

Osutost krošanja stabala i procjena opasnosti od požara na bioindikacijskim i osnovnim ploham na području Uprave šuma Podružnice Gospić

Tree crown defoliation and fire risk assessment on bioindication and basic plots in the area of the Forest Administration Gospić

izv. prof. dr. sc. Damir Ugarković
mr. sp. Mandica Dasović
Mate Furlan, mag. ing. silv.
Krešimir Popić, mag. ing. silv.

SAŽETAK

Cilj je ovog rada usporediti osutost krošanja stabala obične jele, obične bukve i obične smreke te prikazati stupnjeve opasnosti od požara za područje monitoringa osutosti krošanja. Analizirani su podaci o osutosti krošanja stabala s ploha monitoringa (ICP Forests) na području Uprave šuma Podružnice Gospić. Za pokusne plohe na kojima je uspostavljen monitoring osutosti krošanja izvršena je i procjena opasnosti od šumskog požara. Kod istraživanih vrsta najveći postotak stabala obične jele, obične bukve i obične smreke bio je u stupnju male osutosti krošanja. Uspoređujući osutost između vrsta drveća, najveći postotak stabala u stupnju male osutosti krošanja imala je obična bukva, a najmanji obična jela. U stupnju značajne osutosti krošanja najveći je bio postotak stabala obične jele, a najmanji obične bukve. Prema stupnju opasnosti od požara na ploham za motrenje osutosti krošanja bila je mala opasnost od požara. Veći stupanj opasnosti od požara može se očekivati u uvjetima izostanka uzgojnih radova na saniranju posljedica narušenog zdravstvenog

izv. prof. dr. sc. Damir Ugarković, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Svetošimunska cesta 23, 10 000 Zagreb, dugarkovic@sumfak.hr

mr. sp. Mandica Dasović, dipl. ing. šum., Hrvatske šume d.o.o., Uprava šuma Podružnica Gospić, Budačka 23, 53 000 Gospić, mandica.dasovic@hrsume.hr

Mate Furlan, mag. ing. silv. Hrvatske šume d.o.o., Uprava šuma Podružnica Gospić, Šumarija Udbina, IX Gardijske brigade 19, 53 234 Udbina mate.furlan@hrsume.hr

Krešimir Popić, mag. ing. silv., Hrvatske šume d.o.o., Uprava šuma Podružnica Vinkovci, Šumarija Lipovac, Matije Gupca 5, 32 246 Lipovac, kresimir.popic@hrsume.hr

stanja sastojina i odumiranja pojedinih vrsta drveća na istraživanom području.

Ključne riječi: osutost krošanja, obična jela, obična bukva, obična smreka, požar, sanitarne sječe

Summary

Tree crown defoliation is an indicator of tree vitality and one of the parameters in assessing forest tree crown damage. The aim of this paper is to show the trends in the classes of crown defoliation and to compare the crown defoliation of silver fir, common beech and common spruce trees. In addition, the aim of the research was to show the degrees of fire danger for bioindication and basic plots where monitoring of tree crown defoliation is carried out. Data on the percentage of trees by classes of defoliation, slight defoliation (<2 5 %), moderate defoliation (> 25 %) and severe defoliation (> 60 %) from the monitoring plots (ICP Forests) in the area of the Forest Administration Gospić were analysed. For experimental plots on which crown monitoring was established, a forest fire risk assessment was performed. During the observed period, there was no clear statistically significant increasing trend in the percentage of silver fir trees in classes with moderate and severe crown defoliation. In contrast, there was a statistically significant increasing trend in the share of common beech trees in classes with moderate and severe crown defoliation. There were no statistically significant trends in Norway spruce crown defoliation. In the studied species, the highest percentage of silver fir, common beech and Norway spruce trees was in the degree of low crown deforestation. Comparing the defoliation of tree species, the highest percentage of trees in the degree of slight crown defoliation was common beech, and the lowest silver fir. In the degree of moderate crown defoliation, the highest percentage was of silver fir trees, and the lowest of common beech trees. According to the degree of fire hazard on the crown defoliation monitoring plots, there was little fire hazard. The crown defoliation of the trees of the analysed forest tree species in the investigated area is in favourable condition considering that the highest average percentage of trees had a slight crown defoliation. A higher degree of fire danger can be expected in the absence of silvicultural operations to repair the consequences of impaired health of stands and the dieback of certain species of trees in the study area.

Key words: crown defoliation, Silver fir, European beech, Norway spruce, fire, salvage logging

UVOD

Introduction

Tijekom sedamdesetih i osamdesetih godina prošloga stoljeća odumiranja velikih razmjera različitih i gospodarskih važnih vrsta drveća u Europi dala su povoda razmišljanju da je riječ o dotad nezabilježenoj pojavi. Osobito su intenzivnim odumiranjem zahvaćene sastojine obične jele (*Abies alba* Mill.) i obične smreke (*Picea abies* Karst.). Najrašireniji simptom šteta u srednjoj i sjevernoj Europi na običnoj smreci i običnoj jeli jest osutost krošanja koja je rezultat prekomjernog opadanja iglica, kao i nedovoljno intenzivnog stvaranja sekundarnih izbojaka u krošnji (Gruber 1994).

Budući da su šume vrijedno prirodno bogatstvo koje pokriva oko 31,8 % ukupne površine našeg planeta, a i vrijedan su obnovljivi resurs, to je dovelo do velikog broja istraživanja uzroka, pojava propadanja te mjera zaštite (Tikvić i dr. 1995).

