

Sanacija šume alepskoga bora (*Pinus halepensis* Mill.) nakon šumskog požara

Šupe, Lucija

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:948111>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-23**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM

LUCIJA ŠUPE

SANACIJA ŠUME ALEPSKOGA BORA (*Pinus Halepensis* Mill.)
NAKON ŠUMSKOG POŽARA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2020.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK

SANACIJA ŠUME ALEPSKOGA BORA (*Pinus Halepensis* Mill.)
NAKON ŠUMSKOG POŽARA

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnom gospodarenjem

Predmet: Uzgajanje šuma II

Ispitno povjerenstvo:

1. Akademik prof. dr. sc. Igor Anić

2. Doc. dr. sc. Stjepan Mikac

3. Izv. prof. dr. sc. Damir Barčić

Student: Lucija Šupe

JMBAG: 0068223654

Broj indeksa: 1008/18

Datum odobrenja teme: 17. travnja 2020.

Datum predaje rada: 14. srpnja 2020.

Datum obrane rada: 25. rujna 2020.

Zagreb, srpanj 2020.

Zahvaljujem se mentoru, Akademiku Igoru Aniću, na pomoći prilikom odabira teme i izrade diplomskog rada te na ustupanju opreme i literature.

Hvala djelatnicima šumarije Šibenik na prijedlogu područja istraživanja, zajedničkom terenskom obilasku požarišta te ustupljenim podacima iz Osnove gospodarenja.

Također veliko hvala mojim studentskim prijateljima i prijateljicama, posebno onima iz studentskog doma, što su sa mnom dijelili studentske brige i sreću i sve nezaboravne trenutke, bez njih ovaj put kroz studentske dane ne bi bio ovako lagodan i zabavan.

Najviše se zahvaljujem mojoj obitelji, posebno braći, ocu Jošku i majci Višnji na pruženoj bezuvjetnoj ljubavi, potpori i povjerenju. Moram zahvaliti i teti Dunji na mnogobrojnim nedjeljnim ručkovima i na velikoj pomoći tijekom života u Zagrebu.

Zadnja, ali ne manje važna zahvala ide mom kolegi i dečku Marku koji mi je pomogao u terenskoj izmjeri za potrebe ovog rada, bio tu kroz sve uspone i padove tijekom studiranja i prolazio zajedno sa mnom sve ispite i cijelonoćna učenja.

Veliko hvala svima!

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Sanacija šume alepskoga bora (<i>Pinus halepensis</i> Mill.) nakon šumskog požara
Title	Post-fire restoration of Aleppo pine (<i>Pinus halepensis</i> Mill.) forest
Autor	Lucija Šupe
Adresa autora	Branitelja domovinskog rata 2h, Šibenik
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Akademik prof. dr. sc. Igor Anić
Izradu rada pomogao	-
Godina objave	2020.
Obujam	26 stranice, 19 navoda literature, 5 tablica, 1 grafički prikaz, 8 slika
Ključne riječi	Alepski bor (<i>Pinus halepensis</i> Mill.), šumski požar, sanacija šume nakon požara
Key words	Aleppo pine (<i>Pinus halepensis</i> Mill.), forest fire, post-fire forest restoration
Sažetak	Najveće štete u šumskim ekosustavima u Hrvatskoj, posebice na području krša, nastaju upravo od šumskih požara koji predstavljaju snažan ekološki destabilizator prirodne ravnoteže, prekidaju silvidinamiku i degradiraju šumsko stanište. Godinu 2017. obilježili su katastrofalni požari na području kojim gospodare Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, Uprava šuma podružnica Split. Jedan od mnogobrojnih požara izbio je i na području šumarije Šibenik, Gospodarske jedinice Trtar, koja je područje istraživanja ovog rada. U radu je analizirana struktura sastojine alepskoga bora koja nije bila zahvaćena požarom. Na dvije opožarene lokacije, od kojih je jedna u državnom vlasništvu, a druga u privatnom, utvrđena je struktura prirodnog pomlatka nakon požara. Požarište u državnom vlasništvu sanirano je 2018. godine i pokazuje značajno bolje rezultate prirodne obnove alepskog bora i pratećih vrsta nakon požara u odnosu na požarište u privatnom vlasništvu, u kojem nakon požara nisu provedeni šumsko-uzgojni radovi sanacije. Sanitarna sječa predstavlja otvaranje pristupa izgorjeloj šumskoj površini sječom i uklanjanjem preostalih stabala i grmlja nakon požara. Prilikom sanacije izgorjenih sastojina potrebno je pronaći što efikasniju metodu kako bi se stanište i tlo očuvalo od daljnje degradacije te se u budućnosti razvile što stabilnije sastojine. Na opožarenim površinama šuma se može obnoviti prirodno, umjetno ili kombinacijom dvaju načina. Alepski bor kao pionirska vrsta pridonosi progresivnom sukcesivnom razvoju šuma prema prijelaznim i konačnim razvojnim stadijima.

„Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam koristio/la drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

Lucija Šupe

U Zagrebu, 25. rujna 2020.

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	3
2.1.	GEOGRAFSKI POLOŽAJ	3
2.2.	GEOLOŠKA PODLOGA I TLO	4
2.3.	KLIMA	4
2.4.	VEGETACIJA	4
2.5.	OPIS STANIŠTA I SASTOJINA PODRUČJA ISTRAŽIVANJA	7
3.	CILJEVI ISTRAŽIVANJA	9
4.	MATERIJALI I METODE RADA	10
4.1.	RAD NA TERENU	10
4.2.	OBRADA PODATAKA	11
5.	REZULTATI ISTRAŽIVANJA	14
5.1.	PLOHA 1	14
5.2.	PLOHA 2	17
5.3.	PLOHA 3	19
6.	RASPRAVA	22
7.	ZAKLJUČAK	24
	LITERATURA	25

1. UVOD

Prema Španjolu (1996), najveće štete u šumskim ekosustavima u Hrvatskoj, posebice na području krša, nastaju upravo od šumskih požara. Oni mogu prouzročiti dugoročne, vrlo teške ekološke i društveno-ekonomske štete, puno veće od onih nastalih zbog izgorjele drvene tvari.

Prema opasnosti za nastanak šumskih požara, većina je dalmatinskih šuma u I. (vrlo velika opasnost) ili II. stupnju (velika opasnost) za nastanak šumskih požara. Po florističkom sastavu radi se o veoma zapaljivoj i ekstremno zapaljivoj vegetaciji (Bertović i Lovrić, 1987.).

