

Struktura prirodnih sastojina crnog bora na Dinari

Bikić, Karlo

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:858786>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-19**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM**

KARLO BIKIĆ

STRUKTURA PRIRODNIH SASTOJINA CRNOG BORA NA DINARI

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, rujan 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

STRUKTURA PRIRODNIH SASTOJINA CRNOG BORA NA DINARI
DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: Uzgajanje šuma II

Ispitno povjerenstvo: 1. Akademik prof. dr. sc. Igor Anić

2. izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac

3. izv. prof. dr. sc. Vinko Paulić

Student: Karlo Bikić

JMBAG: 0068234137

Datum odobrenja teme: 05.05.2023.

Datum predaje rada: 04.09.2023.

Datum obrane rada: 27.09.2023.

ZAGREB, rujan 2023.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Struktura prirodnih sastojina crnog bora na Dinari
Title	The structure of natural stands of black pine on Mt. Dinara
Autor	Karlo Bikić
Adresa autora	Milice i Turka 5, Šibenik
Mjesto izrade	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Akademik prof. dr. sc. Igor Anić
Izradu rada pomogao	-
Godina objave	2023.
Obujam	11 slika, 17 tablica, 7 grafikona
Ključne riječi	Crni bor, <i>Pinus nigra</i> (J. F. Arnold), Dinara, šume, dinamika šuma, uzgajanje šuma
Key words	Black pine, <i>Pinus nigra</i> (J. F. Arnold), Dinara, forest, forest dynamics, silviculture
Sažetak	Rad obuhvaća podatke o strukturi čiste i prijelazne sastojine crnog bora. Na temelju provedenog istraživanja na dvjema pokusnim plohama i obrade dobivenih podataka usporedila se struktura čiste prirodne sastojine na prvoj pokusnoj plohi s strukturom prijelazne sastojine na drugoj pokusnoj plohi. Obradeni su i analizirani podatci vezani za broj stabala po jedinici površine, volumen i temeljnicu za određenu vrstu drveća i za određenu etažu. Izračunate su tarife i izrađene su visinske krivulje za određene vrste drveća, te je provedena analiza pomlađivanja za svaku plohu.



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

OB FŠDT 05 07

Revizija: 2

Datum: 27.09.2023.

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

U Zagrebu, 2023. godine

vlastoručni potpis

Karlo Bikić

SADRŽAJ

UVOD.....	1
CILJ ISTRAŽIVANJA.....	2
PROBLEMATIKA	3
Morfološka svojstva crnog bora	3
Šumskouzgojna svojstva crnog bora	5
PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	8
Geografski položaj	8
Orografske i hidrografske prilike	9
Tlo.....	10
Klima.....	11
Šumske zajednice i stanišni tipovi.....	13
Prikupljanje podataka na terenu.....	15
Obrada podataka	17
REZULTATI ISTRAŽIVANJA	19
Struktura sastojine na plohi 1.....	19
Struktura mladog naraštaja na plohi 1	22
Struktura sastojine na plohi 2.....	24
Struktura mladog naraštaja na plohi 2	30
RASPRAVA.....	32
ZAKLJUČAK	34
LITERATURA.....	35

UVOD

Dinara je planinski masiv krškog područja koji se nalazi na granici Hrvatske i Bosne i Hercegovine i na kojem se nalazi najviši vrh Republike Hrvatske (Sinjal, 1831 m). Odlikuje se mnogobrojnim krškim fenomenima kao što su krška polja, ponikve, zaravni i razni speleološki objekti. Specifičnost Dinare je visoki stupanj biološke raznolikosti i endemizma flore i faune. Veliko područje planine se nalazi u ekološkoj mreži Natura 2000 (Hrvatske šume 2018).

Prema fitogeografskoj raščlanjenosti šumske vegetacije Dinara se nalazi u mediteranskoj regiji, epimediteranskoj vegetacijskoj zoni. Najveće površine epimediteranske vegetacijske zone, uz sjevernu Istru, nalaze se upravo na južnim padinama Dinare iznad 600 m n. v. gdje prevladavaju sastojine crnog bora i degradirani oblici šuma hrasta medunca (Vukelić 2012). Šumska vegetacija na području krša zbog lošeg utjecaja ljudi i stoke (Dinara je poznata kao stočarska planina Ilira) u prošlosti je degradirana do degradacijskih oblika šikare i šibljaka i kamenjare. Dominantni tip vegetacije na području Dinare su travnjačke zajednice na kamenjarima, dok je šumska vegetacija ograničena na zaklonjene padine i kotline (Hrvatske šume 2018).

Šumarska struka zadužena je za obnovu staništa (regulacija hidroloških prilika, redukcija erozije i stvaranje tla) i vraćanje klimazonalnih zajednica na područje krša sadnjom pionirske šumske vegetacije (Matić i dr. 2011). Na području Dinare crni bor je pionirska vrsta koja može rasti na degradiranom staništu kamenjare i poboljšati uvjete za pridolazak klimatogene vrste – hrasta medunca.

U ovom radu je analizirana struktura prirodnih sastojina crnog bora koje rastu na južnim padinama Dinare, na nadmorskim visinama iznad 1000 m. Postavljene su dvije plohe na području Šumarije Knin, u Gospodarskoj jedinici Dinara.

CILJ ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog istraživanja su:

1. analizirati strukturu sastojina crnog bora u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni na zapadnim padinama planine Dinara
2. analizirati prirodno pomlađivanje u tim sastojinama
3. utvrditi silvidinamički status tih sastojina

PROBLEMATIKA

Morfološka svojstva crnog bora

Odjeljak: Spermatophyta

Pododjeljak: Gymnospermae-Coniferophytina

Razred: Pinopsida

Podrazred: Pinidae

Red: Pinales

Porodica: Pinaceae

Podporodica: Pinoideae

Rod: Pinus

Podrod: Pinus

Sekcija: Pinus

Podsekcija: Pinus

Vrsta: Pinus nigra

Crni bor je vazdazelena, jednodomna i anemofilna vrsta izrazito isprekidanog areala. U Hrvatskoj je rasprostranjen uzduž Dinarida, na dalmatinskim otocima (Hvar, Brač, Korčula) i na poluotoku Pelješcu. Pojavljuje se u rasponu od 200 do 1400 m n. v., pretežno na vapnenačkoj i dolomitnoj podlozi. Nema velike zahtjeve prema kakvoći tla. Otporan je na vjetar i sušu, a dobro podnosi i niske zimske temperature i mraz. Uspijeva na ekstremno kamenitim, degradiranim i izrazito suhim terenima gdje postupno poboljšava stanišne uvjete za pridolazak klimatogenih vrsta, u ovom slučaju hrasta medunca. Crni bor se prirodno pomlađuje isključivo sjemenom. Može doživjeti do 400 godina starosti, a drvo mu se iskorištava u mnogobrojne i različite svrhe (energiju, tehničku oblovinu).