Procjena oštećenosti šuma u Republici Hrvatskoj motri se kontinuirano od 1987. godine prema programu "Međunarodni kooperativni program procjene i praćenja učinka zračnog onečišćenja na šume", ICP Forests. Plohe na kojima se provodi monitoring stanja krošanja stabala mogu biti na mreži 16 x 16 m (bioindikacijske plohe) i na mreži 4 x 4 km koje su definirane kao osnovne plohe (Potočić i Seletković 2011). Podaci procjene oštećenosti šuma na nacionalnoj razini koriste se kao osnova za kontinuirano praćenje i dokumentiranje veličine i stupnja oštećenosti šuma u Europi. Osutost krošanja stabala predstavlja manjak lišća ili iglica u krošnji promatranog stabala u odnosu na referentnu krošnju čija je osutost manja od 10 % (Eichorn i dr. 2016). Uzroci osutosti krošanja stabala mogu biti abiotski (Ferretti i dr. 2014), biotski (Pollastrini i dr. 2016), odnosno direktni i indirektni (Ozolinčius i Stakėnas 1996). Važnost kontinuiranog monitoringa osutosti krošanja stabala je, između ostalog i u tome da dobijemo informacije da li dolazi do pojave intenzivnog odumiranja određene vrste šumskog drveća, pa samim time i do pojave veće količine suhih stabala i gorivog materijala za šumske požare. Požar je abiotski čimbenik koji doprinosi mortalitetu stabala ili je uzrok mortaliteta stabala (Franklin i dr. 1987). Šumsko drveće s potpuno osutom krošnjom, odnosno odumrla stabla predstavljaju vrlo pogodan gorivi materijal za šumski požar. Sanitarno pridobivanje drva je šumska operacija usmjeren na smanjenje ekonomskog gubitka nakon poremećaja koji je uzrokovao štetu i mortalitet stabala. Olujni vjetrovi, napadi insekata, bolesti, suša, onečišćenost zraka i požari

moгу biti važni poremećaji na regionalnoj razini (Wolf-Crowther i dr. 2011). Osim iz ekonomskih razloga, postoje i drugi opravdani razlozi za sječū oštećenih stabala. Među njima je smanjenje goriva dostupnih za požare, smanjenje rizika za širenje štetnika i patogena od mrtvih i odumirućih stabala, sigurnost uslijed stojećih mrtvih stabala, estetski razlozi povezani s oštećenom šumom kao i doprinosi ekološkom oporavku šume (Lindenmayer i dr. 2008).

Šumski požar je nekontrolirano rasprostranjenje vatre po šumskoj površini te se može svrstati u najjače prirodne sile koje uništavaju ljude, dobra i prirodne resurse. Požari su stalna opasnost za šume, a prema klasifikaciji mogu biti podzemni ili požar tla, prizemni požar, požar krošanja ili visoki požar i požar osamljenog drveća (Goldammer 1991; Španjol 1996).

Podzemni požar ili požar tla nastaje kad se zapali listinac u tlu ili podzemne naslage treseta. Takav se požar širi vrlo sporo, može tinjati nekoliko mjeseci te stalno prijeti opasnost da izbije na površinu i pretvori se u opasni prizemni požar. Štete su velike zbog stradavanja korijenja drveća koje se potom suši. Podzemni požar vrlo se teško otkriva i gasi, a može izbiti na površinu u bilo kojem trenutku i prijeći u prizemni požar.

Prizemni požar nastaje kad se zapali travnata vegetacija ili gornji sloj šumske organske prostirke, podstojno grmlje i pomladak šumskog drveća. To je najčešći tip požara koji se pojavljuje kod svih vrsta prizemnog rašća i u svim tipovima šuma. Jači prizemni požar u šumama u kojima je drveće s tankom korom oštećuje žilište i donji dio stabla zbog čega ugiba kambij te dolazi do sušenja stabala, a mjestimično i cijele sastojine. Za uništavanje kambija dovoljna je temperatura od 54 °C. To je najčešći oblik šumskih požara, brzo se širi, ima obilje plamena i vrućine. Požar krošanja ili visoki požar (ovršni požar) vrsta je požara koja zasigurno uništava cijeli šumski ekosustav. Razvija se iz prizemnog požara ako zahvati grane stabala. Nastaje u sušno doba godine, a najčešće gore iglice. Da bi se mogao širiti, potrebni su prizemni požar i vjetar. Najopasniji je i najteže se suzbija. Najčešće se pojavljuje u šumama četinjača. Tijekom ovog požara vatra se širi s jedne krošnje na drugu. Potpomognut vjetrom ovaj požar može uništiti velike komplekse šuma. Vrtlozi vjetra mogu ga prenijeti i više desetaka metara dalje. Požar osamljenog drveća nastaje obično od udara groma i stabla tada dije-

lom ili čitava izgore (Barčić i dr. 2020).

Na području Uprave šuma Podružnice Gospić najzastupljenije vrste šumskog drveća su obična bukva (*Fagus sylvatica* L.), obična jela (*Abies alba* Mill.) i obična smreka (*Picea abies* Karst.)

Cilj ovog rada je da prikaže stupnjeve opasnosti od požara na plohama monitoringa osutosti krošanja stabala i da prikaže zastupljenost stabala obične jele, obične bukve i obične smreke po stupnjevima osutosti krošanja (mala, značajna i jaka osutost) u pojedinim godinama, te da prikaže njihove trendove i da usporedi postotak stabala po stupnjevima osutosti krošanja unutar vrste i između vrsta.

MATERIJALI I METODE RADA / *Materials and methods*

Iz baze podataka o stanju krošanja šumskih vrsta drveća pri Hrvatskom šumarskom institutu prikupljeni su podaci o osutosti krošanja (%) za običnu jelu, običnu bukvu i običnu smreku za područje Uprave šuma Podružnice Gospić.

Podaci za običnu jelu i običnu bukvu prikupljeni su za razdoblje od 1993. do 2016. godine. Podaci za običnu smreku prikupljeni su za razdoblje od 2001. do 2007. godina. Analiziran je postotak stabala u stupnjevima osutosti krošanja, mala osutost (< 25 %), značajna osutost (> 25 %) i jaka osutost (> 60 %). Trend postotka stabala u stupnjevima osutosti prikazan je kao linearni, a njegova signifikantnost testirana je Mann Kendall trend testom. Usporedba postotka stabala između vrsta šumskog drveća testirana je analizom varijance (ANOVA), a statistička je obrada podataka provedena u programu Statistica 7.1. (StatSoft, Inc. 2003).

