

# Struktura i prirodno pomlađivanje borovih sastojina na području Benkovca

---

**Barišić, Tihomir**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:780436>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-20**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI FAKULTET**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ**

**ŠUMARSTVO**

**TIHOMIR BARIŠIĆ**

**STRUKTURA I PRIRODNO POMLAĐIVANJE BOROVIH SASTOJINA  
NA PODRUČJU BENKOVCA**

**ZAVRŠNI RAD**

**ZAGREB, 2016.**

## Podaci o završnom radu

Autor	Tihomir Barišić 29. 4. 1990., Banja Luka, BiH 0023079749
Naslov	Struktura i prirodno pomlađivanje borovih sastojina na području Benkovca
Predmet	Uzgajanje šuma I
Mentor	Akademik Igor Anić
Izradu rada pomogao	Dr. sc. Stjepan Mikac Mario Šango, dipl. ing. šum. Zoran Ušljebrka, šumarski tehničar Lea Barišić Anja Mirković Miroslav Barišić
Rad je izrađen	Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
Akadska godina	2015./2016.
Mjesto i datum obrane	Zagreb,
Sadržaj rada	Stranica: 24 Slika: 4 Grafikona: 7 Tablica: 9 Navoda literature: 11
Sažetak	<p>Ciljevi ovog rada su bili: 1. analizirati i usporediti strukturu šumskih kultura alepskog bora i crnog bora koje su nastale pošumljavanjem submediteranskog krša, 2. analizirati i usporediti količine i kakvoću prirodnog pomlatka koji se pojavljuje pod zastorom, 3. zaključiti o silvidinamici sastojina, mogućnosti i načinu njihova pomlađivanja.</p> <p>Područje istraživanja se nalazi na širem benkovačkom području, šumarija Benkovac, Gospodarska jedinica Razdolje, odjel 1b, brdo Umac nadmorske visine 386 m. Obuhvaća dijelove Benkovačkog polja istočno i jugoistočno od Benkovca na blago valovitom reljefu nadmorske visine od 105 do 395 metara.</p>

Iz rezultata istraživanja možemo zaključiti: 1. sastojina crnog bora poprima značajke prijelazne šume jer je došlo je do pojave elemenata klimatogene šumske zajednice. To potvrđuje nepostojanje ili veoma mala količina pomlatka crnog bora, podstojna etaža s vrstama klimatogene šume i prirodni pomladak koje čine vrste drveća elementi klimatogene šume, 2. silvidinamika je u sastojini alepskog bora znatno slabije izrađena, iako postoje elementi koji mogu upućivati na dugoročno prijelazni karakter šume. Ne uočava se tendencija daljneg razvoja vrsta klimatogene šume osim crnog jasena koji je još u ranoj fazi razvoja, 3. s gledišta kakvoće može se zaključiti kako su kvalitetnija stabla alepskoga bora, 4. crni bor je vrsta koja bi bila bolji odabir za pošumljavanje istraživanoga područja. Mladi naraštaj hrasta medunca pojavljuje se pod prekinutim sklopom sastojine crnog bora i stvara značajan broj prirodnog pomlatka što nije slučaj u sastojinama alepskog bora. Nadmorska visina istraživanog lokaliteta i jaki naleti vjetera su također čimbenici koji čine crni bor pogodnijom vrstom za pošumljavanje istraživanog lokaliteta 5. čišćenje i prorjeđivanje najpotrebnije su faze njege. Čišćenjem uklanjamo defektna i prekobrojna stabla borova, te ona stabla koja neposredno ugrožavaju kvalitetna borova ili eventualna medunčeva stabalca koja se spontano počinju pojavljivati u borovoj sastojini. Proredama treba pomagati kvalitetna borova stabla i stabla elemente klimatogene šume koja uraštaju u proizvodni dio sastojine, 6. svaki postupak na terenu treba obaviti uz prethodno šumskouzgojno planiranje.

## **Sadržaj**

1. UVOD
2. CILJ RADA
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA
  - 3.1. Opis staništa i sastojine
  - 3.2. Kratak povijesni pregled
  - 3.3. Orografske i hidrografske značajke
  - 3.4. Geološka podloga i tlo
  - 3.5. Klimatske značajke
  - 3.6. Vegetacija
4. METODE ISTRAŽIVANJA
  - 4.1. Rad na terenu
  - 4.2. Obrada podataka
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA
  - 5.1. Tarife i visinske krivulje (alepski bor, crni bor i hrast medunac)
  - 5.2. Ploha 1 (sastojina alepskog bora)
    - 5.2.1. Struktura sastojine
    - 5.2.2. Struktura pomlatka
    - 5.2.3. Procjena kvalitete alepskog bora
  - 5.3. Ploha 2 (sastojina crnog bor)
    - 5.3.1. Struktura sastojine
    - 5.3.2. Struktura pomlatka
    - 5.3.3. Procjena kvalitete crnog bora
6. ZAKLJUČCI
7. LITERATURA

# 1. UVOD

Pošumljavanje krša je vrlo značajno zbog općekorisnih funkcija koje šume na tom području imaju kao i zbog podizanja njihove ekonomske vrijednosti. Zbog površine na kojoj rastu, sredozemne šume mogu postati značajan nacionalni resurs za proizvodnju glavnih i sporednih šumskih proizvoda.

Struktura šumske sastojine je prostorni raspored drvene biomase u sastojini. Svi elementi koji izgrađuju obujam sastojine i koji ga raspoređuju u njezinu prostoru čine glavne elemente strukture sastojine: broj stabala po jedinici površine izražen ukupno i po vrstama drveća, raspored stabala po prsnim promjerima, socijalni položaj stabala u sastojini, raspored stabala po visini (po etažama), temeljnica i njezin raspored po prsnim promjerima, volumen i raspored volumena po prsnim promjerima, dob sastojine, podaci o visinama i visinskim krivuljama, prirast, sastojinski oblik i drugo.

Prirodno pomlađivanje ostvaruje se sjemenom koje na pomladnu površinu dospije s krošanja matičnih stabala koja se nalaze na pomladnoj površini. Za obnovu borovih šuma mediteranskog područja značajno je napomenuti da šumske kulture i prirodne sastojine borova imaju pionirsku ulogu i svojom nazočnošću pomažu da se na staništu ponovno formira sastojina onih vrsta drveća koje tvore klimatogene zajednice. Na Mediteranu, klimatogene zajednice tvore hrastovi crnika i medunac. Ukoliko se stvore stanišne prilike za povratak klimatogene šumske zajednice, u sastojinu sukcesivno ulaze elementi crnikovih i medunčevih šuma.

Odabir vrsta drveća s kojom osnivamo buduću šumu pripada u najodgovornije poslove šumarstva. Sudbina buduće šume, njeno uspijevanje i koristi koje će dati u posrednom i neposrednom smislu, ovise o dobro obavljenom izboru vrsta drveća. Kod definiranja ekoloških cjelina za izbor drveća u obzir se uzimaju glavne skupine ekoloških čimbenika: klima, geološka podloga i tlo, reljef te utjecaj čovjeka i živog svijeta uopće na prostor buduće šume. Posebno se razmatraju neposredni ekološki čimbenici koji djeluju na šumsko drveće (voda, toplina, svjetlo, kemijski sastav tla i atmosfere, mehanički čimbenici) od kojih je svaki ovisan o svim posrednim ekološkim čimbenicima. Na temelju navedenih podataka o staništu i određenog cilja osnivanja buduće šume pristupamo razmatranju ekoloških zahtjeva i bioloških svojstava šumskog drveća koja su nam, s obzirom na postavljeni cilj, zanimljiva.