Crni bor je vrsta drveća koja može narasti 30 – 40 metara i postići promjer debla do 1 metra. Kora stabla je svijetlo siva s tamnim dijelovima u uzdužnim pukotinama. Korijenov sustav je razgranat i jak, sa slabom žilom srčanicom koji se uspješno prilagodi kamenitom tlu. Krošnja je u mladim stabala ovalna, a u starijih stabala kišobranasta. Razlika mladih i starijih borova je u vrhovima grana koji su kod mladih borova blago savijeni prema gore dok su kod starijih borova samo grane na vrhu krošnje savijene prema gore. Izbojci su goli, svjetlosmeđe do narančaste boje. Pupovi su jajastog oblika, sivosmeđe boje i smolavi. Iglice su po dvije u čuperku, tamnozelene, tvrde, napiljene, dugačke 8 – 16 cm i široke 1 – 2 mm. Cvjetovi su u cvatovima, jednospolni i jednodomni i cvjetaju u svibnju i lipnju. Na ovogodišnjim izbojcima ženski se cvjetovi (češerasti) nalaze pri vrhu, a muški cvjetovi (resasti) pri dnu. Češeri su svjetlosmeđe boje, sjedeći, sjajni, dugački 5 – 8 cm i široki 2 – 4,5 cm. Plodne ljuske su s vanjske strane crne, a s unutrašnje smeđe boje i nose po dvije sjemenke. Štitić je u sredini izbočen i našiljen s malom tamnosmeđom grbicom. Češeri dozrijevaju druge godine nakon cvjetanja u IX. ili X. mjesecu, a otvaraju se treće godine u proljeće. Crni bor u prirodnim uvjetima počinje stvarati sjeme od 15 do 30 godine starosti, a puni urod se može očekivati svake druge do četvrte godine. Sjemenka je smeđkastosive boje, okriljena s jednim krilcem i dugačka 5 – 7 mm. Klijavost sjemena traje 2 – 4 godine, a postotak njegove klijavosti je 65 – 70 % (Franjić i Škvorc 2010).



Slika 1. Crni bor (*Pinus nigra* J. F. Arnold)

Šumskouzgojna svojstva crnog bora

U submediteranskom i epimediteranskom području crni bor je najvažnija i najbolja pionirska vrsta drveća koja na kamenitim goletima poboljšava stanišne uvjete za povratak hrasta medunca. Korijenje crnog bora ima iznimno jaku energiju za prodiranje u pukotine stijena uzrokujući detritaciju i na taj način stvara uvjete za život klimatogenih vrsta (Španjol 2021). Crni bor se rasprostire na nadmorskoj visini od 300 do 2000 m, u uvjetima gdje je srednja godišnja količina oborina od 650 do 2500 mm, a srednja godišnja temperatura od 6 do 13 °C (Forestry Compedium 2000).

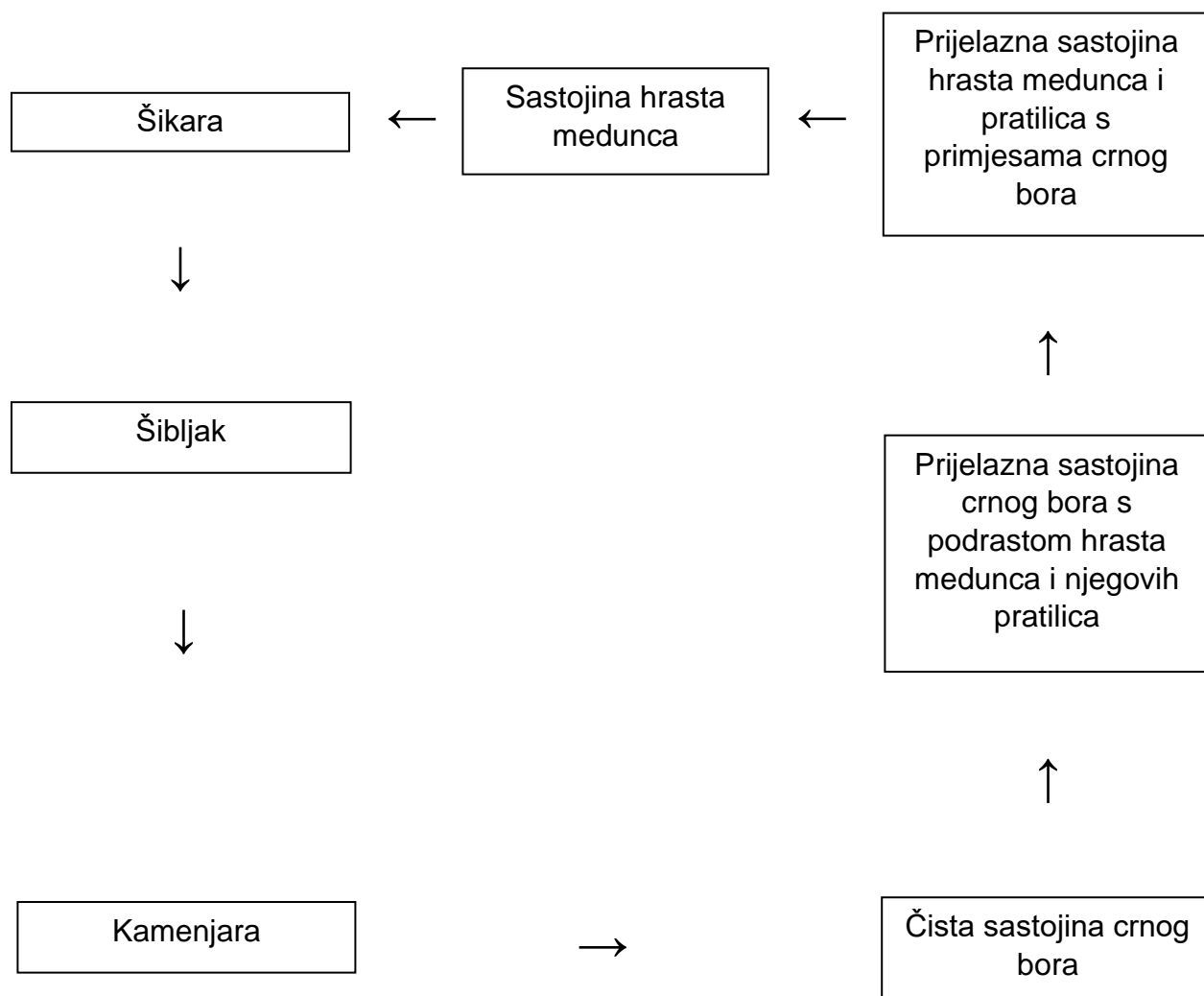
Za pošumljavanje degradiranih površina crnim borom koriste se uglavnom jednogodišnje sadnice, a gustoća sadnje ovisi o namjeni i cilju gospodarenja. Prema Matiću i dr. (1997) koristi se od 2000 do 2500 sadnica po hektaru, dok je prema Bernettiju (1995) potrebno od 1500 do 2000 sadnica. Osim sadnje sadnica pošumljavanje crnim borom može se obavljati sjetvom sjemena. Prilikom takvog oblika pošumljavanja mora se paziti na provenijenciju matičnih stabala od kojih je sjeme skupljeno. Sjeme je potrebno uzeti sa staništa čije su ekološke prilike jednake ili slične onima na kojima će se obavljati pošumljavanje sjemenom. U šumskim kulturama crnog bora prorjede se počinju obavljati između 25 i 30 godine i trebaju se ponavljati svakih 10 godina. Obavljajući jače prorjede postićemo manji broj stabala po hektaru i veći priljev raznih listača i veće dimenzije samog crnog bora (150 stabala po hektaru), (Hamilton i Christie 1971). Crni bor kao gospodarska vrsta u dobi od sto godina može imati drvenu zalihu od 450 do 900 m³/ha s gustoćom od 350 do 700 stabala po hektaru (Forestry Compedium 2000), dok se u prirodnoj sastojini crnog bora može se postići drvena zaliha od 150 do 450 m³/ha (Bernetti 1995). Godišnji prirast iznosi 4 – 6 m³/ha, dok na najboljim staništima može dosegnuti i 7 – 10 m³/ha. S gospodarskog gledišta ophodnja odnosno dob sastojine crnog bora u kojoj se treba obaviti sječa odnosno dob u kojem prirast vrijednosti najviše kulminira je 80 godina (Španjol 2021).

