

Šumskouzgojna analiza borovih sastojina na Đurđevačkim peskima

Matočec, Romana

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:108:562179>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

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



ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

**ŠUMSKOUZGOJNA ANALIZA BOROVIH SASSTOJINA NA
ĐURĐEVAČKIM PESKIMA**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovrim gospodarenjem

Predmet: Uzgajanje šuma II

Ispitno povjerenstvo: 1. Akademik Igor Anić

2. Doc. dr. sc. Stjepan Mikac

3. Doc. dr. sc. Damir Ugarković

Student: Romana Matočec

JMBAG: 0068226399

Broj indeksa: 961/18

Datum odobrenja teme: 17. 4. 2020.

Datum predaje rada: 5. 8. 2020.

Datum obrane rada: 11. 9. 2020.

ZAGREB, rujun, 2020.

Zahvaljujem mentoru Akademiku Igoru Aniću na pomoći prilikom odabira teme ovog rada, te na uputama i pomoći prilikom same izrade.

Zahvaljujem se i djelatnicima Šumarije Đurđevac koji su bili od velike pomoći prilikom izmjere, a također su bili i na raspolaganju svojim znanjem, iskustvom i savjetima.

Zahvaljujem se i svojim kolegicama i kolegama na pomoći i potpori tijekom studija.

I na kraju posebnu zahvalnost dugujem mojoj obitelji, mami Nevenki i tati Vladimiru i bratu Marku, koju su mi uvijek bili potpora, te su mi svojom žrtvom i odricanjem pružili mogućnost visokog obrazovanja.

Romana Matočec

Dokumentacijska kartica

Naslov	Šumskouzgnojna analiza borovih sastojina na Đurđevačkim peskima
Title	Silvicultural analysis of pine stands in the Đurđevački peski area
Autor	Romana Matočec
Adresa autora	Ulica Eugena Tomića, 30, Podravske Sesvete
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Akademik Igor Anić
Izradu rada pomogao	Branko Aurer, dipl. ing. šum.
Godina objave	2020.
Obujam	32 stranice, 14 navoda literature, 9 tablica, 8 grafikona, 6 slika
Ključne riječi	Borove sastojine, Đurđevački peski, obični bor (<i>Pinus sylvestris</i> L.), crni bor (<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold)
Keyword	Pine stands, Đurđevački peski, Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.), Black pine (<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold)
Sažetak	Područje istraživanja se nalazi u šumariji Đurđevac, koja pripada Upravi šuma Podružnica Koprivnica. Za istraživanje su postavljene dvije plohe u Gospodarskoj jedinici Đurđevački peski. Prva ploha se nalazi u odsjeku 4i (stara šumska sastojina običnog bora), dok se druga ploha nalazi u odsjeku 3b (mlada šumska sastojina običnog i crnog bora). Ciljevi ovog rada bili su: ustanoviti strukturu stare šumske sastojine običnog bora i mlade šumske sastojine običnog i crnog bora, analizirati sadašnje stanje strukture sastojina, predložiti uzgojne postupke u tim sastojinama. Na temelju provedenih terenskih istraživanja i obrade podataka došli smo do slijedećih zaključaka. Pokusne plohe su bile postavljene u dvije sastojine. Na prvoj pokusnoj plohi raste stara šumska kultura običnog bora na kojoj pridolaze i druge vrste (ploha 1, odsjek 4i). Druga pokusna ploha je postavljena u mladoj šumskoj kulturi običnog i crnog bora (ploha 2, odsjek 3b). U strukturi sastojine na plohi 1 dominiraju obični bor i hrast lužnjak, a u sastojini na plohi 2 obični i crni bor. Na navedenim dominantnim vrstama je nagomilana većina volumena i temeljnice. Dominantne vrste tvore proizvodni dio sastojine dok manji dio njih se nalazi i u pomoćnom dijelu sastojine. U pomoćnom dijelu plohe 1 nalaze se obični grab, bagrem i trepetljika koji štite tlo od nepovoljnih utjecaja atmosferilija, a u pomoćnom dijelu plohe 2 se nalazi bagrem i nešto stabala običnog i crnog bora. Na pokusnoj plohi 1 utvrđeno je 5 stabala običnog bora, 4 stabla hrasta lužnjaka, 10 stabala običnog graba, 5 stabla bagrema i 2 stabla trepetljike odnosno 80 stabala običnog bora po hektaru, 64 stabla hrasta lužnjaka po hektaru, 160 stabala običnog graba po hektaru, 80 stabala bagrema po hektaru i 32 stabla trepetljike po hektaru, a ukupno 416 stabala po hektaru. U proizvodnom dijelu sastojine je zabilježeno 160

	stabala po hektaru, a u pomoćnom dijelu 256 stabala po hektaru. Na pokusnoj plohi 2 utvrđeno je 30 stabla običnog bora (480 stabala po hektaru), 62 stabla crnog bora (992 stabla po hektaru) i 7 stabla bagrema (112 stabla po hektaru), ukupno 1584 stabla po hektaru. U proizvodnom dijelu sastojine je zabilježeno 82 stabla (1312 po hektaru), a u pomoćnom dijelu je zabilježeno 17 stabala (272 stabla po hektaru). Na pokusnoj plohi 1 utvrđen je ukupni volumen od 21,88 m³, odnosno 350,08 m³/ha. Od ukupnog volumena 18,50 m³ (295,92 m³/ha) je zabilježeno u proizvodnom dijelu, a 3,39 m³ (54,16 m³/ha) je zabilježeno u pomoćnom dijelu sastojine. U proizvodnom dijelu sastojine su stara stabla običnog bora i 2 stabla hrasta lužnjaka, dok u pomoćnom dijelu dominira obični grab, zatim bagrem i 2 stabla trepetljike. Na pokusnoj plohi 2 je utvrđen ukupni volumen od 14,55 m³, odnosno 232,86 m³/ha. Od toga je u proizvodnom dijelu zabilježeno 14,13 m³ (226,12 m³/ha), a u pomoćnom dijelu je zabilježeno 0,421 m³ (6,73 m³/ha). Na plohi 1 treba pristupiti obnovi sastojine. Postupak treba obaviti na malim površinama, kombinirajući prirodno i umjetno pomlađivanje, uz pomoć oplodnih sječa (naplodni i/ili dovršni sijek) te uz korištenje svih vrsta drveća koje se pojavljuju kao podrast. Na plohi 2 potrebno je provesti njegu prorjedom. Teoretski intenzitet prorjede iznosi 29,41%, a volumen prorjede 4,28 m³ (68,49 m³/ha).
--	---

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

Romana Matočec

U Zagrebu, 8. 9. 2020.

SADRŽAJ

UVOD	1
CILJ ISTRAŽIVANJA	3
MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA	4
Područje istraživanja.....	4
Geografski položaj	4
Značajke klime	5
Tlo	7
Fitocenološke značajke	7
Prikupljanje podataka	9
Obrada podataka	10
REZULTATI ISTRAŽIVANJA	16
Struktura stare sastojine.....	16
Struktura mlade sastojine prije prorjede	20
Struktura doznačenog volumena	22
Struktura mlade sastojine nakon prorjede	23
RASPRAVA.....	26
ZAKLJUČCI	29

UVOD

Đurđevački Peski, ili kako ih je narod ovog kraja nazvao „Krvavi peski“, „Hrvatska Sahara“, „živi pijesak“, nalaze se u sjevernom dijelu Hrvatske. Prema Šavoru (1974), ovako je Pijeske opisao Gjurašin 1902. godine: „Prostiru se usporedno s desnom obalom rijeke Drave. Idući od Virja prema Đurđevcu vidimo brežuljke jasno žute boje, na kojima ćemo jedva zamijetiti trag vegetacije. Ti brežuljci nemaju stalnog oblika, vjetrovi ih mijenjaju. Veliki su dijelovi pijesaka posve goli, bez ikakvog traga vegetacije, dok se opet na drugim mjestima, osobito zaklonjenim od vjetra naselilo nešto bilja. Ovo bilje ne čini gotovo nigdje neprekinuti pokrov, ono je rijetko posijano da se skoro svagdje kroza nj vidi pijesak.“ Danas je to područje gotovo u potpunosti pokriveno šumskom vegetacijom, pa je teško zamisliti pejzaž koji je Gjurašin opisao, a koji je dominirao u nedavnoj prošlosti, prije nešto više od 100 godina.

Zbog blizine naselja i stanovništva, te nemogućnosti bavljenja poljoprivredom na nekim mjestima, ljudi su morali nešto poduzeti kako bi se sprječilo daljnje širenje pijesaka. Prvi radovi na pošumljavanju su započeli 1891. godine kada je Mirko pl. Halper Sigetski, u svrhu unapređenja poljoprivrede u Hrvatskoj, u Đurđevcu osnovao loznjak. U svrhu zaštite loznjaka, a kasnije vinograda, podignut je vjetrobran pošumljavanjem sadnicama crnog i običnog bora. Sistematski radovi na pošumljavanju Đurđevačkih pijesaka su obavljani u četiri faze: skarpiranje (uravnjavanje tla), smirivanje pijesaka, sađenje bagrema, zamjena bagrema borom. Ravnanje terena je bilo od velike važnosti, jer je to onemogućavalo prenošenje i vrtloženje pijeska. Smirivanje pijesaka se obavljalo mehaničkim i biološkim načinom. Mehanički način smirivanja pijesaka je bio kosim ukopavanjem grana zečjaka, brijesta, hrasta, borovice i crne johe u jarke. Biološkim načinom kretanje pijesaka se sprječavalo sjetvom trava. Trava vlasulja bradica (*Festuca vaginata*) se ovdje pokazala kao odlično rješenje. Zbog svog gusto razvijenog korijenovog sustava ova trava dobro veže pijesak i brzo se busa te na taj način stvara povoljne uvjete za apsorpciju vlage. Nakon provedene prve dvije faze pristupilo se sadnji šumskih sadnica. Osnovna vrsta je bio bagrem, a samo na iznimnim površinama su sađeni crni bor i obični bor. U posljednjoj fazi dolazi do zamjene bagrema običnim i crnim borom. Osim bagrema, običnog bora i crnog bora sađene su smreka, jablan i pajasen, ali s vrlo malo uspjeha. Danas je još moguće pronaći ostatke trnovca (*Gleditchia triacanthos*) koji je sađen u živicu zbog sprječavanja upada stoke.