Šumski su požari snažan ekološki destabilizator prirodne ravnoteže u šumskim ekosustavima Mediterana. Najveću štetu čine u našem priobalnom području i na otocima (Rosavec i sur., 2013.) Osim požara, na razvoj šuma negativno utječe i smanjenje ulaganja u šume, kao posljedica smanjenja naknade za općekorisne funkcije šuma, prenamjena šuma te smanjen interes za njihovu problematiku.

Gospodarena šuma je otpornija na šumski požar, bolje ispunjava gospodarske i općekorisne funkcije, posebice zaštitu od erozije i bujica, osigurava povoljnu mikroklimu urbanih, turističkih i poljoprivrednih površina, pitku vodu, čisti zrak, ima estetski i blagotvorni zdravstveni učinak te je poželjnija turistička destinacija (Anić, 2018.).

Požar prekida silvidinamiku i degradira šumsko stanište. Dugoročno je štetan za tlo, osobito u pogledu povećanja rizika od vodne i eolske erozije i neracionalnog izlaganja hranjiva ubrzanom iznosu iz tla. Visoke temperature koje se razvijaju prilikom požara (do 200 °C) dovode do izgaranja organske tvari, zakiseljavanja tla i ispiranja hranjiva iz tla. Ekstremne uvjete mogu preživjeti samo duboko zakorijenjene biljke, biljke visoke izbojne snage ili vrste čije se sjeme rasijava zagrijavanjem i otvaranjem češera uslijed visokih temperatura.

Uslijed pojave požara, najvažnije je požar što prije otkriti i ugasiti, a opožarenu površinu što prije privesti svrsi. Godinu 2017. obilježili su katastrofalni požari na području kojim gospodari Uprava šuma podružnica Split, Javnog poduzeća Hrvatske šume d.o.o. Zagreb. Tijekom 2017. godine na tom je području izbilo 220 požara u kojima je izgorjelo 34.508,73 ha šuma i šumskog zemljišta koji su načinili štetu od 779,5 milijuna kuna (konferencija Jutarnjeg lista, 2017.)

Uzgojnim zahvatima obnove šume na opožarenom zemljištu prethodi snimanje cjelokupnog stanja i izrada šumsko-uzgojnog plana obnove šume. Šumsko-uzgojni plan bi trebao sadržavati analize staništa, sastojine, šumsko-uzgojnu kartu izgorjelog zemljišta, skicu područja obnove, detaljan opis potrebnih uzgojnih zahvata te navedene posebnosti koje mogu utjecati na izbor zahvata (Anić, 2018.).

Proces pripreme staništa za obnovu šume uključuje otvaranje pristupa izgorjeloj površini te uklanjanje izgorjelog drveća. Neki autori preporučuju izgorjela stabla oboriti te odvojiti grane od debla, prema transportnim mogućnostima te interesu tržišta izraditi ogrjevno i celuložno drvo, a nakon toga preostala stabla i grane usitniti na licu mjesta motornom pilom, kako bi što bolje prijanjali uz tlo. Izgorjela drvena biomasa može se i strojno usitniti te transportirati na dalju uporabu kao drvena sječka (Dubravac i sur., 2006.).

Na opožarenim površinama šuma se može obnoviti prirodno, umjetno ili kombinacijom dvaju načina. Prirodna obnova je najpoželjnija i najjeftinija metoda obnove šuma nakon požara. S obzirom na degradaciju terena uslijed požara te na ekstremne uvjete, najprikladnije vrste drveća za obnovu požarišta su pionirske vrste, široke ekološke valencije. Kod prirodne obnove šuma nakon požara treba iskoristiti prirodni pomladak svih vrsta drveća te poticati mješovitost šumskih sastojina gdje god se to može. Umjetna obnova podrazumijeva sjetvu sjemena ili sadnju sadnica prikladnih vrsta drveća. Nakon obnove neizostavna je njega šuma koja se mora kontinuirano provoditi od najranijih razvojnih stadija (Anić, 2018.).

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

2.1. GEOGRAFSKI POLOŽAJ

Istraživanje je obavljeno na području Gospodarske jedinice Trtar koja se nalazi na području Uprave šuma Podružnice Split, šumarije Šibenik. Na jugozapadnom dijelu granica gospodarske jedinice prostire se od uvale Vrulja cestom do Šibenika te dalje cestom preko Danilo Birnja do Perkovića na istočnom dijelu. Istočna granica ide cestom od Perkovića do Sitna Gornjeg. Sjeveroistočna granica ide granicom katastarskih općina (granica šumarija Drniš i Šibenik) do granice s Nacionalnim parkom Krka i do mosta na rijeci Krki. Sjeverozapadna granica ide od mosta kod Skradina rijekom Krkom do uvale Vrulja.

Ukupna površina gospodarske jedinice Trtar iznosi 7139,50 ha. Prosječna nadmorska visina je između 150 i 360 metara, a cijelo se područje nalazi između 0 i 542 metra nadmorske visine (uređajni zapisnik Gospodarske jedinice Trtar za razdoblje od 2009. do 2018. godine).



Slika 1. Satelitska snimka područja istraživanja. Žuta strelica: odsjek 7b; zelena strelica: odsjek 6a; crvena strelica: privatno nesanirano požarište (izvor: Google Maps)

2.2. GEOLOŠKA PODLOGA I TLO

Prema osnovnoj geološkoj karti mjerila 1:100000 sekcije Šibenik, na području Gospodarske jedinice Trtar dominiraju vapnenci, konglomerati, lapori te se izmjenjuju vapnenci i dolomiti. Na temelju genetsko-morfoloških, fizikalnih i kemijskih svojstava istraživnog područja može se zaključiti kako su zastupljena vrlo plitka (do 15 cm) i plitka (15 – 35 cm) tla na vapnencima i konglomeratima te srednje duboka tla do dubine od 70 cm na područjima pod laporovitim supstratima i koluvijalnim nanosima. Osnovna karakteristika zemljišnog pokrivača na kršu je ekstremno izražena prostorna varijabilnost (uređajni zapisnik gospodarske jedinice Trtar za razdoblje od 2009. do 2018. godine)

2.3. KLIMA

Prema Langovoj i Köppenovoj klasifikaciji klime, područje istraživanja pripada mediteranskoj semiaridnoj klimi. Srednja godišnja temperatura zraka iznosi 15,1 °C, s amplitudom od 17,9 °C. Najtopliji je mjesec srpanj, sa srednjakom od 24,5 °C, a najhladniji siječanj sa srednjakom 6,6 °C. Srednja godišnja količina oborina iznosi 808 mm, a godišnja relativna vlažnost zraka iznosi 58%. Dominantni vjetrovi su bura, koja puše iz SI kvadranta, jugo, koje puše iz JI kvadranta te maestral iz SZ kvadranta (uređajni zapisnik gospodarske jedinice Trtar za razdoblje od 2009. do 2018. godine).

