkcija, već imati holistički pristup radi postizanja uravnotežene multifunkcionalnosti šumskih ekosistema.

REFERENCES – Literatura

Beus, V. (2005). Šume regulator vodnog režima i zaštite zemljišta od erozije. Upravljanje rizicima od poplava i ublažavanje njihovih štetnih posljedica. Akademija nauka i umjetnosti BiH, Sarajevo

- Hodžić, A. (2022). Značaj šumskih kultura bijelog bora u regulaciji vodnih režima na krečnjacima u jugozapadnoj Bosni. Master rad. Univerzitet u Beogradu. Šumarski fakultet. Erozijska zemljišta i prevencija bujičnih poplava.
- Jevtić, M. (1992). Nega četinarskih kultura sastojina veštačkog porekla proredom. Prosilva, Beograd.
- Klein, B., Irrgang, S. (2003). Mit dem Wald gegen die Flut. Landesforstpräsidium (LFP). OT Grupa. S. 44.
- Lojo, A., Balić, B., Bajrić, M., Alojz, Đ., Hočevan, M., (2008). Druga državna inventura šuma u Bosni i Hercegovini – komparacija rezultata prve i druge inventure šuma za oblast I. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu
- Mekić, F. (1998). Uzgajanje šuma, ekološki osnovi. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Nainar, A., Tanaka, N., Sato, T., Mizuuchi Y., Kuraji K. (2021). A comparison of hydrological characteristics between a cypress and mixed-broadleaf forest: Implication on water resource and floods. *Journal of Hydrology*, Volume 595. s. 1-14.
- Neary, D.G., Ice, G.G., Jackson, C.R., (2009). Linkages between forest soils and water quality and quantity. *For. Ecol. Manag.* 258, 2269–2281. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.05.027>.
- Perzl F. (2018). Schützt der Wald vor Naturgefahren. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW).
- Pintarić, K. (1991). Uzgajanje šuma, II - dio tehnika obnove i njege sastojina. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu
- Pintarić, K. (2004). Značaj šume za čovjeka i životnu sredinu, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Federacije Bosne i Hercegovine, Sarajevo.
- Roehrig, E., Bartsch, N., von Luepke, B. (2006). *Waldbau auf oekologischer Grundlage*. 7 Auflage. Ulmer verlag. S. 479.
- Stratford, C., Miller, J., House, A., Old, G., Acreman, M., Dueñas-Lopez, M. A., Nisbet, T., Newman, J., Burgess-Gamble, L., Chappell, N., Clarke, S., Leeson, L., Monbiot, G., Paterson, J., Robinson, M., Rogers, M. and Tickner, D. (2017). Do trees in UK-relevant river catchments influence fluvial flood peaks? Centre for Ecology and Hydrology Wallingford, Oxfordshire, OX10 8BB, UK. S 45.
- Strategija i akcioni plan za zaštitu biološke raznolikosti Bosne i Hercegovine 2015.-2020., Podrška Bosni i Hercegovini za revidiranje Strategije i akcionog plana za zaštitu biološke raznolikosti i izradu Petog nacionalnog izvještaja prema Konvenciji o biološkoj raznolikosti, NBSAP BiH, 2016.
- Stojanović, Lj., Krstić, M. (2008). Gajenje šuma I - metodi prirodnog obnavljanja i negovanja šuma. Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakulteta. Planeta print, Beograd.
- Šumsko gospodarska osnova za ŠGP Livanjsko, 2022., nacrt
- Unkašević, M. (2004). Šumarska Ekoklimatologija. Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet. Planeta print, Beograd, S. 231.
- Višnjčić, Č. (2006). Auforstung von sommertrocknenen Standorten mit heimischen Baumarten in BiH. Dissertation. GA Universitaet Goettingen. Couvillier Verlag. S 166.
- Xiao, L., Robinson, M., O’Conor, M. (2022). Woodland’s role in natural management: Evidence from catchment studies in Britain and Irland. *Science of the Total Environment* 813 (151877).

SUMMARY

Forests as a natural resource have an irreplaceable role in regulating the water regime. The influence of forests on the water regime is reflected in the greater accumulation and creation of water reserves and its slower outflow, where a large role is played by the forest litter, which, through the function of a sponge, has a high capacity for storing water and thus reduces surface water runoff, i.e., prevents the rapid flow of water and the creation of torrential flows. Tree crowns partially retain rainwater, preventing the sudden influx of a large amount of water on the land surface. Protecting land from washing away is exactly the reason why forests on the karst have a primary protective function. Healthier, more vital, and well-structured forests perform this function better. Of particular importance are the type of trees that are represented in the forest community on limestone, the canopy of the stand, the number of trees per unit area and the distribution of trees by diameter and height. The aim of this research is to optimize the structural characteristics of scots pine forest culture in order to better protect forest lands on limestones from being washed away by rainwater. The special focus of these researches was to provide answers to the questions of whether sparser or denser forest cultures, i.e. whether a greater or lesser number of trees at a certain age affects the interception by the crowns of the scots pine trees. On the territory of the Livanjsko forest management area in the south-western part of Bosnia and Herzegovina, in the forest culture of scots pine (MU Tribanj - Tušnica, department Ia), an experimental plot of 50x50 m was set up, on which surveys of taxation elements of the stand were carried out and rain gauges were installed inside the stand (canopy level 0.6–0.7 and canopy level 0.8–0.9) and in the open area. There are 720 trees in the researched forest culture on an area of 1 ha, over 70% of the trees are in the diameter class of 12.5 cm to 27.5 cm, which represents space for further development of the stand. The average diameter of the trees in the stand is 22.92 cm. The normal distribution of trees by diameter class tells us that it is a one-year, quasi-single-layered stand. The average floor area is 30.398 m²/ha, and the total wood stock is 260.4 m³/ha. The slenderness coefficient for the researched scots pine forest culture is 80.91 and it can be concluded that the stand is stable. The results of these studies showed that in the observed period, scots pine crowns retained 14.07% of precipitation at the canopy level 0.6–0.7, and at the canopy level 0.8–0.9 they retained 29.62% compared to the amount of precipitation that reached the ground in the open area. If we were to completely assemble the stand (canopy level 0.9–1.0) with scots pine tree crowns, then the number of scots pine trees of this average diameter (22.92 cm) should be from 1,310 to 1,456 trees. Due to the pronounced competition between the trees, with an increase in the number of trees, there would be an increase in the slenderness of trees, which would probably impair the stability of the stand itself, and due to unfavourable working conditions and the negative effect of abiotic factors, the stand would be negatively affected. Due to the influence of these factors, broken and fallen trees, if they are located on a steep slope, often end up in the river where, due to accumulation, they can create a dam that slows down the river flow or affects the formation of lakes. As a result of the bursting of such structures, torrential flows and floods often occur in the lower parts of river streams. In this regard, the stand should be viewed as a dynamic creation, and at all times the optimal number of trees per unit area should be taken into account, not only to achieve individual functions but to have a holistic approach in order to achieve balanced multifunctionality of the forest ecosystems.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

In vitro antioxidant activity of methanolic extracts of the different types of commercial pepper

In vitro antioksidativna aktivnost metanolnih ekstrakata različitih vrsta komercijalnog bibera

Emir Horozić^{1,*}, Dženita Sinanović², Sabahudin Halilović², Irma Džafić², Semiha Bajrić²

¹ Faculty of Technology, University of Tuzla, Urfeta Vejzagića 8, 75 000 Tuzla, Bosnia and Herzegovina

² Faculty of Pharmacy, University of Tuzla, Urfeta Vejzagića 8, 75 000 Tuzla, Bosnia and Herzegovina

ABSTRACT

Pepper is one of the most famous and widespread spices in the world. This commercial plant belongs to the Piperaceae family. Depending on the treatment to which the pepper fruit is exposed, we distinguish between black, white and green pepper. In this research, methanolic extracts of different types of pepper (*Piper nigrum*) and pink pepper (*Schinus terebinthifolius Raddi*) were prepared. Maceration and ultrasonic extraction were used to extract bioactive components from pepper samples. The reduction potential of the extracts was tested using the FRAP method. The efficiency of free radical inhibition was determined by the DPPH method. Pink pepper extract showed the highest antioxidant activity in *in vitro* conditions. High antioxidant activity was also recorded in green pepper extracts. In general, the extracts showed high potency in neutralizing free radicals.

Key words: Black pepper, Green pepper, White pepper, Pink pepper, Polyphenols, FRAP, DPPH

INTRODUCTION – Uvod

Many plants, i.e. their parts such as fruits, leaves, flowers or roots, have been used since ancient times for the preparation of traditional medicines. Many of them are also consumed as teas or spices that contribute to improving the taste, smell and color of food (Zarai et al., 2013; Dinesha and Chikkanna, 2014). Pepper (*Piper nigrum*) is one of the most common and popular spices. This climbing plant belongs to the Piperaceae family. It is grown mainly in tropical regions, such as western and southwestern India, Malaysia, Indonesia, and Brazil

(Mathew et al., 2001; Srinivasan, 2007; Zahin et al., 2021).

The dominant component of pepper is piperine ((2E,4E)-5-(2H-1,3-benzodioxol-5-yl)-1-(piperidin-1-yl) penta-2,4-dien-1-one), a compound of monoclinic crystals that is responsible for the sharpness of the pepper's taste. It is an integral part of pharmaceutical preparations because it has been found to improve their bioavailability (Tripathi et al., 1996; Khajuria et al., 2002). Other compounds that are present in smaller amounts in pepper are: saffrole, sabinene, pinene, limonene, linalool and caryophyllene (Khan et al., 2021). Fi-

Figure 1 shows the structures of the dominant compounds contained in pepper. Various parts of pepper, including secondary metabolites are used as medicines, preservatives, insecticidal and larvicidal agents (Ahmad et al., 2012). According to the available literature and conducted research, pepper exhibits various biological activities, which have been proven through *in vitro* and *in vivo* studies of extracts and essential oils: antitumor (Paarakh et al., 2015; Reddy et al., 2015; Zhaomei et al., 2008; Dayem et al., 2016), antimicrobial (Kavitha and Mani, 2017; Rani and Saxena, 2013; Pradhan et al., 1999; Karsha and Lakshmi, 2010; Zhang et al., 2017), hepatoprotective (Zhang et al., 2021) and antidepressant activity (Hritcu et al., 2015). The research conducted by Tiwari and Singh found that the components present in pepper can stimulate the digestive enzymes of the pancreas and intestines and increase the secretion of bile acids (Tiwari et al., 2008). Piperine has been identified as a positive allosteric modulator of the α -aminobutyric acid type A benzodiazepine receptor in *in vitro* cell models (Khom et al., 2013; Zaugg et al., 2010).

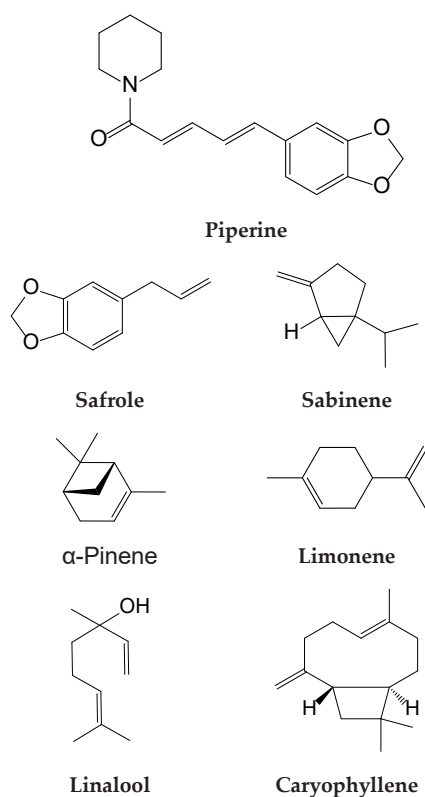


Figure 1. Structures of dominant compounds of pepper

Slika 1. Strukture dominantnih komponenti bibera

Depending on the processing method, there are several types of pepper commercially available, of which black, green and white pepper stand out. Black pepper is obtained by boiling small peppercorns while they are still

green, after which they are dried and turn black. White pepper is produced by removing the peel and flesh of the fruit, leaving only the seed or grain. This is achieved by soaking the fruit in water for several days. Green pepper is most often obtained like black pepper, with the fact that sulfur dioxide is used to treat the fruit, which gives the grain green color. Pink pepper (*Schinus terebinthifolius Raddi*) does not belong to the pepper family but originates from South America and belongs to the cashew family. It has a pronounced fruity taste, does not have the intense spiciness of real pepper, and has a more delicate taste.

The aim of this paper is to examine the influence of the extraction technique on the antioxidant activity of methanolic extracts of different types of pepper and to compare their antioxidant potential.

MATERIALS AND METHODS – Materijali i metode

Plant material and chemical agents

The pepper samples were bought in a local market in Tuzla. White pepper (1) originates from India, pink pepper (2) from Vietnam, while green (3) and black (4) pepper originate from Brazil. Demineralized water was used to prepare the solution for spectroscopic measurements. Methanol used for extraction and DPPH radical neutralization assay was of HPLC grade. Folin-Ciocalteu reagent for testing polyphenol content and sodium carbonate were purchased from Semikem, Bosnia and Herzegovina. 2,4,6-Tripyridyl-s-triazine, iron(III) chloride, hydrochloric acid, sodium acetate and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) were purchased from Sigma-Aldrich (USA). Spectroscopic measurements were performed on a Perkin Elmer λ 25 spectrophotometer.

Preparation of extracts

Pepper samples were ground in an electric mill (Končar MK45) before extraction. 8 grams of crushed pepper was transferred to a 100 mL Erlenmeyer flask and poured over with 80 mL of methanol. An ultrasonic bath ElmaSonic S was used to prepare the first batch of extracts. A Vibromix 40 was used to prepare the extracts by maceration at room temperature at 300 rpm. After an hour, the mixtures were filtered through filter paper. The extracts were immediately subjected to analysis. In the rest of the text and when presenting the results, the extracts will be marked with numbers as

stated before, with the mark M for extracts prepared by maceration and the mark UE for extracts prepared using ultrasonic extraction.

Determination of total phenolic content (TPC)

Total phenolic compounds present in the extracts were quantified spectrophotometrically through the Folin-Ciocalteu test following the protocol (Singleton et al., 1999). 200 μ L of extracts was mixed with 2.54 mL of 10% Folin-Ciocalteu reagent. After 5 min 420 μ L of 10% sodium carbonate was added. 910 μ L distilled water was added to each sample prior to measuring. The absorbance of the resulting blue-colored solution was measured at 765 nm.