Šumarstvo je znanost, struka i umijeće gospodarenja i očuvanja šumskih ekosustava za trajnu dobrobit čovjeka, društva, okoliša i gospodarstva. Pošumljavanje pijesaka je stvarno bilo

umijeće, jer se iz ogoljelih pijesaka stvorilo područje koje je danas gotovo u potpunosti prekriveno šumskom vegetacijom. Smirivanjem i pošumljavanjem pijesaka omogućen je život okolnom stanovništvu. Danas su zastupljene i druge vrste, pa osim bagrema, običnog i crnog bora tu rastu hrast lužnjak, divlja trešnja, crna joha, obični grab, klen, vrba iva, američki borovac. Najzastupljenije su borove sastojine.

Dugotrajan proces smirivanja i pošumljavanja pijesaka, te mukotrpan rad ljudi treba biti poticaj za očuvanje i osiguranje budućnosti šuma Đurđevačkih pijesaka temeljeno na višenamjenskom potrajnom gospodarenju.

U ovom radu su analizirane stara sastojina običnog bora i mlada sastojina običnog i crnog bora. Obje su nastale pošumljavanjem. U staroj se sastojini na temelju šumskouzgojne analize zaključuje o potrebi uzgojnih radova obnove kojom bi se obavila pretvorba sastojinskog oblika. U mladoj sastojini se na temelju šumskouzgojne analize predlažu odgovarajući zahvati njege prorjedom.

CILJ ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog istraživanja su:

1. ustanoviti strukturu stare šumske sastojine običnog bora i mlade šumske sastojine običnog i crnog bora,
2. analizirati sadašnje stanje strukture sastojina,
3. predložiti uzgojnepostupke u tim sastojinama.

MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Područje istraživanja

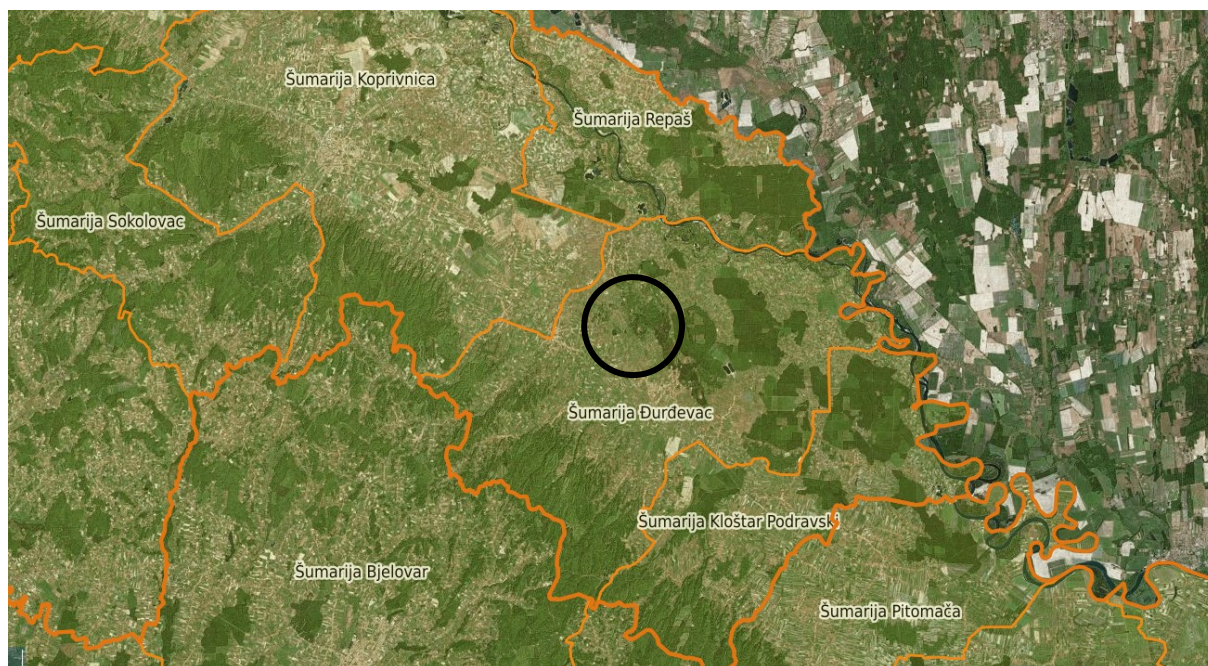
Geografski položaj

Područje istraživanja se nalazi u šumariji Đurđevac, koja pripada Upravi šuma Podružnica Koprivnica. Uprava šuma Podružnica Koprivnica je najsjevernija podružnica Hrvatskih šuma. Područje kojim gospodari Uprava šuma Podružnica Koprivnica se prostire od granice sa Slovenijom na zapadu pa sve do granice s Mađarskom na istoku. Na južnoj strani graniči s Upravom šuma Podružnicom Bjelovar, a na jugozapadnoj strani graniči s Upravom šuma Podružnicom Zagreb.

Za istraživanje su postavljene dvije plohe u Gospodarskoj jedinici Đurđevački peski. Prva ploha se nalazi u odsjeku 4i (stara šumska sastojina običnog bora), dok se druga ploha nalazi u odsjeku 3b (mlada šumska sastojina običnog i crnog bora). Gospodarska jedinica Đurđevački peski se nalazi u nizinskom dijelu Podravine, u blizini rijeke Drave. Gospodarska jedinica Đurđevački peski se nalazi u okviru Koprivničko-križevačke županije, na području grada Đurđevca, općine Molve i općine Virje.



Slika 1. Područje Uprave šuma Podružnica Koprivnica (izvor: <http://javni-podaci.hrsume.hr/>)



Slika 2. Područje Šumarije Đurđevac (izvor: <http://javni-podaci.hrsume.hr/>) s naznačenim položajem G. j. Đurđevački peski

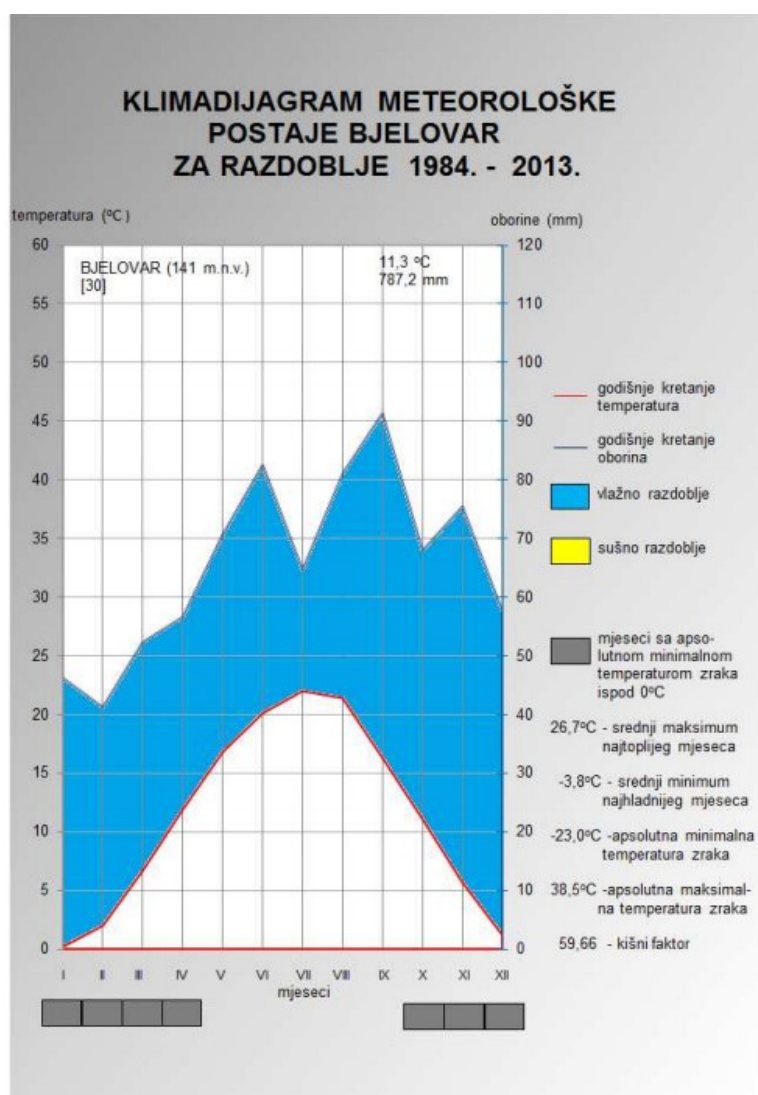
Značajke klime

Za opis klime Gospodarske jedinice Đurđevački peski korišteni su podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda, meteorološke postaje Bjelovar. Prema Köppenu to područje nosi oznaku *Cfwbx''*. Oznaka *C* označava toplu i umjereno kišnu klimu, oznaka *f* znači da su oborine podjednako raspoređene tokom čitave godine, dok manje količine padnu u hladnom dijelu godine (oznaka *w*). Slovo *b* znači da dok promatramo najtopliji mjesec srednja mjesečna temperatura zraka ispod 22°C, a oznaka *x''* upućuje na to da u tijeku godine postoje dva izražena maksimuma oborina, u rano ljeto i kasnu jesen.