2.4. VEGETACIJA

Područje koje zauzima gospodarska jedinica Trtar proteže se na istok i jug od rijeka Krke i Čikole te prolazi paralelno šibenskim zaljevom u samom zaleđu grada Šibenika. Reljef je blago valovit, s nadmorskim visinama do 542 metra. Zbog malih apsolutnih i relativnih nadmorskih visina cijeli biljni pokrov pripada mediteransko-litoralnom vegetacijskom pojasu i to submediteranskoj vegetacijskoj zoni (Trinajstić, 1986.).

Gusta naseljenost i plitkoća zemljišta uzrok su degradacije prvotne šumske vegetacije, a kao krajnji degradacijski stadij razvili su se kamenjarski pašnjaci. Osnovno zanimanje stanovništva bio je uzgoj ovaca i koza koje su pašom podržavale kamenjarski pašnjak kao vrlo stabilni trajni degradacijski stadij.

Zabranom ispaše koza, napuštanjem uzgoja većih stada ovaca, depopulacijom te prijelazom na električnu struju i plin, cijelo je područje prepušteno prirodnom zarašćivanju elementima šumske vegetacije u posljednjih 50 – 60 godina. Vegetacijska karta Hrvatske iz razdoblja 1965. – 1968. prikazuje kako su velike površine kamenjarskih pašnjaka preuzeli dračici, kao prvi stadij progresivne sukcesije vegetacije, a postupno se u njih useljavao bjelograbić (*Carpinus orientalis*). S obzirom na navedenu progresiju skoro sve površine pripadaju asocijaciji *Querco-Carpinetum orientalis*.

U Gospodarskoj jedinici Trtar zastupljene su sljedeće biljne zajednice:

1. *As. Querco-Carpinetum orientalis* H-ić. 1939., šuma hrasta medunca i bijelog graba
2. *As. Ostryo-Quercetum pubescentis* Trinajstić 1974., šuma medunca i crnog graba
3. *As. Koelerio-Festucetum illyricae* Trinajstić 1992., pašnjak ilirske vlasulje s lukovičastom smilicom
4. *As. Stipo-Salvietum officinalis* H-ić 1956, 1958., kamenjara ljekovite kadulje i kovilja

Tablica 1. Prikaz površina biljnih zajednica u Gospodarskoj jedinici Trtar

Biljna zajednica	Površina	
	ha	%
Šuma hrasta medunca i bijelog graba	4077,80	57,92
Pašnjak ilirske vlasulje s lukovičastom smilicom	2144,91	30,47
Kamenjare ljekovite kadulje i kovilja	757,95	10,77
Šume medunca i crnog graba	59,80	0,85
Ukupno	7040,46	100

Iako je biljna zajednica hrasta medunca i bijelog graba površinom najzastupljenija, svi odsjeci u kojima je provedena izmjera pripadaju asocijaciji *Koelerio-Festucetum illyricae* Trinajstić 1992., pašnjaku ilirske vlasulje s lukovičastom smilicom. To je najznačajnija

zajednica vegetacije kamenjarskih pašnjaka submediteranskog dijela Hrvatskog primorja. Područje Gospodarske jedinice Trtar nalazi se u optimalnom području razvoja navedene pašnjačke zajednice. Pašnjak ilirske vlasulje s lukovičastom smilicom razvija se na ravnim ili blago nagnutim terenima s razmjerno finim crvenkastosmeđim skeletoidnim tlom, na površini na kojoj nalazimo sitno lomljeno kamenje, najčešće veličine šljunka. Taj sloj sprječava površinsku eroziju, a gusta tratina, građena od trava, dobro povezuje čestice tla. To je tipičan pašnjak za ispašu ovaca pa se uz kontinuiranu ispašu održava kao vrlo stabilan trajni stadij. U uvjetima slabe paše, na pašnjak pridolaze drvenaste vrste, u prvom redu crni jasen (*Fraxinus ornus*) i šmrika (*Juniperus oxycedrus*). Time počinje prva faza progresivne sukcesije (uredajni zapisnik gospodarske jedinice Trtar za razdoblje od 2009. do 2018. godine).

U flornom sastavu zastupljen je velik broj vrsta, a za njeno prepoznavanje značajna je prvenstveno travnata vegetacija: *Chrysopogon gryllus*, *Festuca illyrica*, *Festuca valesciaca*, *Koeleria splendens*, *Bromus erectus*, *Dactylis hispanica* (uredajni zapisnik gospodarske jedinice Trtar za razdoblje od 2009. do 2018. godine).

Oba odsjeka u kojima je izvršena izmjera pripadaju uredajnom razredu alepskog bora. Alepski je bor pod imenom *Pinus halepensis* opisao Philip Miller 1768. godine u Londonu na temelju uzgojenih biljaka podrijetlom iz grada Alepa na Bliskom istoku. Međutim, atribut „halepensis“ potpuno je nelogičan, s obzirom na to da je alepski bor prirodno rasprostranjen na zapadnom Mediteranu. Alepski je bor u hrvatskom Sredozemlju široko rasprostranjen, od Istre na sjeverozapadu do Prevlake na jugoistoku (Trinajstić i sur., 2011.).

S obzirom na ekološke uvjete mogu se razlikovati tri područja njegova uspijevanja. U sjevernohrvatskom primorju, gdje se uzgaja u šumskim kulturama, no sjeme se dalje ne širi pa nema prirodnog pomlatka. U srednjojadranskom primorju prvotno podignute šumske kulture postupno naplođuju slobodne površine pa se bor i spontano širi. U toplijem, srednjodalmatinskom otočju i južnodalmatinskom dijelu bor zauzima sve površine, sam se od prirode širi i pokazuje sva obilježja autohtone vrste. Na zaštićenim položajima, u podstojnoj se etaži razvija crnika, a na izrazito suhim i toplim položajima javlja se gluhačuša ili primorska somina (Trinajstić i sur., 2011.).