Examination of the reducing ability of the extract

The test of the reducing ability of the pepper extract was tested using the FRAP (ferric reducing antioxidant power) method, according to the published procedure (Benzie and Strain, 1999). 3 mL of prepared FRAP reagent was mixed with 100 μ L of extracts. Absorbance at 593 nm was recorded after 30 min incubation at 37 °C.

Inhibition of DPPH radicals

A DPPH radical inhibition assay was performed according to a published method (Horožić et al., 2019). Extracts were mixed with absolute methanol and then mixed with DPPH radical solution. Absorbance measurements were performed at 517 nm. The results are expressed as a percentage of DPPH radical inhibition for the used extract concentration of 0.5 mg/mL.

RESULTS AND DISCUSSION -

Rezultati i diskusija

The results of the analysis of the content of polyphenols in the methanol extracts of different types of pepper are shown in Table 1. The highest content of polyphenols was recorded in the extracts of pink pepper, then in the extract of green pepper, while the lowest content of these components was recorded in the methanol extract of white pepper.

Table 1. Content of total polyphenols in pepper extracts

Tabela 1. Sadržaj ukupnih polifenola u ekstraktima bibera

Sample	TPC [mg GAE/g]
M-1	0.15
UE-1	0.28
M-2	1.73
UE-2	2.01
M-3	1.53
UE-3	1.60
M-4	0.81
UE-4	1.12

The reason for the significant difference in the content of polyphenols in these extractions, in addition to the different geographical origin of the samples, may also be the storage methods of the samples, their age, as well as the method of processing the sample with the aim of obtaining the final product (exposure to high temperatures, cooking, and exposure to certain gases during processing). Of all the pepper samples, according to the literature, pink pepper does not undergo excessive processing of the sample before being put on sale. Namely, pink peppercorns are simply dried, without cooking.

Tables 2. and 3. show the results of the reducing ability and DPPH radical inhibition efficiency of methanol extracts of pepper: DPPH radical inhibition values and reduction potential of methanolic extracts are correlated with polyphenol content. The highest antioxidant capacity was found in the extracts of pink and green pepper. Ultrasonic extraction is more effective in extracting bioactive components responsible for antioxidant activity.

Table 2. Reducing ability of pepper extracts

Tabela 2. Redukcijska sposobnost ekstraktata bibera

Sample	FRAP value [μ mol/g]
M-1	94.62
UE-1	100.22
M-2	102.65
UE-2	222.04
M-3	91.44
UE-3	108.31
M-4	81.15
UE-4	86.91

Table 3. DPPH radical inhibition efficiency

Tabela 3. Efikasnost inhibicije DPPH radikala

Sample	DPPH inhibition [%]
M-1	16.63
UE-1	16.63
M-2	92.43
UE-2	93.06
M-3	25.53
UE-3	30.42
M-4	20.64
UE-4	22.06

In the last few years, the antioxidant activity of essential oils and extracts of different types of pepper has been analyzed, with special reference to black pepper, for which there are the most results. Dae Won Kim et al. (2020) compared the physicochemical properties and antioxidant capacity of commercial black and green pepper. The extracts were prepared in 80% ethanol while stirring for 24 hours. The extracts showed a significantly higher content of polyphenols and antioxidant capacity. Sruthi et al. (2017) examined the antioxidant and cytotoxic activity of selected black pepper samples. Solvents of different polarity were used to prepare the extracts: n-hexane, chloroform, methanol and water, and Soxhlet extraction was used as the extraction technique. Chloroform and methanol extracted the most polyphenols. Aqueous extracts contained the least polyphenols, which was also reflected in the antioxidant activity. Lower values of polyphenols are expected for aqueous extracts obtained by Soxhlet extraction, as this technique is rarely used in cases where water is the solvent. The reason for this is the slower extraction flow, denser extracts and turbidity of the extract. Menegali et al. (2020) examined the antioxidant activity of pink

pepper extracts prepared by a combination of maceration at elevated temperature and ultrasonic extraction. The obtained results of polyphenol content and antioxidant activity are higher compared to our research. Higher values of polyphenol content, i.e. antioxidant activity of red pepper extracts were reported through other, similar studies (Merlo et al., 2019; Serrano-León et al., 2018; Romani et al., 2018).

CONCLUSIONS – Zaključak

The results of the analyzes carried out through this research show that pepper extracts possess antioxidant capacity and can be used in the inhibition of free radicals. Pink pepper extract showed a far better antioxidant effect than other types of pepper. Ultrasound-assisted extraction is more effective in extracting bioactive components from pepper samples, compared to maceration. For a more detailed insight into the efficiency of the extraction of bioactive components from pepper, it is necessary to analyze the influence of other solvents, which will certainly be the subject of research in the coming period.

REFERENCES – Literatura

- Ahmad, N., Fazal, H., Abbasi, B.H., Farooq, S., Ali, M., Khan, M.A. (2012). Biological role of *Piper nigrum* L. (Black pepper): A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3), S1945-S1953.
- Benzie, I.F.F., Strain, J.J. (1999). Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*, 299, 15-27.

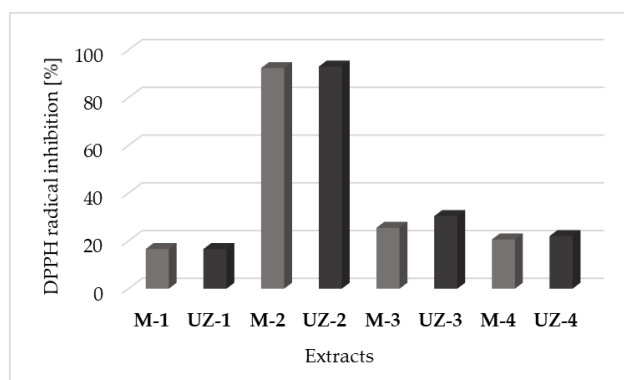
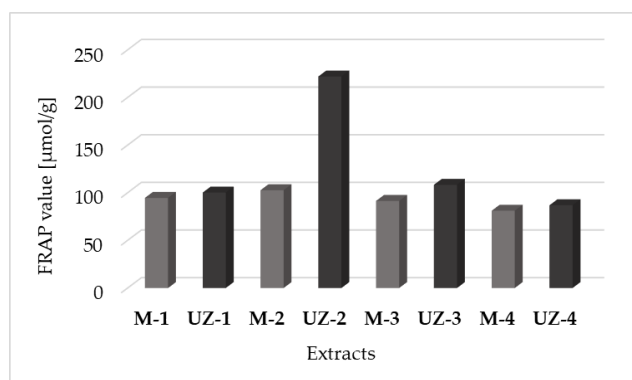


Figure 2. Comparison of antioxidant activity of methanol extracts of pepper

Slika 2. Komparacija antioksidativne aktivnosti metanolnih ekstrakata bibera

- Dayem, A.A., Choi, H.Y., Yang, G.M., Kim, K., Saha, S.K., Cho, S.G. (2016). The anti-cancer effect of polyphenols against breast cancer and cancer stem cells: molecular mechanisms. *Nutrients*, 8(9), 581.
- Dinesha, R., Chikkanna, D. (2014). Antioxidant activities of Pippali (*Piper longum*) proteins. *International Journal of Pharmaceutics and Drug Analysis*, 2(11), 811-814.
- Horozić, E., Zukić, A., Kolarević, L., Bjelošević, D., Ademo- vić, Z., Šarić-Kundalić, B., Husejnagić, D., Kudumović, A., Hamzić, S. (2019). Evaluation of the antibacterial and antioxi- dant activity of methanol needle extracts of *Larix Decidua* Mill., *Picea Abies* (L.) H. Karst. and *Pinus Nigra* J. F. Arnold. *Technics Technologies Education Management*, 14(1), 14-19.
- Hritcu, L., Noumedem, J.A., Cioanca, O., Hancianu, M., Postu, P., Mihasan, M. (2015). Anxiolytic and antidepressant profile of the methanolic extract of *Piper nigrum* fruits in beta-amyloid (1-42) rat model of Alzheimer's disease. *Behavioral and Brain Functions*, 11, 13.
- Karsha, P.V., Lakshmi, O.B. (2010). Antibacterial activity of black pepper (*Piper nigrum* Linn.) with special refer- ence to its mode of action of bacteria. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1(2), 213-215.
- Kavitha, S., Mani, P. (2017). Anti-bacterial Activity of Extract of *Piper nigrum* Leaf. *BioTechnology: An Indian Jour- nal*, 13(4), 144.
- Khajuria, A., Thusu, N., Zutshi, U. (2002). Piperine modu- lates permeability characteristics of intestine by indu- cing alterations in membrane dynamics: Influence on brush border membrane fluidity, ultra-structure and enzyme kinetics. *Phytomedicine*, 9(3), 224-231.
- Khan, A.U., Talucder, M.S.A., Das, M., Norees, S., Pane, Y.S. (2021). Prospect of The Black Pepper (*Piper nigrum* L.) as Natural Product Used in an Herbal Medicine. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9(F), 563-573.
- Khom, S., Strommer, B., Schöffmann, A., Hintersteiner, J., Baburin, I., Erker, T., Schwarz, T., Schwarzer, C., Zaugg, J., Hamburger, M., Hering, S. (2013). GABAA receptor modu- lation by piperine and a non-TRPV1 activating deriva- tive. *Biochemical Pharmacology*, 85(12), 1827-1836.
- Kim, D.W., Kim, M.J., Shin, Y., Jung, S.K., Kim, Y.J. (2020). Green Pepper (*Piper nigrum* L.) Extract Suppresses Oxi- dative Stress and LPS-Induced Inflammation via Regula- tion of JNK Signaling Pathways. *Applied Sciences*, 10, 2519.
- Mathew, P.J., Mathew, P.M., Kumar, V. (2001). Graph clu- stering of *Piper nigrum* L. (black pepper). *Euphytica*, 118(3), 257-264.
- Merlo, T.C., Contreras-Castillo, C.J., Saldaña, E., Baran- celli, G.V., Dargelio, M.D.B., Yoshida, C.M.P., Ribeiro Juni- or, E.E., Massarioli, A., Venturini, A.C. (2019). Incorporati- on of pink pepper residue extract into chitosan film combined with a modified atmosphere packaging: Effects on the shelf life of salmon fillets. *Food Research International*, 125, 108633.
- Menegali, B.S., Selani, M.M., Saldaña, E., Patinho, I., Diniz, J.P., Melo, P.S., Filho, N.J.P., Contreras-Castillo, C.J. (2020). Pink pepper extract as a natural antioxidant in chicken burger: Effects on oxidative stability and dynamic sen- sory profile using Temporal Dominance of Sensations. *LWT*, 121, 108986.
- Paarakh, P.M., Sreeram, D.C., Shruthi, S.D., Ganapathy, S.P.S. (2015). *In vitro* cytotoxic and *in silico* activity of pi- perine isolated from *Piper nigrum* fruits Linn. *In Silico Pharmacology*, 3, 9.
- Pradhan, K.J., Variyar, P.S., Bandekar, J.R. (1999). Anti- microbial activity of novel phenolic compounds from green pepper (*Piper nigrum* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 32(2), 121-123.
- Rani, S.K.S., Saxena, N. (2013). Antimicrobial activity of black pepper (*Piper nigrum* L.). *Global Journal of Pharma- cology*, 7(1), 87-90.
- Reddy, M.N., Reddy, N.R., Jamil, K. (2015). Spicy anti-can- cer spices: A review. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceuticals Sciences*, 7(11), 1-6.
- Romani, V.P., Hernández, C.P., Martins, V.G. (2018). Pink pepper phenolic compounds incorporation in starch/ protein blends and its potential to inhibit apple browning. *Food Packaging and Shelf Life*, 15, 151-158.
- Serrano-León, J.S., Bergamaschi, K.B., Yoshida, M.P., Saldaña, E., Selani, M.M., Rios-Mera, J.D., Alencar, S.M., Contreras-Castillo, C.J. (2018). Chitosan active films containing agro-industrial residue extracts for shelf-life extension of chicken restructured product. *Food Resear- ch International*, 108, 93-100.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation sub- strates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.

- Srinivasan, K. (2007). Black pepper and its pungent principle-piperine: A review of diverse physiological effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(8), 735-748.
- Sruthi, D., John Zachariah T. (2017). *In vitro* antioxidant activity and cytotoxicity of sequential extracts from selected black pepper (*Piper nigrum* L.) varieties and Piper species. *International Food Research Journal*, 24(1), 75-85.
- Tiwari, P., Singh, D., Shing, M.M. (2008). Anti-Trichomonas activity of *Sapindus saponins*, a candidate for development as microbicidal contraceptive. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 62(3), 526-534.
- Tripathi, A.K., Jain, D.C., Kumar, S. (1996). Secondary metabolites and their biological and medical activities of Piper species plants. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Studies*, 18, 302-321.
- Zahin, M., Bokhari, N.A., Ahmad, I., Husain, F.M., Althubiani, A.S., Alruways, M.W., Perveen, K., Shawali, M. (2021). Antioxidant, antibacterial, and antimutagenic activity of *Piper nigrum* seeds extracts. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(9), 5094-5105.
- Zarai, Z., Boujelbene, E., Ben Salem, N., Gargouri, Y., Sayari, A. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of various solvent extracts, piperine and piperic acid from *Piper nigrum*. *LWT Food Science and Technology*, 50(5), 634-641.
- Zaugg, J., Baburin, I., Strommer, B., Kim, H.J., Hering, S., Hamburger, M. (2010). HPLC-based activity profiling: Discovery of piperine as a positive GABAA receptor modulator targeting a benzodiazepine-independent binding site. *Journal of Natural Products*, 73(2), 185-191.
- Zhang, C., Zhao, J., Famous, E., Pan, S., Peng, X., Tian, J. (2021). Antioxidant, hepatoprotective and antifungal activities of black pepper (*Piper nigrum* L.) essential oil. *Food Chemistry*, 346, 128845.
- Zhang, J., Ye, K.P., Zhang, X., Pan, D.D., Sun, Y.Y., Cao, Y.X. (2017). Antibacterial activity and mechanism of action of black pepper essential oil on meat-borne *Escherichia coli*. *Frontiers in Microbiology*, 7, 2094.
- Zhaomei, M., Hachem, P., Hensley, H., Stoyanova, R., Kwon, H.W., Hanlon, A.L., Agrawal, S., Pollack, A. (2008). Antisense MDM2 Enhances the response of androgen insensitive human prostate cancer cells to androgen deprivation *in vitro* and *in vivo*. *Prostate*, 68(6), 599-609.