Parametri po kojima se provodi bodovanje za određivanje stupnjeva opasnosti od nastanka šumskih požara propisani su Pravilnikom o zaštiti šuma od požara (NN 33/14). Stupnjevi opasnosti od požara se procjenjuju za vremensko razdoblje od deset godina. Na predmetnim bioindikacijskim i osnovnim plohama procjena stupnjeva opasnosti od požara je napravljena za period od 2006. do 2016. godine. Mjerila za procjenu opasnosti od šumskih požara su

vegetacijski pokrov, antropogeni čimbenici, klimatski elementi, matični supstrat i vrsta tla, orografija te održavanje šumskog reda. Ako uzmemo vegetacijski pokrov kao kategoriju za procjenu opasnosti od požara, šumske sastojine grupirane su u sastojine crnogorice, bjelogorice te mješovite sastojine, a uzimaju se u obzir i uzgojni oblici kao što su šikare, šibljaci i makije koji su specifični u pogledu osjetljivosti na šumske požare. Pri procjeni stupnja opasnosti od nastanka šumskih požara antropogeni utjecaj podijeljen je u tri kategorije s određenim brojem bodova. Prva kategorija su turističke i rekreacijske šume, nacionalni parkovi i rezervati, šume koje se nalaze neposredno uz odlagališta smeća (deponije) i poljoprivredno zemljište. Druga kategorija su šume kroz koje prolaze javne prometnice ili dalekovodi ili se u njima obavlja ispaša. Treća kategorija su šume u kojima se skupljaju sporedni šumski proizvodi te se provode lov i ribolov, kao i melioracijski i uzgojni radovi. Klimatski elementi koji se uzimaju u obzir pri procjeni opasnosti od požara su srednja godišnja temperatura zraka, količina oborina i relativna zračna vlaga. Stupanj opasnosti od šumskog požara uvelike ovisi i o sadržaju vlage u gorivom materijalu na tlu (iglice, lišće, granje, panjevi i dr.), a stupanj vlažnosti različit je na različitim tlima, odnosno matičnom supstratu. Intenzitet i trajanje insolacije utječe na brzinu isušivanja gorivog materijala, a on je različit i ovisi o ekspoziciji i inklinaciji. Nadmorska visina na kojoj se nalazi sastojina uzeta je kao korektor srednje godišnje temperature zraka. Orografski parametri su izloženost (ekspozicija), nadmorska visina i nagnutost (inklinacija). U šumama u kojima se šumski red ne održava dolazi do povećane količine gorivog materijala na tlu, a time i povećanog požarnog opterećenja. Utjecaj svih navedenih čimbenika izražava se zbrojem bodova, a ovisno o ukupnom broju bodova, sve šume Republike Hrvatske prema opasnosti od šumskog požara razvrstavaju se u četiri stupnja: I. stupanj crvenom bojom – vrlo velika opasnost, II. stupanj narančastom bojom – velika opasnost, III. stupanj svijetložutom bojom – umjerena opasnost i IV. stupanj svijetloželenom bojom – mala opasnost.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM / *Research results with discussion*

U tablici 1 navedene su bioindikacijske i osnovne plohe na području UŠP-a Gospić, na kojima se procjenjuje osu-

tost krošanja, utvrđuje stupanj oštećenosti, zdravstveno stanje pojedinih stabala te, ako je moguće, utvrđuje se i uzrok oštećenja kako krošanja tako i cijelog stabla. Navedene su plohe na kojima se obavlja procjena za običnu bukvu, običnu jelu i običnu smreku, a plohe na kojima se nalaze druge vrste drveća nisu navedene. Za pojedini odjel u kojem se nalaze plohe naveden je i stupanj opasnosti od nastanka šumskih požara. Na bioindikacijskim i osnovnim plohama postoji mala do umjerena opasnost od požara. To je i očekivano s obzirom na to da područje na kojem se nalaze plohe ima humidnu i perhumidnu klimu (Prpić i Seletković 2001; Seletković i dr. 2003).

Tablica 1. Stupnjevi opasnosti od požara na bioindikacijskim i osnovnim plohama za monitoring osutosti krošanja stabala

Table 1. Degrees of fire danger on bioindication and basic plots for monitoring tree crown defoliation

Vrsta plohe <i>Type of plot</i>	Šumarija <i>Forest office</i>	Gospodarska jedinica <i>Management unit</i>	Odjel/odsjek <i>Compartment</i>	Broj stabala i vrsta drveća <i>Number of trees and tree species</i>	Stupanj opasnosti od požara <i>Degree of fire danger</i>	Opis indeksa <i>Index description</i>
Bioindikacijske plohe Bioindication plots	Perušić	Konjska draga - Begovača	95b	18 - bukva 18 - beech 6 - smreka 6 - spruce	IV	MO
	Korenica	Mrsinj	26a	24 - bukva 24 - beech	IV	MO
	Brinje	Javorov vrh - Stubica	58a	24 - bukve 24 - beech	IV	MO
	Otočac	Senjsko bilo	19a	24 - bukva 24 - beech	IV	MO
	Karlobag	Laktin vrh - Dabri	136a	24 - bukva 24 - beech	IV	MO
	Gračac	Zapadni Resnik	11a	24 - bukva 24 - beech	III	UO

Osnovne plohe Basic plots	Korenica	Šijanova kosa	20a	24 - bukva 24 - beech	IV	MO
	Gospić	Goli vrh	25a	22 - bukva 22 - beech 2 - jela 2 - fir	IV	MO
	Gospić	Goli vrh	43a	24 - bukva 24 - beech	IV	MO
	Udbina	Mala Plješeвица - Drenovača	36a	17 - bukva 17 - beech 7 - jela 7 - fir	IV	MO
	Perušić	Crne Grede	27a	24 - bukva 24 - beech	IV	MO
	Gospić	Jadovno	102a	18 - bukva 18 - beech	IV	MO
	Otočac	Crno jezero - Marković rudine	21a	24 - jela 24 - fir	IV	MO
	Otočac	Crno jezero - Marković rudine	58a	24 - jela 24 - fir	III	UO
	Udbina	Čardak	43a	13 - bukva 13 - beech 11 - jela 11 - fir	IV	MO
	Brinje	Miškovica – Škalić	34a	24 - bukva 24 - beech	IV	MO

MO – mala opasnost - small danger

UO – umjerena opasnost - moderate danger

Višegodišnje praćenje uzroka nastanka požara na području kojim gospodari UŠP Gospić ukazuje na to da u oko 60 % požara uzrok nastanka ostaje nepoznat. Od poznatih uzroka samo je 10 % nastalo prirodno (udar groma), a 90 % posljedica je slučajnog ili namjernog djelovanja čovjeka (nepažnja, paljenje poljoprivrednog otpada, namjerno paljenje, promet, električni vodovi, mine i ostalo).