Alepski bor najrašireniji je bor našeg Sredozemlja. Jednodomna je, anemofilna vrsta. Prirodno dolazi na dalmatinskim otocima južno od Krapnja te obalom južnije od Splita. S obzirom na to da se koristi kao pionirska vrsta koja priprema tlo za trajnu bjelogoricu, ponajprije

hrast crniku, alepski je bor pošumljavanjem planiranih i opožarenih površina rasprostranjen po čitavom hrvatskom Sredozemlju (Prpić i sur., 2011.).

Alepski je bor izrazit heliofit i kserofit. Podnosi visoke temperature, a smatra se pirofitom jer se dobro obnavlja poslije požara. Uspijeva na svim geološkim podlogama i na svim vrstama tala. Otpalim iglicama vrlo uspješno poboljšava tlo. Životni mu je vijek oko 200 godina. Sjemenom rađa svake godine i sjeme u češeru zadrži klijavost 3 – 4 godine (Prpić i sur., 2011.).

Kada dođe do požara sastojine alepskog bora koja već rađa sjemenom, češeri se pod utjecajem topline otvaraju, a ovisno o količini češera i njihovoj dobi, opožarena površina bude obično gusto zasijana sjemenom. Za nekoliko godina imamo gusto pomlađenu površinu alepskog bora (Prpić i sur., 2011.).

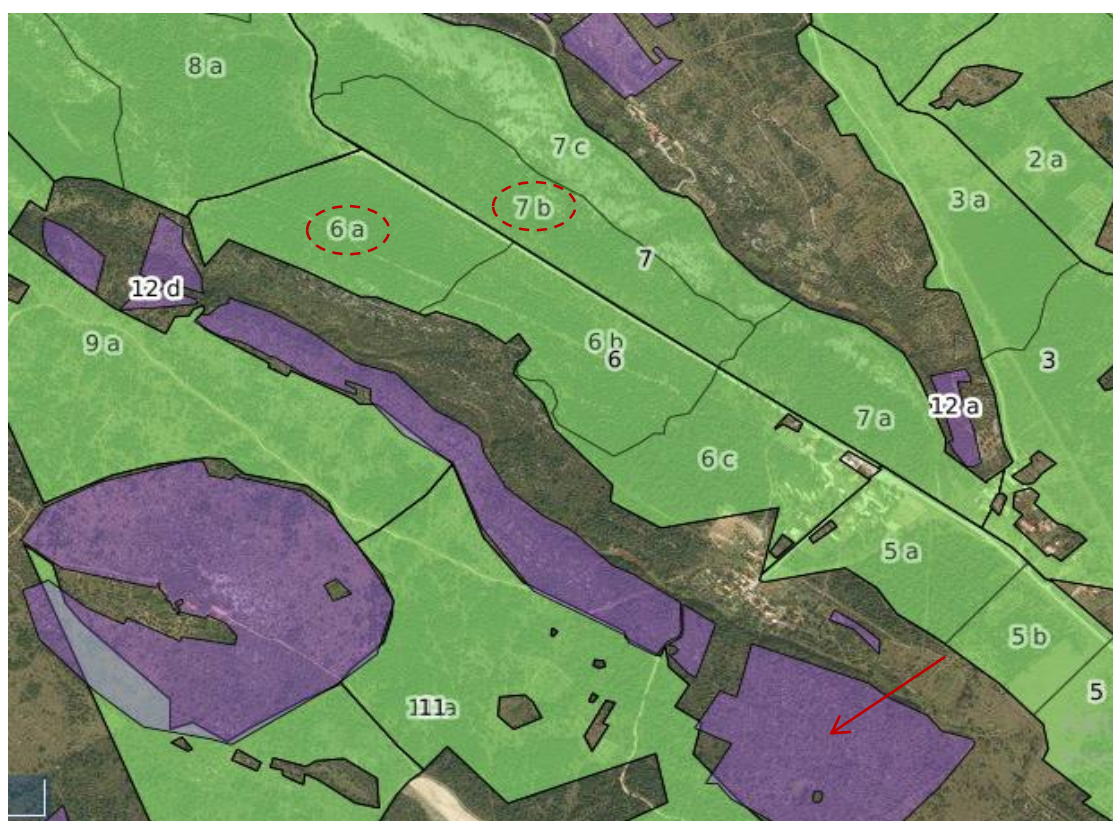


Slika 2. Alepski bor (izvor: <https://moj-otok.com/wp/blog/alepski-bor/>)

2.5. OPIS STANIŠTA I SASTOJINA PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

Odsjeci 6a i 7b, u kojima je izvršena izmjera, pripadaju uređajnom razredu alepskog bora. U odsjeku 6a požar se zbio 2017. godine uslijed čega je izgorjela šuma na području cijelog

odsjeka. Struktura izgorjele sastojeine u odsjeku 6a prije požara bila je gotovo istovjetna onoj u odsjeku 7b. Uvidom u obrazac O-2 osnove gospodarenja (za razdoblje 2009.–2018. god.) doznajemo da je odsjek 7b ukupne površine 12,43 ha, trenutne starosti 27 godina, nepotpunog sklopa, na III–IV bonitetu. Odsjek 7b nalazi se na nadmorskoj visini između 105 i 150 m, na nagibu 0–5° i zauzima SZ ekspoziciju. Obrast sastojeine iznosio je 0,7, a sklop je nepotpun. Sastojina se nalazi na smeđem tlu na vapnencima i dolomitima.



Slika 3. Gospodarska jedinica Trtar s pripadajućim odjelima i odsjecima (izvor: www.javni-podaci.hr/sume.hr)

3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

1. Totalnom klupažom i obračunom broja stabala, temeljnice i volumena po vrstama drveća, etažama i debljinskim stupnjevima, u sastojini koja nije zahvaćena požarom, utvrditi stanje strukture sastojine prije požara.
2. Izmjerom i klasiranjem pomlatka po vrstama drveća i visinskim klasama na opožarenim i saniranim površinama utvrditi potencijal prirodne obnove nakon požara.
3. Usporediti pojavu pomlatka na saniranoj opožarenoj površini (državno vlasništvo) i nesaniranoj opožarenoj površini (privatno vlasništvo) te utvrditi utjecaj sanacije izgorjele površine na prirodnu obnovu.

4. MATERIJALI I METODE RADA

Istraživanje je provedeno u sastojini alepskog bora te na opožarenim površinama u privatnom i državnom vlasništvu. Sastojina alepskog bora nalazi se u odsjeku 7b, gdje je postavljena prva ploha. Druga je ploha postavljena u odsjeku 6a, a treća u privatnoj šumi (crvena strelica na slici 3).