SAŽETAK

Biber je jedan od najpoznatijih i najraširenijih začina na svijetu. Ova komercijalna biljka pripada obitelji Piperaceae. Ovisno o tretmanu kojem je plod bibera izložen, razlikujemo crni, bijeli i zeleni biber. U ovom istraživanju pripremljeni su metanolni ekstrakti različitih vrsta bibera (*Piper nigrum*) i ružičastog bibera (*Schinus terebinthifolius* Raddi). Maceracijom i ultrazvučnom ekstrakcijom ekstrahirane su bioaktivne komponente iz uzoraka bibera. Redukcijski potencijal ekstrakata testiran je FRAP metodom. Učinkovitost inhibicije slobodnih radikala određena je DPPH metodom. Ekstrakt ružičastog bibera pokazao je najveće antioksidativno djelovanje u *in vitro* uvjetima. Visoko antioksidativno djelovanje zabilježeno je i u ekstraktima zelenog bibera. Općenito, ekstrakti su pokazali visoku moć neutralizacije slobodnih radikala.



New insight into the distribution of *Eranthis hyemalis* (L.) Salisb. in Bosnia and Herzegovina

Novi uvid u distribuciju vrste *Eranthis hyemalis* (L.) Salisb. u Bosni i Hercegovini

Sabina Trakić^{1,*}, Sedik Velić¹, Emina Sarač-Mehić², Velida Bakić¹, Mirza Čelebičić³

¹ University of Sarajevo, Faculty of Science, Department of Biology, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

² "Centar Dr. Stjepan Bolkay", Klinički bb, Olovo, Bosnia and Herzegovina

³ Independent researcher, Stolačka 34, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

ABSTRACT

The paper presents the updated distribution map for winter aconite in Bosnia and Herzegovina (B&H) and a description of two new localities. The distribution map is produced in QGIS ver. 3.4. and it includes 19 localities that have been recorded over time. The new localities are described in terms of plant ecology.

Key words: winter aconite, new localities, Bosnia and Herzegovina

INTRODUCTION - Uvod

Winter aconite, *Eranthis hyemalis* (L.) Salisb. (*Ranunculaceae*), is an early spring ephemeral occurring in the mountain ecosystems of the Northern Hemisphere (Ziman et Keener, 1989). It occurs in the humid environments of deciduous forests in temperate Europe (Xiang et al., 2021). Winter aconite is native in France (Delahaye et al., 2008), Italy (Conti et al., 2005), Slovenia (Martinčič et al., 1999), Croatia (Topić et Šegulja, 1983; Franjić, 1992, 1997; Nikolić, 2020), Bosnia and Herzegovina (Beck, 1909; Šilić, 1990, 1992-1995; Brujić et al., 2006), Serbia (Petrović et Lakušić, 2017; Bogosavljević et Zlatković, 2018), Bulgaria (Andreev et al., 1992) and Türkiye (Davis, 1965).

Since it is easily reproduced by tubers (Marcinkowski, 2002), winter aconite has been widely naturalized (Parfitt, 1997; Boens, 2014) and cultivated as an ornamental plant since 1570 (Rysiak et Żuraw, 2011). Due to poor seed dispersal abilities (Xiang et al., 2021), its natural populations are highly isolated and susceptible to human-induced changes in habitats. Thus, winter aconite is considered rare in Slovenia and Croatia (Budak, 1999), and critically endangered (CR) in B&H, Serbia and Bulgaria (Budak, 1999; Brujić et al., 2006; Đug et al., 2013; Bogosavljević et Zlatković, 2018; Petrova et Vladimirov, 2009). In Italy, it is a regionally endangered taxon (EN) (Budak, 1999).

* Corresponding author: Sabina Trakić, sabinatrakic@pmf.unsa.ba

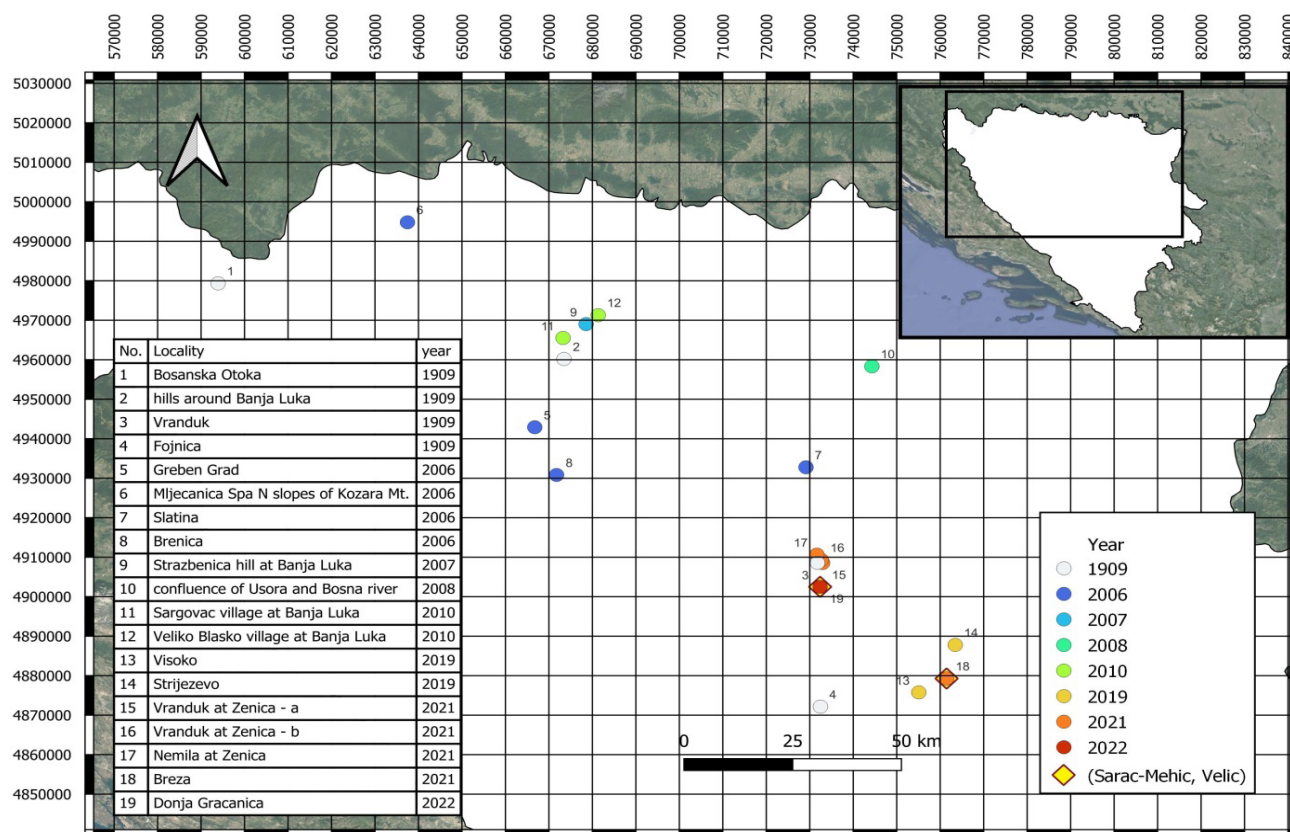


Figure 1. Localities of winter aconite in B&H (new localities marked as rhombs)

Karta 1. Lokaliteti ozimice u BiH (nova nalazišta označena rombom)

It has ecological optimum along the edges of (sub-) montane deciduous forests: *Quercus-Carpinetum betuli*, *Carpino betuli-Quercetum roboris* and *Quercus-Carpinetum illyricum* (Topić et Šegulja, 1983; Šilić, 1990; Franjić, 1992, 1997; Nikolić, 2020). However, the highest abundance was denoted within the stands of *Robinia pseudoacacia* (Franjić, 1992; Petrović et Lakušić, 2017). *R. pseudoacacia* has got a high N₂ fixation capacity (Wang et al., 2021) which plays a crucial role for winter aconite, because it occurs in richly fertile and moist places, according to Ellenberg's indicator values (Hill et al., 1999). Moreover, it requires adequate soil humidity in order to propagate through seeds (Rysiak et Żuraw, 2011). It is a shade plant, but this could be related to humidity as well, for illumination and humidity are ecological variables which are mutually conditioned. The aim of the paper is: i) to present an updated distribution map of winter aconite in B&H; ii) to describe newly discovered localities.

MATERIAL AND METHODS – Materijal i metode

Previously published records of winter aconite's distribution were summarized (Beck, 1909; Šilić, 1990; Brujić et al., 2006; Vladimirov, 2011; Anonymous, 2019), along

with the ones that were recently discovered by Velić et al. (2021) and Sarač-Mehić (2022), and confirmed in personal communication by Šarić (2021). In total, 19 georeferenced localities in B&H were imported in QGIS ver. 3.4. and projected in UTM zone 33N within 10x10 km grid cells. The distribution map was arranged in a way to present the temporal dynamics of records. The herbarium specimens from two new localities (Gornja Gračanica and Breza) were collected and deposited in the Herbarium of the National Museum of Bosnia and Herzegovina (SARA). New localities were described according to the Zürich-Montpellier's School (Braun-Blanquet, 1964). In total, four relevés were done.

RESULTS AND DISCUSSION – Rezultati i diskusija

According to the distribution map, winter aconite occurs in the watersheds of Vrbas and Bosna rivers (Fig. 1). However, two localities are recorded in the floodplain of Sava river, in the northernmost section of B&H.

The most recently discovered localities are situated in central B&H.



Figure 2. Meadow population of winter aconite in Donja Gračanica (Photo: E. Sarač-Mehić)

Slika 2. Livadska populacija ozimice u Donjoj Gračanici (Foto: E. Sarač-Mehić)

Locality: Donja Gračanica, N 44.23646207, E 17.90902879, 415 m, 19th February 2022, coll. E. Sarač-Mehić (SARA 53492).

Locality: Breza, N 44.0181, E 18.2613, 566 m, 30th January 2021, coll. S. Velić, S. Trakić & V. Bakić (SARA 53493).

Three sub-populations are recorded at Donja Gračanica, two of which are in an orchard and adjacent meadow (Fig. 2). The total area covered by winter aconite amounts to about 400 m².

However, the largest and most abundant one is the third sub-population which grows along the edge of the forest. Indicators of nitrification, such as *Urtica dioica* L., *Lamium purpureum* L., *Stellaria media* (L.) Cirillo, *Geum urbanum* L., *Veronica hederifolia* L., *Apium graveolens* L., *Glechoma hederacea* L. occur abundantly. Moreover, the occurrence of *Helleborus odoratus* Willd., *Hedera helix* L. and *Primula vulgaris* Huds. in floristic composition indicates forest phytoclimate. According to the relevés, the vegetation corresponds with the class *Stellarietea mediae* Tüxen et al. ex von Rochow 1951.

The new locality at Breza is situated in the suburban area which is close to the local disposal site for ashes. The population here grows abundantly, covering ca. 30 m² (Fig. 3). Within the monodominant stand of winter aconite sporadically occur: *H. odoratus*, *Ficaria verna* Huds., *L. purpureum*, *Brachypodium silvaticum* (Huds.) P. Beauv.. The locality is adjacent to a clearing in an oak-hornbeam forest (*Quercus-Carpinetum betuli*) and represents ecotone toward anthropogenic ecosystem. However, some characteristic indicators of nitrification and ecosystem degradation are missing, which makes it difficult to determine the vegetation unit.

Due to specific phenology, winter aconite was often neglected by botanists for its occurrence does not correlate positively with vegetation season in temperate Europe. Lack of field work in early spring has led to poor knowledge on its current distribution in B&H. In the 90s, it was even considered extinct in the wild (Šilić, 1992-1995). Only much later, four new localities in N B&H were discovered (Brujić et al., 2006), whereas Šilić confirmed locality at the confluence of Usora river in



Figure 3. Locality and population of winter aconite in Breza (Photo: S.Velić)

Slika 3. Lokalitet i populacija ozirnice u Brezi (Foto: S.Velić)

2008 (Vladimirov et al., 2011), previously reported by Beck (1909). In 2011, available data for B&H was summarized by Vladimirov et al. whereby it was stated that winter aconite became extinct from the following localities: Vranduk, along the valleys of Lašva and Fojnica river and around Sarajevo. However, our findings (pers. comm. Š. Šarić, 2021) show that it did not go extinct from the Vranduk area. Furthermore, the study of forest ecosystems in the Forestry management plan “Gornjebosansko” (Anonymous, 2019) confirmed its occurrence at Visoko and Striježevo. Moreover, its occurrence in central B&H is questionable, for the new locality in Breza is close to the Fojnica river and Visoko. Our results imply that a systematic study in the watersheds of Bosna and Vrbas rivers would be required in order to outline the exact distribution map of winter aconite in B&H.

CONCLUSION – Zaključak

The distribution map of winter aconite in B&H is updated in terms that the most recent list of localities was supplemented with new (Donja Gračanica, Breza) and confirmed ones (Vranduk, Visoko, Vareš). The area of winter aconite in B&H relates to the Black Sea Basin and it is continuous along the valleys of Bosna and Vrbas river. In the future, we expect that even more localities will be found in suitable habitats. Considering the fact that winter aconite is a critically endangered species in B&H, our results represent a significant contribution to the assessment of its conservation status in B&H.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to express our gratitude to Mr. Šemso Šarić for confirmation of localities around Vranduk and Zenica city.

REFERENCES - Literatura

- Andreev, N., Ančev, M., Kožuharov, S. I., Markova, M., Peev, D. & Petrova, A. (1992) *Opređelitel na višite rastenija v Bălgarija*, Nauka i izkustvo, Sofija.
- Anonymous (2019) *Elaborat endemičnih, rijetkih i ugroženih vrsta flore, gljiva i faune na ŠGP “Gornjebosansko”, Javno preduzeće Šumsko privredno društvo Zeničko-dobojskog kantona, Zavidovići*. <https://spdzdk.ba/sadrzaj/fsc/Gornjebosansko%20rijetke%20endi%20ugro.pdf>
- Beck Mannagetta, G. (1909) *Flora Bosne i Hercegovine i Novopazarskog Sandžaka*, Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine, 21 1-2: 135-165. <https://pdfcoffee.com/glasnik-zemaljskog-muzeja-u-bih-godina-21-knjiga-1-januar-juni-1909-pdf-free.html>
- Boens, W. (2014) *The genus Eranthis, heralds of the end of winter*, International Rock Gardener, 49, 1-24.
- Bogosavljević, S. & Zlatković, B. (2018) *Report on the new floristic data from Serbia II*, Biologica Nyssana, 9, 63-75. DOI: 10.5281/zenodo.2538596
- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie*, Springer Verlag, Wien.
- Brujić, J., Stupar, V., Milanović, Đ., Travar, J. & Pjanić, B. (2006) *New finding places of winter aconite (Eranthis hyemalis (L.) Salisb.) in Bosnia and Herzegovina*, Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, 6, 15-21. <http://glasnik.sf.unibl.org/index.php/gsfbl/article/view/39/40>
- Budak, V. (1999) *Eranthis hyemalis (L.) Salisb.*, In: Stevanović, V. (ed.), *The Red Data Book of Flora of Serbia*, Faculty of Biology, University of Belgrade, Institution for Protection of Nature of the Republic of Serbia, Belgrade.