Promatramo li sezonsku dinamiku požara, imamo dva kritična razdoblja. Prvo kritično razdoblje javlja se u rano proljeće (ožujak, travanj) i vezano je uz poljodjelske ra-

dove, a udio broja požara tog razdoblja iznosi više od 35 % od ukupnog godišnjeg broja požara. Broj požara u proljetnom razdoblju ovisi o vremenskim prilikama (sušno ili kišno proljeće). Drugo kritično razdoblje je u ljetnim mjesecima (srpanj, kolovoz, rujana), kada nastane oko 50 % godišnjeg broja požara.

Štete od šumskih požara su dalekosežne te je potrebno puno godina kako bi se sanirale. Najvidljivije su one na drvenoj masi, naročito kad je riječ o požaru krošanja u kojem stabla izgore potpuno ili djelomično. Međutim, često se zanemare štete koje prouzroči prizemni požar na stabla jer nisu odmah uočljive zato što nagorjela stabla počnu odumirati sljedeće vegetacijske sezone. Naročito je to uočljivo kod stabala obične bukve gdje dolazi do otpadanja kore i postupnog odumiranja cijelih šumskih predjela kojima je prizemni požar prošao godinu prije. Posebno su velike štete na smanjenim ili nestalim općekorisnim funkcijama šuma. Požar dovodi do oštećenja šumskih ekosustava, pojave erozije tla, nestanka biljnog pokrova, promjena fizičkih i kemijskih svojstava tla te utječe na estetski izgled okoliša, što uvelike djeluje na sportsko-rekreacijske i turističke funkcije šume. Na području kojim gospodari UŠP Gospić velik problem predstavljaju površine zagađene minsko-eksplozivnim sredstvima, zbog čega je u slučaju požara onemogućeno gašenje.

U cilju smanjenja nastanka šumskih požara provode se mjere prevencije i pravodobne dojave o nastanku šumskog požara postupajući prema Pravilniku o zaštiti šuma od požara (NN 33/14). Prevencija se provodi edukacijom lokalnog stanovništva i postavljanjem plakata zabrane loženja vatre. U svrhu pravodobne dojave nastanka šumskog požara sagrađeno je 17 promatračnica s kojih se provodi promatračka služba, a ophodari obilaze područja koja nisu vidljiva s promatračnica. Provode se uzgojni radovi kao što su njega sastojina, proreda, kresanje i uklanjanje donjih grana, ali i izgradnja i održavanje protupožarnih prosjeka s elementima šumske ceste kako bi se omogućio pravodobni dolazak vatrogasnih postrojbi. Posebna pozornost provodi se na onim područjima gdje je veći stupanj opasnosti od nastanka šumskog požara. Veći stupanj opasnosti od požara može se očekivati u uvjetima izostanka uzgojnih radova na saniranju posljedica narušenog zdravstvenog stanja šumskih sastojina i odumiranja pojedinih vrsta drveća na istraživanom području. Sanitarne sječe odnosno sanitarni način pridobivanja drva nakon iz-

bijanja požara i napada insekata su raširene u tolikoj mjeri da su rijetke šumske površine koje su bez sanitarnih sječa (Kuuluvainen 2002).

Trend postotka stabala obične jele s malom osutosti krošnja imao je jednadžbu $Y = -0,9624x + 71,213$ i bio je statistički značajan ($p = 0,047$). Trend postotka stabala obične jele u stupnju značajne osutosti krošnja imao je jednadžbu $Y = 0,9623x + 28,787$ i bio je blizu granice signifikantnosti ($p = 0,053$). Linearni trend postotka stabala obične jele s jakom osutosti krošnja imao je jednadžbu $Y = 0,179x + 0,8641$ i nije bio statistički značajan ($p = 0,067$).

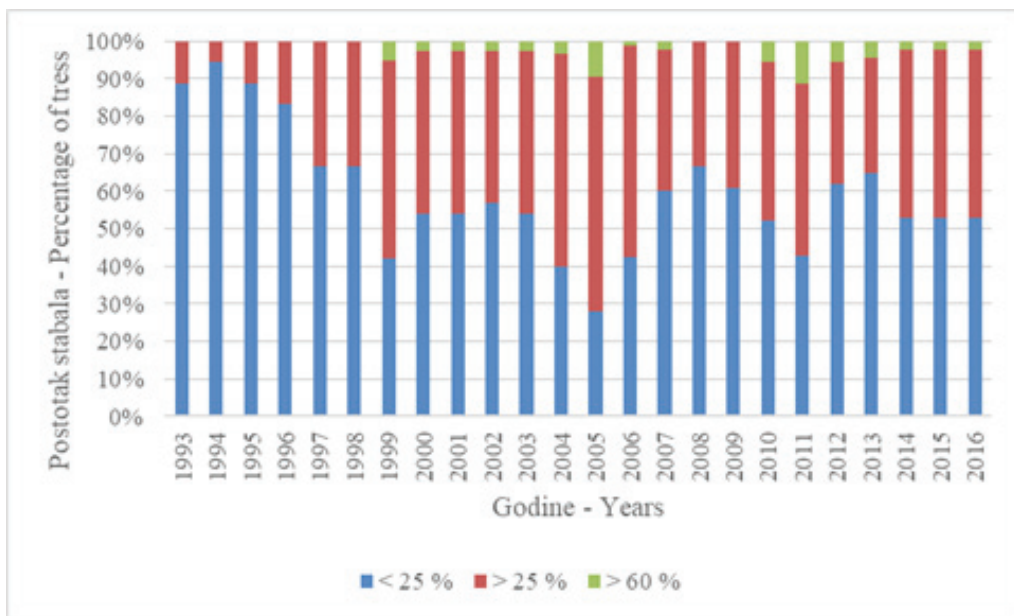
Trend postotka stabala obične bukve u stupnju male osutosti krošnja bio je u padu, $Y = -0,821x + 97,692$ i bio je statistički značajan ($p = 0,000$). Trendovi značajne osutosti krošnja stabala ($Y = 0,8211x + 2,3061$, $p = 0,000$) i jake osutosti krošnja ($Y = 0,1656x - 0,6523$, $p = 0,000$) bili su u statistički značajnom porastu (tablica 2).