Razmnožavanje crnog bora u prirodi isključivo je iz sjemena. Crni bor je vrsta koja raste i uspijeva na višim nadmorskim visinama gdje je klima hladnija, pa prema tome njegovo je sjeme osjetljivo na visoke temperature koje se stvaraju tijekom požara. Stoga je

regeneracija crnog bora nakon požara vrlo slaba, što u nekom slučaju može rezultirati odumiranjem cijele šume. Kako bi poboljšali regeneraciju crnog bora nakon požara potrebno je sačuvati određene komplekse šuma kao izvore za raspršivanje sjemena. Crni bor se prvenstveno koristi za zaštitu tla od erozije, za podizanje vjetrozaštitnih pojaseva, ali ima primjenu i u drvnoj industriji (Španjol 2021).

Šume submediteranskog i epimediteranskog područja su većinom u nekom od degradacijskih stadija (šikara, šibljak, kamenjara). Degradacija šuma ovog područja vrlo je česta pojava. Prekomjerna nekontrolirana sječa, paše, brst, šumski požari su najveći uzroci nastanka degradacijskih oblika šume. Šikara je prvi degradacijski stadij koji slijedi u degradaciji šume hrasta medunca. Stabla su u tom degradacijskom stadiju zakržljala i izmijenjenog oblika. Visina stabala ujednačena je s visinom grmlja u sloju od 2 do 4 metra visine. Daljom degradacijom iz šikare nastaje šibljak. Šibljak je degradacijski stadij šuma hrasta medunca gdje je drveće rijetko ili ga nema, a njihovo mjesto preuzelo je grmlje i nisko rašće. Kamenjara je zadnji degradacijski stadij šuma hrasta medunca. Ona može biti blaga (s mjestimičnim pojavama grmlja i niskog rašća) i ljuta (goli kamenjar) (Matić i dr. 2011).

Progresija šuma na kamenjari počinje prirodnom obnovom ili pošumljavanjem pionirskom vrstom drveća (crni bor) koja će s vremenom (1 do 2 ophodnje) poboljšati osobine tla i stvoriti dostatne uvjete za povratak elemenata konačnog oblika šume hrasta medunca. Kada se poboljšaju uvjeti tla ispod sastojine crnog bora pojavljuju se vrste drveća koje su karakteristične za konačnu šumu hrasta medunca. Vrste karakteristične za konačnu šumu hrasta medunca tvore ispod stabala crnog bora rijetku šikaru. Postupno tijekom vremena stabla crnog bora nestaju, a šikara prelazi u neki od uzgojnih oblika konačne šume hrasta medunca.