Za meteorološku postaju Bjelovar, za razdoblje 1984. – 2013. godine, srednja godišnja temperatura zraka iznosi 11,3°C. Najhladniji mjesec je siječanj s prosječnom srednjom mjesečnom temperaturom zraka od 0,2°C, a najtopliji mjesec je srpanj s prosječnom temperaturom od 22°C.

Prosječna godišnja količina oborina iznosi 787,2 mm. Najviše oborina padne u rujnu (91,3 mm), a najmanje u veljači (41,2 mm). Tijekom zadnjeg klimatološkog razdoblja 1971. – 2000. godine, došlo je do smanjenja broja dana sa snježnim pokrivačem zimi i u proljeće, i do povećanja u jesen što je posljedica sezonskih promjena količina i učestalosti oborina i

temperatura zraka. Relativna vlaga zraka, izmjerena na meteorološkoj postaji Bjelovar, u prosjeku iznosi 77%. Mraz se, na ovom području, pojavljuje u hladnom dijelu godine, pa je najčešći u siječnju i prosincu, dok srednji godišnji broj dana s mrazom iznosi 44. Podaci za oborine, snijeg, relativnu vlagu zraka i mraz se odnose na razdoblje 1984. – 2013. godine. Što se tiče vjetrova, oni su promatrani u razdoblju 1966. – 1995. godine. Najčešći smjerovi vjetra koji se pojavljuju na godišnjoj razini su sjeveroistok (NE, 18%), jugozapad (SW, 14%) i jugoistok i sjeverozapad (SE i NW, 10%).



Grafikon 1. Walterov klimatski dijagram za Bjelovar, razdoblje 1984. – 2013. (Osnova gospodarenja za gospodarsku jedinicu Đurđevački Peski, 2017. – 2026., Šumarija Đurđevac, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb)

Tlo

Podaci o tlu preuzeti su iz Pernar (2017). Na području Gospodarske jedinice Đurđevački peski najzastupljenija su automorfna nerazvijena humusno-akumulativna tla, dok se na manjem području nalaze hidromorfna nerazvijena i glejna tla. Na području istraživanja dolaze ove vrste automorfni tala: humusno-silikatno tlo – rankeri eolski pijesak (arenosoli). Od hidromorfni tala dolaze ove vrste tla: aluvijalno tlo – fluvisol i euglej – hipoglej. U oba odsjeka u kojima su postavljene plohe tip tla je ranker.

Ranker je najzastupljenije tlo u Gospodarskoj jedinici. Ranker spada u automorfna tla. To je humusno tlo na nekarbonatnoj stijeni. Kao i matični supstrat, tlo je nekarbonatno. Ovisno o prirodi supstrata i stupnju debazifikacije postoji neutralno, umjereno kiselo i ekstremno kiselo. Fizička i kemijska svojstva rankera ovise o matičnom supstratu. Rankeri glinasto-ilovaste teksture nalaze na bazičnim magmatskim i kemijski sličnim stijenama. Takvo tlo ima mrvičastu strukturu, zahvaljujući kojoj je porozno i dobro prozračno tlo, te visokog retencijskog vodnog kapaciteta. Takva vrsta rankera je slabo kisela do neutralna, pa se s obzirom na dobru hranjivost nazivaju eutrofični, odnosno eutrični. Druga skupina rankera je podtip distričnog (distrofičnog, slabo hranjivog) rankera, i to je najzastupljenije tlo u ovoj gospodarskoj jedinici, i nalazi se na eolskom nekarbonatnom pijesku. To je tlo na kiselijim stijenama, gdje je brža debazifikacija i acidifikacija. Tlo je kiselo do jako kiselo ($\text{pH} < 5,5$) i ima nizak stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa bazama. S dubinom tla, u pravilu rastu i pH vrijednosti, pa možemo reći da je rankerima glavni limitirajući čimbenik dubina, te da su rankeri pretežno tla slabe plodnosti.

Fitocenološke značajke

Na Podravskim peskima ima flornih elemenata baltičkog, panonskog i submediteranskog područja. Smirivanje pokretnih pijesaka je počelo početkom prošlog stoljeća, a zajedno s tim i sadnja bagremovih i borovih biljaka. Od prizemnog rašća, trava kozja bradica (*Festuca vaginata* W.K.) se pokazala kao najbolje rješenje za smirivanje pijesaka, pa danas kozja bradica tvori zajednicu trave vlasulje bradice i sivkaste gladice (*Corynephoroto-Festucetum vaginatae croaticum* Sokl. 42). Područje Gospodarske jedinice Đurđevački peski je danas gotovo u potpunosti pokriveno šumskim sastojinama. Uglavnom dominiraju crnogorične šumske sastojine, koje prekrivaju najveći dio pjeskovitih površina. Na tom području, od vrsta prevladavaju obični bor (*Pinus sylvestris* L.) i crni bor (*Pinus nigra* J. F. Arnold), uz njih još

dolaze i nasadi bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.). Na najnižim terenima je moguće pronaći i sastojine crne johe (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.).

U Gospodarskoj jedinici Đurđevački peski rastušumske kulture crnogorice u koje se postepeno naseljavaju elementi klimatogene zajednice hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris*(Anić 1959) Rauš 1971), osobito drveće. U ovom području su se prilikom formiranja remiza za divljač unosile grmolike vrste, što je također značajno utjecalo na florni sastav.

Tablica 1. Udio šumske zajednice i šumskih kultura crnogorice u obrasloj površini Gospodarske jedinice Đurđevački peski (izvor: Osnova gospodarenja za gospodarsku jedinicu Đurđevački Peski, 2017. – 2026., Šumarija Đurđevac, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb)

Šumska zajednica	Površina (ha)	%
Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (tipična subas.)	138,85	23,0
Alohtona bjelogorica	111,77	18,5
Alohtona crnogorica	352,92	58,5
Ukupno obraslo	603,54	100

U oba odsjeka u kojima su postavljene pokusne plohe definirana je kao potencijalna klimatogena šumska zajednica šuma hrasta lužnjaka i običnog graba – tipična subasocijacija. Ova se subasocijacija pojavljuje na pretaloženom močvarnom praporu, orografski gledano javlja se na izvanpoplavnim gredama i riječnim terasama. Što se tiče flornog sastava, znatan je broj vrsta koji pripada redu *Fagetalia*, no značajan je udio vrsta iz mnogo vlažnije zajednice hrasta lužnjaka i velike žutilovke, te mjestimično i zajednice poljskog jasena i crne johe. To su vrste koje ovu subasocijaciju razlikuju od drugih. Vrste značajne za florni sastav ove subasocijacije su: *Fraxinus angustifolia*, *Rumex sanguineus*, *Cerastium sylvaticum*, *Rubus caesius*, *Lycopus europaeus*, *Ranunculus repens*, *Carex remota*.

U Gospodarskoj jedinici postoje umjetno podignute sastojine – šumske kulture. Uglavnom se radi o šumskim kulturama običnog bora, crnog bora, obične smreke i američkog borovca. Nastale su pošumljavanjem pijesaka koji su pripadali u kategoriju neobraslog proizvodnog

šumskog zemljišta. Prisutne su i šumske kulture crne johe i divlje trešnje. Nastale su sanacijom propalih šumskih kultura obične smreke i američkog borovca, ali i pošumljavanjem neobraslog proizvodnog zemljišta.

Prikupljanje podataka

Za istraživanje su postavljene dvije pokusne plohe, kvadratnog oblika. Svaka ploha je imala dimenzije 25 x 25 m (0,0625ha). Pribor koji se koristio prilikom postavljanja ploha i izmjere na terenu je bio: mjerna vrpca, promjerka, drveni kolci, sprej i kompas.

Prva ploha je postavljena u odsjeku 4i, u staroj šumskoj kulturi običnog bora. Mjernom vrpcom je izmjerena dužina svake stranice plohe, a vrhovi ploha su obilježeni drvenim kolcima. Unutar plohe je obavljena totalna klupaža stabala promjerkom, po vrstama drveća i etažama pobiološko-gospodarskoj klasifikaciji. Taksacijska granica je iznosila 2 cm.

Druga pokusna ploha je postavljena sjeverozapadno u odnosu na prvu plohu, i ona se nalazi u odsjeku 3i, u mladoj šumskoj kulturi običnog i crnog bora. Ploha je imala dimenzije 25 x 25 m, kao i prva pokusna ploha. Dužina svake stranice je izmjerena mjernom vrpcom, a vrhovi ploha su obilježeni kolcima. Na pokusnoj plohi je obavljena totalna klupaža stabala po vrstama drveća i etažama po biološko-gospodarskoj klasifikaciji. Taksacijska granica je iznosila 2 cm.

Radovi na terenu obavljani su u mjesecu svibnju 2020. godine. Podaci izmjere su upisani u terenske manuale.



Slika 3. Strelice prikazuju položaj pokusnih ploha (izvor: <http://javni-podaci.hrsume.hr/>)

Obrada podataka

Svi podaci koji su prikupljeni na terenu obrađivani su u programu Microsoft Excel 2010. Svi mjereni prsni promjeri su grupirani po debljinskim stupnjevima širine 2 cm. Obje pokusne plohe su totalno klupirane, i za svaku su vrstu drveća izračunati broj stabala, temeljnica i volumen po vrstama drveća, sastojinskim etažama i debljinskim stupnjevima, a zatim je to sve zbrojeno po debljinskim razredima.

Broj stabala je preuzet i zbrojen iz terenskih manuala.

Temeljnica je za svaki debljinski stupanj izračunata pomoću formule:

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

gdje je G temeljnica stabla pojedinog debljinskog stupnja, $d_{1,30}$ prsni promjer stabla, a N broj stabala u određenom debljinskom stupnju.