Tablica 2. Trendovi postotka stabala obične jele, obične bukve i obične smreke po stupnjevima osutosti krošnja

Table 2. Trends in the percentage of fir, European beech and Norway spruce trees by degrees of crown defoliation

Vrsta drveća <i>Tree species</i>	Stupnjevi osutosti <i>Classes of defoliation</i>	Linearni trend <i>Linear trend</i>	Kendall's tau <i>Kendall's tau</i>	Sen's slope <i>Sen's slope</i>	p <i>p</i>
Jela <i>Fir</i>	< 25 %	$Y = -0,9624x + 71,213$	-0,303	-0,727	0,047
	> 25 %	$Y = 0,9623x + 28,787$	0,297	0,728	0,053
	> 60 %	$Y = 0,179x + 0,8641$	0,289	0,127	0,067
Bukva <i>Beech</i>	< 25 %	$Y = -0,821x + 97,692$	-0,593	-1,043	0,000
	> 25 %	$Y = 0,8211x + 2,3061$	0,599	1,048	0,000
	> 60 %	$Y = 0,1656x - 0,6523$	0,583	0,15	0,000
Smreka <i>Spruce</i>	< 25 %	$Y = -0,86x + 79,756$	0,105	0,26	1,000
	> 25 %	$Y = 0,858x + 20,248$	-0,105	-0,261	1,000

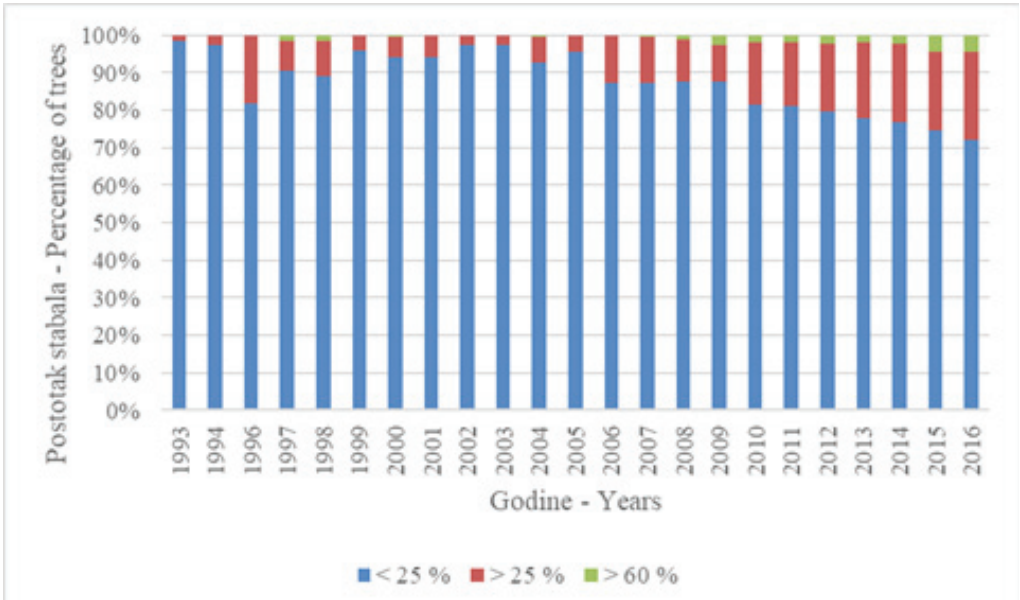
Kod obične smreke nisu postojali statistički značajni trendovi postotaka stabala s malom i značajnom osutosti krošanja ($p=1,000$). Razlog nesignifikantnim trendovima za običnu smreku je i u relativno kratkom razdoblju za koje su podaci prikupljeni. Linearni trendovi postotka stabala obične jele i obične bukve pokazuju trend povećanja postotka stabala u stupnjevima značajne i jake osutosti krošanja stabala (tablica 1). Ovi trendovi rezultat su sve većeg stresa u šumama, pogotovo onog klimatskog, odnosno pojave sve većeg broja sušnih godina na području Dinarida (Ugarković i dr. 2010; Ugarković i Tikvić 2011).



Slika 1. Godišnji postotak stabala obične jele po stupnjevima osutosti krošanja

Figure 1. Annual percentage of Silver fir trees by classes of crown defoliation

Prema rezultatima prikazanim na slici 1, tijekom promatranog razdoblja 1994. godine evidentirano je čak 94,4 % stabala obične jele u stupnju male osutosti krošanja. Najveći prosječni postotak stabala obične jele bio je u stupnju male osutosti krošanja (< 25 %) te je iznosio 59,9 % stabala. Prosječni postotak stabala sa značajnom osutosti krošanja iznosio je 37,1 %, a tijekom promatranog razdoblja kretao se u rasponu od 5,6 % do 69,0 %. Prosječni postotak stabala s jakom osutosti krošanja stabala obične jele iznosio je 2,9 %, a kretao se u rasponu od 0 % do 12,6 %.