Slika 2. Shema regresije (lijevo) i progresije (desno) šuma u submediteranu

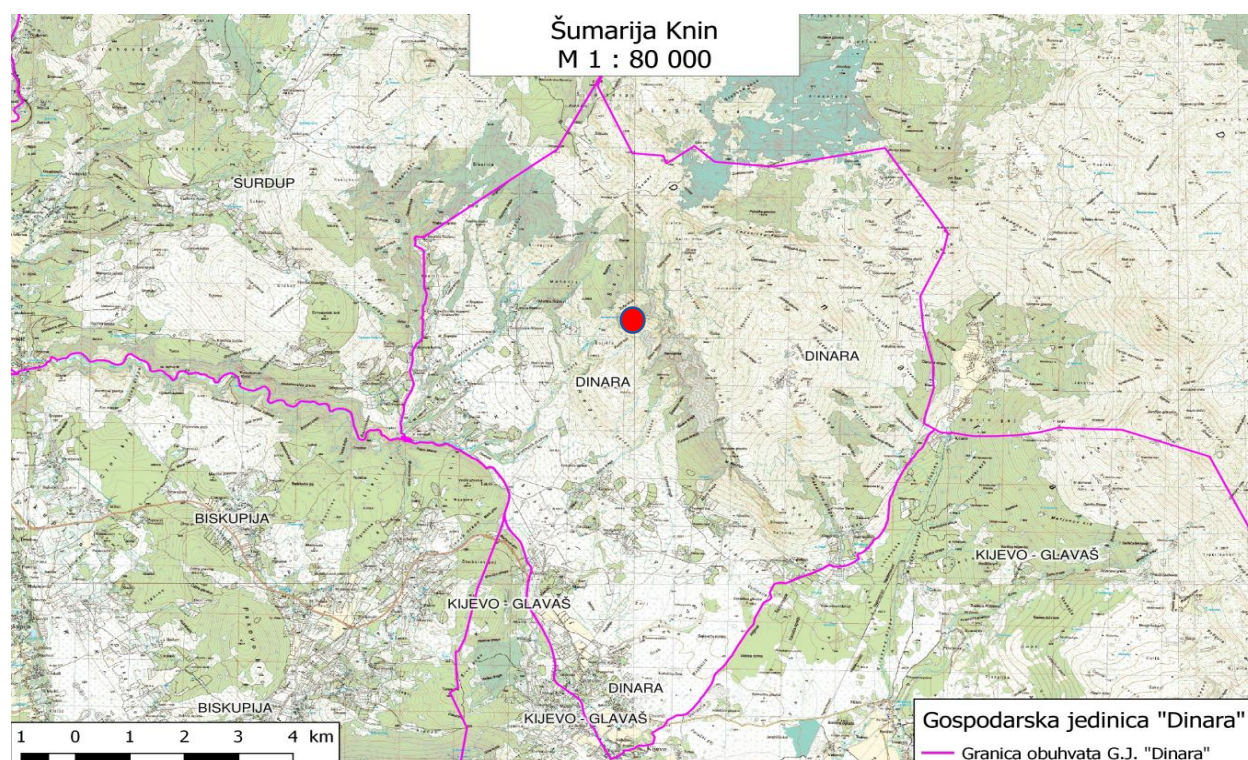
PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Geografski položaj

Istraživanje je obavljeno na području Šumarije Knin, u Gospodarskoj jedinici Dinara, u odsjeku 15a.

Šumarija Knin je jedna od 17 šumarija koje pripadaju Upravi šuma Podružnica Split. Gospodari površinom od 67908 hektara koje je razdijeljena je na 11 gospodarskih jedinica.

Gospodarska jedinica Dinara se prostire na 3663,48 hektara. Odsjek 15a u kojem su postavljene plohe nalazi se na jugozapadnim padinama Dinare, ispod najvećeg vrha Republike Hrvatske (Sinjal, 1831 m). Njegova površina iznosi 44,29 ha (Hrvatske šume 2018).



Slika 3. Područje Gospodarske jedinice Dinara s označenim lokalitetom na kojem su postavljene plohe



Slika 4. Jugozapadne padine Dinare

Orografske i hidrografske prilike

Područje Gospodarske jedinice Dinara karakterizira velika visinska razlika između najniže točke (386 m n. v., slap Krčić) i najviše točke (1831 m n. v., Sinjal). Sjeveroistočni dio Gospodarske jedinice je najviši dio koji obiluje vrhovima preko 1000 m, a jugozapadni dio je najniži s nadmorskim visinama do 500 m. Područje obiluje brojnim vrtačama, docima i manjim poljima koji su karakteristični za krški reljef. Na većim nadmorskim visinama moguće je pronaći vrtače velikih dimenzija kao što je vrtača u blizini vrha Pršuta koja ima promjer oko 300 m i dubinu oko 40 m. U pojedinim vrtačama snijeg koji se nakupi preko zime može se zadržati do kasno u ljeto. Velike litice se nalaze na dijelovima gdje prevladava karbonatna komponenta zbog jače dubinske erozije za razliku od dijelova s dolomitnom komponentom gdje su nagibi niži. U Gospodarskoj jedinici od hidrografskih prilika najvažnije je spomenuti rijeku Krčić koja je sezonskog karaktera jer ljeti presuši. (Hrvatske šume 2018). Rijeka Krčić se u obliku slapa Topoljski buk obrušava u izvorište rijeke Krke.

Tlo

Na području Gospodarske jedinice Dinara utvrđeno je 9 glavnih tipova tala s podtipovima, varijetetima i formama. Svih 9 tipova tala pripada automorfnim tlima za koje je karakteristično vlaženje tla atmosferskom vodom i slobodna perkolacija vode (nema stagnacije vode).

Tablica 1. Popis pedosistematskih jedinica (Hrvatske šume 2018)

Tip	Podtip	Varijetet	Forma
Kamenjar (Litosol)	Na vapnencima i dolomitima	Kameniti	Plitki
Koluvijalno tlo (Koluvium)	Karbonatni koluvium	S prevagom detritusa stijena	/
Sirozem (Regosol)	Pjeskovito dolomitni	Plitki	/
Vapnenačko dolomitna crnica (Melanosol)	Organomineralna, posmeđena	Litična, skeletno koluvijalna	Polusirovi
Rendzina	Na dolomitnoj trošini, na karbonatnom šljunku	Izlužena, posmeđena	Pjeskovita, ilovasta
Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (Kalkikambisol)	Tipični, lesivirani	Na vapnencu, na dolomitu	Plitko, srednje duboko
Crvenica (Terra rossa)	Recentna	Tipična, ilimerizirana	Plitko, srednje duboko
Lesivirano tlo (Luvisol)	Na vapnencima i dolomitima	Tipično	U vrtači
Rigolano tlo (Rigosol)	Tlo njiva, tlo voćnjaka	/	/

Tip tla koji prevladava u odsjeku 15a gdje su postavljene plohe je smeđe tlo na vapnencu i dolomitu (kalkokambisol). Kalkokambisol spada u automorfna kambična tla, bonitetnog broja 41. Formira se isključivo na tvrdim i čistim vapnencima i dolomitima koji imaju manje od 2 % netopljivog ostatka (glinovitog sastava) koji se kao rezidualni supstrat uključuje u građu tla. Najzastupljenija forma kalkokambisola je plitki (25 – 35 cm), s izraženom stjenovitošću 30 – 50 %. Po teksturi pripada ilovastim glinama i ilovinama. U humusnoakumulativnom horizontu struktura je mrvičasta do praškasta, a u (B)rz horizontu poliedrična do orašasta. Tlo je beskarbonatno, s pH vrijednošću od 5,5 do 6,5. Razvija se iz posmeđene crnice, visokog je adsorpcijskog kapaciteta. Zasićenost bazama je preko 50 %, a sadržaj humusa iznosi od 3,4 % do 6,9 % (Pernar 2017).