Izračun volumena pojedinog debljinskog stupnja obavljen je množenjem vrijednosti drvnog volumena srednjeg stabla u tarifi za određenu vrstu drveća nekog debljinskog stupnja (v_{tarif}) i broj stabala određene vrste drveća u pojedinom debljinskom stupnju (N):

$$V = v_{tarif} * N$$

Tarife za obični bor, hrast lužnjak, bagrem i obični grab su izračunate pomoću Schumacher-Hallove formule

$$v_i = a * d_i^b * h_{izj}^c * f$$

gdje je v_i volumen pojedinog debljinskog stupnja sredine i , a , b , c su parametri, f je redukcijski koeficijent te h_{izj} visina, izjednačena pomoću Mihajlovljeve funkcije

$$h_{izj} = b_0 * e^{-b_1/d_i + 1,30}$$

gdje su b_0 i b_1 parametri procijenjeni metodom najmanjih kvadrata, e baza prirodnog logaritma, d_i srednji prsni promjer i -tog debljinskog stupnja.

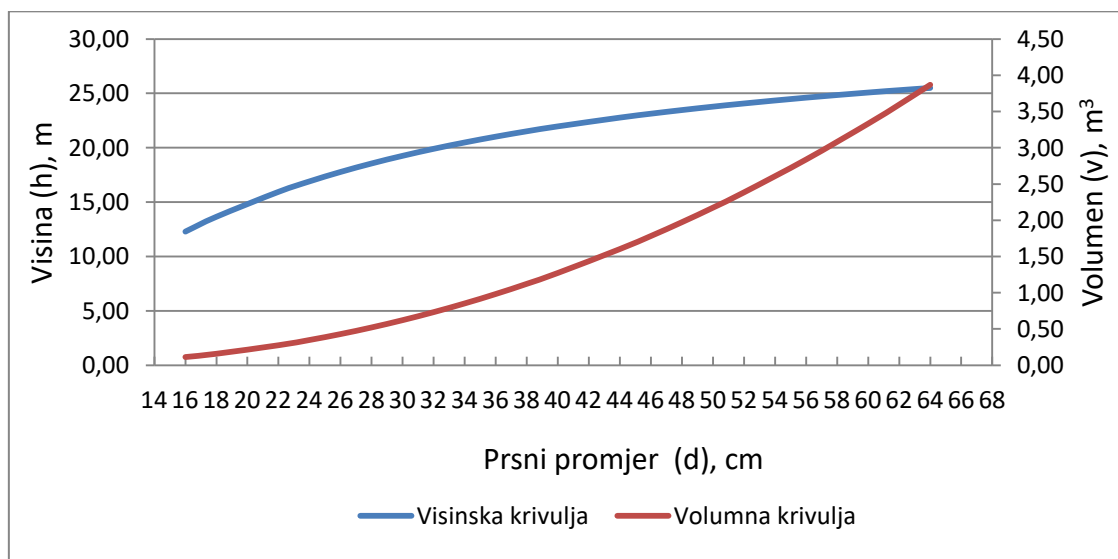
Za izjednačavanje visina korišteni su parametri iz završnog rada „Šumskouzgojna analiza stare sastojine običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) i crnog bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) na Đurđevačkim pijescima“ (Matočec, 2018), koji je rađen na istom području.

Volumen crnog bora izračunat je po tarifi za obični bor. Volumen ostalih vrsta drveća izračunat je po tarifi za obični grab.

U nastavku prenosimo tarife i visinske krivulje za pojedine vrste drveća.

Tablica 2. Tarifa za obični bor

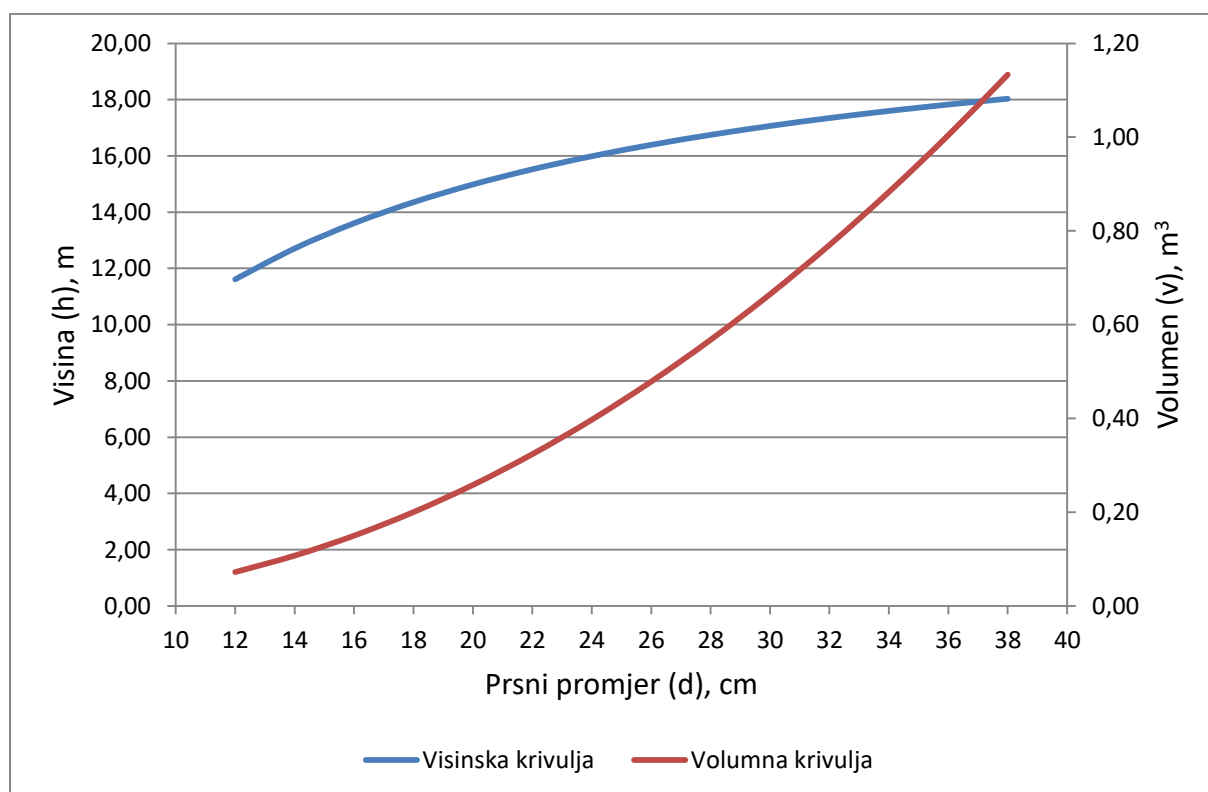
Tarifa: obični bor		
d (cm)	h_{izj} (m)	v (m^3)
16	12,29	0,11
18	13,65	0,16
22	15,94	0,28
24	16,91	0,35
26	17,77	0,43
28	18,55	0,52
30	19,26	0,62
32	19,90	0,73
34	20,48	0,85
36	21,02	0,98
38	21,51	1,12
40	21,96	1,27
44	22,77	1,60
46	23,13	1,78
48	23,47	1,97
50	23,78	2,17
52	24,07	2,38
56	24,60	2,84
60	25,08	3,33
62	25,29	3,59
64	25,50	3,87



Grafikon 2. Visinska krivulja i tarifa za obični bor

Tablica 3. Tarifa za hrast lužnjak

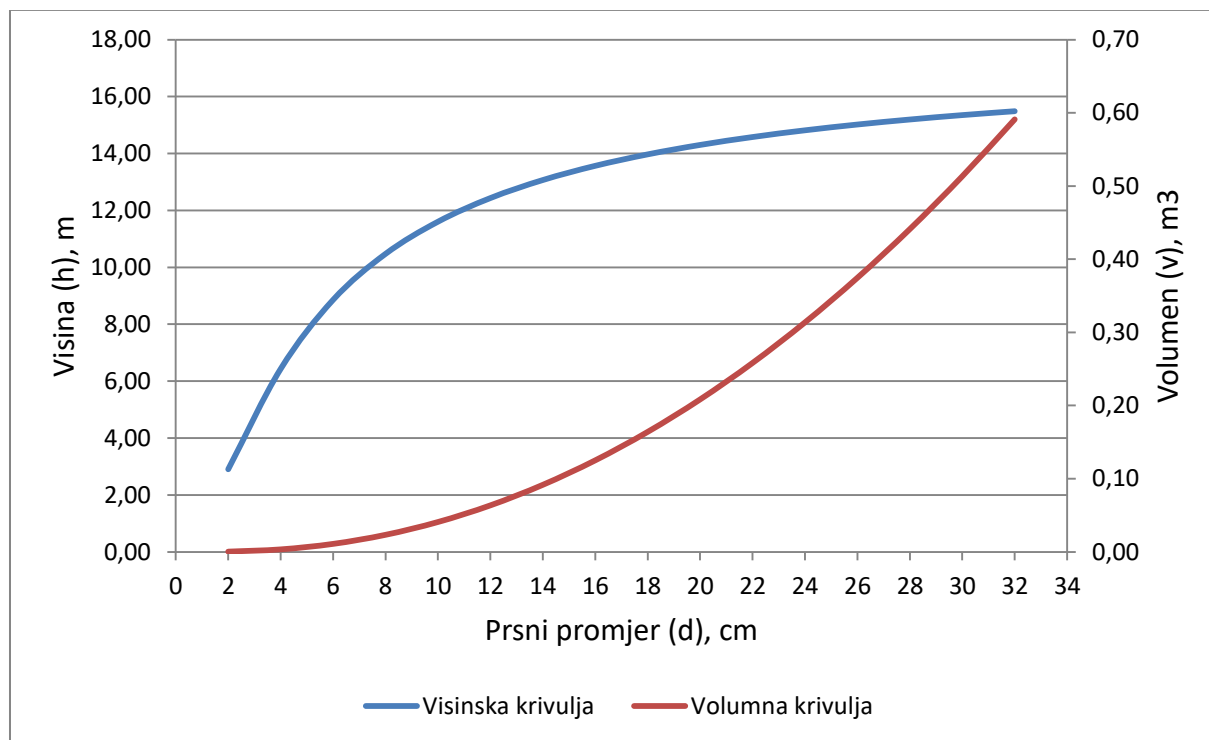
Tarifa: hrast lužnjak		
d (cm)	h_{izj} (m)	v (m^3)
10	10,25	0,044
12	11,61	0,072
14	12,71	0,107
16	13,61	0,150
18	14,35	0,200
20	14,98	0,258
22	15,52	0,324
24	15,99	0,397
26	16,39	0,478
28	16,75	0,568
30	17,06	0,665
32	17,35	0,770
34	17,60	0,883
36	17,83	1,004
38	18,03	1,133