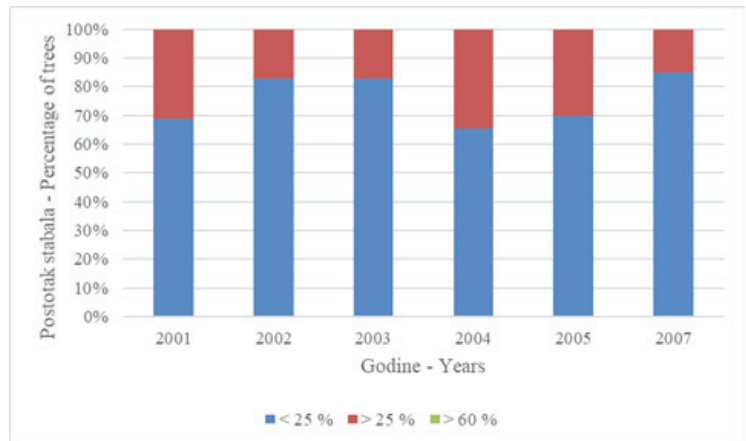
Slika 2. Godišnji postotak stabala obične bukve po stupnjevima osutosti krošanja

Figure 2. Annual percentage of European beech trees by classes of crown defoliation

Postotak stabala s malom osutosti krošanja stabala obične bukve prikazan na slici 2 kretao se u rasponu od 75,2 % do 98,6 %. Prosječni postotak stabala obične bukve koji je imao malu osutost krošanja iznosio je 87,7 % stabala. Prosječni postotak stabala sa značajnom osutosti krošanja iznosio je 11,3 %, a bio je u rasponu od samo 1,4 % do 24,5 % stabala. Od 1993. do 2016. godine prosječni postotak stabala s jakom osutosti krošanja iznosio je 1,2 % i bio je u rasponu od 0 % do 4,6 %.

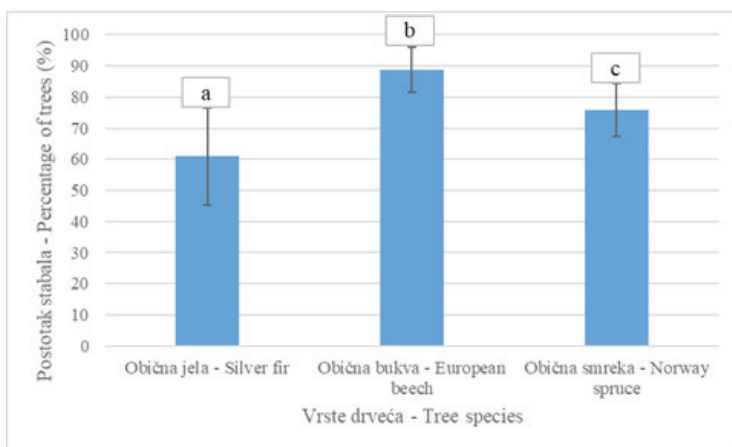
Slika 3. Godišnji postotak stabala obične smreke po stupnjevima osutosti krošanja

Figure 3. Annual percentage of Norway spruce trees by classes of crown defoliation



Postotak stabala obične smreke s malom osutosti krošanja prikazan na slici 3, kretao se u rasponu od 65,5 % do 84,8 %. Tijekom promatranog razdoblja na području UŠP-a Gospić najveći postotak stabala obične smreke imao je malu osutost krošanja, u prosjeku 75,8 % stabala

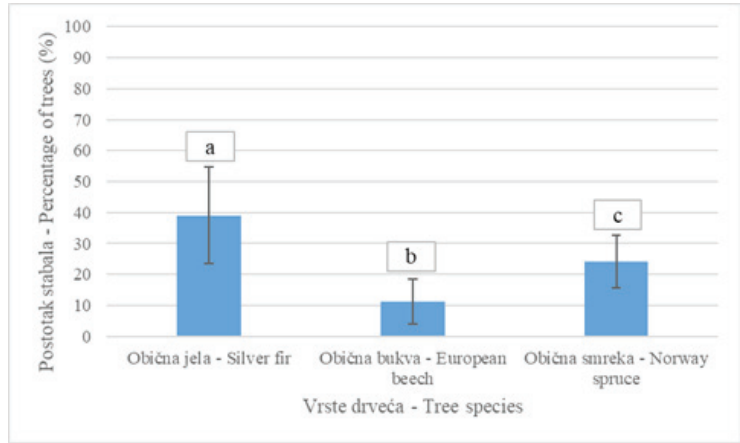
Značajnu osutost krošanja je prosječno imalo 24,2 % stabala obične smreke. Postotak stabala obične smreke sa značajnom osutosti krošanja bio je u rasponu od 15,2 % do 34,5 %. Kod promatranih stabala obične smreke nije evidentirano nijedno stablo s jakom osutosti krošanja.



Slika 4. Usporedba prosječnog postotka stabala obične jele, obične bukve i smreke s malom osutosti krošanja (< 25 %)

Figure 4. Comparison of the average percentage of Silver fir, European beech and Norway spruce trees with slightly crown defoliation (< 25 %)

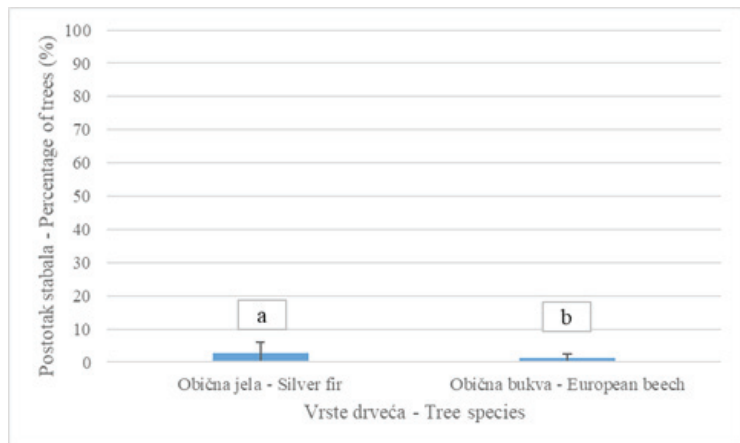
U stupnju male osutosti krošanja (< 25 %) najveći je bio prosječni postotak stabala obične bukve, a najmanji obične jele (slika 4). Utvrđena je statistički značajna razlika u prosječnom postotku stabala obične jele, obične smreke i obične bukve u stupnju male osutosti krošanja ($p=0,000$).