Klima

Podatci o klimi za Gospodarsku jedinicu Dinara preuzeti su s najbliže glavne meteorološke postaje koja se nalazi u Kninu i udaljena je 9,5 km od Gospodarske jedinice (Hrvatske šume 2018).

Temperatura zraka zimi može dosegnuti vrlo niske vrijednosti, a ljeti može dosegnuti preko 35 °C. Knin je smješten u kotlini, te je zbog toga u Šibensko-kninskoj županiji ljeti najvruće, a zimi najhladnije mjesto.

Tablica 2. Srednje mjesečne vrijednosti temperature zraka (°C)

Met. postaja	mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god
Knin	Ts	4,4	5,6	9,1	13	16,8	21,3	24,2	24	18,7	13,4	9,8	5,6	13,8

Tablica 3. Srednje sezonske vrijednosti temperature zraka 2008. – 2017. (°C)

Met. postaja	sezona	proljeće	ljet	jesen	zima	god
Knin	Ts	17	22,3	9,6	6,3	13,8

Tablica 4. Apsolutne maksimalne (Tmax) i minimalne (Tmin) temperature zraka (°C)

Met. postaja	mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Max/Min
Knin	Tmax	19,6	22,3	25,1	29,1	34,2	38,2	39,8	42,3	37,9	31,1	25,8	19,7	42,3
	Tmin	-11,2	-12,5	-8	-2,4	1,4	4,8	9,6	8,7	3,5	-2,8	-5,3	-14,3	-14,3

Područje najviše oborina bilježi u hladnom dijelu godine (studeni), dok ljeti (srpanj, kolovoz) bilježi izrazite suše koje mogu trajati i do 2 mjeseca.

Tablica 5. Srednje mjesečne vrijednosti količine oborina (mm)

Met. postaja	mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god
Knin	RR	102,4	86,2	70,9	93,9	75,7	111,4	50,4	40,9	110,8	97,4	135,5	104,5	1080

Tablica 6. Srednje sezonske vrijednosti količine oborina (mm)

Met. postaja	sezona	proljeće	ljetno	jesen	zima
Knin	mm	281	202,1	337,4	259,5

Vlažnost zraka kao meteorološki element koji pokazuje stupanj zasićenosti zraka vodenom parom specifična je za područje planina gdje se u mrazištima i udubljenim terenima zadržava hladan zrak, a time je i relativna vlažnost zraka visoka.

Tablica 7. Srednja mjesečna i godišnja relativna vlaga (%)

Met. postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god
Knin	68	65	60	62	63	62	56	55	64	69	73	67	63

Tablica 8. Srednja relativna vlaga po godišnjim dobima (%)

Met. postaja	proljeće	ljetno	jesen	zima
Knin	62	58	62	64

Na području istraživanja karakterističan je za zimska i ranoproljetna razdoblja. Prosječno godišnje traje 27,2 dana.

Tablica 9. Srednja godišnja vrijednost trajanja mraza (u danima)

Met. postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god
Knin	5,4	4,1	3,4	0,4	0	0	0	0	0	0,9	4,4	8,6	27,2

Vjetar je jedna od najznačajnijih pojava, kako u cijeloj Dalmaciji tako i na području Dinare. Bura je najjači vjetar na ovom području. Puše pretežno zimi, a u proljeće i sa sjeveroistoka. Jačina bure može dosegnuti 220 km/h i zna puhati po tjedan dana bez prestanka. Bura je jako opasna za biljke jer kao hladan i suh vjetar dovodi do isušivanja zraka i tla, lomi cvjetove, lišće i cijele izbojke, a uzrokuje i povećanu transpiraciju koja može imati za posljedicu venuće izbojaka i lišća. Jugo je drugi vjetar koji se često javlja tijekom cijele godine, a pretežno u jesen kada donosi topao i vlažan tip vremena. Jugo može nanijeti manje štete na raslinju kada puše u proljeće.

Šumske zajednice i stanišni tipovi

Sastojine u kojima je obavljeno istraživanje obilježava šumska zajednica šuma crnoga bora i crnoga graba (*Ostryo-Pinetum nigrae* /Anić 1957/ Trinajstić 1998). Prema Vukeliću (2012), najpoznatije sastojine ove zajednice je opisao Milan Anić 1957. godine u Senjskoj drazi i na Borovu vrhu na Velebitu. Zajednica pridolazi na prijelazu iz mediteranske u eurosibirsko-sjevernoameričku regiju. To je područje klimatskozonalnih šuma hrasta medunca i crnog graba gdje je naglašeno miješanje sredozemne i kontinentalne klime te vrlo različitih flornih geoelemenata.

Šuma crnog bora i crnog graba uglavnom se nalazi na velikim nagibima i različitim ekspozicijama (pretežno sjeverna) na kojem dominira smeđe tlo na vapnencima i dolomitima. Tlo je vrlo plitko s izraženim kamenim gromadama i pločama na površini.

Uz crni bor kao glavnu dijagnostičku vrstu u sloju drveća nalazi se crni grab (*Ostrya carpinifolia*), javor gluhač (*Acer obtusatum*), crni jasen (*Fraxinus ornus*). U sloju grmlja dominiraju jarebika (*Sorbus aria*), drijen (*Cornus mas*), rašeljka (*Prunus mahaleb*) i šumska ruža (*Rosa pendulina*), šmrika (*Juniperus oxycedrus*), maklen (*Acer monspessulanum*), smrdljika (*Pistacia terebinthus*) i seoska kupina (*Rubus ulmifolius*). Najveću pokrovnost prizemnog sloja imaju jesenja trava (*Sesleria autumnalis*), patuljasti šaš (*Carex humilis*), krški kukurijek (*Helleborus multifidus*), svilenasta bjeloglavica (*Dorycnium germanicum*) te različite vrste pratilica (*Globularia cordifolia*, *Teucrium chamaedrys*, *Satureja montana*, *Euphorbia fragifera*, *Bromus erectus*), (Vukelić 2012).

Područje Gospodarske jedinice Dinara pripada stanišnom tipu E.3.5. Primorske, termofilne šume i šikare medunca. Šumske zajednice koje se nalaze u Gospodarskoj jedinici Dinara, a svrstane su pod ovim stanišnim tipom su šuma medunca i bjelograba (*Quercus pubescentis-Carpinetum orientalis* Horvatić 1939), mješovita šuma i šikara hrasta medunca i crnoga graba s vučjom stopom (*Aristolochia luteae-Quercetum pubescentis* (Horvat 1959) Poldini 2008) i šuma crnoga bora i crnoga graba na sjevernom Velebitu (*Ostrya-Pinetum nigrae* (Anić 1957) Trinajstić 1998). U odsijeku 15a u kojem se provelo istraživanje prevladava stanišni tip E.3.5.9., mješovita šuma crnog bora i crnog graba (Hrvatske šume 2018).