4.1. RAD NA TERENU

Izmjera na terenu izvršena je sastojini alepskog bora 22. svibnja 2020. te na opožarenim površinama 2. lipnja 2020. Za iskolčenje ploha korišteni su kompasi, Vertex IV i trasirke, kojima su obilježeni vrhovi ploha. Za izmjeru opsega korištena je mjerna vrpca, za obilježavanje izmjerenih stabala kreda, a za izmjeru pomlatka trasirka, prema čijim se crveno-bijelim oznakama visine 50 cm pomladak klasirao u visinske klase po 25 cm.

Prva ploha postavljena je u odsjeku 7b, u sastojini alepskog bora koja nije bila zahvaćena požarom. Dimenzije plohe su 50x50 m (0,25 ha). Unutar plohe napravljena je totalna klupaža svih stabala po vrstama drveća i etažama, prema biološko-gospodarskoj klasifikaciji. Izmjereni su svi opsezi.

Izmjeren je uzorak visina na 30 stabala alepskoga bora. Također je Vertex-om, uz totalnu visinu, izmjerena i visina do prve grane. Pomoću izmjerenih visina izrađene su visinske krivulje i tarife za alepski bor.

Druga je ploha postavljena južno od prve, u odsjeku 6a, gdje je istovjetna sastojina kao i u odsjeku 7b, 2017. godine zahvaćena požarom. Totalnom klupažom u odsjeku 7b dobili smo uvid u strukturu sastojine u odsjeku 6a prije požara. Nakon požara, 2018. godine, provedena je sanacija na ukupnoj površini od 4 ha (podaci iz popisa provedenih šumsko-uzgojnih radova i radova zaštite iz uređajnog zapisnika G. j. Trtar za razdoblje 2009. – 2018. god.)

U odsjeku 6a iskolčena je ploha 50 x 50 m (0,25 ha). Struktura pomlatka je utvrđena na 4 pruge površine 2x50 m (0,01 ha), dakle sveukupno na 0,04 ha. Na plohama je izbrojen pomladak po vrstama drveća te klasiran u visinske klase širine 25 cm.

Treća je ploha postavljena na isti način kao i ploha 2, na opožarenu površinu u privatnom vlasništvu te je na isti način utvrđena struktura pomlatka. Na trećoj plohi nije provedena sanacija nakon požara.

4.2. OBRADA PODATAKA

Svi podaci prikupljeni na terenu obrađeni su u programu Microsoft Excel 2016. Iz opsega su izračunati prsni promjeri, koji su potom grupirani po debljinskim stupnjevima širine 2 cm. Ploha 1 totalno je klupirana te su za svaku vrstu drveća izračunati broj stabala, temeljnica i volumen po vrstama drveća i debljinskim stupnjevima.

Za izračun temeljnice koristila se niže prikazana formula, gdje $d_{1,30}$ označava prsni promjer stabla, N broj stabala pojedine vrste drveća u debljinskom stupnju, a G je oznaka za temeljnicu. Temeljnica se iskazuje u m^2 po jedinici površine (ha).

$$G = \left(\frac{d_{1,30}^2 \times \pi}{40000} \right) \times N$$

Za izjednačavanje vrijednosti visina (h) za svaki debljinski stupanj, koristila se Mihajlovljeva funkcija. Parametri b_0 i b_1 procijenjeni su metodom najmanjih kvadrata, e je baza prirodnog logaritma, a $d_{1,30}$ prsni promjer stabla.

$$h_{izj} = b_0 \times e^{\frac{-b_1}{d_{1,30}}} + 1,30$$

Lokalne tarife za alepski bor izračunate su pomoću Schumacher-Hallove formule u kojoj v označava volumen pojedinog debljinskog stupnja, a, b i c su parametri funkcije, h visina pojedinog debljinskog stupnja, a f redukcijski koeficijent.

$$v = a d^b h^c f$$

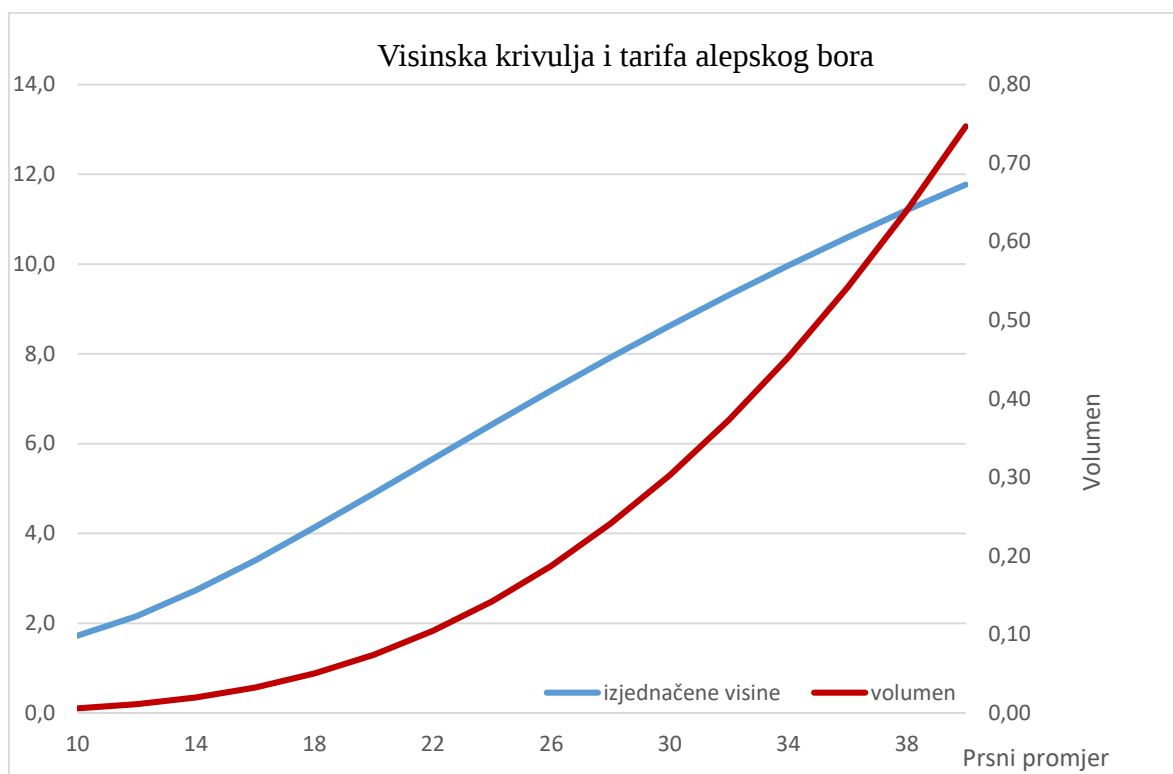
$$v = 0,00005223 * d^{2,085} * h^{0,793} * 1,008749$$

Ukupni volumen (V) svih stabala pojedinog debljinskog stupnja dobije se množenjem volumena pojedinog debljinskog stupnja (v) i broja stabala (N) koji se nalaze u tom debljinskom stupnju.