U ovom radu su analizirane strukture šumske kulture alepskog bora i crnog bora koje su nastale pošumljavanjem submediteranskog krša. Sastojine su osnovane na sličnim staništima i podjednake su dobi što omogućuje njihovu usporedbu. Osim strukture, analiziran je i prirodni pomladak. Na temelju provedenih analiza moguće je donijeti zaključke o pretvorbi pionirskih

šuma u klimatogene koju određuje njihova prirodna sindinamika i silvidinamika. Usporedbom obrađenih podataka dobivenih analizom strukture i prirodnog pomlatka šumskih sastojina alepskog i crnog bora moguće je odrediti koja je vrsta (*Pinus nigra* Arn. ili *Pinus halepensis* Mill.) svrsishodniji odabir za pošumljavanje istraživanog područja.



Slika 1. Submediteranska šikara s primješanim alepskim borom u pozadini

## 2. CILJ RADA

Ciljevi ovog rada su bili:

1. analizirati i usporediti strukturu šumskih kultura alepskog bora i crnog bora koje su nastale pošumljavanjem submediteranskog krša,
2. analizirati i usporediti količine i kakvoću prirodnog pomlatka koji se pojavljuje pod zastorom,
3. zaključiti o silvidinamici sastojina, mogućnosti i načinu njihova pomlađivanja.



*Slika 2. Unutrašnjost šumske kulture crnoga bora*



### **3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA**

Područje istraživanja se nalazi na širem benkovačkom području, šumarija Benkovac, Gospodarska jedinica Razdolje, odjel 1b, brdo Umac nadmorske visine 386 m. Obuhvaća dijelove Benkovačkog polja istočno i jugoistočno od Benkovca na blago valovitom reljefu nadmorske visine od 105 do 395 metara.

#### **3.1. Opis staništa i sastojine**

Istraživanje je obavljeno u jednodobnoj, mješovitoj sastojini – šumskoj kulturi alepskog bora i crnog bora. Sastojina je nastala pošumljavanjem 1980. godine, pa je danas u dobi od 36 godina.

Učešće crnog bora najveće je u južnom i jugoistočnom dijelu odsjeka, gdje su grupe stabala crnog bora površinom veće na višim položajima. Stabla alepskog bora su uglavnom nagnuta, nisko granata, grbava, loše tehničke kvalitete, a dobrog zdravstvenog stanja. Stabla crnog bora su ravna, pravilnih krošanja, nisko granata, često rašljava i dobrog zdravstvenog stanja. Sklop potpun do progaljen. Uočene su vjetroizvale, uglavnom alepskih borova. Tlo je na mjestima kamenito, prekriveno iglicama, suhim granama i travom, te na površinu mjestimično izbijaju velike gromade živih stijena. U sloju grmlja pojedinačno pridolaze divlja kruška, drača, crni jasen, medunac i maklen. Pojedinačno pridolazi i primorski bor.

#### **3.2. Sažeti povijesni pregled**

Cijelo područje Dalmacije bilo je u dalekoj prošlosti obraslo šumama. Relativno rana naseljenost, intenzivno iskorištavanje i neplansko gospodarenje pogubno su utjecali na prirodne šumske zajednice.

Godine 1409. Ladislav Napuljski je prodao Dalmaciju, pa su tako Zadar i Benkovac pripali Veneciji u čijoj vlasti ostaju sve do njenog pada 1797. godine. Šume su za vrijeme vladavine Mlečana sječene za potrebe brodogradnje, za ogrijev, te za izgradnju gradskih utvrda. Bilo je uništavanja šuma iz strateških razloga, na primjer 1536. godine kada su posječene sve šume u užoj okolici Zadra, po naredbi mletačkog Senata, da bi se onemogućilo prikradanje Turaka prema Zadru.

Počeci organizirane šumarske djelatnosti datiraju još od 1464. godine. Magistrat providure za drvo i šume sa sjedištem u Veneciji donosi niz odluka, pravila i odredbi s ciljem održavanja,

čuvanja i zaštite postojećih šuma kao i mjere za poboljšanje njihove proizvodnje radi sve veće potrebe Mlečana za drvom.

Za vrijeme Napoleonove vlasti (1806. – 1813.) na području Dalmacije, koja je ušla u sastav Ilirskih provincija, organizacija šumarstva je provedena prema francuskom zakonu o šumama i vodama. Generalni providur mlečanin Vicko Dandolo u svom izvješću Napoleonu o stanju šuma u Dalmaciji vrlo slikovito opisuje tadašnju situaciju: „Oko Zadra, premda ima obilno šumskog tla, nema dovoljno goriva ni za pučanstvo. Ne samo da se sijeku ostaci stabala, nego se gule i žile, a time se onemogućuje i sami zametak novim šumama... Velebit, koji je granica s Hrvatskom, jednom bijaše pokriven bukvama, hrastovima i omorikama. Sad je na našoj strani sve golo, dok su na austrijskoj šume sačuvane...“ Najvažniji prijedlog je bio ograditi i staviti pod zabranu paše prostor što ga imaju pošumiti sami mještani u svakom selu. Ti gajevi zapravo su predstavljali obnovu šume iz šikara. Ograđivanje suhozidima nastojalo se zaštititi od paše.

Godine 1813., nakon Napoleonova poraza, cijela Ilirska provincija dolazi pod austrijsku vlast. Ona je poduzimala mjere u cilju organiziranja šumarstva Dalmacije i vršila izmjeru zemljišta, te sastavila stalni katastar.

Nakon 1945. godine zemljišta postaju općenarodnom imovinom, također su i sve veće privatne i crkvene šume nacionalizirane ili konfiscirane, predane na upravljanje šumskim gospodarstvima. Predaju šuma šumskim gospodarstvima formalno su zapisnički proveli narodni odbori, na ovom području Narodni odbor Kotara Zadar, ali nitko nije na terenu te površine obišao i pokazao jer su međe najčešće bile promjenjene i izgubljene.

Godine 1990. Sabor Republike Hrvatske donio je Zakon o šumama prema kojem šume i šumska zemljišta koja su do tad bila društveno vlasništvo ili općenarodna imovina, postaju državnim vlasništvom Republike Hrvatske.

Prvi program uopće izrađen za ovo područje je Program gospodarenja šumama i šumskim zemljištima benkovačkog užeg područja krša za razdoblje 1982. – 1991. godine, a izradio ga je Institut za jadranske kulture i melioraciju krša iz Splita pod vodstvom dr. sc. Vlade Topića, dipl. ing. Branka Tkalčića i dipl. ing. Žarka Vrdoljaka. Program gospodarenja dalmatinskim šumskokrškim područjem izradio je 1986. godine Šumarski institut u Jastrebarskom, pod stručnim vodstvom dr. Dražena Cestara, a njime je obuhvaćena cijela Dalmacija, od Obrovca do Dubrovnika. Spomenuti programi, premda nepotpuni, ipak su vrlo značajni jer predstavljaju početke uređivanja šuma na području Šumarije Benkovac. Prethodni program za G. j. Razdolje s razdobljem valjanosti 2003. – 2012., izrađen od strane poduzeća Mirta d.o.o. Sesvete te prihvaćen od nadležnog ministarstva, bio je prvi Program za područje G. j. Razdolje koji sadrži sve potrebne elemente za jednu gospodarsku jedinicu.