Grafikon 3. Visinska krivulja i tarifa hrasta lužnjaka

Tablica 4. Tarifa za bagrem

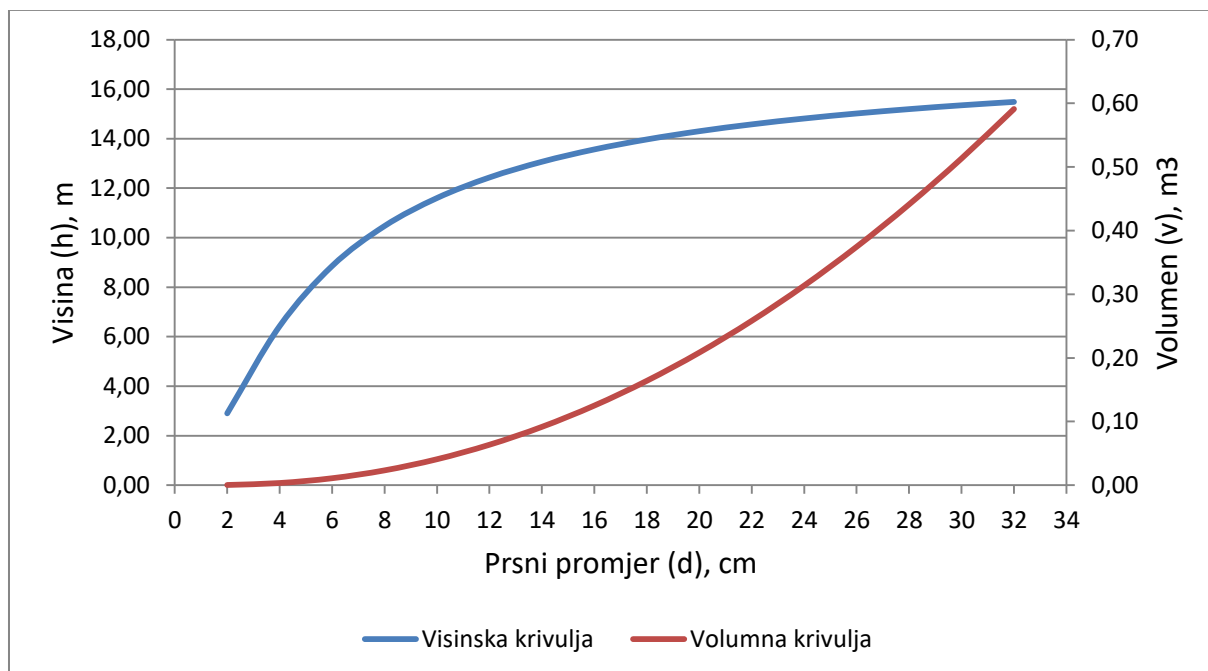
Tarifa: bagrem		
d(cm)	$h_{izj}(m)$	$v(m^3)$
2	2,90	0,00
4	6,43	0,00
6	8,86	0,01
8	10,47	0,02
10	11,60	0,04
12	12,43	0,06
14	13,07	0,09
16	13,57	0,13
18	13,97	0,16
20	14,30	0,21
22	14,58	0,26
24	14,81	0,31
26	15,02	0,37
28	15,19	0,44
30	15,35	0,51
32	15,49	0,59



Grafikon 4. Visinska krivulja i tarifa bagrema

Tablica 5. Tarifa za obični grab

Tarifa: obični grab		
d(cm)	h_{izj} (m)	$v(m^3)$
2	2,90	0,00
4	6,43	0,00
6	8,86	0,01
8	10,47	0,02
10	11,60	0,04
12	12,43	0,06
14	13,07	0,09
16	13,57	0,13
18	13,97	0,16
20	14,30	0,21
22	14,58	0,26
24	14,81	0,31
26	15,02	0,37
28	15,19	0,44
30	15,35	0,51
32	15,49	0,59



Grafikon 5. Visinska krivulja i tarifa za obični grab

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Struktura stare sastojine

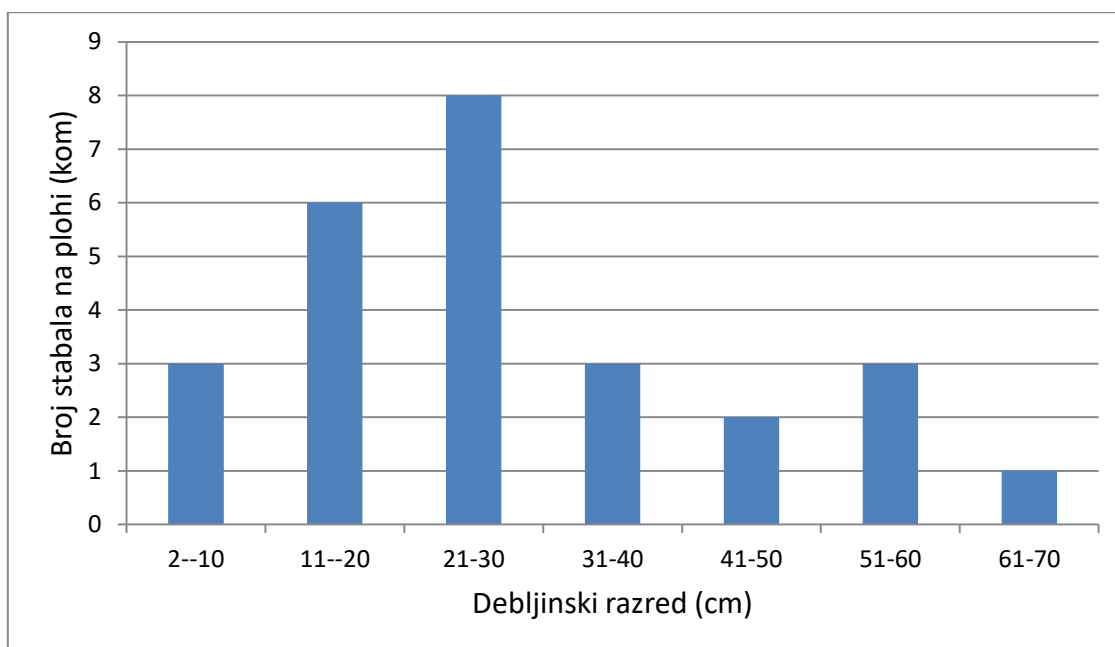
Na pokusnoj plohi je izmjereno 26 stabala, s temeljnicom u iznosu $2,22 \text{ m}^2$ i obujmom $21,88 \text{ m}^3$. U strukturi sastojine zastupljeni su obični bor, hrast lužnjak, obični grab, bagrem i trepetljika. Niti jedna od vrsta drveća nema postotak volumena veći od 90%, što znači da je ova sastojina mješovita sastojina. Najveći postotak volumena imaju stabla običnog bora i on iznosi 67,05%, a nakon običnog bora slijedi obični grab sa 14,29% i hrast lužnjak sa 13,87%. Pokusna ploha je postavljena u sastojini uređajnog razreda Kultura običnog bora, i starosti je 112 godina. U dominantnoj etaži (A), prevladavaju stara stabla običnog bora, te se uz njih pojavljuju i dva stabla hrasta lužnjaka. U nuzgrednoj etaži (B) se nalaze dva stabla hrasta lužnjaka i jedno stablo običnog graba. Ostale vrste su zastupljene u pomoćnom dijelu sastojine (C i D etaža).

Na ovoj pokusnoj plohi najviše ima stabala običnog graba, 10 stabala, a nakon njega slijedi bagrem s 5 stabala. Stara stabla običnog bora se nalaze u dominantnoj etaži sastojine i dobre su kvalitete. Uz stabla običnog bora, u A etaži, dolazi i poneko stablo hrasta lužnjaka koji je također dobre kvalitete, a ima ga i u B etaži.

Tablica 6. Struktura stare sastojine (odsjek 4i , datum izmjere: 29. 05. 2020.)