Volumen za ostale vrste izračunat je također pomoću tarife za alepski bor.

Tablica 2. Tarifa za alepski bor

d(cm)	h(m)	V(m³)
10	1,72	0,01
12	2,16	0,02
14	2,73	0,03
16	3,40	0,04
18	4,13	0,07
20	4,89	0,09
22	5,66	0,13
24	6,43	0,17
26	7,18	0,22
28	7,92	0,28
30	8,63	0,35
32	9,31	0,42
34	9,97	0,51
36	10,60	0,60
38	11,20	0,70
40	11,77	0,81



Grafikon 1. Visinska krivulja i tarifa alepskog bora

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5.1. PLOHA 1

Na plohi 1 raste šumska kultura alepskog bora. Osnovana je umjetnom obnovom, sadnjom sadnica, nakon požara koji je tu površinu poharao prije 30-tak godina. Danas je to mlada sastojina, u dobi od 27 godina.

Na plohi 1 zabilježena su većinom stabla alepskog bora u dominantnoj (A) i nuzgrednoj (B) etaži. Od ostalih vrsta drveća zabilježeni su crni jasen (*Fraxinus ornus*), čempres (*Cupressus sempervirens*) i šmrika (*Juniperus oxycedrus*) te tršlja (*Pistacia lentiscus*) i primorska somina (*Juniperus phoenicea*), no ispod taksacijske granice.



Slika 4. Sastojina alepskog bora u odsjeku 7b u kojem je postavljena ploha 1

(foto: Lucija Šupe)

Travnata je vegetacija jako zastupljena. Sastojina alepskog bora je nepotpunog sklopa. U dijelu odsjeka obavljeno je orezivanje donjih grana, kao jedna od preventivnih mjera zaštite od požara. Mjestimice su prisutna starija stabla. Verteksom je izmjerena visina do prve grane kako bi se iskazala krošnjatost na plohi 1. Krošnjatost, tj. razvijenost krošnje u odnosu na ukupnu visinu stabla iznosi 82%.

U tablici 3. prikazana je struktura plohe 1 po vrstama drveća i debljinskim stupnjevima širine 2 cm. Prikazani su broj stabala, temeljnica i volumen po vrstama drveća i etažama (A, B, C). Na cijeloj plohi uočen je samo jedan sušac alepskog bora, koji prema biološko-gospodarskoj klasifikaciji, svrstavamo u D etažu.

Na plohi 1 zabilježena su ukupno 303 stabla, od kojih je 136 u dominantnoj (A) etaži, 90 u nuzgrednoj (B) etaži i 77 u podstojnoj (C) etaži. Alepski bor zastupljen je u potpunosti u dominantnoj i nuzgrednoj etaži, dok su u podstojnoj etaži zabilježena svega 4 stabla alepskog bora.

Izmjera je izvršena na površini od 0,25 ha, iz čega proizlazi da prosječan broj stabala po hektaru iznosi 1212. Ukupna temeljnica iznosi 18,59 m², odnosno 74,37 m²/ha. Drvna zaliha iznosi 20,29 m³, od čega na glavni dio sastojine (A i B etaža) otpada 19,25 m³ (94,87 %), a na pomoćni dio sastojine 1,04 m³ (5,13%). Drvna zaliha po hektaru iznosi 81,15 m³/ha.

Tablica 3. Ploha 1: Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, etažama, broju stabala, temeljnici i drvnom volumenu.

Vrsta drveća	Debljinski razred	A			B			C			Ukupno		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
Alepski bor	10	0	0,00	0,00	7	0,24	0,07	0	0,00	0,00	7	0,24	0,07
	12	3	0,03	0,05	29	1,77	0,50	3	0,03	0,05	35	1,84	0,60
	14	14	0,22	0,40	21	2,08	0,60	1	0,02	0,03	36	2,32	1,02
	16	21	0,42	0,94	24	3,62	1,07	-	-	-	45	4,05	2,01
	18	36	0,92	2,40	9	1,97	0,60	-	-	-	45	2,88	3,00
	20	17	0,53	1,61	-	-	-	-	-	-	17	0,53	1,61
	22	10	0,38	1,30	-	-	-	-	-	-	10	0,38	1,30
	24	10	0,45	1,73	-	-	-	-	-	-	10	0,45	1,73
	26	8	0,42	1,78	-	-	-	-	-	-	8	0,42	1,78
	28	7	0,43	1,96	-	-	-	-	-	-	7	0,43	1,96
	30	7	0,49	2,43	-	-	-	-	-	-	7	0,49	2,43
	32	0	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00
	34	1	0,09	0,51	-	-	-	-	-	-	1	0,09	0,51
	36	1	0,10	0,60	-	-	-	-	-	-	1	0,10	0,60
	38	1	0,11	0,70	-	-	-	-	-	-	1	0,11	0,70
	Σ	136	4,61	16,41	90	9,69	2,84	4	0,05	0,08	230	14,35	19,32
Crni jasen	10	-	-	-	-	-	-	20	1,57	0,20	20	1,57	0,20
	12	-	-	-	-	-	-	1	0,14	0,02	1	0,14	0,02
	14	-	-	-	-	-	-	2	0,43	0,06	2	0,43	0,06
	16	-	-	-	-	-	-	1	0,32	0,04	1	0,32	0,04
	Σ	-	-	-	-	-	-	24	2,46	0,31	24	2,46	0,31
Čempres	10	-	-	-	-	-	-	16	0,55	0,16	16	0,55	0,16
	12	-	-	-	-	-	-	8	0,49	0,14	8	0,49	0,14
	14	-	-	-	-	-	-	6	0,60	0,17	6	0,60	0,17
	Σ	-	-	-	-	-	-	30	1,64	0,46	30	1,64	0,46
Šmrika	10	-	-	-	-	-	-	19	0,15	0,19	19	0,15	0,19
	Σ	-	-	-	-	-	-	19	0,15	0,19	19	0,15	0,19
Ukupno		136	4,61	16,41	90	9,69	2,84	77	4,29	1,04	303	18,59	20,29
Ukupno po ha		544	18,43	65,62	360	38,76	11,35	308	17,17	4,18	1212	74,37	81,15

5.2. PLOHA 2

Ploha 2 postavljena je južno od plohe 1, u odsjeku 6a. Godine 2017. šumski požar je zahvatio cijelo područje odsjeka. Nakon požara obavljena je sanacija. Izgorjela stabla i grmlje su posječeni i izvezeni, a šumski ostatak je složen na hrpe u obliku pruga.