### **3.3. Orografske i hidrografske značajke**

Morfološka slika područja G. j. Razdolje prilično je jednolična. Blago valoviti reljef predstavlja uglavnom veće antiklinalne platee građene većinom od pločastih vapnenaca. Nadmorske visine se kreću od 105 m n. v. uz prometnicu Benkovac – Skradin kod sela Lišane Ostrovičke do 395 m n. v. na vrhu brda Markova greda. Najviši dijelovi Gospodarske jedinice nalaze se u središnjem (Markova greda – 395 m) i sjevernom dijelu gospodarske jedinice Razdolje (Umac – 386 m). Nagibi se kreću od 0 – 2°, do nagiba u jarugama koji može iznositi 26°. Značajnija ležišta ukrasnog i tehničkog kamena se nalaze na čitavom području. Na pojedinim mjestima nalazimo prominske šarene vapnene konglomerate i žučkasto uslojene vapnenice.

### **3.4. Geološka podloga i tlo**

Prema geološkoj karti osnovne geološke karte mjerila 1:100 000 sekcije Obrovac (Ivanović i dr. 1976.) i Šibenik (Manužić 1971.) na području Gospodarske jedinice Razdolje dominiraju uslojeni vapnenci, konglomerati, lapori te grebenski vapnenci. Prilična raširenost laporovitih vapnenaca i u manjem dijelu lapora pod šumskim površinama uvjetovala je razvoj rendzina kao jednog od najzastupljenijih tala uz smeđe plitko tlo na uslojenom vapnencu. Koluvijalni obronački nanosi puni su nesortiranog grubog nezaobljenog kršja dolomita i vapnenca izmješanog sa smeđim ilovačama i crvenicom, a zauzimaju niže i strme dijelove na prijelazu strmih obronaka u ravni teren.

### **3.5. Klimatske značajke**

Za opis klime područja G. j. Razdolje korišteni su podaci najbliže meteorološke stanice Knin (234 m n. v.) koja je udaljena 34 km. Mjerni podaci za meteorološku stanicu Knin dani su za razdoblje 1961. – 1990.

Srednja godišnja temperatura zraka iznosi 12,9°C, proljeće 12,1°C, ljeto 21,5°C, jesen 13,4°C, zima 7,0°C. Langov kišni faktor za meteorološku postaju Knin iznosi  $K_f = 83,3$  što klimu na području gospodarske jedinice Razdolje svrstava u humidnu. Godišnja razina oborina iznosi 1075 mm, proljeće 261 mm, ljeto 208 mm, jesen 329 mm, zima 278 mm. Srednja godišnja relativna vlaga iznosi 66%, proljeće 63%, ljeto 61%, jesen 69%, zima 69%. Godišnji broj dana s mrazom iznosi 34, mraz se nije pojavljivao u 5., 6., 7., i 8. mjesecu.

### 3.6. Vegetacija

Zbog malih apsolutnih i relativnih nadmorskih visina čitav biljni pokrov pripada sklopu mediteranske vegetacijske regije mediteransko-litoralnom vegetacijskom pojasu i to submediteranskoj vegetacijskoj zoni.

S obzirom na stupanj pokrovnosti i razinu organizacije biljnih zajednica možemo na prostoru G. j. Razdolje razlikovati slijedeće razine pokrovnosti u progresijskom smjeru: kamenjarski pašnjaci s više manje dobro razvijenim slojem zeljastih biljaka i šumske sastojine razvijene u obliku više ili niže šikare i više ili manje otvorenog sklopa.

Biljne zajednice u G. j. Razdolje:

- Šuma i šikara hrasta medunca i bijelog graba (*Quercus-Carpinetum orientalis* H-ić 1939)
- Šikara drače i primorske krkavine (*Rhamno-Paliuretum* Trinajstić 1995, stadij *Juniperus oxycedrus*)
- Pašnjak ilirske vlasulje s lukovičastom smilicom (*Koelerio-Festucetum illyricae* Trinajstić 1992)
- Kamenjara ljekovite kadulje i kovilja (*Stipo-salvietum officinalis* H-ić (1956) 1958)

## **4. METODE ISTRAŽIVANJA**

Istraživanje je obavljeno u dva dijela.

Prvi je terenski dio, odnosno izmjera na terenu. Prilikom izmjere na terenu korišteni su: markirni kolci, mjerna vrpca, Haglöf Vertex III Hypsometer, Transponder T3, vrpca za izmjeru opsega prsnih promjera, busola i kreda.

Drugi je dio obuhvatio obračun izmjerenih podataka. Obuhvaća unos podataka u računalnu bazu, njihov obračun, te izradu tablica i grafikona.

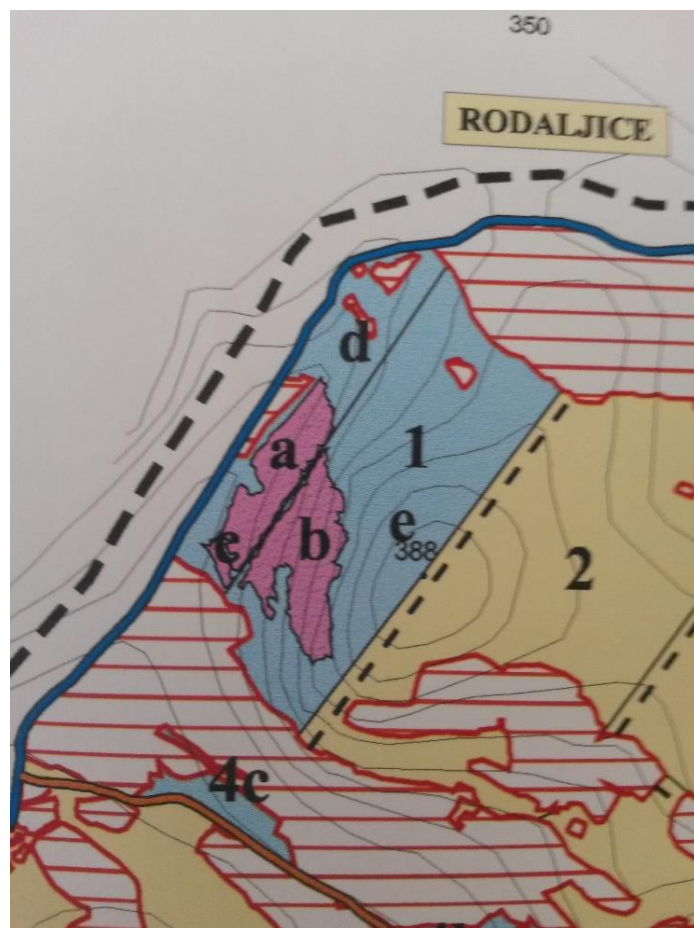
### **4.1. Rad na terenu**

Izmjera na terenu je obavljena u Gospodarskoj jedinici Razdolje, Šumarija Benkovac, odjel 1b, 13. i 15. svibnja 2016. godine. Postavljene su dvije plohe oblika kvadrata, dimenzija 50 m x 50 m (0,25 ha). Prva ploha postavljena je u sastojini alepskog bora, a druga u sastojini crnog bora. Mjernom vrpcom izmjerena je dužina svake stranice ploha, a busolom određene okomice. Vrhovi ploha su obilježeni markirnim kolcima.