Tablica 10. Prikaz zastupljenosti šumskih zajednica u Gospodarskoj jedinici Dinara (Hrvatske šume 2018)

Šumska zajednica	Površina (ha)	%
Šuma hrasta medunca i bijelog graba	1078,53	29,44
<i>Quercus pubescentis-Carpinetum orientalis</i> Horvatić 1939		
Mješovita šuma i šikara medunca i crnog graba s vučjom stopom	1954,99	53,36
<i>Aristolochia luteae-Quercetum pubescentis</i> (Horvat 1959) Poldini 2008		
Pretplaninska šuma bukve s planinskim žabnjakom	139,91	3,82
<i>Ranunculo platanifolii-Fagetum</i> (Horvat 1938) Marinček et. Al. 1993		
Bukova šuma s jesenskom šašikom	18,07	0,49
<i>Sesleria autumnalis-Fagetum sylvaticae</i> (Horvat) M. Wraber ex Borhidi 1963		
Pretplaninska šuma bukve s kopljastom paprati	32,96	0,9
<i>Polysticho lonchitis-Fagetum</i> (Ht. 1938) Marinček in Poldini et Nardini 1993		
Šuma crnog bora i crnog graba na sjevernom Velebitu	394,39	10,77
<i>Ostrya-Pinetum nigrae</i> (Anić 1957) Trinajstić 1998		
Dinarske sastojine bora krivulja s alpskom pljuskavicom	44,63	1,22
<i>Hyperico grisenbachii-Pinetum mugii</i> (Horvat 1938) ex T. Wraber, zupančić et Žagar 2004		
Ukupno	3663,48	100

MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Prikupljanje podataka na terenu

Istraživanje je obavljeno u prirodnoj šumi crnoga bora koja raste na padinama Dinare. Za istraživanje je odabrana reprezentativna sastojina crnog bora u odsjeku 15a, u Gospodarskoj jedinici Dinara. Odsjek je teško pristupačan. Do njega se dolazi šumskom cestom koja se odvaja sa stare Napoleonove ceste koja od Krčića ide prema Kijevu. Šumskom cestom se može doći do lokaliteta Podić. Odatle se pješaćenjem planinarskom markiranom stazom u trajanju od 45 minuta dolazi do sastojina crnog bora.

U sastojini su postavljene dvije plohe. Ploha 1 prezentira pionirsku sastojinu crnog bora. Nalazi na nadmorskoj visini od 1120 metara i na jugozapadnoj ekspoziciji. Ploha 2 prezentira prijelaznu sastojinu crnog bora. Nalazi se na nadmorskoj visini od 1030 metara i na jugozapadnoj ekspoziciji.

Pribor koji je korišten kod postavljanja ploha i izmjere je: mjerna vrpca duljine 50 metara, trasirke, kompas, mjerna vrpca za mjerenje opsega stabala, mala promjerka, sjekirica, sprej u boji, instrument Vertex za mjerenje visina stabala i manuali za upisivanje podataka.

Ploha 1 je postavljena u čistoj, prirodnoj sastojini crnog bora pionirskog karaktera. Koordinate donjeg lijevog kuta njezina položaja su: $44^{\circ} 3' 39'' S$ i $16^{\circ} 21' 49'' I$. Ploha 2 je postavljena u mješovitoj, prijelaznoj sastojini crnog bora. Koordinate donjeg lijevog kuta njezina položaja su: $44^{\circ} 3' 26'' S$ i $16^{\circ} 21' 33'' I$.

Plohe su iskolčene pomoću mjerne vrpce, kompasa i trasirki. Kvadratnog su oblika, dimenzija stranice 50 m i površine 2500 m².

Na plohi 1 je obavljena totalna klupaža stabala po vrstama drveća i etažama prema biološko-gospodarskoj klasifikaciji. Izmjera se obavila na svim stablima iznad taksacijske granice koja je iznosila 3 cm prsnog promjera ili 9 cm opsega debla u prsnoj visini. Stablima manjih dimenzija promjerkom su izmjereni prsni promjeri, dok su debljim

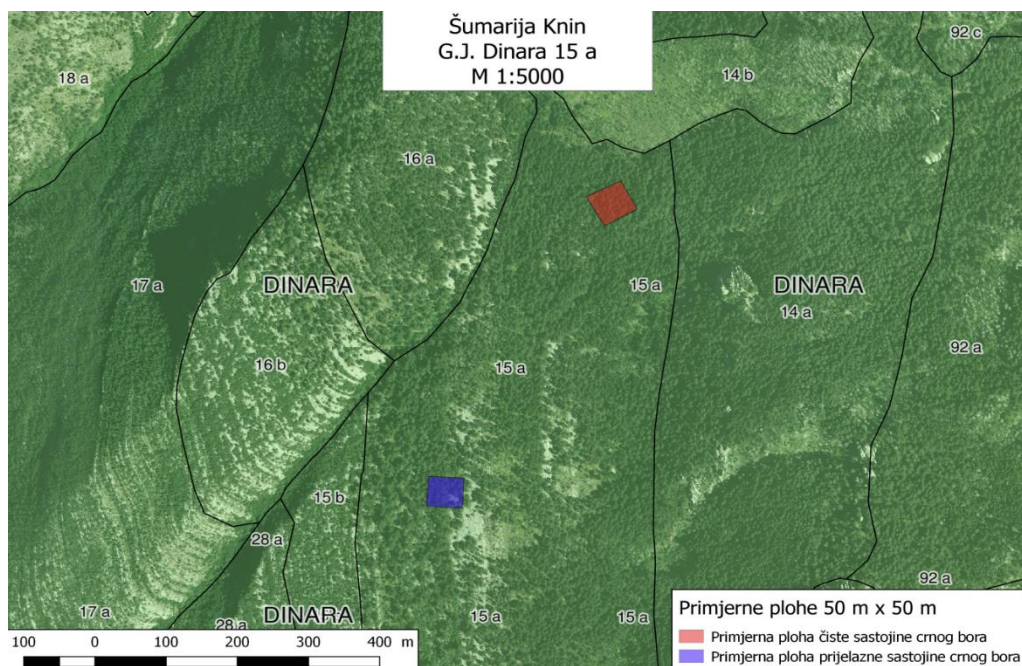
stablima mjernom vrpcom izmjereni opsezi koji su se kasnije preračunali u prsne promjere.