- Conti, F., Abbate, G., Alessandrini, A. & Blasi, C. (eds.) (2005) An annotated checklist of the Italian vascular flora.
- Davis, P.H. (1965) Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. I, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Delahaye, Th., Mouton G., Prunier P. (2008) Complément (II) à l'inventaire commenté et liste rouge des plantes vasculaires de Savoie, Bulletin de la Société Mycologique et Botanique de la Région Chambérienne, 1(13), 94- 104.
- Đug, S., Muratović, E., Drešković, N., Boškailo, A. & Dudević, S. (2013) Crvena lista flore Federacije Bosne i Hercegovine, Federalno ministarstvo okoliša i turizma, Sarajevo. <https://www.fmoit.gov.ba/upload/file/okolis/Crvena%20lista%20Flore%20FBiH.pdf>
- Franjić, J. (1992) Nova nalazišta vrste *Eranthis hyemalis* (L.) Salisb. (*Ranunculaceae*) u Hrvatskoj, Acta Botanica Croatica, 51, 131-134. <https://hrcak.srce.hr/file/235609>
- Franjić, J. (1997) Current state of distribution of the species *Eranthis hyemalis* (L.) Salisb. (*Ranunculaceae*) in Croatia, Natura Croatica, 6(1), 125-130. <https://hrcak.srce.hr/file/432123>
- Hill, M.O, Mountford, J.O., Roy, D.B., Brunce, R.G.H. (1999) Ellenberg's indicator values for British plants, ECOFACT Volume 2, Technical Annex, Institute of Terrestrial Ecology. <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/641111/ECOFACT2a.pdf>
- Marcinkowski, J. (2002) Byliny ogrodowe, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Martinčič, A., Wraber, T., Jogan, J., Podobnik, A., Ravnik, V., Turk, B., Vreš, B. (1999) Mala flora Slovenije: ključ za dočanje praprotnic in semenk, Ed. 3. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- Nikolić, T. (2020) Flora Croatica – vaskularna flora Republike Hrvatske, Alfa, Zagreb, 3, 445.
- Parfitt, B.D. (1997) *Eranthis* Salisb. Flora of North America, In: (Eds.), Flora of North America North of Mexico, Oxford University Press, New York and Oxford, 3, 183-184.
- Petrova, A. & Vladimirov, V. (2009) Red List of Bulgarian vascular plants, Phytologia Balcanica, 15(1), 63 – 94. http://www.bio.bas.bg/~phytolbalcan/PDF/15_1/15_1_08_Petrova_&_Vladimirov.pdf
- Petrović, I. & Lakušić, D. (2017) Refinding of the critically endangered species *Eranthis hyemalis* (L.) Salisb. in Western and Eastern Serbia, Botanica Serbica, 41(1), 79-82.
- DOI: 10.5281/zenodo.454889
- Rysiak, K. & Žuraw, B. (2011) The biology of flowering of winter aconite (*Eranthis hyemalis* (L.) Salisb.), Acta Agrobotanica, 64(2), 25-32. <https://doi.org/10.5586/aa.2011.014>
- Šilić, Č. (1990) Šumske zeljaste biljke, Svjetlost, Zavod za udžbenike i nastavna sredstava, Sarajevo.
- Šilić, Č. (1992-1995) Spisak vrsta (Pteridophyta i Spermatophyta) za Crvenu knjigu Bosne i Hercegovine, Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine (PN) NS, 31, 330.
- Topić, J. & Šegulja, N. (1983) Nova nalazišta vrste *Eranthis hyemalis* (L.) Salisb. u Hrvatskoj, Acta Botanica Croatica, 42, 145-147.
- Vladimirov, V., Dane, F., Matevski, V., Stevanović, V., Tan, K. (2011) New floristic records in the Balkans: 15*, Phytologia Balcanica, 17(1), 129-156. http://www.bio.bas.bg/~phytolbalcan/PDF/17_1/17_1_13_Vladimirov_&_al_NFRs_15.pdf
- Wang, X., Guo, X., Du, N., Guo, W., Pang, J. (2021) Rapid nitrogen fixation contributes to similar growth and photosynthetic rate of *Robinia pseudoacacia* supplied with different levels of nitrogen, Tree Physiology, 41(2), 177-189. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpaa129>
- Xiang, K-L., Erst, A.S., Yang, J., Peng, H-W., Ortiz, R. del C., Jabbour, F., Erst, T.V., Wang, W. (2021) Biogeographic diversification of *Eranthis* (*Ranunculaceae*) reflects the geological history of the three great Asian plateaus, Proceedings of the Royal Society B, 288, 20210281. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.0281>
- Ziman, S. N. & Keener, C. S. (1989) A geographical analysis of the family *Ranunculaceae*, Annals of the Missouri Botanical Garden, 76, 1012-1049. <https://doi.org/10.2307/2399690>

SAŽETAK

Ozimica, *Eranthis hyemalis* (L.) Salisb. (*Ranunculaceae*), je rana proljetnica koja naseljava vlažna staništa umjerno kontinentalne Evrope. Smatra se rijetkom u Sloveniji i Hrvatskoj, dok u drugim zemljama regiona ima status kritično ugrožene vrste. Ciljevi rada su: 1. revidiranje distribucijske mape za ozimicu u Bosni i Hercegovini (BiH), 2. opis novih nalazišta vrste. Revidirana mapa je urađena u QGIS ver. 3.4. na osnovu 19 georeferenciranih podataka iz literature te podataka o novim i potvrđenim nalazištima u BiH. Primjerci sa novih nalazišta su herbarizirani i deponovani u Herbarijumu Zemaljskog muzeja u Sarajevu (SARA). Staništa na novim lokalitetima su analizirana metodom Ciriško-monpelješke škole. Distribucijska mapa ozimice implicira zastupljenost vrste isključivo u crnomorskom slivu, u dolinama Bosne i Vrbasa sa novim lokalitetima u Brezi i Donjoj Gračanici. Na novim nalazištima su konstatovane vrste koje indiciraju nitrifikaciju i/ili šumski fitoklimat. Zbog specifične fenologije, ozimica je dug period bila zanemarena od strane botaničara u BiH te je početkom 90-ih čak proglašena nestalom u divljini. Novi lokaliteti i potvrda za ranija nalazišta impliciraju potrebu za sistematskim istraživanjima u slivovima Vrbasa i Bosne, kako bi se utvrdilo tačno područje distribucije ozimice u BiH te na taj način dao doprinos u procjeni njenog konzervacijskog statusa na nacionalnom nivou.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Trend population, spatial distribution and main threats to large carnivores in the Neum municipality area

Populacijski trend, prostorna rasprostranjenost i glavne prijetnje velikim zvijerima na području općine Neum

Nikola Menalo¹

¹ Veleučilište u Karlovcu, Croatia

ABSTRACT

The existence of three species of large animals in Bosnia and Herzegovina, this country has a significant role in preserving the biological diversity and types of these species. Large animals often use preserved habitats of old forest stands, but in the absence of maquis. This work confirms for the first time the presence of wolves and bears in the Euro-Mediterranean and sub-Mediterranean habitat in the south of Bosnia and Herzegovina and provides an overview of the populations in this area.

Key words: Neum, large carnivores, population trend, Bosnia and Herzegovina, threats

INTRODUCTION - Uvod

Bosna i Hercegovina je među rijetkim zemljama Evropskog kontinenta koja ima počast da na njenom teritoriju obitavaju tri od pet vrsta velikih zvijeri u Evropi. Osim smeđeg medvjeda (*Ursus arctos* L.) Bosnu i Hercegovinu nastanjuju još euroazijski ris (*Lynx lynx* L.) i sivi vuk (*Canis lupus* L.), a Evropu još i iberijski ris (*Lynx pardinus*) i žderonja (*Gulo gulo*) (Kusak i Oković, 2010.).

Velike zvijeri nisu posebna taksnomoska skupina reda zvijeri (*Carnivora*) nego se jednostavno po svojoj veličini i važnosti u staništu ističu među ostalima. To su predatori koji zauzimaju sam vrh hranidbene piramide, te su kao takvi važan dio ekosustava u kojem održavaju prirodnu ravnotežu. Za njih se također može naći na naziv "um-

brella species" kao vrste koje su biološki pokazatelj kvalitete staništa (Kaczensky i sur., 2012.). Opće je poznato da su krovne vrste hranidbene piramide malobrojne i rijetke, te da postoji niz ugroza koje im prijete: lov, krovov, trovanje, degradacija staništa, fragmentacija staništa, smanjenje broja plijena, konflikt s ljudima, izolacija populacije, gubitak čistog genoma vrste, hibridizacija... (Kusak i Oković, 2010.).

Velike zvijeri Federacije BiH su proglašene ugroženim u skladu sa Crvenim listama divljih vrsta i podvrsta životinja, biljaka i gljiva Federacije BiH (*Službene novine Federacije BiH*, broj 7/14). Vuk je označen kao ugrožena vrsta (EN) dok su medvjed i ris označeni kao osjetljive vrste (VU).

Zakon o lovstvu (Službene novine Federacije BiH br.4/06,8/10 i 8/14) propisuje da su mrki medvjed i vuk divljač zaštićena lovostajem, a za risa je propisana stalna zabrana lova. Gospodarenje mrkim medvjedom u Federaciji BiH propisano je navedenim Zakonom o lovstvu i Rješenjem federalnog ministarstva o osnivanju uzgojnih područja za mrkog medvjeda (Službene novine Federacije BiH broj: 63/08,38/22).

U 2022. godini Vlada federacije obavezuje nadležna Ministarstva da formiraju Stručni savjet i Interventni tim za velike zvijeri. Tijekom 2022. Interventni tim je imao više terenskih radionica i sastanaka, te je nadležno Ministarstvo oformilo Stručni savjet. (<https://www.fmoit.gov.ba/bs/okolis/zastita-prirode/velike-zvijeri-federacije-bih>) Višegodišnjim praćenjem velikih zvijeri na području općine Neum nisu provedene nikakve znanstvene ili istraživačke aktivnosti od stručnih lica na području BiH, te je na temelju toga nastao i ovaj rad.

MATERIALS AND METHODS - Materijal i metode

Opis područja

Općina Neum jedina je bosansko-hercegovačka općina sa izlazom na Jadransko more. Sredinom cijele općine dominira planina Žaba sa svojim najvećim vrhom Sv.Ilija (955 mnv) koja je ujedno i svojevrsna botanička, klimatska ali i kulturološka granica. Površina same općine iznosi 246,03 km² (<https://bs.wikipedia.org/wiki/Neum>)

Vegetacijski pokrov

Cijelo područje može se podijeliti na dvije vegetacijske zone- submediteransku i eumediteransku. Od glavnih biljnih predstavnika submediteranske zone ističu se hrast medunac (*Quercus pubescens*), crni jasen (*Fraxinus ornus*), bijeli grab (*Carpinus orientalis*), drijen (*Cornus mas*), maklen (*Acer monspessulanum*), klen (*Acer campestre*), drača (*Paliurus spina-christi*), zelenika (*Phillyrea latifolia*), šipak (*Punica granatum*) i dr. koji su uglavnom zastupljeni na sjevernim padinama Žabe i prostoru prema Čapljini i Stocu. Na pojedinim mikrolokalitetima prisutne su izrazito stare te dobro očuvane šume hrasta medunca (*Quercus pubescens*), koje na tim lokalitetima stvaraju ne preglednu sekundarnu prašumu. (osobni podaci autora).

Na južnim padinama Žabe, kao i cijelom području koje je bliže Jadranskom moru i granici sa Republikom Hrvatskom (Dubrovačko Primorje, Slivno-Ravno), prevladava eumediteranska vegetacijska zona sa tipičnim predstavnicima: hrast crnika (*Quercus ilex*), planika (*Arbutus unedo*), zelenika (*Phillyrea latifolia*), smrič (*Juniperus oxycedrus* i *Juni-*

perus macrocarpa), mirta (*Myrtus communis*), crvena tetivika (*Smilax aspera*), alepski bor (*Pinus halepensis*), čempres (*Cupressus sp.*) i sl. (osobni podaci autora).

Klimatski čimbenici

Prema podjeli INC-a iz 2009. godine, Bosna i Hercegovina podijeljena je na tri osnovna tipa klime: Kontinentalnu i umjereno- kontinentalnu, planinsku i planinsko- kontinentalnu i mediteranski i modificiranu mediteranski klimu (<http://atasklime.fhmzbih.gov.ba/bs/climate-information>).

Postoji još i podjela Hercegovine na nisku (*Humine*) i visoku (*Rudine*) pa se tako razlikuju i po klimatski čimbenicima, istraživano područje pripada Humskoj klimi. (<http://atasklime.fhmzbih.gov.ba/bs/climate-information>).

Temperatura zraka

Zime su blage, uz srednju temperaturu u siječnju od 3 do 6 stupnjeva. Ljeta su vrlo topla uz srednje srpanjske temperature od 22 do 25. Ekstremne temperature zimi zavise od nadmorske visine, od -8 u nižim predjelima do -15 u višim. Ljeti maksimalne temperature dostižu 40 do 45 (<http://atasklime.fhmzbih.gov.ba/bs/climate-information>). Zima 2012 godine bila je s ekstremnim uvjetima gdje je na brdu Zvijezdina zabilježena temperatura od -20 (osobni podaci autora).

Padaline

Glavna odlika cijele ove regije su padaline. Dominira ožujski pluviometrijski režim pod utjecajem Mediterana, pa se tako najveća količina padalina javlja kasno u jesen i početkom zime sa često obilnim padalinama, dok je ljeti minimum padalina uz čestu pojavu suše. Godišnja količina padalina iznosi oko 2000 l po m² pa sve do 3000 l po m² koliko se bilježi u Grabu, najkišovitijem mjestu u BiH. Snijeg se rijetko javlja u nižim dijelovima Hercegovine, ali u veljači 2012. javile su se ekstremno velike snježne padaline (<http://atasklime.fhmzbih.gov.ba/bs/climate-information>).