Unutar ploha je obavljena totalna klupaža svih stabala po vrstama drveća i etažama po biološko-gospodarskoj klasifikaciji. Taksacijska granica je iznosila 3 cm. Zatim smo na području svake plohe (na plohama i u njihovoj neposrednoj blizini) izmjerili po 40 visina stabala (ukupno 80 visina stabala), za konstrukciju sastojinskih visinskih krivulja i lokalnih tarifa.

Sredinom svake plohe postavljena je po jedna podploha oblika pruge, dimenzija 2 m x 50 m (100 m<sup>2</sup>). Na tim smo prugama registrirali ponik, izmjerili visine pomlatka i procijenili kakvoću borova koji su se na njima zatekli.

Kakvoća borova ocijenjivana je kao dobra (D), srednja (S) i loša (L). Pri tome su dobra stabla ona koja su uspravna, ravna, visoko se granaju, imaju dobro obrasle krošnje, nemaju znakove oštećenja i dobrog su zdravstvenog stanja, loša stabla su nagnuta, ukrivljena, rašljava, nisko granata, slabo obrasle krošnje, imaju znakove oštećenja i lošeg su zdravstvenog stanja, a srednja su ona koja čine prijelaz dobre kakvoće prema lošoj ili obrnuto tj. posjeduju dobre i neke lošije karakteristike, te ih se ne može svrstati ni u loša ni u dobra stabla. Stabla koja su rašljava, oštećena i lošeg zdravstvenog stanja ne možemo svrstati u stabla srednje kakvoće.



Slika 3. Izvadak iz Karte gospodarske podjele. Pokusne plohe postavljene su u odsjeku 1b.

## 4.2. Obrada podataka

Svi izmjereni podaci uneseni su u računalnu bazu podataka i obrađeni u računalnom programu Excel 2016.

Broj stabala, temeljnica i volumen sastojine izračunati su po vrstama drveća, sastojinskim etažama, debljinskim stupnjevima, a potom zbrojeni po debljinskim razredima. Temeljnica sastojine izračunata je zbrajanjem iznosa temeljnica po debljinskim stupnjevima. Za svaki debljinski stupanj temeljnica je izračunata pomoću obrasca:

$$g_i = (0,785 d^2) n_i$$

gdje je  $g_i$  temeljnica stabla pojedinog debljinskog stupnja sredine  $i$ ,  $d$  prsni promjer stabla,  $n_i$  opažani broj stabala u debljinskom stupnju.

Za izradu lokalne tarife poslužile su izmjerene visine. Lokalni volumni nizovi (tarife) za alepski bor, crni bor i hrast medunac izračunati su uz korištenje Schumacher-Hall-ove jednadžbe izraza:

$$v_i = ad_i^b h_{izj}^c f$$

gdje je  $v_i$  volumen stabla pojedinog debljinskog stupnja sredine  $i$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  parametri,  $f$  redukcijski koeficijent te  $h_{izj}$  visina izjednačena pomoću Mihajlovičeve 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.



Slika 4. Satelitski prikaz istraživanih sastojina s ucrtanim položajem pokusnih ploha

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 5.1. Tarife i visinske krivulje

Na temelju podataka prikupljenih na terenu izrađene su tarife i visinske krivulje za alepski bor, crni bor i hrast medunac. Izjednačavanje visina provedeno je pomoću Mihajlovljeve formule, a tarife su izračunate Schumacher-Hallovom formulom u računalnom programu Excel 2016.

Visine alepskoga bora su izračunate pomoću Mihajlovljeve formule:

$$h = 12,02996 * e^{\frac{-5,60356}{d}} + 1,3$$

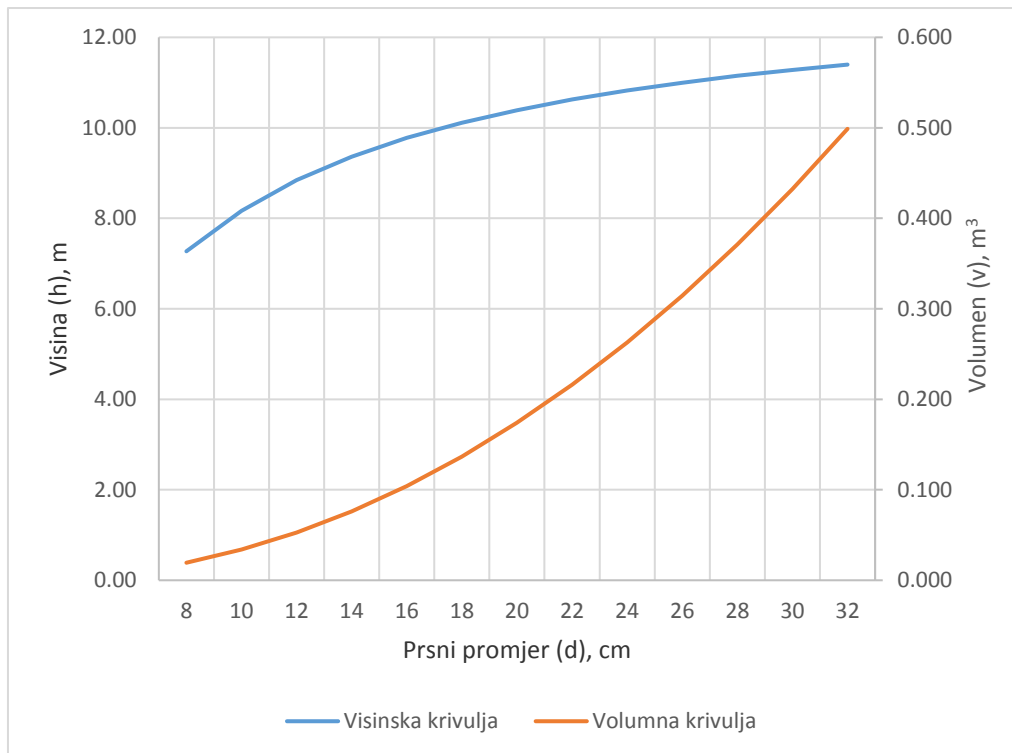
Visine alepskog bora na istraživanoj plohi su u rasponu od 7 m do 11,5 m, prsni promjeri se kreću od 8 cm do 32 cm, a prosječna visina alepskog bora na plohi, koja se može izračunati iz Tablice 1 iznosi 9,34 metra. Na grafikonu je prikazana i krivulja volumena (tarifa) koja prikazuje kretanje volumena s obzirom na visine i debljinske stupnjeve stabala mjerenih na pokusnoj plohi.