Slika 5. Usporedba prosječnog postotka stabala obične jele, obične bukve i smreke sa značajnom osutosti krošanja (> 25 %)

Figure 5. Comparison of the average percentage of Silver fir, European beech and Norway spruce trees with moderately crown defoliation (> 25 %)

U stupnju značajne osutosti krošanja (> 25 %) najveći je bio prosječni postotak stabala obične jele, a najmanji obične bukve (slika 5). Utvrđena je statistički značajna razlika u prosječnom postotku stabala obične jele, obične bukve i obične smreke sa značajnom osutosti krošanja ($p=0,000$). S obzirom na to da je obična jela vrsta uske ekološke valencije (Prpić i Seletković 2001), a obična bukva vrsta široke ekološke valencije (Seletković i dr. 2003).



Slika 6. Usporedba prosječnog postotka stabala obične jele i obične bukve s jakom osutosti krošanja (> 60 %)

Figure 6. Comparison of the average percentage of Silver fir and European beech trees with severely crown defoliation (> 60 %)

Najveći prosječni postotak stabala u stupnju jake osutosti krošanja imala je obična jela, zatim obična bukva, dok kod obične smreke nije evidentirano nijedno stablo s osutošću krošanja većom od 60 % (slika 6). Ove razlike su i statistički značajne ($p=0,000$).

S obzirom na to da je tijekom višegodišnjeg motrenja stanja oštećenosti šumskih ekosustava obična jela, prema izvještajima ICP Forest programa za Republiku Hrvatsku, najoštećenija vrsta šumskog drveća. Isto tako, osutost obične jele, obične bukve i obične smreke na području UŠP-a Gospić manja je u odnosu na stanje na području cijele Republike Hrvatske (Potočić i dr. 2016). Dugoročni monitoring stanja krošanja šumskog drveća omogućuje nam bolje razumijevanje uzroka osutosti, kao i posljedica takvih promjena u šumskom ekosustavu. Naime, s povećanjem osutosti krošanja dolazi i do povećanog mortaliteta stabala (Dobbertin i Brang 2001). Prema hrvatskoj zakonskoj legislativi, pravne osobe koje gospodare šumom su svake godine obvezne stabla s osutosti krošanja od 81 do 100 % posjeći u sklopu sanitarne sječe zbog ekonomskih i ekoloških razloga. Odumrla stabla (100 % osutost krošnje) predstavljaju i potencijalni gorivi materijal za požar u šumi. Prema Tikvić i dr. (2008), na području Dinarida zahvaćenim odumiranjem stabala obične jele postotak sanitarnih sječa kretao se od 0,4 % do čak 183,6 %, a u prosjeku je iznosio 37,4 % od planiranog etata. Iznosi sanitarnih sječa mogu biti višestruko veći od planiranih iznosa sječa odnosno planiranog etata (Pousette i Hawkins 2006), a sve s ciljem omogućavanja sanacije područja zahvaćenog poremećajima odnosno odumiranjem stabala.

Intenzivnim odumiranjem stabala obične jele stvaraju se veće ili manje progale u šumskim sastojinama u kojima se mijenja i mikroklima (Ugarković i dr. 2018). Prema Vajdi (1974), šumske sastojine s progalama su ugrožene od požara, zbog veće mogućnosti razvoja korovske vegetacije kao potencijalnog gorivog materijala za požar. Isto tako u sastojinama zahvaćenim odumiranjem stabala treba redovito provoditi sanitarnu sječu. Sanitarnim sječama uklanjamo suha odumrla stabla iz šumskih sastojina i na taj način smanjujemo gorivi materijal za nastanak šumskih požara (Lindenmayer i dr. 2008. Važnost šumsko-uzgojnih mjera u zaštiti šuma od požara naglašavaju Vajda (1974) i Bobinac (2015), a one imaju zadaću da spriječe sam postanak šumskih požara. Prema podacima o osutosti krošanja na bioindikacijskim i osnovnim ploham je bilo relativno dobro zdravstveno stanje istraživanih

vrsta šumskog drveća, te je i s te strane mala opasnost od nastanka šumskog požara jer nema velike količine suhih stabala kao potencijalnog gorivog materijala za požar.

ZAKLJUČAK

Conclusions

Na području Uprave šuma Podružnice Gospić postotak stabala obične jele sa značajnom i jakom osutosti krošanja bio je u porastu, ali taj trend nije bio statistički značajan u razdoblju od 1993. do 2016. godine. U istom promatranom razdoblju postotak stabala obične bukve sa značajnom i jakom osutosti krošanja bio je u statistički značajnom porastu. Najveći prosječni postotak stabala obične jele, obične bukve i obične smreke imao je malu osutost krošanja, manju od 25 %. Najveći prosječni postotak stabala male osutosti imala je obična bukva, dok je najveći prosječni postotak stabala značajne i jake osutosti imala obična jela. Stanje krošanja stabala analiziranih vrsta šumskog drveća na istraživanom području je dobro s obzirom na to da je najveći prosječni postotak stabala imao malu osutost krošanja. S obzirom na stupnjeve i indekse opasnosti od požara, na bioindikacijskim i osnovnim ploham opasnost od požara uglavnom je mala. Na samo dvije plohe je procijenjena umjerena opasnost od požara.