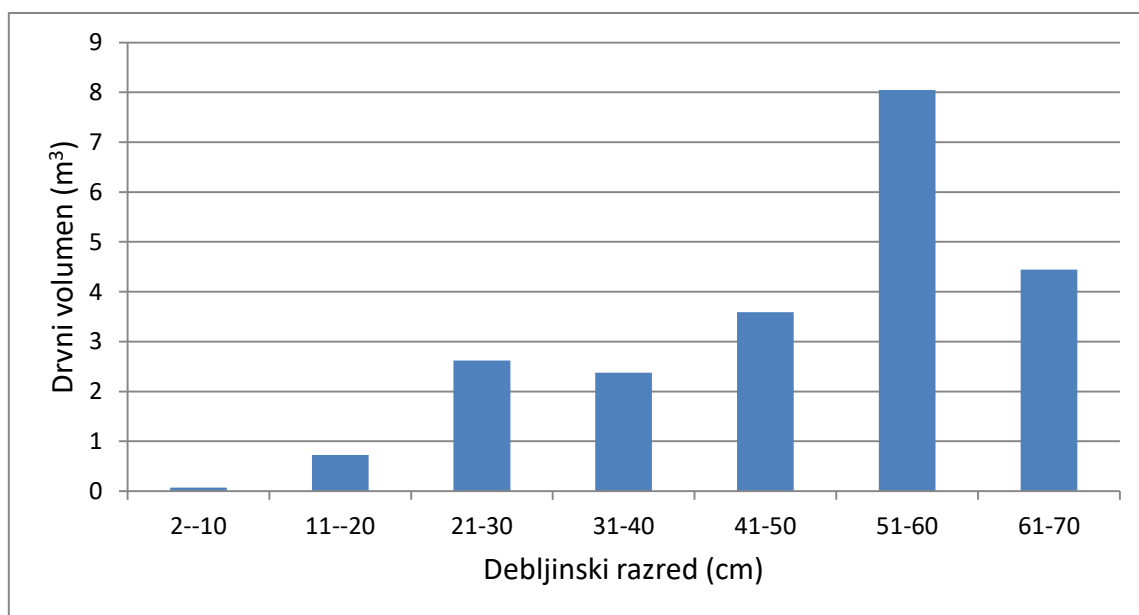
Vrsta drveća	Deb. razred cm	Etaža A			Etaža B			Etaže C i D			Ukupno		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
		kom.	m ²	m ³	kom.	m ²	m ³	kom.	m ²	m ³	kom.	m ²	m ³
Obični bor	2-10												
	11-20												
	21-30												
	31-40												
	41-50	1	0,196	2,174							1	0,196	2,174
	51-60	3	0,704	8,049							3	0,704	8,049
	61-70	1	0,363	4,447							1	8,049	4,447
Ukupno		5	1,263	14,670							5	1,263	14,670
Hrast lužnjak	2-10												
	11-20				1	0,031	0,258				1	0,031	0,258
	21-30				1	0,053	0,478				1	0,053	0,478
	31-40	1	0,091	0,883							1	0,091	0,883
	41-50	1	0,139	1,416							1	0,139	1,416
	Ukupno	2	0,230	2,299	2	0,084	0,736				4	0,314	3,035
Obični grab	2-10							2	0,008	0,030	2	0,008	0,030
	11-20							1	0,025	0,150	1	0,025	0,150
	21-30							5	0,227	1,453	5	0,227	1,453
	31-40				1	0,113	0,790	1	0,102	0,703	2	0,215	1,493
	Ukupno				1	0,113	0,790	9	0,362	2,336	10	0,475	3,126
Bagrem	2-10							1	0,008	0,040	1	0,008	0,040
	11-20							4	0,054	0,320	4	0,054	0,320
	Ukupno							5	0,062	0,360	5	0,062	0,360
Trepetljika	2-10												
	11-20												
	21-30							2	0,106	0,689	2	0,106	0,689
	Ukupno							2	0,106	0,689	2	0,106	0,689
Sveukupno		7	1,493	16,969	3	0,197	1,526	16	0,530	3,385	26	2,22	21,88
Ukupno Po ha		112	23,89	271,50	48	3,15	24,42	256	8,48	54,16	416	35,52	350,08

Na Grafikonu 6 je prikazana distribucija broja stabala po debljinskim razredima iz koje je vidljivo da se najveći broj stabala nalazi u debljinskom razredu 21 – 30 cm, gdje dominira obični grab.



Grafikon 6. Distribucija broja stabala po debljinskim razredima

Na pokusnoj plohi volumen sastojine iznosi 21,88 m³, a po hektaru je to 350,08 m³/ha. Većina volumena se nalazi u debljinskim razredima 51 – 60 cm i 61 – 70 cm, u tim debljinskim razredima se nalaze stara stabla običnog bora.



Grafikon 7. Distribucija volumena stabala po debljinskim razredima



Slika 4. Izgled sastojine na prvoj pokusnoj plohi (foto: Goran Švaco)



Slika 5. Izgled sastojine na prvoj pokusnoj plohi (foto: Goran Švaco)

Struktura mlade sastojine prije prorjede

Na drugoj pokusnoj plohi površine 0,0625 ha, u dobi od 34 godine, ima 30 stabala običnog bora, 62 stabala crnog bora i 7 stabala bagrema.

U proizvodnom dijelu sastojine (dominatna i nuzgredna etaža) ima 27 stabla običnog bora s ukupnom temeljnicom od $0,914 \text{ m}^2$, i ukupnim volumenom od $6,685 \text{ m}^3$, 54 stabala crnog bora s temeljnicom od $1,193 \text{ m}^2$ i ukupnim volumenom od $7,384 \text{ m}^3$, 1 stablo bagrema u nuzgrednoj etaži s temeljnicom od $0,011 \text{ m}^2$ i volumenom $0,064 \text{ m}^3$.

U pomoćnom dijelu sastojine nalazimo 3 stabla običnog bora s temeljnicom od $0,028 \text{ m}^2$ i ukupnim volumenom $0,126 \text{ m}^3$, 8 stabala crnog bora s temeljnicom od $0,052 \text{ m}^2$ i volumenom od $0,182 \text{ m}^3$, 6 stabala bagrema koji imaju temeljnicu od $0,025 \text{ m}^2$, i volumen $0,113 \text{ m}^3$.

Na ovoj plohi ukupno ima 99 stabala, čija je ukupna temeljnica $2,22 \text{ m}^2$, a ukupni volumen iznosi $14,55 \text{ m}^3$. Kada podatke svedemo na 1 hektar onda dobivamo da sastojina ima 1584 stabala po hektaru, sa temeljnicom $35,57 \text{ m}^2$ i volumenom $232,86 \text{ m}^3$.

Tablica 7. Struktura mlade sastojine prije prorjede (odsjek 3b, datum izmjere: 29. 05. 2020.)

Vrsta drveća	Deb. razred	Etaža A			Etaža B			Etaže C i D			Ukupno		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
	cm	kom.	m^2	m^3	kom.	m^2	m^3	kom.	m^2	m^3	kom.	m^2	m^3
Obični bor	2-10				1	0,008	0,026	2	0,013	0,046	3	0,021	0,072
	11-20	11	0,233	1,382	2	0,037	0,206	1	0,015	0,08	14	0,285	1,668
	21-30	12	0,556	4,338							12	0,556	4,338
	31-40	1	0,08	0,733							1	0,08	0,733
	Ukupno	24	0,869	6,453	3	0,045	0,232	3	0,028	0,126	30	0,942	6,811
	Po ha	384	13,90	103,25	48	0,72	3,71	48	0,45	2,02	480	15,07	108,98
Crni bor	2-10				5	0,039	0,132	8	0,052	0,182	13	0,091	0,314
	11-20	21	0,481	2,906	19	0,294	1,491				40	0,775	4,397
	21-30	9	0,379	2,855							9	0,379	2,855
	Ukupno	30	0,86	5,761	24	0,333	1,623	8	0,052	0,182	62	1,25	7,566
	Po ha	480	13,76	92,18	384	5,33	25,97	128	0,83	2,91	992	19,92	121,06
Bagrem	2-10							6	0,025	0,113	6	0,025	0,113
	11-20				1	0,011	0,064				1	0,011	0,064
	Ukupno				1	0,011	0,064	6	0,025	0,113	7	0,036	0,176
	Po ha				16	0,18	1,02	96	0,40	1,81	112	0,58	2,82
Sveukupno		54	1,729	12,214	28	0,389	1,919	17	0,105	0,421	99	2,223	14,553
Sveukupno po ha		864	27,66	195,42	448	6,22	30,70	272	1,68	6,73	1584	35,57	232,86



Slika 6. Izgled sastojine na drugoj pokusnoj plohi (foto: Romana Matočec)

Struktura doznačenog volumena

Na drugoj pokusnoj plohi se pristupilo odabiru stabala za prorjedu, odnosno obilježavanje stabala koja bi se trebala posjeći prorjedom. Stabla koja su bila odabrana za prorjedu su bolesna, oštećena, nagnuta, rašljava i suha stabla, te ona stabla koja su prerasla u visinu i u promjeru, i svojim rastom onemogućavaju razvoj okolnih kvalitetnih stabala.

U proizvodnom dijelu sastojine (A i B etaža) odabrano je za prorjedu 6 stabala običnog bora, s temeljnicom od $0,307 \text{ m}^2$ i volumenom $2,547 \text{ m}^3$, te 2 stabla crnog bora, s temeljnicom $0,060 \text{ m}^2$ i volumenom $0,424 \text{ m}^3$.

U pomoćnom dijelu sastojina (C i D etaža) odabrana su 2 stabla običnog bora, s temeljnicom $0,013 \text{ m}^2$ i volumenom $0,05 \text{ m}^3$, 2 stabla crnog bora, s temeljnicom $0,013 \text{ m}^2$ i volumenom $0,05 \text{ m}^3$, i 1 stablo bagrema s temeljnicom $0,008 \text{ m}^2$ i volumenom $0,041 \text{ m}^3$.

Ukupno je odabrano 13 stabala za prorjedu, čija je ukupna temeljnica 0,40 m², a ukupni volumen iznosi 3,11 m³. Kada podatke svedemo na hektar onda dobijemo da je za prorjedu odabrano 208 stabala po hektaru, s temeljnicom 6,42 m² i volumenom 49,69 m³ po hektaru.

Tablica 8. Struktura doznačenog volumena (odsjek 3b, datum izmjere: 29. 05. 2020.)