Tablica 1. Tarifa za alepski bor

Tarifa: alepski bor		
d (cm)	h (m)	v (m <sup>3</sup> )
8	7,27	0,019
10	8,17	0,034
12	8,84	0,053
14	9,36	0,076
16	9,78	0,104
18	10,11	0,137
20	10,39	0,174
22	10,62	0,216
24	10,82	0,263
26	11,00	0,315
28	11,15	0,371
30	11,28	0,433
32	11,40	0,499

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





Grafikon 1. Visinska krivulja i tarifa alepskog bora

Visine crnoga bora su izračunate pomoću Mihajlovljeve formule:

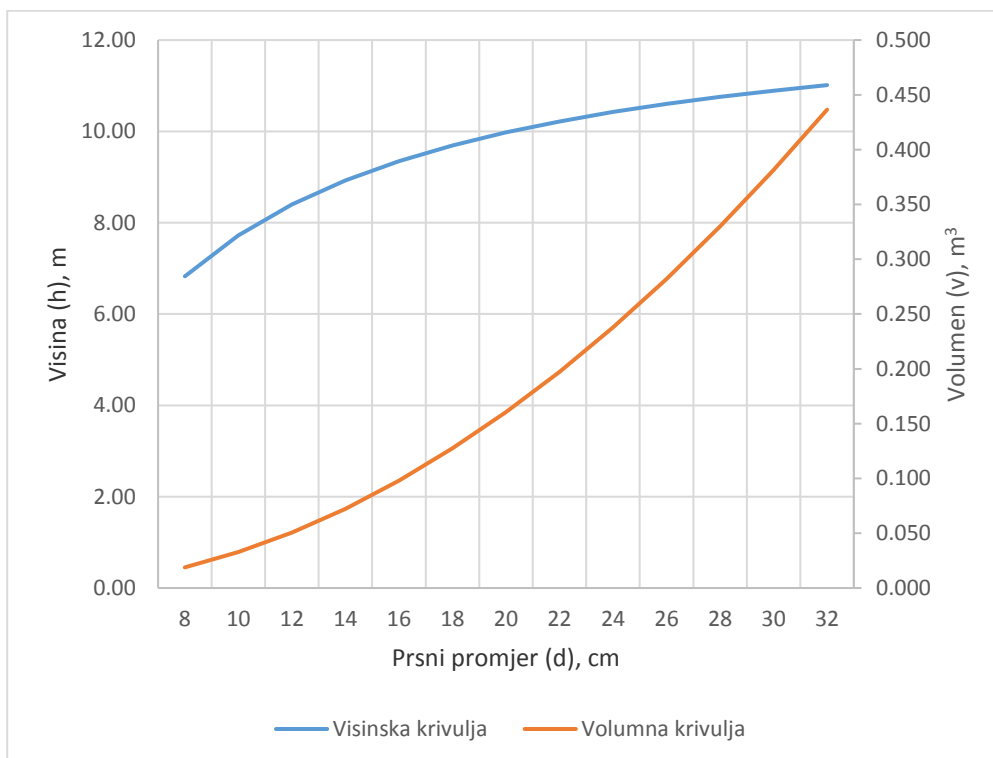
$$h = 11,72234 * e^{\frac{-6,0169}{d}} + 1,3$$

Visine crnog bora na istraživanoj plohi su nešto niže od visina alepskog bora, kreću se od 6,7 m do 11 m, stoga je manja i srednja visina crnog bora koja iznosi 8,92 metra. Isto kao i u predhodnom slučaju prikazana je krivulja volumena crnog bora na pokusnoj plohi.

Tablica 2. Tarifa za crni bor

Tarifa: crni bor		
d (cm)	h (m)	v (m <sup>3</sup> )
8	6,83	0,019
10	7,72	0,033
12	8,40	0,051
14	8,93	0,072
16	9,35	0,098
18	9,69	0,127
20	9,98	0,160
22	10,22	0,197
24	10,42	0,238
26	10,60	0,282
28	10,76	0,330
30	10,89	0,381
32	11,01	0,436

$$v = 0,000049355 * d^{1,913996} * h^{1,021436} * 1,003441$$



Grafikon 2. Visinska krivulja i tarifa crnog bora

Hrast medunac je relativno malo zastupljen u obe istraživane plohe, više je zastupljen u sastojini crnog bora. Visine hrasta meduca na pokusnoj plohi su u rasponu od 2,5 do 9,2 m.

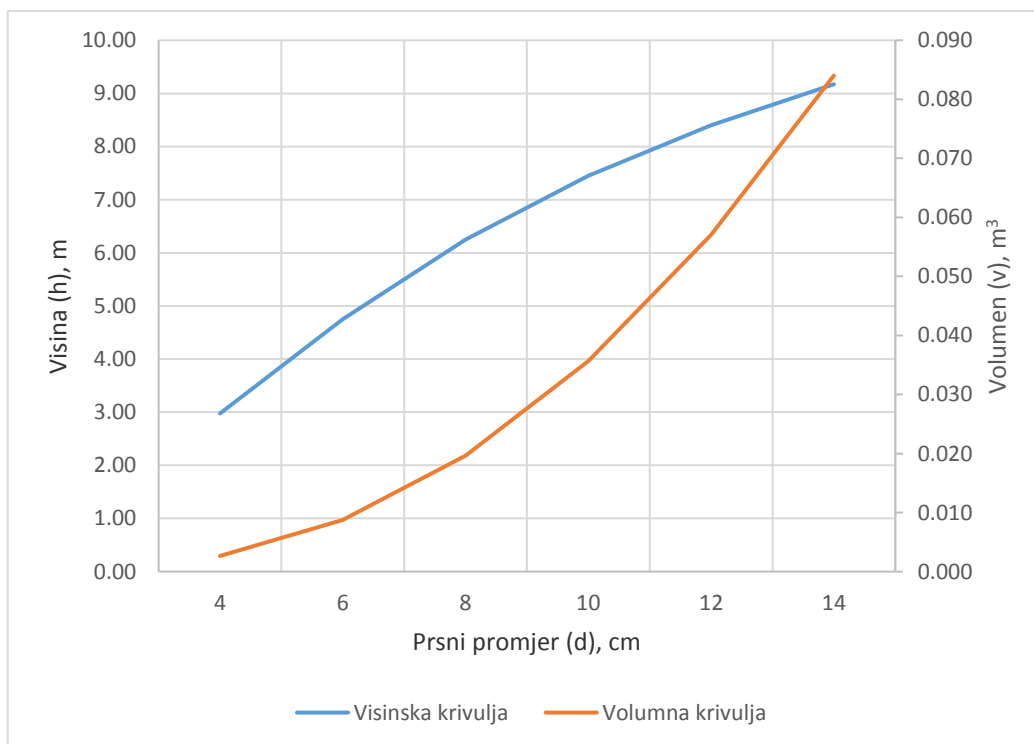
Visine hrasta medunca su izračunate pomoću Mihajlovljeve formule:

$$h = 14.616239 * e^{-\frac{8,662609}{d}} + 1,3$$

Tablica 3. Tarifa za hrast medunac

Tarifa: hrast medunac		
d (cm)	h (m)	v (m <sup>3</sup> )
4	2,98	0,003
6	4,75	0,009
8	6,25	0,020
10	7,45	0,036
12	8,40	0,057
14	9,17	0,084