Slika 5. Izgled sastojine danas. Šumski ostatak složen je u pruge, a površina je prepuštena prirodnom pomlađivanju (foto: Lucija Šupe)

Sastojina se nakon požara prirodno obnavlja, poglavito zbog pirofitskih osobina alepskog bora, a struktura pomlatka po vrstama i visinskim klasama prikazana je u tablici 4. S obzirom na to da je utvrđivanje strukture pomlatka na terenu napravljeno na 4 pruge površine 2x50 m (100 m²), podaci četiriju ploha su zbrojeni i prikazani zajedno po visinskim klasama i vrstama drveća te ukupno po plohi (0,04 ha) i po hektaru. Na plohi je utvrđen pomladak

alepskog bora (*Pinus halepensis*) te crnog jasena (*Fraxinus ornus*), rašeljke (*Prunus mahaleb*), smrdljike (*Pistacia terebinthus*) i primorske trušljike (*Frangula rupestris*). Bjelogorica se obnovila iz sjemena, ali i iz panja.

Tablica 4. Struktura pomlatka utvrđenog na plohi 2

Visinska klasa (cm)	Alepsi bor	Smrdljika	Crni jasen	Rašeljka
Ponik	12	-	-	-
0-25	162	3	-	2
26-50	192	11	-	2
51-75	61	16	-	2
76-100	13	7	1	1
101-125	1	3	3	1
126-150	-	2	1	-
151-175	-	1	1	-
176-200	-	1	-	-
Σ	441	44	6	8
Ukupno po ha	11025	1100	150	200



Slika 6. Pomladak alepskog bora na plohi 2 nastao prirodnom obnovom nakon požara
(foto: Lucija Šupe)

5.3. PLOHA 3

Ploha 3 postavljena je u šumi u privatnom vlasništvu, gdje nakon požara nisu provedeni radovi sanacije. Izgorena stojeća i dubeća stabla još prevladavaju na cijeloj površini. Ipak, utvrđen je pomladak koji je klasiran u visinske klase i prikazan u tablici 5. Također, kao i na plohi 2, grupirani su podaci prikupljeni na četirima plohama, površine 2x50 m. Podaci su prikazani zasebno za svaku vrstu drveća te ukupno po plohi (0,04 ha) i po hektaru za pojedinu vrstu drveća. Na plohi je utvrđen pomladak alepskog bora (*Pinus halepensis*) te crnog jasena (*Fraxinus ornus*), rašeljke (*Prunus mahaleb*), smrdljike (*Pistacia terebinthus*), primorske trušljike (*Frangula rupestris*) te hrasta medunca (*Quercus pubescens*).



Slika 7. Izgorena stojeća stabla i rijedak pomladak alepskog bora (foto: Lucija Šupe)



Slika 8. Izgled privatne šume nakon požara (foto: Igor Anić)

Tablica 5. Struktura pomlatka utvrđenog na plohi 3

Visinska klasa (cm)	Alepsi bor	Smrdljika	Crni jasen	Rašeljka	Hrast medunac
Ponik	4	-	-	8	-
0-25	39	-	-	5	-
26-50	32	6	-	-	1
51-75	8	12	-	-	6
76-100	1	-	-	1	12
101-125	-	3	1	1	3
126-150	-	-	2	6	-
151-175	-	-	1	-	-
176-200	-	-	-	-	-
Σ	84	21	4	21	22
Ukupno po ha	2100	525	100	525	550

6. RASPRAVA

Sastojina alepskog bora na plohi 1 dobro se razvija. Alepski bor kao pionirska vrsta pridonosi progresivnom sukcesivnom razvoju šuma prema prijelaznim i konačnim razvojnim stadijima. S obzirom na to da je sastojina alepskog bora u 27. godini, stabla budućnosti već su zauzela poziciju u dominantnoj i nuzgrednoj etaži pa ih je lako uočiti. Šumsko-uzgojnim radovima prorjede u narednom bi se razdoblju moglo pomoći podstojnoj etaži, prvenstveno crnom jasenu i čempresu, u svrhu postizanja ekološki stabilnije sastojine. U suprotnom je za očekivati kako će borovi zagušiti mlada stabla crnog jasena i čempresa. Također je u svrhu preventivne zaštite od požara preporučljivo rezanje donjih grana.

Kada bi se prorjeda obavila danas, onda bi njezin intenzitet u 27-godišnjoj sastojini iznosio 37% (prema Matiću 1989, $I = 1/n \times 100$), odnosno 30 m³/ha. Njegovom sastojine prorjedom pomogao bi se razvoj najkvalitetnijih stabala alepskoga bora, kumuliranje prirasta na istima, razvoj sastojinske strukture, vitalitet i otpornost sastojine na nepovoljne abiotske i biotske čimbenike. Istodobno, počeo bi se ostvarivati prethodni prihod.

Usporedbom brojnosti prirodnog pomlatka na opožarenim površinama, na kojima je provedena sanacija (odsjek 6a), u odnosu na brojnost prirodnog pomlatka na nesaniranoj privatnoj opožarenoj površini, vidljivo je veća brojnost pomlatka na površini na kojoj su provedeni šumsko-uzgojni postupci sanacije nakon požara. Brojnost pomlatka alepskog bora u odsjeku 6a iznosi 11025 kom/ha, dok na privatnoj, nesaniranoj površini iznosi 2100 kom/ha.

Alepski je bor, kao pionirska vrsta, dominantan u sastojini, uz primjesu ostalih vrsta. Obnova je alepskog bora na saniranom požarištu bila brza i s velikim brojem biljaka po hektaru. Nakon obnove neizostavna je njega šuma koja se mora provoditi od najranijih stadija razvoja.