Vrsta drveća	Deb. razred cm	Etaža A			Etaža B			Etaža C i D			Ukupno		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
		kom.	m ²	m ³	kom.	m ²	m ³	kom.	m ²	m ³	kom.	m ²	m ³
Obični bor	2-10							2	0,013	0,050	2	0,013	0,050
	11-20				1	0,011	0,047				1	0,011	0,047
	21-30	4	0,216	1,768							4	0,216	1,768
	31-40	1	0,080	0,733							1	0,080	0,733
	Ukupno	5	0,296	2,50	1	0,011	0,047	2	0,013	0,050	8	0,320	2,594
	Po ha	80	4,74	40,01	16	0,181	0,758	32	0,206	0,742	128	5,122	41,51
Crni bor	2-10							2	0,013	0,050	2	0,013	0,050
	11-20				1	0,015	0,076				1	0,015	0,076
	21-30	1	0,045	0,348							1	0,045	0,348
	Ukupno	1	0,045	0,348	1	0,015	0,076	2	0,013	0,050	4	0,074	0,471
	Po ha	16	0,724	5,574	16	0,246	1,218	16	0,206	0,742	64	1,176	7,533
Bagrem	2-10							1	0,008	0,041	1	0,008	0,041
	11-20												
	Ukupno							1	0,008	0,041	1	0,008	0,041
	Po ha							16	0,126	0,654	16	0,126	0,654
Sveukupno		6	0,34	2,85	2	0,03	0,12	5	0,03	0,13	13	0,40	3,11
Sveukupno po ha		96	5,46	45,58	32	0,43	1,98	80	0,54	2,14	208	6,42	49,69

Struktura mlade sastojine nakon prorjede

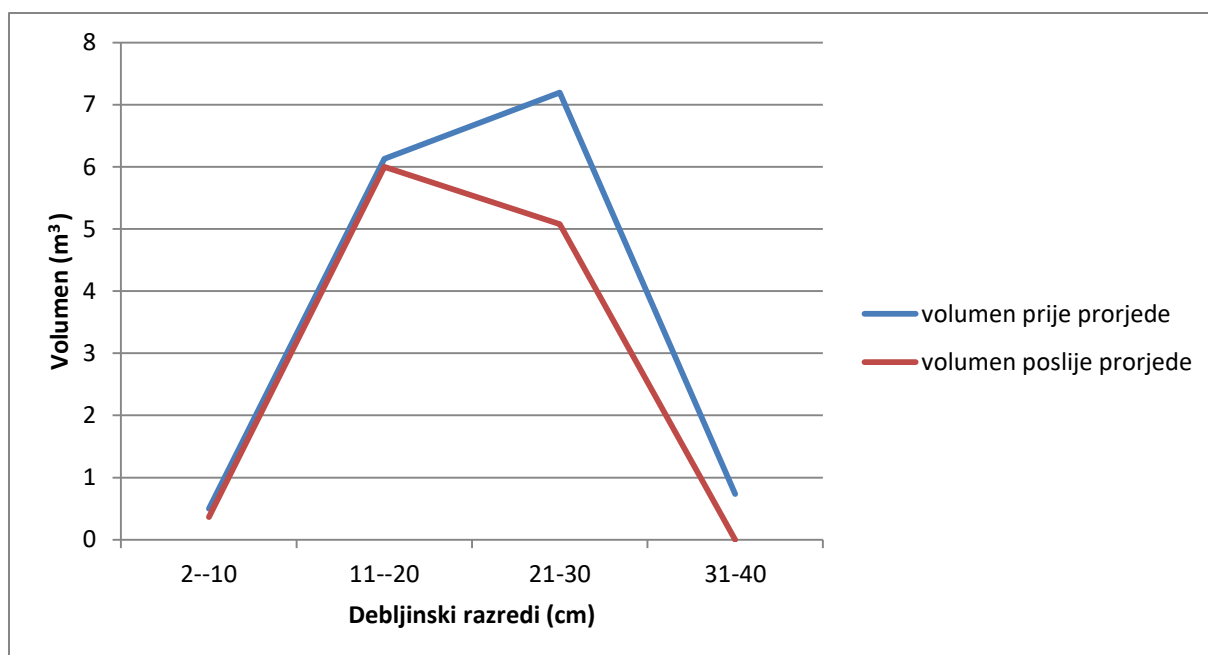
Nakon što bi se provela prorjeda, u proizvodnom dijelu sastojine (A i B etaža) ostalo bi 21 stablo običnog bora, s temeljnicom 0,607 m² i volumenom 4,137 m³, 52 stabla crnog bora, s temeljnicom 1,133 m² i volumenom 6,959 m³, te 1 stablo bagrema u B etaži volumena 0,064 m³ i s temeljnicom od 0,011 m².

U pomoćnom dijelu ostalo bi 1 stablo običnog bora, volumena 0,08 m³ s temeljnicom od 0,015 m², 6 stabala crnog bora s temeljnicom 0,039 m² i volumenom od 0,14 m³, te 5 stabala bagrema s temeljnicom 0,017 m² i s volumenom od 0,072 m³.

Ukupno je nakon prorjede ostalo 86 stabala, čija je ukupna temeljnica 1,82 m², a ukupni volumen iznosi 11,44 m³. Kada podatke svedemo na 1 hektar, izračunom dobijemo 1376 stabala po hektaru, s temeljnicom od 29,16 m² i volumenom od 183,09 m³ po hektaru.

Tablica 9. Struktura sastojine nakon prorjede (odsjek 3b, datum izmjere: 29. 05. 2020.)

Vrsta drveća	Deb. razred cm	Etaža A			Etaža B			Etaža C i D			Ukupno		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
		kom.	m ²	m ³	kom.	m ²	m ³	kom.	m ²	m ³	kom.	m ²	m ³
Obični bor	2-10				1	0,008	0,026				1	0,008	0,026
	11-20	11	0,233	1,382	1	0,025	0,158	1	0,015	0,08	13	0,274	1,617
	21-30	8	0,340	2,570							8	0,340	2,570
	Ukupno	19	0,574	3,952	2	0,033	0,185	1	0,015	0,08	22	0,622	4,213
	Po ha	304	9,178	62,23	32	0,533	2,957	16	0,246	1,218	352	9,958	67,408
Crni bor	2-10				5	0,039	0,132	6	0,039	0,14	11	0,079	0,267
	11-20	21	0,481	2,906	18	0,279	1,415				39	0,760	4,321
	21-30	8	0,334	2,507							8	0,334	2,507
	Ukupno	29	0,815	5,412	23	0,318	1,547	6	0,039	0,14	58	1,172	7,095
	Po ha	464	13,039	86,597	368	5,087	24,754	96	0,628	2,166	928	18,754	113,52
Bagrem	2-10							5	0,017	0,072	5	0,017	0,072
	11-20				1	0,011	0,064				1	0,011	0,064
	Ukupno				1	0,011	0,064	5	0,017	0,072	6	0,028	0,136
	Po ha				16	0,181	1,018	80	0,271	1,152	96	0,452	2,170
Sveukupno		48	1,389	9,364	26	0,363	1,796	12	0,072	0,284	86	1,823	11,443
Sveukupno po ha		768	22,22	149,83	416	5,80	28,73	192	1,15	4,54	1376	29,16	183,09



Grafikon 8. Distribucija volumena po debljinskim razredima prije i poslije prorjede

RASPRAVA

Što se tiče prve pokusne plohe u staroj sastojini, nakon provedene izmjere i obrade podataka dobili smo uvid u stukturu stare sastojine. Izmjereno je 26 stabala, s ukupnom temeljnicom u iznosu od 2,22 m² i ukupnim volumenom 21,88 m³. U visokim debljinskim razredima prevladavaju stabla običnog bora, te poneko stablo hrasta lužnjaka, a uočeno je da ispod krošanja stabala nema pomlatka običnog bora. S obzirom na to da pionirske vrste pripremaju tlo za klimatogene vrste, ovdje se to može i uočiti. Osim starih stabala običnog bora prisutne su i druge vrste, i to ne samo pionirske već i prijelazne i klimatogene vrste kao što su obični grab i hrast lužnjak. S ovime možemo zaključiti kako sastojina poprima značajke prijelazne šume jer su se pojavili i elementi klimatogene šumske zajednice. U podstojnoj etaži su prisutni obični grab, bagrem i trepetljika koji dobro štite tlo od pretjerane pojave svjetlosti koja bi omogućila širenje korova i kupine. U takvim sastojinama bitna je raznolikost vrsta, odnosno bitno je da sastojina napreduje i da pionirska vrsta omogući i stvori pogodno tlo i klimu za prijelazne i klimatogene vrste. Kad dođe do pojave prijelaznih i klimatogenih vrsta znači da je pionirska vrsta ispunila svoj cilj.

Sastojinu treba obnoviti u skladu sa zakonima prirodnog uzgajanja šuma i njenom namjenom. Postupak treba obaviti na malim površinama, kombinirajući prirodno i umjetno pomlađivanje, uz pomoć oplodnih sječa (naplodni i/ili dovršni sijek) te uz korištenje svih vrsta drveća koje se pojavljuju kao podrast (Anić i Matić, 2019).

Na drugoj pokusnoj plohi, u mladoj sastojini koja ima 34 godine izračunati su elementi za njegu sastojine prorjedom. Ukupni teoretski volumen prorjede (V_p) se računa na način da podijelimo ukupni volumen sastojine (V_u) s njezinom dobi izraženoj u desetljećima (n), što za ovu sastojinu iznosi 3,4 (starost sastojine je 34 godine):

$$V_p = \frac{V_u}{n}$$

Za ovu pokusnu plohu teoretski volumen prorjede iznosi:

$$V_p = V_u / n = 14,55 / 3,4 = 4,28 \text{ m}^3 \text{ ili } 68,49 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Nakon izračunatog ukupnog teoretskog volumena prorjede, potrebno je izračunati ukupni teoretski volumen prorjede u proizvodnom dijelu sastojine (A i B etaža) i u pomoćnom dijelu sastojine (C i D etaža).