$$v = 0,000064665 * d^{2,075548} * h^{0,760624} * 1,0065317$$



Grafikon 3. Visinska krivulja i tarifa hrasta medunca

## 5.2. Ploha 1 (sastojina alepskog bora)

### 5.2.1. Struktura sastojine

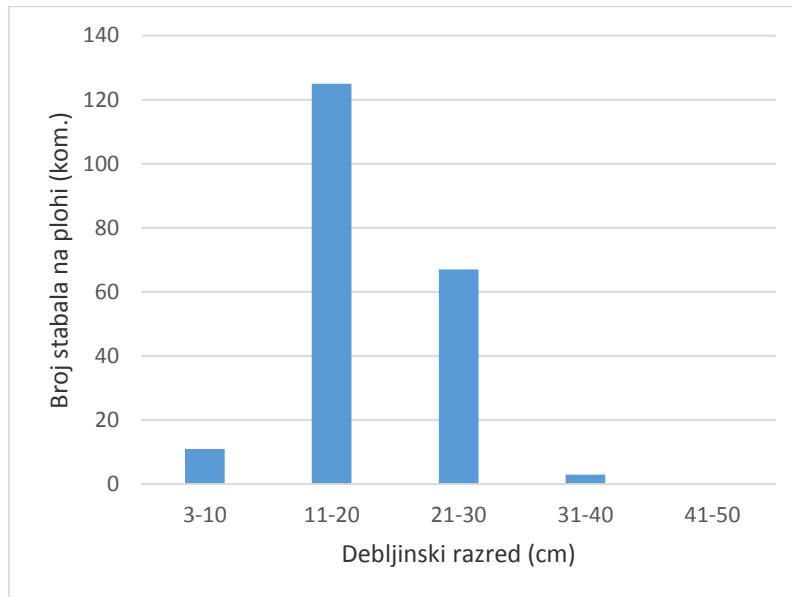
Na pokusnoj plohi je utvrđeno kako ima 206 stabala s temeljnicom u iznosu 7,48 m<sup>2</sup> i obujmom 36,85 m<sup>3</sup>. Preko 95 % volumena je raspoređeno na stablima alepskog bora, pa sastojinu smatramo čistom sastojinom alepskog bora. Istraživana ploha nalazi se u sastojini uređajnog razreda Kultura alepskog bora, starosti je 33 godine. Većina je stabala alepskog bora raspoređena u glavnoj (etaži A) etaži sastojine. Tip tla na kojem se nalazi je kamenjar boniteta II/III. Sklop je potpun na pokusnoj plohi.

U strukturi sastojine zastupljeni su alepski bor, crni bor i hrast medunac. Crnog bora i hrasta medunca ima neznatno, svega 4 stabla crnog bora i 6 stabala hrasta medunca od ukupno 206 stabala što čini udio manji od 5 %. Stabla crnog bora su u glavnoj etaži sastojine i dobre su kvalitete, dok je hrast medunac zbog dugog boravka u zasjeni deformirane krošnje i zakrivljena debla.

Tablica 4. Struktura sastojine – ploha 1

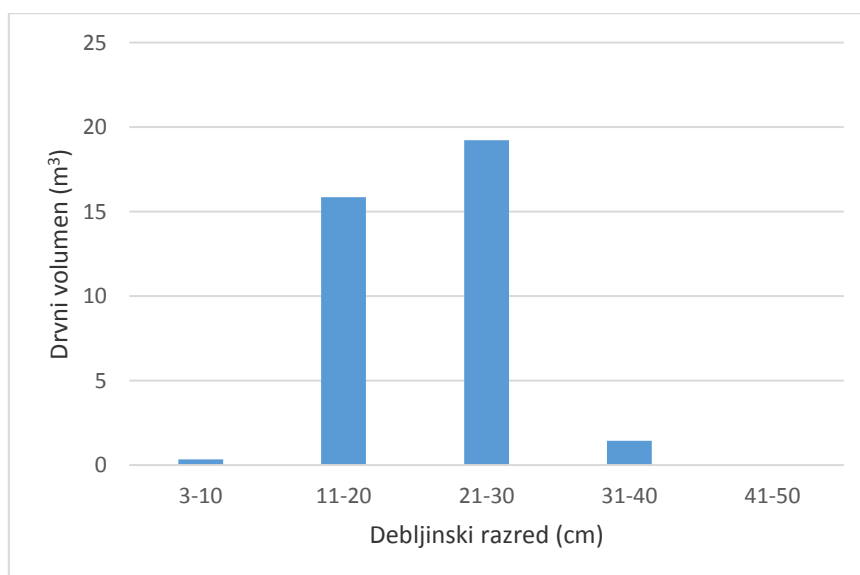
Vrsta	Deb. razred	Etaža A			Etaža B			Etaža C			Ukupno		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
	(cm)	(kom.)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(kom.)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(kom.)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(kom.)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
<i>Pinus halepensis</i>	3-10	2	0,2	0,07	7	0,05	0,21				9	0,25	0,28
	11-20	106	2,63	14,09	15	0,28	1,42				121	2,91	15,51
	21-30	64	3,11	18,33							64	3,11	18,33
	31-40	2	0,16	1,00							2	0,16	1,00
	51-60												
<i>Quercus pubescens</i>	3-10				1	0,10	0,04	1,00	0,10	0,02	2	0,20	0,06
	11-20				4	0,60	0,34				4	0,60	0,34
	21-30												
	31-40												
	51-60												
<i>Pinus nigra</i>	3-10												
	11-20												
	21-30	3	0,17	0,89							3	0,17	0,89
	31-40	1	0,08	0,44							1	0,08	0,44
	51-60												
Ukupno		178	6,35	34,82	27	1,03	2,01	1	0,10	0,02	206	7,48	36,85
Po ha		712	25,40	139,28	108	4,12	8,04	4	0,40	0,08	824	29,92	147,40

Na Grafikonu 4 prikazana je distribucija ukupnog broja stabala po debljinskim razredima iz koje vidimo da se najveći broj stabala nalazi u debljinskom razredu 11 – 20 cm. Ukupno je na pokusnoj plohi 1 izvršena klupaža 206 stabala.



Grafikon 4. Distribucija broja stabala po debljinskim razredima – ploha 1

Volumen sastojine na pokusnoj plohi 1 iznosi 36,85 m<sup>3</sup> što po hektaru iznosi 147,40 m<sup>3</sup>. Većina volumena akumulirana je u debljinskim razredima 11 – 20 cm i 21 – 30 cm.



Grafikon 5. Distribucija volumena stabala po debljinskim razredima – ploha 1

## 5.2.2. Struktura pomlatka

U Tablici 5 je prikazana struktura pomlatka po vrstama i visinskim klasama na pokusnoj plohi 1, odnosno pokusnoj pruži u toj plohi (2 m x 50 m). Vrste koje se pojavljuju pod zastorom krošnja alepskog bora na istraživanoj pruži su hrast medunac, crni jasen, alepski bor i maklen. Prikazana je i njihova brojnost na pokusnoj pruži kao i po hektaru. Najzastupljeniji je pomladak alepskog bora (2700 kom./ha), zatim hrast medunac (1200 kom./ha), crni jasen (900 kom./ha) i na kraju maklen (200 kom./ha). Bitno je napomenuti kako je pomladak crnog jasena u jako dobrom stanju, debalca su pravilna i ravna, a vegetacijski vrhovi neoštećeni i zdravi.

Tablica 5. Struktura pomlatka – ploha 1

Šumarija: Benkovac					Pokusna ploha: 1		
G. J. : Razdolje					Površina: 0.01 ha		
Odjel, odsjek: 1b					Datum: 13. 5. 2016.		
Visinska klasa	Vrsta drveća						Σ
cm	Quercus pubescens	Fraxinus ornus	Pinus halepensis	Acer monspessulanum			
Ponik	11	2	2	1			16
-25		1	1				2
-50	1	2	9				12
-75		1	10				11
-100		1	1	1			3
-125		1	3				4
-150			1				1
-175							
-200							
-225		1					1
-250							
Σ	12	9	27	2			50
Po ha	1200	900	2700	200			5000

### 5.2.3. Procjena kakvoće stabala alepskog bora

Na podplohi – pruzi 2 m x 50 m postavljenoj po sredini pokusne plohe 1 izvršena je procjena kakvoće stabala alepskog bora. Bitno je napomenuti kako su stabla dobrog zdravstvenog stanja. U sastojini alepskog bora nalazimo nagnuta i izvaljena stabla zbog utjecaja jakog vjetra. Mnoga su stabla nisko granata.