Visine su izmjerene instrumentom Vertex, na uzorku od 26 stabala i to samo crnog bora jer je to čista sastojina u kojoj nema bjelogorice iznad taksacijske granice. Stablima su izmjerene visine i opsezi.

Zadnji dio prikupljanja podataka na plohi 1 odnosio se na mladi naraštaj odnosno na stabla čiji je opseg manji od 9 cm. Izmjera mladog naraštaja obavljena je na tri pruge. Svaka pruga je širine 1 m i duljine 50 m. Tako je ukupna izmjerena površina 150 m² ili 6 % površine plohe. Izmjerena stabla su razvrstana prema vrstama drveća i visinskim klasama širine 25 cm. Za to su upotrijebljene trasirke. Prva i treća pruga su položene sjevernim i južnim rubom plohe. Druga pruga prolazi sredinom plohe.

Izmjera na plohi 2 je bila identična. Jedina je razlika što se na drugoj plohi od ukupno 30 visina stabala izmjerilo 15 visina stabala crnog bora i 15 visina stabala prijelaznih i konačnih vrsta drveća kojih se u sastojini moglo pronaći, a da su opsegom ili promjerom prerasle taksacijsku granicu.

Terenski rad je obavljen 29. 6. 2023. godine.



Slika 5. Položaj ploha u odsjeku 15a GJ Dinara

Obrada podataka

Podaci izmjere obrađeni su tako da se dobiju sastojinske visinske krivulje i lokalne tarife, struktura sastojina po vrstama drveća, debljinskim stupnjevima i razredima, broju stabala, temeljnici, volumenu, etažama i ukupno te struktura mladoga naraštaja po vrstama drveća i visinskim klasama.

Stabla smo po etažama klasificirali prema Dekanićevoj biološko-gospodarskoj klasifikaciji koja se temelji na biološkim osobinama, visinama i kvaliteti stabala. Sva prebrojana i izmjerena stabla smo razvrstali u proizvodni i pomoćni dio sastojine. Proizvodni dio sastojine sastoji se od dvije etaže (A – dominantna i B – nuzgredna), a pomoćni dio sastojine isto od dvije etaže (C – podstojna i D – sušci i odumrla stabla). Dominantnu etažu tvore najviša i najkvalitetnija stabla koja su nositelji proizvodnje i prirasta, nuzgrednu tvore stabla koja su potisnuta iz dominantne etaže, ali na kojima se i dalje stvara znatniji prirast, pa po potrebi mogu zamijeniti stabla dominantne etaže. Podstojnu etažu čine izlučena stabla koja više nisu u mogućnosti zamijeniti stabla u dominantnoj etaži, a stabla u etaži D su sušci i odumrla stabla čiji je broj bio zanemariv. U izmjeri smo u podstojnu etažu ubrojili i podrast stabala bjelogorice koji se naknadno pojavio pod zastorom krošanja borove sastojine i koji je vremenom urastao u sloj visokog grmlja.

Distribucija broja stabala po vrstama drveća, debljinskim stupnjevima i etažama je izrađena temeljem podataka klupaže stabala iz terenskih manuala.

Temeljnica je izračunata prema formuli:

$$G = \left(\frac{d^2 * \pi}{40000} \right) * N$$

gdje G predstavlja temeljnicu određenog debljinskog stupnja, d prsni promjer stabla, N broj stabala u debljinskom stupnju.

Volumen je izračunat pomoću formule:

$$V = V_{tarifa} * N$$

gdje V označava volumen određenog debljinskog stupnja, v_{tarifa} vrijednost volumena srednjeg stabla u lokalnoj tarifi za određenu vrstu drveća nekog debljinskog stupnja, N broj stabala pojedinog debljinskog stupnja određene vrste drveća.

Lokalne tarife su izračunate pomoću Schumacher-Hallove formule:

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

gdje V_i predstavlja volumen srednjeg stabla u tarifi za određenu vrstu drveća nekog debljinskog stupnja, a , b , c su parametri koji se razlikuju za pojedine vrste drveća, f je redukcijski koeficijent, h_{izj} je izjednačena visina prema Mihajlovljevoj funkciji

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

u kojoj su b_0 i b_1 parametri procijenjeni metodom najmanjih kvadrata, e je baza prirodnog logaritma, d srednji prsni promjer određenog debljinskog stupnja.

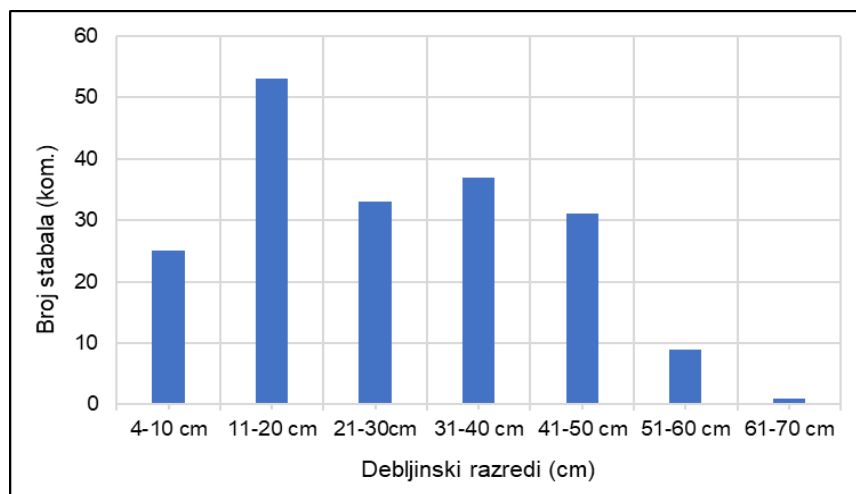
Parametri a , b i c Schumacher-Hallove formule uzeti su za crni bor i hrast medunac, kod ostalih vrsta drveća.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