Za ovu pokusnu plohu volumen prorjede u proizvodnom dijelu iznosi:

$$Vp_{(proizvodni\ dio)} = 4,28 * \frac{12,21+1,92}{14,55} = 4,16 \text{ m}^3 \text{ ili } 66,51 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Volumen prorjede u pomoćnom dijelu iznosi:

$$Vp_{(pomoćni\ dio)} = 4,28 * \frac{0,421}{14,55} = 0,12 \text{ m}^3 \text{ ili } 1,98 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Prema tome, ukupni volumen prorjede (Vp) iznosi $4,28 \text{ m}^3$ ili $68,49 \text{ m}^3/\text{ha}$. U proizvodnom dijelu prorjedom je moguće doznati ($Vp_{(proizvodni\ dio)}$) najmanje $4,16 \text{ m}^3$ ili $66,51 \text{ m}^3/\text{ha}$, dok je u pomoćnom dijelu moguće doznati najviše $0,12 \text{ m}^3$ ili $1,98 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Intenzitet prorjede (I) je odnos volumena stabala posječenih prorjedom (Vp) i ukupnog volumena sastojine prije prorjede (Vu).

$$I = \frac{Vp}{Vu} * 100$$

Intenzitet prorjede za ovu sastojinu iznosi:

$$I = 4,28 / 14,55 * 100 = 29,41 \%$$

Iz toga slijedi:

$$I = \frac{1}{n} * 100$$

$$I = 1 / 3,4 * 100 = 29,41\%$$

Ovi izračuni su bili teoretski, a na terenu je to ipak malo drugačije ispalo. Nakon provedene doznake, odnosno nakon odabira stabala za doznaku, volumen prorjede iznosi $3,106 \text{ m}^3$, svedeno na hektar to iznosi $49,69 \text{ m}^3/\text{ha}$.

S ovim volumenom prorjede, ostvareni intenzitet prorjede iznosi:

$$I = Vp/Vu * 100 = 3,106/14,553 * 100 = 21,34\%$$

Ostvareni volumen prorjede u proizvodnom dijelu sastojine za A etažu iznosi $2,849 \text{ m}^3$, a za B etažu $0,123 \text{ m}^3$, što je ukupno $2,972 \text{ m}^3$ odnosno $47,56 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Ostvareni volumen prorjede u pomoćnom dijelu sastojine iznosi $0,134 \text{ m}^3$ odnosno $2,14 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Po ovim izračunima možemo uočiti kako je u proizvodnom dijelu doznačeno manje volumena od teoretski izračunatog volumena, a u pomoćnom dijelu je doznačeno nešto više volumena od teoretski izračunatog volumena. U pomoćnom dijelu doznačeno je neznatno više volumena, jer su doznakom obuhvaćena i suha i nagnuta stabla koja u toj etaži više nisu od funkcije pomoći i potrebno ih je ukloniti. Ukupni ostvareni intenzitet prorjede je manji od teoretskog. Ostvareni intenzitet iznosi $21,34\%$ dok teoretski intenzitet iznosi $29,41\%$, a teoretski volumen prorjede iznosi $4,28 \text{ m}^3$, dok ostvareni volumen prorjede iznosi $3,11 \text{ m}^3$. Ostvareni volumen prorjede je manji od teoretskog volumena prorjede za $1,17 \text{ m}^3$.

ZAKLJUČCI

Na temelju provedenih terenskih istraživanja i obrade podataka došli smo do slijedećih zaključaka:

1. Pokusne plohe su bile postavljene u dvije sastojine. Na prvoj pokusnoj plohi raste stara šumska kultura običnog bora na kojoj pridolaze i druge vrste (ploha 1, odsjek 4i). Druga pokusna ploha je postavljena u mladoj šumskoj kulturi običnog i crnog bora (ploha 2, odsjek 3b).
2. U strukturi sastojine na plohi 1 dominiraju obični bor i hrast lužnjak, a u sastojini na plohi 2 obični i crni bor. Na navedenim dominantnim vrstama je nagomilana većina volumena i temeljnice. Dominantne vrste tvore proizvodni dio sastojine dok manji dio njih se nalazi i u pomoćnom dijelu sastojine. U pomoćnom dijelu plohe 1 nalaze se obični grab, bagrem i trepetljika koji štite tlo od nepovoljnih utjecaja atmosferilija, a u pomoćnom dijelu plohe 2 se nalazi bagrem i nešto stabala običnog i crnog bora.
3. Na pokusnoj plohi 1 utvrđeno je 5 stabala običnog bora, 4 stabla hrasta lužnjaka, 10 stabala običnog graba, 5 stabla bagrema i 2 stabla trepetljike odnosno 80 stabala običnog bora po hektaru, 64 stabla hrasta lužnjaka po hektaru, 160 stabala običnog graba po hektaru, 80 stabala bagrema po hektaru i 32 stabla trepetljike po hektaru, a ukupno 416 stabala po hektaru. U proizvodnom dijelu sastojine je zabilježeno 160 stabala po hektaru, a u pomoćnom dijelu 256 stabala po hektaru.
4. Na pokusnoj plohi 2 utvrđeno je 30 stabala običnog bora (480 stabala po hektaru), 62 stabla crnog bora (992 stabla po hektaru) i 7 stabla bagrema (112 stabla po hektaru), ukupno 1584 stabla po hektaru. U proizvodnom dijelu sastojine je zabilježeno 82 stabla (1312 po hektaru), a u pomoćnom dijelu je zabilježeno 17 stabala (272 stabla po hektaru).
5. Na pokusnoj plohi 1 utvrđen je ukupni volumen od $21,88 \text{ m}^3$, odnosno $350,08 \text{ m}^3/\text{ha}$. Od ukupnog volumena $18,50 \text{ m}^3$ ($295,92 \text{ m}^3/\text{ha}$) je zabilježeno u proizvodnom dijelu, a $3,39 \text{ m}^3$ ($54,16 \text{ m}^3/\text{ha}$) je zabilježeno u pomoćnom dijelu sastojine. U proizvodnom dijelu sastojine su stara stabla običnog bora i 2 stabla hrasta lužnjaka, dok u pomoćnom dijelu dominira obični grab, zatim bagrem i 2 stabla trepetljike. Na pokusnoj plohi 2 je utvrđen ukupni volumen od $14,55 \text{ m}^3$, odnosno $232,86 \text{ m}^3/\text{ha}$. Od toga je u proizvodnom dijelu zabilježeno $14,13 \text{ m}^3$ ($226,12 \text{ m}^3/\text{ha}$), a u pomoćnom dijelu je zabilježeno $0,421 \text{ m}^3$ ($6,73 \text{ m}^3/\text{ha}$).

6. Na plohi 1 treba pristupiti obnovi sastojine. Postupak treba obaviti na malim površinama, kombinirajući prirodno i umjetno pomlađivanje, uz pomoć oplodnih sječa (naplodni i/ili dovršni sijek) te uz korištenje svih vrsta drveća koje se pojavljuju kao podrast.
7. Na plohi 2 potrebno je provesti njegu prorjedom. Teoretski intenzitet prorjede iznosi 29,41%, a volumen prorjede $4,28 \text{ m}^3$ ($68,49 \text{ m}^3/\text{ha}$).

LITERATURA

Anić, I., 2003: Uzgajanje šuma I. Predavanja, vježbe i terenska nastava za studente preddiplomskog studija šumarstva. Interna skripta Šumarskog fakulteta u Zagrebu.

Anić, I., S. Matić, 2019: Šumskouzgojne značajke područja Đurđevačkih pijesaka. U: Bašić, F., D. Feletar (ur.), Znanstveni skup Đurđevački pijesci geneza, stanje i perspektive, Zbornik sažetaka, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zavod za znanstvenoistraživački i umjetnički rad Koprivničko-križevačke županije u Križevcima, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo HAZU, Znanstveno vijeće za zaštitu prirode HAZU, Đurđevac, str. 267 – 283.

Arač K., Đ. List, D. Štorga, 2019: Šume na Đurđevačkim peskima. U: Bašić, F., D. Feletar (ur.), Znanstveni skup Đurđevački pijesci geneza, stanje i perspektive, Zbornik sažetaka, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zavod za znanstvenoistraživački i umjetnički rad Koprivničko-križevačke županije u Križevcima, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo HAZU, Znanstveno vijeće za zaštitu prirode HAZU, Đurđevac, str. 285 – 310.

Carek, N., 2016: Njega proredom u sastojinama hrasta kitnjaka i obične bukve na Kalniku. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.

Dekanić, I., 1962: Biološki i gospodarski faktori njegovanja sastojina. Šumarski list, 86(11–12): 398–402.

Hrvatske šume d.o.o <http://javni-podaci.hrsume.hr/> (pristupljeno 5. 8. 2020.).

Hrženjak, Ž., 2002: Razvoj šumskih sastojina na području Đurđevačkih pijesaka. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.

Matić, S., 1991: Njega šuma proredom. Šumarski fakultet i Uprava šuma Koprivnica, Zagreb, 45 str.

Matočec, R., 2018: Šumskouzgojna analiza stare sastojine običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) i crnog bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) na Đurđevačkim pijescima. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.

Osnova gospodarenja za gospodarsku jedinicu Đurđevački Peski, 2017. – 2026., Šumarija Đurđevac, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.

Pernar N., 2017: Tlo, nastanak, značajke, gospodarenje, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 799 str.

Šavor, I., 1974: Đurđevački pijesci. U: V. Lacković (ur.), Sto godina šumarstva bilogorsko podravske regije, Združeno šumsko poduzeće Bjelovar, Bjelovar, str. 229–250.

Vrbek, B., N. Pernar, D. Bakšić, I. Perković, 2017: Neke pedološke značajke ekosustava područja Đurđevačkih pijesaka. U: Bašić, F., D. Feletar (ur.), Znanstveni skup Đurđevački pijesci geneza, stanje i perspektive, Zbornik sažetaka, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zavod za znanstvenoistraživački i umjetnički rad Koprivničko-križevačke županije u Križevcima, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo HAZU, Znanstveno vijeće za zaštitu prirode HAZU, Đurđevac, str. 16–17.

Vukelić J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, str. 98-99.