Prema Španjolu (1996) proučavanje šumskih požara u mnogim zemljama pokazuje da pozornost treba obratiti svekolikim uvjetima sanacije nakon požara (klimatski, pedološki, vegetacijski). Sanacijske mjere obavljaju se u skladu s vrstom vegetacijskog pokrova (degradacijski stupanj, mogućnost samoobnove i oštećenosti vegetacije) i tla (količina tla, podložnost erodiranosti i erodiranost tla, Dubravac i sur., 2015.).

Prilikom sanacije izgorjenih sastojina potrebno je pronaći što efikasniju metodu kako bi se stanište i tlo očuvalo od daljnje degradacije te se u budućnosti razvile što stabilnije sastojine. Svaki se požar razlikuje jedan od drugoga, a time i izbor metoda sanacije i obnove sastojina.

Izbor metode kojom će se izvršiti sanacija ovisi o nizu biološko-ekoloških i gospodarskih čimbenika. Bitno je provoditi radove njege u prirodnim sastojinama i kulturama kako bi se smanjila opasnost od požara. U tu se svrhu provode radovi njege čišćenjem i prorjedama, orezivanje grana, održavanje šumskog reda, čišćenje prosjeka te gradnja šumskih protupožarnih prometnica.

Sanitarna sječa predstavlja otvaranje pristupa izgorjeloj šumskoj površini sječom i uklanjanjem preostalih stabala i grmlja nakon požara. Nova se vegetacija može razviti iz preostalih panjeva (izbojci, izdanci), preostalog sjemenja na plohi i prirodnim naseljavanjem sjemenja okolnih biljaka koje okružuju opožarenu površinu (anemohorija, zoohorija). Vlaga i uvjeti mikroklima, u kojima će se posječeni materijal tada naći, pridonijet će bržem razvoju mikroorganizama, njihovoj razgradnji te bržoj humifikaciji. Sječa suvišnih stabala mora biti pri zemlji, tako da ne ostane panj s postranim živim granama koje ponovo stvaraju nepoželjnu gorivu masu. Također je bitno pri sječi uočiti eventualna zdrava stabla te im dati priliku za razvoj (Bašić, 2019.)

Prvi korak u zaštiti tla od požara je uklanjanje i usitnjavanje preostale drvene mase te njeno rasprostiranje po cijeloj površini da bi se spriječilo isušivanje i vodna ili eolska erozija. Na izgorjelom zemljištu šuma se obnavlja prirodno, umjetno ili kombinacijom dvaju načina (Anić, 2018.).

7. ZAKLJUČAK

Potrebno je podignuti svijest stanovništva o važnosti mediteranskih šuma te provoditi edukaciju o zaštiti od požara. Stanovništvo treba potaknuti na održavanje poljoprivrednih površina. Što se tiče šumarske struke, preventivne mjere zaštite od požara uključuju radove njege čišćenjem i prorjedama, orezivanje donjih grana, održavanje šumskog reda, čišćenje prosjeka te gradnja šumskih protupožarnih prometnica.

Nakon šumskog požara potrebna je što brža sanacija opožarenog terena koja podrazumijeva sječu izgorjele vegetacije te obnovu područja prirodnim, umjetnim ili kombiniranim načinom. Ako se radovi sanacije ne obave na vrijeme može doći do erozije tla te daljnje degradacije šume prema makiji ili šikari.

Prilikom sanacije izgorjenih sastojina treba se pronaći što efikasnija metoda sanacije staništa i očuvanja tla od degradacije kako bi se u budućnosti razvile što stabilnije sastojine. Sastojine je potrebno prevoditi u oblike otpornije na požare. Pri tome bi se trebalo težiti uzgoju mješovitih sastojina s listačama koje odgovaraju sastojini po svojim biološko-ekološkim značajkama.

S obzirom na cijenu sanacije i obnove šuma nakon požara, šumarije na Mediteranu ne mogu financirati navedene zahvate, prvenstveno zbog smanjenja naknade za općekorisne funkcije šuma, što negativno utječe na razvoj šuma i šumarstva.

Gospodarenje šumama na Mediteranu trebalo bi više biti u skladu s ostalim čimbenicima tog područja te imati turistički, zaštitni i ekološki karakter jer šumarstvo na ovim prostorima financijski trpi gubitke zbog nemogućnosti pravodobnog iskorištavanja općekorisnih funkcija šuma.

LITERATURA

1. Anić, I., 2018: Uzgajanje šuma u prevenciji šumskih požara i sanaciji požarišta. U: N. Holcinger (ur.), Zbornik radova, VII. Konferencija Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Zagreb, str. 146-153.
2. Bašić, A., 2019: Šumskouzgojni plan obnove šume nakon požara u submediteranskom području Dalmacije. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, završni rad, Zagreb, str.18.
3. Dubravac, T., Vrbeć, B., Lalić, Z., 2006: Prirodna obnova sastojina alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) nakon požara. Radovi, izv. izd., str. 37-50.
4. Dubravac, T., Hrvoj, B., Oradini, A., 2015: Brošura o obnovi vegetacije i staništa. Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko.
5. Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, Uprava šuma podružnica Split: Zaštita šuma od požara- PP prezentacija, Velika konferencija Jutarnjeg lista, Požari u Hrvatskoj: prevencija i obrana, Zagreb, 2017.
6. Hrvatske šume d.o.o. Zagreb: Uredajni zapisnik za gospodarsku jedinicu Trtar, 2009. – 2018.
7. Prpić, B., Tikvić, I. Idžojić, M., Seletković, Z., 2011: Ekološka konstitucija značajnih vrsta drveća i grmlja. U: S. Matić (ur.), Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 254.
8. Rosavec, R., Španjol, Ž., Barčić, D., 2013: Ugroženost vegetacije požarima u mediteranskom dijelu Hrvatske. U: I. Anić, F. Tomić, S. Matić (ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa Šumarstvo i poljoprivreda hrvatskog Sredozemlja na pragu Europske unije, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 57-64.
9. Španjol, Ž., 1996: Biološko-ekološke i vegetacijske posljedice požara u borovim sastojinama i njihova obnova. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
10. Trinajstić, I., 1986: Fitogeografsko raščlanjenje šumske vegetacije istočnojadranskog sredozemnog područja – polazna osnovica u organizaciji gospodarenja mediteranskim šumama. Glasnik za šumske pokuse, pos. izd., 2: 53–67.

11. Trinajstić, I., Franjić, J., Idžojtić, M., Škvorc, Ž., 2011: Taksonomska problematika i rasprostranjenost glavnih vrsta drveća. U: S. Matic (ur.), Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 165.-166.