Prikupljanje podataka

Sustavna prikupljanja podataka o prisutnosti velikih zvijeri na području općine Neum vršena su od 2012. do 2022. godine. Podatci su razvrstani prema *Scalp* kriterijima (<http://www.kora.ch/index.php?id=117>). Brojnost i znakovi prisutnosti često su povezani sa štetama na divljači ali i domaćim životinjama. Za uspješan monitoring velikih zvijeri tako se postiže nepristranost i vjerodostojnost podataka, a time onda i povjerenje u prikupljene podatke. Opažanja se temeljem njihove provjerljivosti i kvalitete raspoređuju u tri skupine opažanja nazvane C1, C2 i C3 kategorije opažanja.



Slika 1. Planina Žaba (955 m) sa svoje sjeverne strane, Foto: Nikola Menalo

Figure 1 Mountain Žaba (955 m) from North side, Foto: Nikola Menalo

Kategorija C1 označava čvrst dokaz, odnosno dokaz koji nedvosmisleno potvrđuje prisutnost velike zvijeri (nađena mrtva, uhvaćena živa, genetski dokaz, fotografija, telemetrijska lokacija).

Kategorija C2 označava potvrđeno posredno opažanje (otisak šape, izmet, ostaci plijena i slično) koji mora biti potvrđen od iskusne osobe a na temelju prikupljene dokumentacije (fotografija tragova i/ili plijena, prikupljen uzorak izmeta). Ovdje je bitna definicija i primjena termina "iskusna osoba". Sukladno SCALP definiciji iskusna osoba je ona koja ima bogato terensko iskustvo u radu na praćenju velikih zvijeri.

Kategorija C3 označava nepotvrđeno opažanje (sva nedokumentirana viđenja, znakovi koji su prestari ili nejasni, nepotpuno dokumentirani i koji ne mogu biti provjereni). Za procjenu brojnosti vukova moguće je koristiti samo opažanja C1 i C2 kategorije. Opažanja C3 kategorije nalaza, u ovisnosti o broju takvih nalaza na nekom području, upućuje na potrebu dodatnog istraživanja, odnosno boljeg prikupljanja opažanja u kategoriji C2 ili C1 (MZOE, 2020.).

Neke od nalaza nije bilo moguće foto dokumentirati zbog udaljenosti ili nedostatka sredstava za terensko istraživanje te oni nisu obrađeni u ovom radu.

RESULTS AND DISCUSSION - Rezultati i diskusija

VUK (*Canis lupus*)

Populacijski trend

Pregledom dostupnih podataka vidljivo je da se na ovom području pretežno zadržavaju pojedinačne jedinke ili manji čopori od dvije do četiri jedinke. Iznimka je čopor koji je zabilježen na obodu Popova polja koji je brojao 6 jedinki. U prošlosti na ovim područjima štete su bile dosta učestalije samim time i odstreli ili viđenje vuka. U današnje vrijeme prevladava ekstenzivni način stočarstva. Većinom su to domaćinstva koja stoku uzgajaju samo za svoje potrebe no na nekoliko lokaliteta (Gornje Hrasno, Gola brda i sl.) prisutna su stada od nekoliko desetaka krava. Prilikom terenskih istraživanja primijećena je slab ili nikakav stupanj zaštite prilikom ispaše kako stoke sitnog tako i krupnog zuba.

Gledajući sve parametre za povoljno stanište za prisutnost vuka (*dostupnost hrane, mir i zaklon, antropogeni čimbenici, dostupnost vode*) ovo područje može se ocijeniti kao vrlo kvalitetno stanište za vuka. Ocjenjivanje se vršilo ocjenama u rasponu vrijednosti od 1 do 5 za sve navedene parametre, pri čemu ocjena 1 predstavlja neodgovarajući parametar za obitavanje dok ocjena 5 stanište klasificira kao idealno stanište za prisutnost ove vrste.

Tablica 1. Prikaz potvrda prisutnosti vuka na teritoriju općine Neum

Table 1. Review and confirmations of wolf presence in the territory of the municipality of Neum.

BROJ	DATUM	SCALP-KATEGORIJA	OPIS	MJESTO	PROCIJENJENI BROJ JEDINKI
1	16/01/2012	C1	Odstrel dvije jedinke	Gornje Hrasno	2
2	10/02/2012	C2	Zaklan istarski kratkodlaki gonič	Dobranje-Driješnjive	1
3	22/02/2012	C1	Nađena uginula vučica pored otrovane lešine koze	Dobranje-Put prema Borutu	1
4	1/12/2013	C1	Uhvaćena jedna jedinka u omču	Gradac	1
5	10/04/2017	C3	Viđena jedna jedinka, preskočila cestu ispred vozila	Brštanica/Kozarica	1
6	20/04/2017	C3	Viđena jedna jedinka tijekom ispaše	Vinine /Cerovo	1
7	1/05/2017	C2	Zaklana koza	Cerovo	1
8	2/03/2018	C1	Odstrel vučice	Gornji Zelenikovac	1
9	21/12/2018	C1	Odstrel dvije jedinke	Gradac	2
10	15/08/2021	C2	Zaklane dvije koze	Dobranje-put prema Borutu	1
11	16/01/2022	C1	Odstrel jedne jedinke	Hutovo	5
12	2/02/2022	C1	Fotografija	Hutovo-Vrutak	6
13	1/11/2022	C3	Promatranje	Srijetež-Borut	6
14	26/10/2022	C2	Zaklano tele, 6 ovaca i ždrijebe	Žarkovića kuće	6



Slika 2. i 3. Odstrijeljen jedinka vuka (lijevo) i zaklano tele na lokalitetu *Žarkovića kuće* (desno),
Foto: portal Neum-online, privatna arhiva autora

Figure 2 and 3 A shot individual of a wolf (left) and a slaughtered calf on the *Žarkovića kuće* site (right).

Stanje staništa i bonitet je praćen tijekom svih godina monitoringa nakon čega je na temelju prikupljenih podataka donijeta konačna ocjena staništa.

Prostorna rasprostranjenost

Kao što je prikazano na karti ispod najveća koncentracija aktivnosti vuka je Gornje Hrasno, selo Cerovo i selo Gradac. Oba ova sela nalaze se ispod planine Žabe. Pregledom vegetacije na ovim područjima utvrđeno je da vuk najviše koristi sekundarne prašume i guste šume hrasta medunca (Gornje Hrasno i Cerovo) i neprohodnu vegetaciju koja stvara makiju hrasta crnike i ostalih vazdazelenih vrsta (Gradac) (osobni podaci autora), uspoređujući to sa istraživanjem provedenom na Biokovu (GU-ŽVICA i sur., 2018.), primjećuje se da jedinke na ova dva istraživana područja koriste slične stanišne tipove.

Ugroze

Od najvažnijih ugroza za vuka su svako krivolov i trovanje. Uvidom u stanje na terenu vidljivo je da po lovištu Neum kojim gospodari lovačka udruga "Jadran" iz Neuma i danas postoji veliki broj omčii ili sajli za hvatanje

divljih životinja. Prilikom monitoringa u svim godinama utvrđena je prisutnost omčii u lovištu na raznim lokalitetima a najčešće na području planine Žabe. Također prisutno je i trovanje uslijed napada na stoku (osobni podaci autora). Najnovija ugroza na ovom području za vuka je regionalni put Neum-Stolac M17.3 (duljina 38,2 km) za kojeg pri izgradnji nije sagledan nikakav mogući negativni utjecaj na velike zvijeri na ovom području. Planiranom izgradnjom vjetroelektrane u općini Ravno (<https://bljesak.info/gospodarstvo/ulaganja/u-ravnom-segradi-vjetropark-i-solarne-elektrane/390028>) i gubitkom staništa, za pretpostaviti je da će i ta populacija koja obitava na području Ljubinje-Trebinje-Ravno migrirati prema Neumskom zaleđu.

Jedan od glavnih problema je što kod novoizgrađenog, gore spomenutog, puta nije napravljen niti jedna zeleni most ili prijelaz za životinje što je u susjednoj Hrvatskoj bio jedan od ključnih problema očuvanja populacije – odnosno ključna povezanost pojedinih područja. Ovim putem djelomično je spriječena migracija vukova iz istočnog u zapadni dio odnosno prema planini Žabi odakle su populacije stizale vjerojatno sa obližnjih hercegovačkih planina Veleža, Zelengore, Prenja i dr.



Slika 4. Kartografski prikaz lokacija na kojima su zabilježeni vukovi na području općine Neum, (podloga Google earth)

Figure 4 Cartographic display of locations where wolves were recorded in the area of the municipality of Neum (base Google Earth map).

MEDVJED (*Ursus arctos*)

Populacijski trend

Sve jedinke koje su zabilježene i koje je autor analizirao na osnovu veličine tragova, snimki sa privatnih fotozamki lovaca, viđenjem i dr. zasigurno su mlađe od 4 do 5 godina što daje pretpostavku da su zabilježene jedinke u disperziji. Poseban slučaj je bilježene medvjedice sa mladuncem u 4 mjesecu prilikom kasnog proljetnog snijega u 2021 godini. Ne može se sa sigurnošću reći je li se ta medvjedica okotila na prostoru neumске općine ili je uslijed velikog snježnog pokrivača i nepovoljnih vremenskih uvjeta krenula sa mladuncem u potragu za hranom iz obližnjih planina.

Gore nije spomenuta šteta koja se dogodila na lokalitetu *Žarkovića kuće* u blizini sela Glušci, u lipnju 2021. godine. Tijekom popodneve ispaše pastiru Đorđu Bojbaši neidentificirana životinja iz porodice zvijeri napala je oveće stado koza i ovaca. Stoka se razbjježala i nije se mogla okupiti do večeri. Slijedeći dan je, naknadnom pretragom terena, pronađena jedna ovca koje je po riječima pastira bila "izubijana ko da je neko sjekirom ili kakvom toljagom mlatio". Naknadnim savjetovanjem i proučavanjem literature donijet je zaključak da bi upravo medvjed mogao biti počinitelj ove štete zbog načina ubijanja. Nije pričinjena fotodokumentacija pa se ne može sa sigurnošću reći da li je medvjed zaista krivac za ovu štetu.

Prostorna rasprostranjenost

Pregledom dostupnih podataka utvrđeno je da medvjed najčešće koristi staništa Gornjeg Hrasna i planine Žabe. Do sada su sve jedinke prvo primijećene u Gornjem Hrasnu ili u općini Ravno pa tek onda u središtu teritorija općine Neum. To upućuje na postojanje migracijskog kooridora sa obližnjih planina na dva pravca: Stolac i Trebinje. Analizirajući stanište u ovom dijelu medvjed koristi kako stare sastojina hrasta medunca tako i vazdazelenu makiju hrasta crnike, planike i zelenike u priobalnom pojasu. Obzirom da se zna da medvjed uglavnom preferira šume bukve ili miješane crnogorične šume ovaj podatak predstavlja jedno novo otkriće glede prilagođavanja ove vrste novim staništima uslijed, očite disperzije.

Ugroze

Jedna od glavnih ugroza za smeđeg medvjeda na ovom području je krivolov. Do sada su u bližjoj okolici ali i na istraživanom području odstrijeljene tri jedinke, odnosno 5 jedinki ako im pribrojimo i one koje su stradale u Republici Hrvatskoj na samoj granici sa BiH u razdoblju od 2012 do 2022. godine. (osobni podaci autora)

Gore je naveden samo krivolov od strane lovaca, no pojavom medvjeda na ovim prostorima i eventualnim štetama na pčelinjacima ili stoci, vjerojatno bi se opet krenulo u nekontrolirano i zakonom zabranjeno trovanje, koje bi kao posljedicu moglo imati više otrovanih sekundarnih vrsta životinja.

Tablica 2 Prikaz potvrda prisutnosti medvjeda na teritoriju općine Neum

Table 2 Review and confirmations of bear presence in the territory of the municipality of Neum.

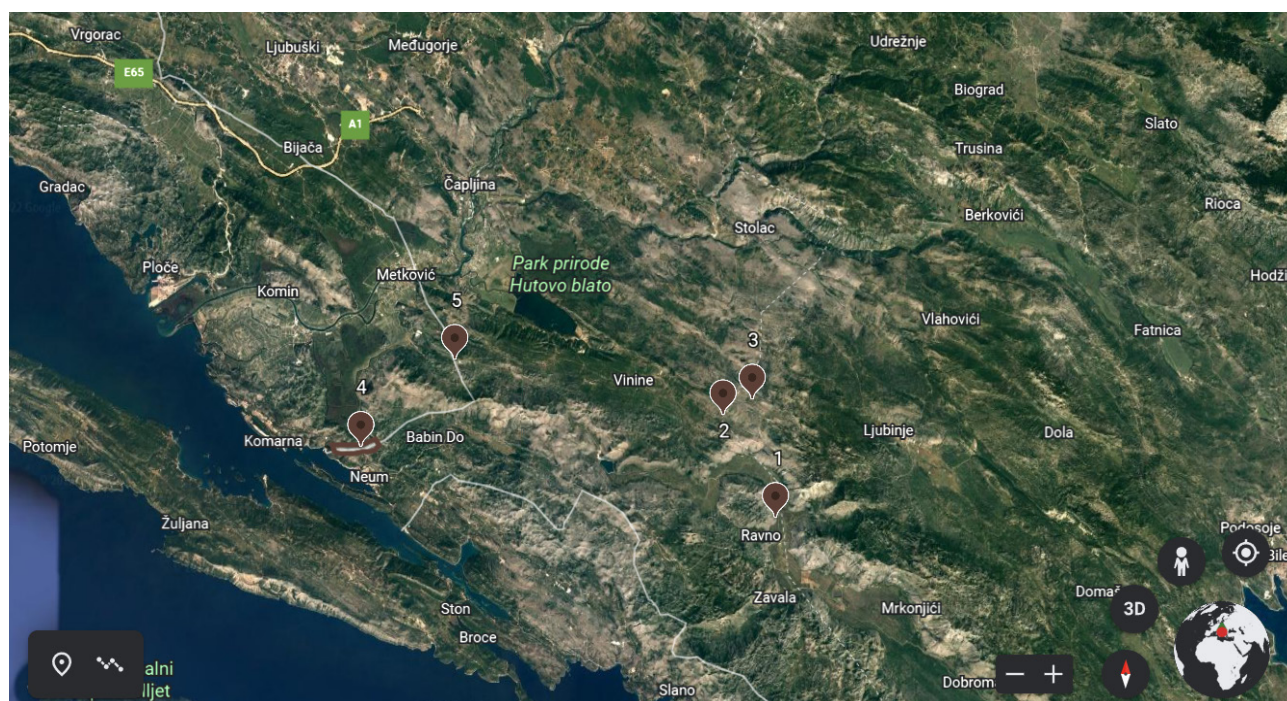
BROJ	DATUM	SCALP-KATEGORIJA	OPIS	MJESTO
1	11/04/2020	C1	Fotografija na fotozamci	Ravno
2	05/2021	C2	Medvjed ubio konja	Gornje Hrasno
3	31/10/2021	C2(C1)	Medvjed ubio konja,(fotografije na fotozamci strvine)	Gornje Hrasno
4	2022	C1	Medvjed migrirao iz Dubrovačkog primorja u Slivno-Ravno,fotografije na fotozatkama	Sela Radež, Ilijno Polje, Brestica
5	2021	C2	Primjećeni tragovi medvjedice sa mladuncem	Sankovići-put prema Borutu

Medvjed je kao “umbrella species” pokazatelj stupnja očuvanosti ekosustava. Iseljavanjem ljudi sa ovog prostora, popraćeno sa sukcesijom biljnih zajednica i povećanjem broja nedovoljno čuvane stoke ili pčelinjaka za medvjeda je stvoreno prilično kvalitetno stanište koje po svemu sudeći naseljava zbog porasta broja jedinki u populaciji.