Na našoj je pruzi površine 100 m<sup>2</sup> zatečeno 13 stabala alepskoga bora. Od tog uzorka njih 38,46% je dobre kakvoće, 46,15% je osrednje kakvoće, a 15,38% je loše kakvoće. Može se zaključiti da je sastojina alepskog bora osrednje kakvoće na istraživanoj plohi, ali bitno je napomenuti kako u nekim dijelovima sastojine ima mnogo nagnutih stabala alepskog bora zbog naleta bure.

Tablica 6. Procjena kakvoće stabala – ploha 1 (D – dobar, S – srednji, L – loš)

Redni br.	Pinus halepensis
1	S
2	D
3	S
4	D
5	S
6	D
7	D
8	S
9	L
10	S
11	S
12	L
13	D

## 5.3. Ploha 2 (sastojina crnog bora)

### 5.3.1. Struktura sastojine

Sastojina je gušća i neprohodnija nego sastojina alepskog bora, sadrži mnogo niskih grmova (*Juniperus* spp.). Na pokusnoj je plohi utvrđeno 274 stabala s temeljnicom u iznosu od 6,22 m<sup>2</sup> i volumenom 31,60 m<sup>3</sup>. Preko 90 % volumena u sastojini čini crni bor, stoga sastojinu smatramo čistom crnoborovom iako se istraživana ploha nalazi u sastojini uređajnog razreda URR Kultura alepskog bora, starosti 33 godine. Tip tla na kojemu se sastojina nalazi je kamenjar boniteta II/III. Nadmorska visina ove plohe je nešto veća od prethodne, nagib iznosi 6 – 15°, a ekspozicija je zapadna. Ploha 2 je potpunog sklopa.

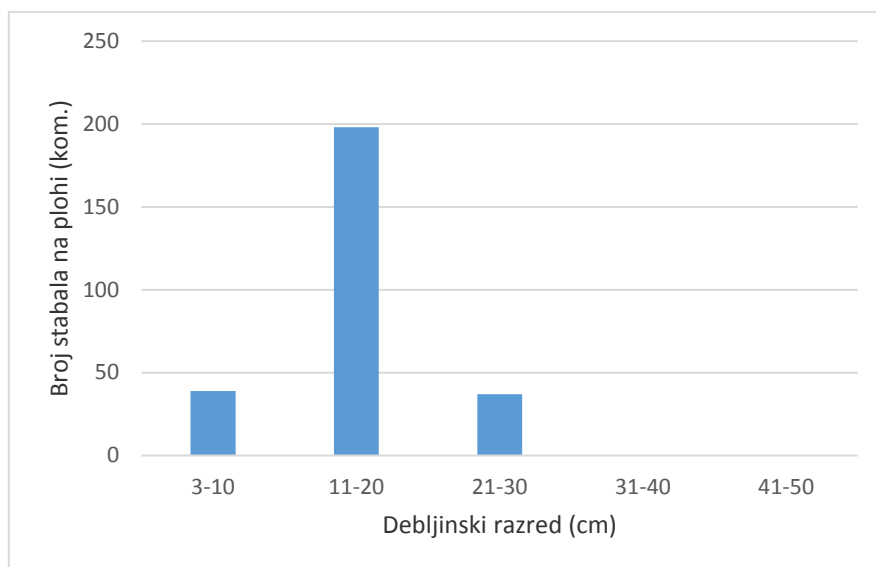
U plohi 2, kao i u plohi 1, zastupljeni su crni bor, alepski bor i hrast medunac, ali ovdje su hrast medunac i alepski bor manje zastupljeni u odnosu na crni bor. Imamo 30 stabala hrasta medunca i 4 stabla alepskog bora od ukupno 274 stabla, što je udio od oko 12 %. Na dva mjesta u pokusnoj plohi pojavljuju se grupe hrasta medunca od kojih su neki imaju pravilne krošnje i debla i prodiru do glavne etaže, a neki imaju deformirane krošnje i zakrivljena debla. Alepski borovi su nisko granati i malo nagnuti zbog utjecaja vjetra.

Tablica 7. Struktura sastojine – ploha 2

Vrsta	Deb. razred	Etaža A			Etaža B			Etaža C			Ukupno		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
	(cm)	(kom.)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(kom.)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(kom.)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(kom.)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
<i>Pinus nigra</i>	3-10	4	0,03	0,13	10	0,07	0,29				14	0,10	0,42
	11-20	176	4,05	20,02	17	0,25	1,65				193	4,30	21,67
	21-30	33	1,39	7,30							33	1,39	7,30
	31-40												
	51-60												
<i>Quercus pubescens</i>	3-10				24	0,13	0,52	1	0,01	0,02	25	0,14	0,54
	11-20	2	0,03	0,14	3	0,04	0,19				5	0,07	0,33
	21-30												
	31-40												
	51-60												
<i>Pinus halepensis</i>	3-10												
	11-20												
	21-30	4	0,22	1,34							4	0,22	1,34
	31-40												
	51-60												
Ukupno		219	5,72	28,93	54	0,49	2,65	1	0,01	0,02	274	6,22	31,60
Po ha		876	22,88	115,72	216	1,96	10,60	4	0,04	0,08	1096	24,88	126,40

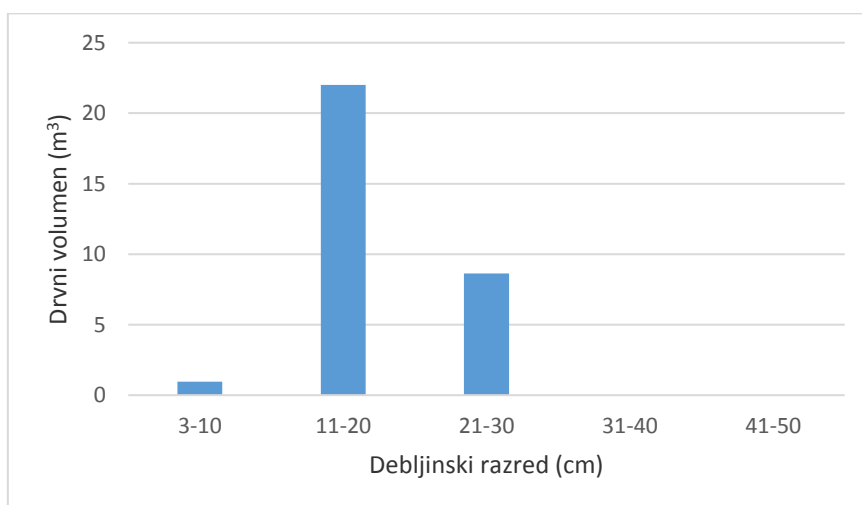


Sastojina crnog bora je zvonolike distribucije, kao i sastojina alepskog bora. U Grafikonu 6 prikazana je distribucija broja stabala po debljinskim razredima. Najveći broj stabala nalazi se u debljinskom razredu 11 – 20 cm. Ostatak stabala raspoređen je u debljinskim razredima 3 – 10 cm (39 stabala) i 21 – 30 cm (37 stabala). Na plohi 2 izvršena je klupaža ukupno 274 stabla.



Grafikon 6. Distribucija broja stabala po debljinskim razredima – ploha 2

Volumen sastojine na pokusnoj plohi 2 iznosi 31,60 m<sup>3</sup>, što po hektaru iznosi 126,40 m<sup>3</sup>. Najveći udio volumena akumuliran je u debljinskom razredu 11 – 20 cm i iznosi 22,00 m<sup>3</sup>, u debljinskom razredu 3 – 10 cm iznosi 0,96 m<sup>3</sup>, a u debljinskom razredu 21 – 30 iznosi 8,64 m<sup>3</sup>.