LITERATURA

References

1. Barčić, D., Došlić, A., Rosavec, R.V & M. Ančić, 2020: *Klasifikacija i ponašanje šumskih požara u protupožarnoj zaštiti. Vatrogastvo i upravljanje požarima, Vol 10, No 1-2, p. 25-45.*
2. Bobinac, M, 2015: *Značaj šumsko-uzgojnih mjera u zaštiti šuma od požara u Deliblatskoj peščari (R. Srbija). Vatrogastvo i upravljanje požarima, Vol 5, No 1, p. 32-56.*
3. Dobbertin, M & P. Brang, 2001: *Crown defoliation improves tree mortality models. Forest Ecology and Management, Vol 141, p. 271-284.*
4. Eichhorn, J., Roskams, P., Potočić, N., Timmermann, V., Ferretti, M., Mues, V., Szepesi, A., Durrant, D., Seletković, I., Schröck, H. W., Nevalainen, S., Bussotti, F., Garcia, P & S. Wulff, 2016: *Part IV: Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents, Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, p. 54. Eberswalde*
5. Ferretti, M., Nicolas, M., Bacaro, G., Brunialti, G., Calderisi, M., Croisé, L., Frati, L., Lanier, M., Maccherini, S.,

- Santi, E & E. Ulrich, 2014: Plot-scale modelling to detect size, extent, and correlates of changes in tree defoliation in French high forests. *Forest Ecology and Management*, Vol 311, p. 56–69.
6. Franklin, J. F., Shugart, H.H & M.E. Harmon, 1987: Tree death as an ecological process. *BioScience* Vol 37, No 8, p. 550-556.
 7. Goldammer, J. G. 1991: Tropical wildland fires and global changes: Prehistoric evidence, present fire regimes, and future trends. In: J.S. Levine (ed.) *Global biomass burning*. The MIT Press, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, p. 83-91.
 8. Gruber, F, 1994: Morphology of coniferous trees: Possible effects of soil acidification on the morphology of Norway spruce and silver fir, In: Godbold, D. L., Hüttermann, A. (eds.), *Effects of acid rain on forest processes*, Wiley-Liss, New York, p. 265-324.
 9. Kuuluvainen, T, 2002: Natural variability of forests as a reference for restoring and managing biological diversity in boreal Fennoscandia. *Silva Fennica*, Vol 36, p. 97-125.
 10. Lindenmayer D.B., P.J. Burton, J.F. Franklin, 2008: *Salvage logging and its ecological consequences*. Island Press, p. 227. Washington, USA
 11. Ozolinčius, R & V. Stakėnas, 1996: Tree crown defoliation: influencing factors. *Baltic Forestry*, Vol 2, No 1, p. 48-55.
 12. Pollastrini, M., Feducci, M., Bonal, D., Fotelli, M., Gessler, A., Grossiord, C., Guyot, V., Jactel, H., Nguyen, D., Radoglou, K & F. Bussotti, 2016. Physiological significance of forest tree defoliation: Results from a survey in a mixed forest in Tuscany (central Italy). *Forest Ecology and Management*, Vol 361, p. 170–178.
 13. Potočić, N & I. Seletković, 2011: Osutost šumskog drveća u Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2009. godine. *Šumarski list*, Vol 135, No 13, p. 149-158.
 14. Potočić, N., Seletković, I., Jakovljević, T., Marjanović, H., Indir, K., Medak, J., Lacković, N., Ognjenović, M & A. Laslo, 2016: Oštećenost šumskih ekosustava Republike Hrvatske. *Izvešće za 2016. godinu*. Hrvatski šumarski institut, p. 82.
 15. Pousette, J & C. Hawkins, 2006: An assessment of critical assumptions supporting the timber supply modelling for mountain-pine-beetle-induced allowable annual cut uplift in the Prince George Timber Supply Area. *Journal of Ecosystems & Management*, Vol 7, p. 93-104.
 16. *Pravilnik o zaštiti šuma od požara (2014)*, Official Gazette of the Republic of Croatia. NN 33/14.

17. Prpić, B & Z. Seletković, 2001: Ekološka konstitucija obične jele, In: B. Prpić (ed.) Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, p. 255-268.
18. Seletković, Z., Tikvić, I & B. Prpić, 2003: Ekološka konstitucija obične bukve, In: S. Matić (ed.) Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, p. 155-163.
19. StatSoft, Inc. 2003. STATISTICA for Windows. Tulsa: StatSoft, Inc.
20. Španjol, Ž, 1996: Biološko-ekološke i vegetacijske posljedice požara u borovim sastojinama i njihova obnova. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. 360 p.
21. Tikvić, I., Seletković, Z & I. Anić, 1995: Propadanje šuma kao pokazatelj promjene ekoloških uvjeta u atmosferi. Šumarski list, Vol 11-12, p. 361-371.
22. Tikvić, I., Seletković, Z., Ugarković, D & Z. Balta, 2006: Procjena propadanja šuma hrasta lužnjaka na temelju indeksa odumiranja stabala. Glasnik za šumske pokuse, Posebno izdanje, Vol 5, p. 117-127.
23. Tikvić, I., Seletković, Z., Ugarković, D., Posavec, S & Ž. Španjol, 2008: Dieback of Silver fir (*Abies alba* Mill.) on Northern Velebit (Croatia). Periodicum Biologorum, Vol 110, No 2, p. 137-143.
24. Ugarković, D., Tikvić, I., Seletković, Z., Oršanić, M., Seletković, I & N. Potočić, 2010: Dieback of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Gorski kotar in correlation with precipitation and temperature. Glasnik za šumske pokuse, Vol 43, p. 19-36.
25. Ugarković, D & I. Tikvić, 2011: Variation of climate in the region of Gorski kotar, Glasnik za šumske pokuse, Vol 44, p. 55-64.
26. Ugarković, D., I. Tikvić, K. Popić, J. Malnar & I. Stankić, 2018: Microclimate and natural regeneration of forest gaps as a consequence of silver fir (*Abies alba* Mill.) dieback, Šumarski list, No 5-6, p. 235-245.
27. Vajda, Z, 1974: Nauka o zaštiti šuma. Školska knjiga, p. 482. Zagreb
28. Wolf-Crowther, M., Mozes, C & R. Laczko, 2011: Forestry in the EU and the world: a statistical portrait. Eurostat, p. 107. Luxembourg.

Primljeno: 11. lipnja 2021. godine

Received: June 11, 2021

Prihvaćeno: 28. lipnja 2021. godine

Accepted: June 28, 2021