Sagledavajući sve činjenice, prostor općine Neum čini se kao dobro primarno (vuk) ili sekundarno stanište (med-

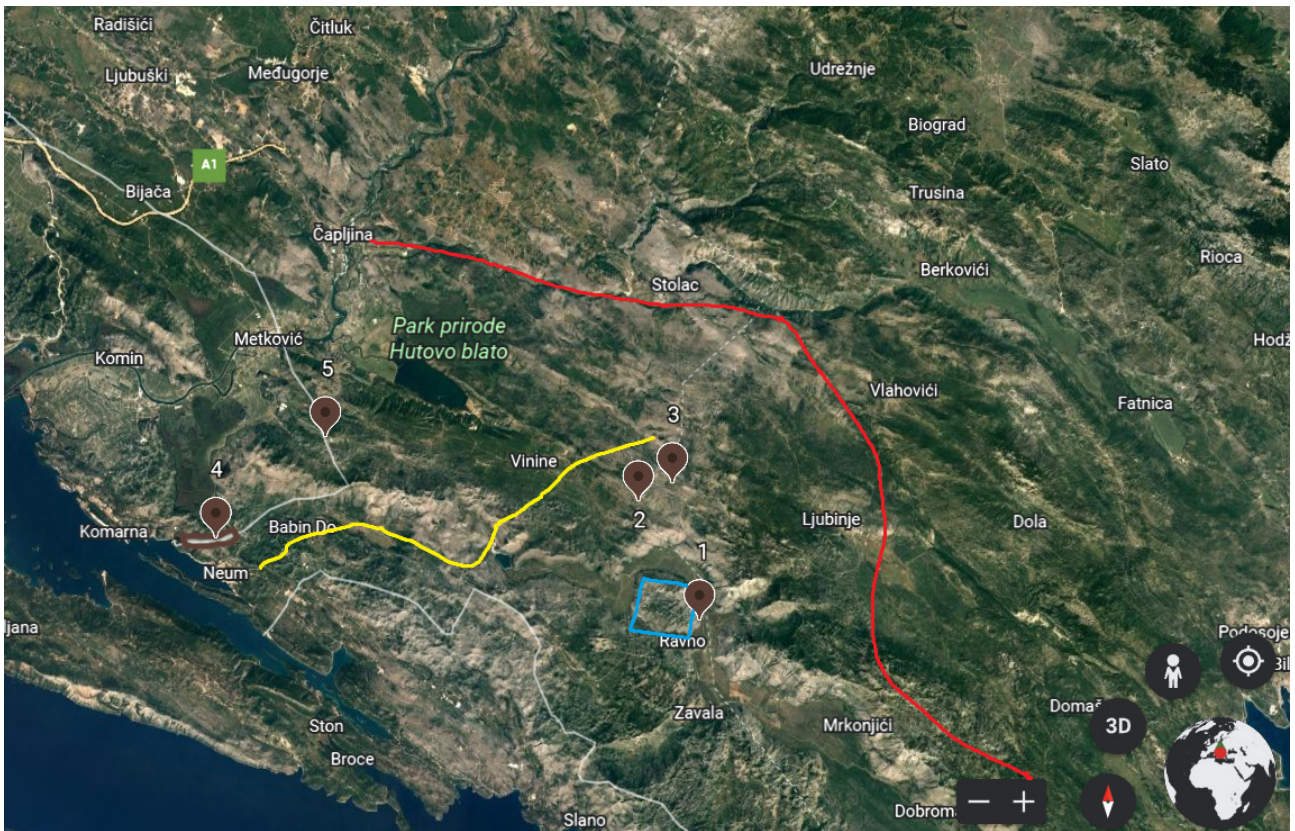
vjed) za velike zvjeri. Tome svakako u prilog ide i smanjenje broja stanovništva ali i povećana i ubrzana sukcesija (zarastanje) staništa i povećan broj stoke sa nedostatnim stupnjem sigurnosti (pastiri starije životne dobi, nedostatak pastirskih pasa, nepregledno stanište...)

Temeljem glavnih ugroza koje su navedene u ovom radu potrebno je pojačati lovočuvarsku službu jer za sve tri vrste velikih zvjeri krivolov predstavlja najčešću ugrozu. Također novoizgrađeni put Stolac-Neum fragmentirao je



Slika 5. Kartografski prikaz lokacija na kojima su zabilježeni medvjedi na području općine Neum,(podloga Google earth)

Figure 5 Cartographic display of locations where bears were recorded in the area of the municipality of Neum (base Google Earth map).



Slika 6. Trasa puta Neum-Stolac(žuto), trasa koordinatora Vc i jadransko-jonske ceste (crveno), planirane vjetro i solarne elektrane (plavi kvadrat), (podloga: Google Earth)

Figure 6 The route of the road from Neum to Stolac (yellow), the route of the Vc corridor and the Adriatic-Ionian highway (red), planned wind and solar power plants (blue square), (base on Google Earth map).

gotovo u cijelosti glavni migracijski koordinator velikih zvjeri iz većih Hercegovačkih planina prema južnom dijelu. Promatrajući i daljnje antropogene utjecaje kao što je skori prolazak trase koordinatora 5 C ,odnosno pravca Jadransko-jonske ceste, na obodu općine Neum prema Stocu ali i mogućnost izgradnje vjetroelektrane na području općine Ravno, za ove dvije vrste zasigurno imaju negati-

van utjecaj na životni prostor i kvalitetu staništa, što može rezultirati potiskivanjem većeg dijela životinja na neodgovarajuće i nedovoljno kvalitetno stanište čime bi direktno potakli na sukob oko teritorija, povećane štete na domaćim životinjama ili konflikte s ljudima, što bi rezultiralo mogućim pojačanim lovom ili čak trovanjima. Uza sve to postoji mogućnost i reprodukcije sivog vuka

Slika 7 Medvjed razvaljuje košnice, osobna arhiva autora

Figure 7 A bear is destroying beehives, personal archive of the author



i smeđeg medvjeda na ovim prostorima, ukoliko populacija bude u ekspanziji ili u nedostatku odgovarajućeg staništa, nestašice hrane za što bi bilo potrebno provoditi sustavan monitoring ovog područja.

CONCLUSIONS - Zaključak

Na temelju istraživanja moguće je zaključiti:

1. Područje općine Neum zasigurno je stanište dviju vrsti velikih zvjeri – sivog vuka i smeđeg medvjeda
2. Evidentirani krivolov doprinosi mortalitetu istraživanih vrsta te predstavlja jedan od limitirajućih faktora napretka populacije
3. Nepostojanje zelenih mostova i prelaza za divljač preko magistralnih pravaca dodatno otežava protok gena i otežava dnevne i sezonske migracije
4. Potrebno je intenzivirati znanstvena istraživanja na ovom području
5. Zbog pojave novih vrsta na ovom području potrebno je održati edukacijske radionice i predavanja lokalnom stanovništvu
6. Na temelju dokaza potvrđeno je postojanje jednog čopora sivog vuka na obodnom području općine Neum
7. Po prvi puta za Bosnu i Hercegovinu utvrđeno je korištenje novog tipa staništa smeđeg medvjeda – šuma hrasta medunca i makija

REFERENCES-Literatura

Gužvica, G., Gabrić, I., Šver, L., (2018) Analysis of grey wolf's (*Canis lupus* L.) preferences to the habitat types (by NCH) in the Nature Park Biokovo, poster

Kaczensky, P., Chapron, G., Von Arx, M., Huber, D., Andren, H., Linnell, J., (2012) Status, management and distribution of large carnivores- bear, lynx, wolf i wolverine in Europe, European Commission

Oković, P. i Kusak, J., (2010) Velike zvjeri, priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja, Državni zavod za zaštitu prirode

Radna skupina za procjenu veličine populacije vuka (*Canis lupus*) u Republici Hrvatskoj, (2020) Procjena veličine populacije vuka (*Canis lupus*) u Hrvatskoj za razdoblje od 01. lipnja 2018. do 01. lipnja 2019., Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Zavod za zaštitu okoliša i prirode, godišnje izvješće

Skupina autora, (2013) Crvena lista faune Federacije Bosne i Hercegovine, Federalno Ministarstvo okoliša i turizma

Službene novine Federacije BiH broj: 63/08,38/22

Službene novine Federacije BiH" br.4/06,8/10 i 8/114

Službene novine Federacije BiH", broj 7/14

INTERNETSKIE STRANICE

<http://www.kora.ch/index.php?id=117>

<https://bljesak.info/gospodarstvo/ulaganja/u-ravnom-se-gradi-vjetropark-i-solarne-elektrane/390028>

<https://bs.wikipedia.org/wiki/Neum>

<https://www.fmoit.gov.ba/bs/okolis/zastita-prirode/velike-zvijeri-federacije-bih>

SUMMARY

This paper presents new observations on the use of habitats by two large animals in the area of the municipality of Neum. The confirmation signs are presented in tables (Table 1 and 2) and the spatial distribution is shown in pictures (Picture 5 and 6). The main threats in these areas have been identified and defined, which are mainly anthropogenic interventions in area.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Harmful effects of forest fires in the area of Central Bosnia

Štetno djelovanje šumskih požara na području Srednje Bosne

Mevaida Mešan^{1,*}, Damir Prljača²

¹ ŠPD "Srednjobosanske šume" d. o. o. Donji Vakuf, 770. Slavne brdske brigade, 70220 Donji Vakuf, Bosna i Hercegovina, Generalna Direkcija

² Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

In this paper, the occurrence of large forest fires in the management area of ŠPD "Srednjobosanska šume" in 2020 was analyzed with regard to forest types and management classes. The period of April–May 2020 was characterized as a period with a particularly high occurrence of forest fires, where the burnt area was 1,030.36 ha, and the material damage was 1,893,559.15 KM. The causes of the fires are unknown, as are the instigators. In most cases, the human factor was found to be the cause, and in three cases it was determined that the fire was caused intentionally. The danger of certain categories of forests (and forest land) from fire is different. The biggest financial damage was caused by the burning of areas under young cultures, i.e. due to damage to seedlings. The aim of the research was to assess the number, frequency and damage caused by fires, as well as the risk of certain categories of forests from fires. Such research is essential for assessing the degree of threat to forests and forest land from fire.

Key words: Forest fires, forest types, management classes, fire damage.

INTRODUCTION – Uvod

Šume su značajno društveno bogatstvo, ne samo što proizvode dragocjenu i po svojim kvalitetnim svojstvima u mnogome nezamjenjivu drvenu sirovinu, jestivo i ljekovito bilje, već i zato što svojim postojanjem pozitivno utiču na zaštitu i na unapređivanje čovjekove okoline, regulisanje klime i vodnog režima, smanjenje šteta od erozije, bujica i poplava, razvoj rekreacije, turizma, lova i niza drugih privrednih djelatnosti (Vasić 1984).

Šumski ekosistemi prekrivaju približno četvrtinu Zemljine površine, pri tome su jedan od najvećih izvora ki-

sika u prirodi i kao takve su važne za opstanak života na Zemlji. Brzi tehnološki razvoj znatno je unaprijedio život čovjeka, ali i rezultirao značajnim narušavanjem prirodne ravnoteže, te smanjenjem biološke raznolikosti. Šumski požari postaju sve značajniji u tom pogledu, posebno zbog sve većeg uticaja ljudi na njihov nastanak, kontrolu i njihovo suzbijanje (Rosavec i dr. 2009).

Uščuplić (2001) konstatuje da su požari široko rasprostranjen fenomen, a kad se jave u šumi imaju ne samo ekonomski nego i ekološki efekat. Također ističe da ekološki problemi imaju širi značaj nego oni koji se neposredno vide, i da je za rekultivaciju požarišta potreb-

* Corresponding author: Mevaida Mešan, mesanmevaida@gmail.com

no razumijevanje ovih procesa, jer ekološki efekt požara može biti izuzetno kompleksan, što je u vezi i sa negativnim pratećim, obično teško predvidivim posljedicama. U našoj zemlji šumski požari, naročito u sušnim godinama uništavaju velike površine šuma i mladih kultura.

Na osnovu mnogobrojnih statističkih podataka može se uopšteno zaključiti da broj šumskih požara u čitavom svijetu raste (Rosavec 2012). Svakako tome doprinosi povećana veza ljudi sa šumom, intenzivnije iskorištavanje svih šumskih proizvoda te podizanje sve većeg broja industrijskih objekata uz šumu. Ljudske aktivnosti uzrokuju 95% slučajeva požara u Evropi (Rego i dr. 2010). Statistički podaci u Srbiji navode da je uzročnik požara u Srbiji u 95% slučajeva čovjek (Srbijašume 2023), dok Delić i dr. (2013) navode da je čovjek uzročnik 93,5% slučajeva požara. Pored toga pojava šumskih požara ovisna je i o nastupanju suhih vrućih vremenskih perioda, te na nju utiču klimatske prilike

Šumski požari su pojava nekontrolisane vatre u šumama. Nanose velike štete, što ovisi o starosti šume, vrstama drveća, odnosno vegetacije te o vrsti požara i njegovoj jačini. Požari općenito, pa tako i šumski, nastaju ako su ispunjena tri uslova (požarni trokut): prisutnost goriva, dotok kisika i dovoljna temperatura (Jurjević i dr. 2009).