Grafikon 7. Distribucija volumena stabala po debljinskim razredima – ploha 2

### 5.3.2. Struktura pomlatka

U Tablici 9 je prikazana struktura pomlatka po vrstama i visinskim klasama na pruzi (2 m x 50 m) u pokusnoj plohi 2. Vrste koje se pojavljuju pod zastorom krošanja crnog bora na pruzi su hrast medunac, crni jasen, alepski bor, maklen, crni bor i bjelograbić. Najzastupljeniji je pomladak hrasta medunca (3700 kom./ha), zatim alepskog bora (1600 kom./ha), crnog jasena (1100 kom./ha), crnog bora (400 kom./ha), maklena (22 kom./ha) i na kraju bjelograbića (200 kom./ha). Ukupan broj pomlatka u sastojini crnog bora iznosi 7200 kom/ha. Crni jasen je u istom stanju kao i u plohi 1. U ovoj plohi se pojavljuje mnogo ponika hrasta medunca u području spomenutih grupa stabala hrasta medunca. Pomlatka crnog bora ima veoma malo.

Tablica 8. Struktura pomlatka – ploha 2

Šumarija: Benkovac		Pokusna ploha: 2					
G. J. : Razdolje		Površina: 0.01 ha					
Odjel, odsjek: 1b		Datum: 15. 5. 2016.					
Visinska klasa	Vrsta drveća						Σ
cm	<i>Quercus pubescens</i>	<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Acer monspessulanum</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Carpinus orientalis</i>	
Ponik	26	2					28
-25	5	2	1		2	1	11
-50	3	3	1	2	2	1	12
-75		1	5				6
-100	1		5				6
-125			2				2
-150			2				2
-175		2					2
-200							
-225							
-250							
-275							
-300	1	1					2
-325	1						1
-350							
Σ	37	11	16	2	4	2	72
Po ha	3700	1100	1600	200	400	200	7200

### 5.3.3. Procjena kakvoće stabala crnog bora

Na pruzi 2 m x 50 m u plohi 2 izvršena je procjena kvalitete crnih borova koji upadaju u prugu, borovi su dobrog zdravstvenog stanja. U sastojini crnog bora ima mnogo rašljivih borova.

Na našoj je pruzi površine 100 m<sup>2</sup> zatečeno 14 stabala crnoga bora. Od tog uzorka njih 42,85% je dobre kakvoće, 42,86% je osrednje kakvoće, a 14,29% je loše kakvoće. Iz tablice možemo zaključiti kako je sastojina crnog bora na istraživanoj plohi na granici dobre i osrednje kakvoće dok loših stabala crnog bora ima u najmanjem udjelu. Za razliku od sastojine alepskog bora u sastojini crnog bora nema nagnutih i izvaljenih stabala crnog bora.

Tablica 9. Procjena kakvoće borova – ploha 2

Redni br.	Pinus nigra
1	D
2	D
3	S
4	L
5	S
6	D
7	D
8	S
9	L
10	S
11	D
12	D
13	S
14	S

## 6. ZAKLJUČCI

Iz rezultata istraživanja možemo zaključiti:

1. Sastojina crnog bora poprima značajke prijelazne šume jer je došlo je do pojave elemenata klimatogene šumske zajednice. To potvrđuje nepostojanje ili veoma mala količina pomlatka crnog bora, podstojna etaža s vrstama klimatogene šume i prirodni pomladak koje čine vrste drveća elementi klimatogene šume.
2. Silvidinamika je u sastojini alepskog bora znatno slabije izrađena, iako postoje elementi koji mogu upućivati na dugoročno prijelazni karakter šume. Ne uočava se tendencija daljnog razvoja vrsta klimatogene šume osim crnog jasena koji je još u ranoj fazi razvoja.
3. S gledišta kakvoće može se zaključiti kako su kvalitetnija stabla crnog bora.
4. Crni bor je vrsta koja bi bila bolji odabir za pošumljavanje istraživanoga područja. Mladi naraštaj hrasta medunca pojavljuje se pod prekinutim sklopom sastojine crnog bora i stvara značajan broj prirodnog pomlatka što nije slučaj u sastojinama alepskog bora. Nadmorska visina istraživanog lokaliteta i jaki naleti vjetra su također čimbenici koji čine crni bor pogodnijom vrstom za pošumljavanje istraživanog lokaliteta.
5. Čišćenje i prorjeđivanje najpotrebnije su faze njege. Čišćenjem uklanjamo defektna i prekobrojna stabla borova, te ona stabla koja neposredno ugrožavaju kvalitetna borova ili eventualna medunčeva stabalca koja se spontano počinju pojavljivati u borovoj sastojini. Proredama treba pomagati kvalitetna borova stabla i stabla elemente klimatogene šume koja uraštaju u proizvodni dio sastojine.
6. Svaki postupak na terenu treba obaviti uz prethodno šumskouzgojno planiranje.

## 7. LITERATURA

- Anić, I., F. Tomić, S. Matić, 2013: Zaključci sa znanstvenog skupa. 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, 311 – 316.
- Anić, I., 2003: Promjena sastojinskog oblika prirodnim pomlađivanjem na primjeru šumske kulture crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) u Senjskoj dragi. U: 125. obljetnica kraljevskog nadzorništva za pošumljenje krasa krajiškog područja – Inspektorata za pošumljavanje krševa, goleti I uređenje bujica u Senju (1878–2003), Šumarski list, pos. izd., CXXVII: 41–50, Zagreb.
- Anić, I., 2009: Uzgajanje šuma I, predavanja, vježbe i terenska nastava za studente preddiplomskog studija šumarstva. Interna skripta Šumarskog fakulteta u Zagrebu
- Matić, S., I. Anić, Š. Meštrović, V. Topić, 2015: Šume i šumarstvo novigradskog područja u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. U: S. Kaštela (ur.), Knjižica sažetaka znanstvenog skupa Novigrad nekad i sad, Sveučilište u Zadru, Zadar i Novigrad, 8-9.
- Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, S. Mikac, 2011: Njega i obnova šuma hrvatskoga Sredozemlja. U: S. Matić (ur.), Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 375 – 386.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, D. Drvodelić, V. Topić, S. Mikac, Z. Đurđević, 2011: Pošumljavanje krša hrvatskoga Sredozemlja. U: S. Matić (ur.), Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 393 – 410.
- Matić, S., Anić, I., Oršanić, M., 1997: Podizanje, njega i obnova šuma kao temeljni preduvjeti ekološkog, društvenog i gospodarskog napretka mediterana. Šum. list 121(9–10): 463–472, Zagreb.
- Matić, S., 1994: Prilog poznavanju broja biljaka i količine sjemena za kvalitetno pomlađivanje i pošumljavanje. Šumarski list 3–4 (CXVIII), 1994: 71–79, Zagreb.
- Matić, S., (1986): Šumske kulture alepskog bora i njihova uloga u šumarstvu Mediterana, Glas. šum. pokuse, posebno izdanje 2, str. 125 – 145, Zagreb
- Program gospodarenja za područje G. j. „Razdolje“ 2013. – 2022., Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
- Šumarski institut Jastrebarsko, 2000: Volumne tablice hrasta medunca. Radovi, izvanredno izdanje, 8: 1-68, Jastrebarsko.