Šumski požari sa sobom donose ogromne direktne (slika 1) i indirektno štete (Delić i dr. 2013). Prema *Informaciji o gospodarenju šumama u Federaciji BiH u 2021. godini i planovima gospodarenja šumama za 2022. godinu* koje objavljuje Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva (2022) direktne štete obuhvataju gubitak drveta i ostalih proizvoda šume, troškove gašenja te troškove sanacije i rekultivacije požarišta, dok indirektno štete obuhvataju negativan uticaj požara na gubitak ekosistemskih usluga šuma (Bećirović 2018) i štete na okolišu. One su mnogostruko veće (10–17 puta) od direktnih, ali se kod nas još uvijek ne iskazuju (Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, 2022). To se ogleda u gubitku zaštitne uloge šume, u prvom redu zaštite od erozije i poremećaja hidrološkog sistema. I pored toga što indirektno štete mogu biti daleko veće u odnosu na direktne, u našoj zemlji se one ne obračunavaju. Razlog tome je nedostatak propisane metodike njihovog obračuna. (Delić i dr. 2013). Međutim, pored negativnih uticaja na ekosisteme, šumski požari utiču pozitivno na rast i razmnožavanje nekih biljnih vrsta (Grabovac i dr. 2012).



Slika 1. Direktne štete od šumskog požara u kulturi smrče (Foto: Mešan, 2020)

Figure 1. Direct damage from a forest fire in spruce culture (Foto: Mešan, 2020)

Prema Dimitrov (1989) i Španjol (1996) postoji nekoliko klasifikacija šumskih požara. Prirodni požari su oni koji nisu pod kontrolom stručnjaka ili neke druge osobe za razliku od umjetnih koji su pod stalnom kontrolom stručnjaka. Prema tipu gorivog materijala razlikujemo podzemni požar ili požar tla (korijenja humusa i treseta), prizemni ili niski požar (slika 2), požar u krošnjama ili visoki požar (ovršni požar) (slika 3), požar osamljenog drveća i grmlja (Španjol 1996).



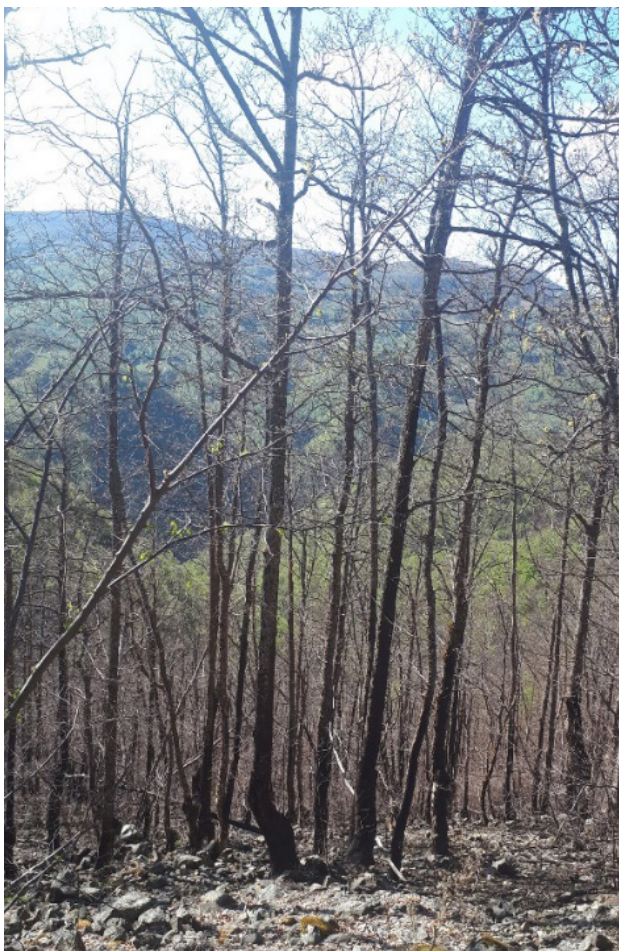
Slika 2. Prizemni požar u kulturama smrče šumarija Novi Travnik (Foto: Mešan, 2020)

Figure 2. Ground fire in the spruce cultures of the Novi Travnik Forestry (Foto: Mešan, 2020)



Slika 3. Ovršni požar u sastojini bijelog i crnog bora šumarija Donji Vakuf (foto: Mešan, 2020)

Figure 3. A wildfire in a Scots pine and Austrian pine stand of the Donji Vakuf Forestry (photo: Mešan, 2020)



Slika 4. Erozijska tla visoke degradirane šume bukve šumarija Gornji Vakuf (Foto:Mešan, 2020)

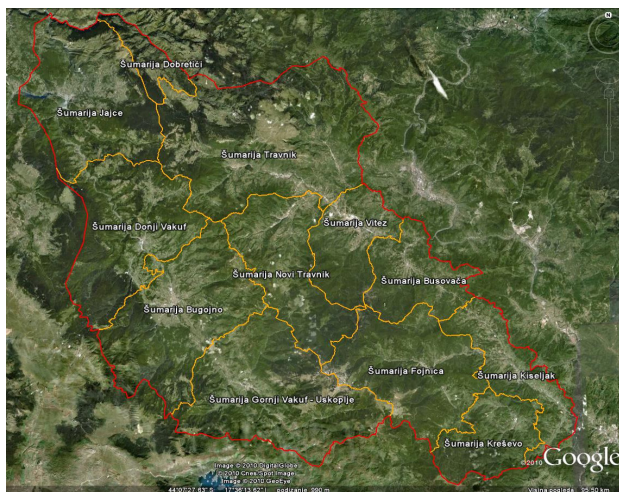
Figure 4. Soil erosion of the tall, degraded beech forest of the Gornji Vakuf Forestry (Photo: Mešan, 2020)

Najznačajnije indirektne štete javljaju se na područjima izloženom ispiranju, eroziji i klizištima, pogotovo ako se radi o strmim padinama i plitkim zemljištima (slika 4).

Cilj istraživanja je ukazati na problem šumskih požara na navedenim područjima kroz prikaz broja šumskih požara s obzirom na gazdinsku klasu, opožarenu površinu te procijenjene štete koji narušavaju ekološku stabilnost i biološku raznolikost.

MATERIALS AND METHODS – Materijali i metode

Istraživanjem u okviru ovog rada obuhvaćena su područja šumarija: Gornji Vakuf-Uskoplje, Donji Vakuf i Novi Travnik, ŠPD “Srednjobosanske šume” d. o. o., Donji Vakuf. Analizirana je pojava velikih šumskih požara u 2020. godini s obzirom na tipove šuma i gazdinske klase. Na slici 5 prikazan je geografski položaj šumarija na području Srednjobosanskog kantona.



Slika 5. Geografski položaj šumarija na području SBK (www.sumesbk.ba)

Figure 5. Geographical location of forestries in the area of SBK (www.sumesbk.ba)

U radu su upotrijebljene metode koje se mogu svrstati u analitičke i metode sinteze. Analitičkim metodama obuhvaćeni su različiti bibliografski izvori koji obrađuju tematiku šumskih požara, kvantitativne podatke o broju požara, opožarenoj površini na zadatim lokalitetima, načinu javljanja i sl. Ova metoda istraživanja podrazumijevala je prikupljanje i analizu podataka iz različitih pisanih dokumenata ŠPD-a “Srednjobosanske šume” d.o.o. Donji Vakuf, za period januar–decembar 2020. godine, s pregledom pojave požara i njegovih pokazatelja. Relevantni podaci su prikupljeni iz Registra šumskih požara koji vodi ŠPD. Obrada podataka je u nadležnosti Sektora za integralnu zaštitu šuma i ekologiju, a u skladu sa Zakonom o šumama FBiH (Sl. novine FBiH br. 20/02, 29/03 i 37/04) i Pravilnikom o načinu i obliku vođenja knjiga i registra evidencije (Sl. novine FBiH br. 58/04; Sl. novine SBK br. 5/14).

RESULTS AND DISCUSSION – Rezultati i diskusija

Prikaz broja požara, površina koju su zahvatili, oštećene drvene mase i sadnica, kao i troškovi gašenja predstavljene su u tabeli 1.

U periodu januar–decembar 2020. godine evidentirano je 108 požara pri čemu je pričinjena šteta na drvnj masi u visokim šumama u količini od 86.615 m³. Period april–maj 2020. godine na području ŠPD “Srednjobosanske šume” okarakterisan je kao period sa izrazito visokom pojavom šumskih požara. Na području ŠPD-a stradalo je ukupno 52.135 sadnica različite starosti. Ukupna opožarena površina za 2020. godinu je 1.030 ha. Priči-

njena šteta je konstatovana u iznosu od 1.893.559 KM. Troškovi gašenja šumskih požara iznosili su oko 17.420 KM. Delić i dr. (2013) su na području općine Prozor-Rama evidentirali 62 požara u periodu od 2002–2011. godine od čega je samo u 2011. godini bilo 27 požara.

Promatrajući brojnost požara u 2020. godini na području ŠPD “Srednjobosanske šume” s obzirom na teritorijalnu pripadnost, najveći broj požara evidentiran je na području šumarije Travnik, kao i na području šumarija Vitez, Gornji Vakuf i Novi Travnik. Usporedbom podataka iz ovog istraživanja s podacima iz istraživanja koje je proveo Hrustemović (2020), uočava se da je situacija za 2020. godinu kada je u pitanju broj požara na području Travnika i Novog Travnika značajno promijenjena. U periodu od 2015. do 2019. godine broj požara, obim šteta i troškovi sanacije su bili veći kod šumarije Novi Travnik, dok je u 2020. godini veći broj požara evidentiran na području kojim upravlja šumarija Travnik.

Razlog povećanog broja požara u šumariji Travnik u 2020. godini objašnjava se činjenicom da je najveći broj požara u kategoriji neobraslog šumskog zemljišta. Uzrok takvih požara je najčešće ljudski faktor, odnosno poljoprivredni radovi ili nenamjerna paljevina. Takve aktivnosti rezultiraju velikim brojem požara i opožarenih površina sa relativno niskim procijenjenim štetama od požara.

U šumariji Novi Travnik uzrok požara je namjerna paljevina iza bespravnih sječa. Požari su evidentirani u šumskim kulturama četinara različite starosti gdje je bila totalna šteta. Direktni troškovi se uvećavaju sa troškovima popunjavanja, pripreme površine i ponovnog pošumljavanja što značajno uvećava nastale štete.

Najveći broj požara po kategorijama šuma evidentiran za 2020. godinu je na neobraslom šumskom zemljištu (36). Visoke i izdanačke šume, kao i kulture imaju približan broj zabilježenih požara u njima koji iznosi oko 25 požara po kategoriji šuma. Na području Travnika i Novog Travnika za period od 2015. do 2019. godine situacija je nešto drugačija i tu su požari na neobraslom zemljištu najmanje zastupljeni, a najviše je požara evidentirano u kulturama i izdanačkim šumama (Hrustemović 2020). Na području općine Prozor-Rama požarima su najviše bile pogođene izdanačke šume sa preko 90% učešća u ukupnoj opožarenoj površini (Delić i dr. 2013). Prikladni prikaz broja požara, opožarene površine, šteta i troškova gašenja predstavljen je u tabeli 2 gdje su navedeni parametri kategorisani prema Š.P.P., šumarijama, gospodarskim jedinicama i odjelima.

Na području šumarije Gornji Vakuf-Uskoplje požarom su zahvaćene mješovite izdanačke šume hrasta kitnjaka

Tabela 1. Pregled šumskih požara i pričinjenih šteta za period od 01. 01. do 31. 12. 2020. godine

Table 1. Overview of forest fires and caused damage for the period 01. 01. until 31. 12. 2020.

Red. Br.	ŠUMARIJA	VISOKE ŠUME			KULTURE			IZDANAČKE ŠUME		NEOBRASLO ZEMLJIŠTE		UKUPNO			Troškovi gašenja (KM)
		Broj požara	Površina	Drvena masa	Broj požara	Površina	Količina sadnica	Broj požara	Površina	Broj požara	Površina	Broj požara	Površina	Šteta	
			ha			(m3)			(ha)		(kom)		(ha)		
1.	Travnik	3	3,05	-	-	-	-	4	5,17	20	72,02	27	80	28.899	6.165
2.	Novi Travnik	2	1,80	75.000	5	41,21	1.035	4	30,42	-	-	11	73	534.751	25.345
3.	Vitez	-	-	1.496	4	8,90	-	6	34,80	4	27,50	14	71	43.930	4.848
4.	Busovača	2	0,90	683	6	18,61	-	1	10,50	-	-	9	30	23.194	5.357
5.	Dobretići	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	Bugojno	2	2,00	-	3	15,30	44.900	-	-	2	6,20	7	24	54.887	3.464
7.	G. Vakuf-Uskoplje	5	311,65	-	1	4,35	-	6	31,50	2	216,70	14	564	258.606	33.900
8.	Donji Vakuf	2	89,54	9.095	1	7,34	5.000	-	-	5	14,20	8	111	739.401	12.352
9.	Fojnica	5	4,70	191	2	10,43	1.200	1	9,77	-	-	8	25	187.561	11.211
10.	Kreševo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.	Kiseljak	-	-	150	2	1,10	-	1	0,10	-	-	3	1	15.100	6.277
12.	Jajce	2	39,10	-	1	2,00	-	1	3,00	3	6,50	7	51	7.227	8.500
UKUPNO		23	452,74	86.615	25	109,24	52.135	24	125,26	36	343,12	108	1.030	1.893.559	117.420

i izdanačke šume bukve (GK 4409) u ŠPP "Gornje Vrbaško" (ŠPO 2014–2023). Evidentirano je 14 požara s opožarenom površinom oko 564 ha. Radilo se o prizemnim, visokim i podzemnim požarima u kojim su, pored listinca, gorjeli panjevi, suho granje, grmlje i nisko rastišje izdanačke šume hrasta kitnjaka. Zbog ekstremnog nagiba bili su ugroženi životi ljudi koji su gasili požar. Pričinjena je šteta od 258.606,50 KM. Troškovi gašenja šumskih požara iznosili su oko 33.900,50 KM.

Na području šumarije Donji Vakuf požarima su zahvaćene sekundarne šume smrčice i bijelog bora (GK 1228) u ŠPP "Gornjevrbaško" (ŠPO 2014–2023) (JP "Bosansko-hercegovačke šume" 2013). Evidentirana su dva požara s opožarenom površinom oko 89 ha. Teren je bio nepriступčan i rizičan zbog eventualno prisutnih mina, što je onemogućavalo lokalizaciju i gašenje požara. Radilo se o podzemnom i niskom požaru u sastojinama bora uz pogodan smjer vjetrova zbog čega se požar širio velikom br-

Tabela 2. Pregled velikih šumskih požara i pričinjenih šteta po Š.P.P., šumarijama Društva, gospodarskim jedinicama i odjelima u 2020. godini

Table 2. Overview of large forest fires and caused damages by F.E.A., the Company's forestry management units and departments in 2020

Š.P.P.	ŠUMARIJA	GOSPODARSKA JEDINICA	ODJEL ; ODSJEK	GAZDINSKA KLASA	BROJ POŽARA	OPOŽARENA POVRŠINA (ha)	ŠTETA (KM)	TROŠKOVI GAŠENJA (KM)
"GORNJEVRBAŠKO"	GORNJI VAKUF - USKOPLJE	"OGARA -GUNJAČA"	37/02; 39/01 41/04.05 ; 42/01 43/01.02.03.04.05 44 / 01.02.03 45/02; 46/02 54/01; 55/01. 02	IZDANAČKE ŠUME HRASTA KITNJAKA	14	564.2	258.606.50	33.900.50
	DONJI VAKUF	"PRUSAČKA RIJEKA"	57. 64. 65. 66.67.68 i 74	ŠUME BOROVA (TRAJNI STADIJ VEGETACIJE)	2	89.54	739.401.10	12.352.00
"LAŠVANSKO"	NOVI TRAVNIK	"VILENICA -RRISOVAC"	62/1. odsjek b. c .d 62/2. odsjek b. c	ŠUMSKI ZASADI SMRČICE ČISTE ILI SA BOROVIMA I ARIŠOM SA PROCIJENJENOM DRVNOM MASOM	5	41.21	354.068.00	8.726.00
UKUPNO :					21	694.95	1.352.075.60	54.978.50

zinom i pričinjavao velike štete. Pričinjena je šteta od 739.401 KM. Troškovi gašenja šumskih požara iznosili su 812.352 KM

Na području šumarije Novi Travnik požarima su zahvaćene čiste i mješovite kulture smrče s procijenjenom drvnom masom (GK 3102) u Š.P.P. "Lašvansko" (ŠPO 2016–2025) (JP "Bosanskohercegovačke šume" 2015). Evidentirano je pet požara s opožarenom površinom oko 41 ha. Požari su uglavnom bili na kamenitom terenu s jakim vjetrom koji je onemogućavao njihovu lokalizaciju i gašenje. Radilo se o prizemnim, visokim i podzemnim požarima, u kojim su, pored listinca, gorjeli panjevi, suho granje, grmlje, nisko rastinje te kulture stare 5 i 20 godina. Pričinjena je šteta od 354.068 KM. Troškovi gašenja šumskih požara iznosili su oko 8.726 KM.

Direktne štete od požara na području općine Prozor-Rama u periodu 2002–2011. godine iznosile su 151.865 KM, dok su indirektne štete procijenjene na 1.731.023 KM (Delić i dr. 2013). Treba napomenuti da je zbog nedostatka adekvatne metodologije u ukupnoj procjeni šteta od požara u Bosni i Hercegovini procjena indirektnih šteta znatno otežana (Delić 2003; Delić i Pozdarec 2011; Delić i Bećirović 2012).

Sezona opasnosti od požara, odnosno razdoblje u kome mogu nastati šumski požari, počinje otapanjem snježnog pokrivača u šumi a završava dugotrajnim jesenskim kišnim periodom ili ponovnim stvaranjem snježnog pokrivača. Ovisno o klimatskim i vegetacijskim uslovima, vrijeme početka i završetka sezone opasnosti od požara za određena područja je različito (Dimitrov 1989). Dok požare manjih razmjera s neznatnom štetom možemo pripisati prirodnim faktorima i dinamičnosti prirode, uzrok velikih šumskih požara je uglavnom ljudski faktor.

Usporedbom šteta od šumskih požara na području Srednjobosanskog kantona u periodu od 2015. do 2019. godine (Hrstanović 2020), primjećuje se da su štete od požara u 2020. godini na pojedinim dijelovima znatno veće, pogotovo na području Novog Travnika, Gornjeg Vakufa-Uskoplja i Donjeg Vakufa. Podaci koji se nalaze u *Informaciji o gospodarstvu šumama u Federaciji BiH u 2021. godini i planovima gospodarstva šumama za 2022. godinu* koju publikuje Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva (2022) ukazuju na to da je najveći broj požara zabilježen 2017. i 2020. godine.

Povećanje šumskih požara može se dovesti u vezu s klimatskim promjenama i povećanjem temperature na globalnom i lokalnom nivou. Abiotski faktori predisponiraju šumske ekosisteme na druge štetne faktore i početna su karika u lancu ulančavanja štetnih faktora. Zbog

te činjenice, jasan je uticaj povećanja prosječne godišnje temperature, broja sušnih dana u godini i smanjenja količine padavina na pojavu šumskih požara (Radusin i dr. 2013). Riziku od pojave požara direktno doprinosi i negativan antropogeni uticaj kroz nesavjesno postupanje uposlenih i neuposlenih lica u preduzećima šumarstva.

Šumski požari su globalni ekološki i ekonomski problem, a štete od požara su brojne i praktično nemjerljive. Uslijed djelovanja požara, obnova vegetacijskog pokrivača je neizvjesnija ukoliko izgori zemljište, naročito ako se radi o plitkim humusno-akumulativnim zemljištima, koja su gotovo u cjelini sačinjena od gorivog organskog materijala. Nakon požara na takvim terenima ostaje gola stijena, što onemogućava pošumljavanje i podizanje nove sastojine.

Štete od požara nastale uništenjem drvene mase uvećavaju se troškovima koji nastaju neplaniranom obnovom šuma, koja može trajati više desetina godina. Na osnovu cijene drveta, sadnica, utrošenih radnih sati, troškova gašenja i drugih parametara dolazi se do određenih "mjerljivih" finansijskih podataka o štetama požara.

Požari se najčešće javljaju u blizini sela, poljoprivrednih površina, pašnjaka i na granici šuma i šumskih zemljišta s privatnim posjedom. Ugroženost pojedinih kategorija šuma (i šumskog zemljišta) od požara je različita. U ukupnoj zaštiti šuma od požara provođenje preventivnih mjera zaštite ima izuzetno važnu ulogu i pretpostavka su funkcionalne zaštite šuma.

CONCLUSIONS – Zaključci

Na osnovu podataka koji su predstavljeni mogu se navesti sljedeći zaključci:

- Učestalost šumskih požara i štete koje nastaju od njih su svake godine sve veći;
- Česta pojava šumskih požara povezana je s globalnim zagrijavanjem uslijed čega su ljeta sve toplija i suhlja, vjetrovi su sve snažniji, a ustaljenost kišnih perioda poremećena;
- Pojavi požara doprinose ljudski nemar i nepažnja, a ponekad i zla namjera;
- Pri pojavi šumskih požara nastaje realna opasnost od gubitka šuma i šumskog zemljišta, javljaju se ogromne štete na poljoprivrednim kulturama i naseljenim mjestima, kao i gubici ljudskih života;
- Štete koje nastaju djelovanjem šumskih požara se kategoriju u dvije grupe: direktne – koje se mogu novčano iskazati i indirektno – koje se ne mogu iskazati novčano (ekološke, socijalne i druge opštekorisne funkcije šuma);

- Na području šumarije Gornji Vakuf-Uskoplje, Novi Travnik i Vitez, najvažniji uzročnik požara je čovjek;
- Evidentirana opožarena površina je 694.95 ha, direktne štete iznose 1.352.075,60 KM a troškovi gašenja 54.978,50 KM;
- Najveće direktne štete s obzirom na kategoriju šuma (gazdinsku klasu) su u šumama bijelog i crnog bora na području šumarije Donji Vakuf;
- Požari predstavljaju ozbiljniju prijetnju po naše šume zbog čega je neophodno vršiti nadzor, posebno u kritičnim periodima.

REFERENCES - Literatura

Bećirović, Dž. (2018). Ekonomsko vrednovanje funkcija šumskih ekosistema na području Kantona Sarajevo, doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.

Delić, S. (2003). Sveukupno vrednovanje šuma, Radovi Šumarskog fakulteta, Broj 1. Knjiga XXXIII, Šumarski fakultet, str. 29-39, Sarajevo

Delić, S., Pozdarec, M. (2011). Vrijednost šuma i šumskog zemljišta, Studija, Završni izvještaj, Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Available at: <http://www.fmpvs.gov.ba/>

Delić, S., Bećirović, Dž. (2012). Značaj i potreba ukupnog ekonomskog vrednovanja šuma, Naučna konferencija "Šume – indikator kvaliteta okoliša", Zbornik radova, Posebna izdanja, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 19, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo.

Delić, S., Bećirović, Dž., Jurić, V., Mutabdžija-Bećirović, S., Marić, B., Mujezinović, O., Kvesić, S., Avdibegović, M. (2013). Sveukupno vrednovanje šteta od šumskih požara: studij slučaja općina Prozor- Rama. Radovi Šumarskog Fakulteta Univerziteta U Sarajevu, 43(1), 39-53.

Dimitrov, T. i Jurčec, V. (1989). Šumski požari i vremenske prilike na Jadranu u 1988. godini. Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb, Šumarski list (11-12), 617-629.

Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva (2022). Informacija o gospodarenju šumama u Federaciji BiH u 2021. godini i planovima gospodarenja šumama za 2022. godinu. Sarajevo, 46-49.

Grabovac, Z., Šalja, E., Alić, A., Karavdić, A. (2012). Šumski požari u Bosni i Hercegovini (2000-2010). Naučna konferencija, Šume – Indikator kvaliteta okoliša, Zbornik radova, ANUBiH, posebna izdanja, Knjiga 19, 109-120.

Hrustanović, S. (2020). Šumski požari – štetno djelovanje i mjere borbe na području Novog Travnika i Travnika (diplomski rad). Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 1-50.

Jurjević, P., Vuletić, D., Gračan, J. i Seletović, G. (2009). Šumski požari u Republici Hrvatskoj. Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb, Šumarski list (1-2), 63-72.

Radusin, S., Oprašić, S., Cero, M., Abdurahmanović, I., Vučmir, G., Knežević, A., Kaplina, A., Husika, A., Carrington, D., Arnautović Aleksić, D., Jordan, G., Trbić, G., Stritih, J., Tabaković, L., Kotur, M., Cupać, R. (2013). Strategija prilagođavanja na klimatske promjene i niskoemisionog razvoja za Bosnu i Hercegovinu, UNDP i Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju Republike Srpske.

Rego, F., Rigolor, E., Fernandes, P., Montiel, C., Sande Silva, J. (2010). Towards Intergrated Fire Management, Efi Policy Brief 4, European Forest Institute, Joensuu, Finland

Rosavec, R., Španjol, Ž. i Bakšić, N. (2012). Šumski požari kao ekološki i krajobrazni čimbenik u području Dalmatinske zagore. Vatrogastvo i upravljanje požarima 3(1), 51-64.

Srbijašume (2023, februar 7). Zaštita šuma od požara. Preuzeto sa: <https://srbijasume.rs/gazdovanje-sumama/zastita-suma/zastita-suma-od-pozara/>

Španjol, Ž. (1996). Biološko-ekološke i vegetacijske posljedice požara u borovim sastojinama i njihova obnova (disertacija). Šumarski fakultet Zagreb.

JP „Bosanskohercegovačke šume“ (2013). Šumsko gospodarska osnova za šumsko gospodarsko područje „Gornje -Vrbasko“ (period važenja: 2016-2024), revizija Šumsko gospodarske osnove sa periodom važenja 01.01.2018 do 31.12.2023.godine

JP „Bosanskohercegovačke šume“ (2015). Šumsko gospodarska osnova za šumsko gospodarsko područje „Lašvansko“ (period važenja: 2016-2025).

Uščuplić, M. (2001). Šumski požari u Bosni i Hercegovini i evaluacija šteta. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 1, 7-17.

Vasić, M. (1984). Zaštita šuma od požara. Nolit, Beograd.

SUMMERY

Forest fires are becoming increasingly significant in disrupting the natural balance, especially due to the increasing influence of humans on their occurrence, control, and suppression. Fires are a widespread phenomenon that has not only an economic but also an ecological effect. In our country, forest fires, especially in dry years, destroy large areas of forests and young crops. Forest fires bring with them huge direct and indirect damages. Research within the framework of this work included the areas managed by the Gornji Vakuf-Uskoplje, Donji Vakuf, and Novi Travnik forestry units, the occurrence of large forest fires in 2020 was analyzed with regard to forest types and management classes. Methods that can be classified into analytical and synthesis methods were used in the work. Analytical methods include various bibliographic sources that deal with the topic of forest fires, quantitative data on the number of fires, a burnt area in given localities, methods of reporting, etc.

The total burned area for 2020 is 1,030.00 ha. The damage caused was ascertained in the amount of 1,893,559 KM. The costs of extinguishing forest fires amounted to about 117,420 KM. The largest number of fires by forest category recorded for 2020 was on unvegetated forest land (36). Tall and coppice forests, as well as crops, have an approximate number of recorded fires in them, which amounts to about 25 fires per forest category (table 1). In the area of the Gornji Vakuf-Uskoplje forestry unit, 14 fires were recorded with a burnt area of approx. 564 ha. In the area of the Donji Vakuf forestry unit, two fires were recorded with a burnt area of approx. 89 ha. In the area of the Novi Travnik forestry unit, five fires were recorded with a burnt area of approximately 41 ha. The increase in forest fires can be linked to climate change and the increase in global and local temperatures. Abiotic factors predispose forest ecosystems to other harmful factors and are the initial link in the chain of harmful factors. Due to this fact, the influence of the increase in the average annual temperature, the number of dry days in the year, and the decrease in the amount of precipitation on the occurrence of forest fires are clear. The negative anthropogenic influence directly contributes to the risk of fire occurrence through the negligent behavior of employed and unemployed persons in forestry enterprises.

The frequency of forest fires and the damage caused by them are increasing every year. The frequent occurrence of forest fires is linked to global warming. As a result, summers are getting hotter and drier than before, winds are getting stronger, and the regularity of rainy periods is disrupted. Fires are primarily caused by human negligence and carelessness, and sometimes by malicious intent. When forest fires occur, there is a constant danger of the loss of forests and forest land, but also of the occurrence of enormous damage to agricultural crops, and populated areas, and the loss of human lives. Fires are a serious threat to our forests, and it is necessary to monitor them, especially during critical periods.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).