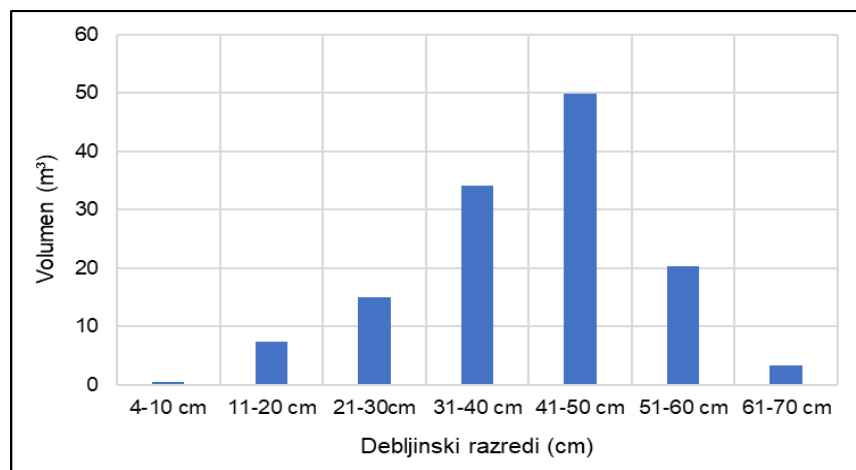
Struktura sastojine na plohi 1

Ploha 1 je postavljena u dijelu odsjeka gdje raste čista, prirodna, stara sastojina crnog bora pionirskog silvidinamičkog statusa. Nadmorska visina izmjerena u njezinu središtu iznosi 1120 metara. Ekspozicija plohe je jugozapadna.

Distribucija stabala i drvene zalihe po debljinskim razredima pokazuju tipične odlike za jednodobne sastojine (grafikoni 1 i 2).



Grafikon 1. Distribucija broja stabala po debljinskim razredima na plohi 1



Grafikon 2. Distribucija volumena stabala po debljinskim razredima na plohi 1

Na plohi 1 raste 189 stabala crnog bora (756 kom./ha) ukupne temeljnice 14,5 m² (58,01 m²/ha). Uz crni bor, u podstojnoj etaži (C) pojavljuju se 3 komada obične bukve u debljinskim stupnjevima 6 i 8 cm i 7 komada mukinje prsnog promjera 4 cm. Najveći broj stabala u sastojini nalazi se u dominantnoj etaži (A), 85 komada ili 45 %. U nuzgrednoj etaži (B) je 57 komada ili 30 %, dok je u podstojnoj etaži (C) 47 komada ili 25 %. Udio broja stabala u proizvodnom dijelu sastojine (A + B etaža) iznosi 75 %, dok je u podstojnoj etaži (C) 25 %. Sklop borove sastojine je potpun. Oblik sklopa je okomit.

Srednje plošno stablo sastojine je u debljinskom stupnju 28 cm. U debljinskom stupnju 16 cm nalazi se najveći broj stabala (18 kom.). Najveći broj stabala nalazi se u debljinskim razredima 11 – 20 cm (53 kom.) i 31 – 40 cm (37 kom.).

Ukupni volumen sastojine iznosi 130,61 m³ (522,44 m³/ha). Najveći dio volumena pripada najvišim i najkvalitetnijim stablima koji se nalaze u dominantnoj etaži i iznosi 109,98 m³ (439,92 m³/ha), a preostali dio volumena raspoređen je na stablima u nuzgrednoj etaži (16,85 m³ ili 67,42 m³/ha) i u podstojnoj etaži (3,73 m³ ili 14,93 m³/ha). Udio drvene zalihe u proizvodnom dijelu sastojine (A + B etaža) iznosi 25 % i čini je samo crni bor, dok u podstojnoj etaži (C) udio drvene zalihe iznosi 75 %. Najveći volumen (49,96 m³) nalazi se u debljinskom razredu 41 – 50 cm u kojem se nalazi 31 stablo.

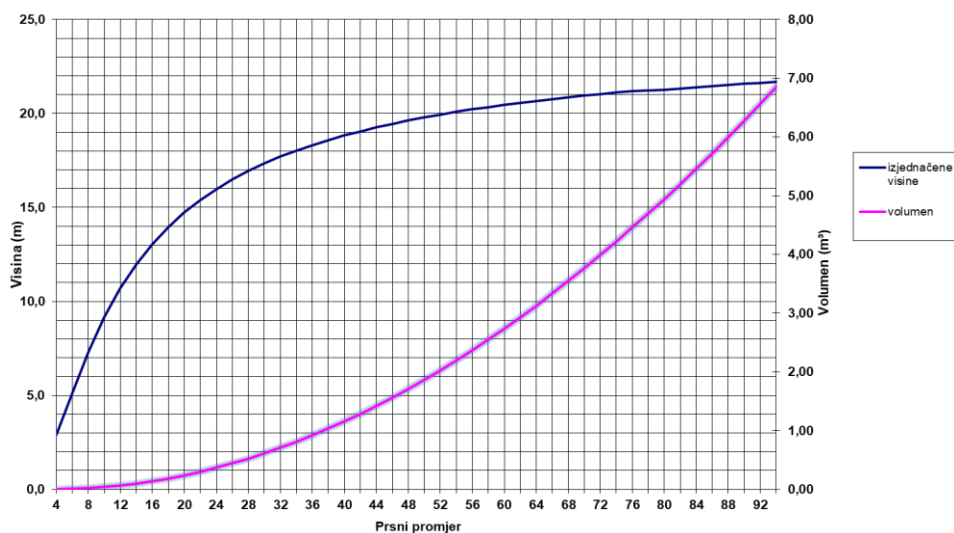
Tablica 11. Lokalna tarifa za crni bor na plohi 1

d (cm)	hizj (m)	v (m ³)			
4	2,8901	0,0021	36	18,317	0,9193
6	5,1679	0,0082	38	18,584	1,0347
8	7,3325	0,0203	40	18,829	1,1568
10	9,1761	0,0391	42	19,053	1,2855
12	10,708	0,0649	44	19,259	1,4207
14	11,982	0,0978	46	19,449	1,5625
16	13,05	0,1377	48	19,625	1,7108
18	13,953	0,1847	50	19,789	1,8656
20	14,726	0,2388	52	19,941	2,0268
22	15,393	0,2999	54	20,083	2,1945
24	15,974	0,3679	56	20,216	2,3686
26	16,484	0,4428	58	20,341	2,5491
28	16,936	0,5245	60	20,458	2,736
30	17,338	0,6131	62	20,568	2,9292
32	17,698	0,7084	64	20,672	3,1288
34	18,023	0,8105	66	20,77	3,3347

Tablica 12. Struktura sastojine na plohi 1

Vrsta drveća	Debljinski stupanj cm	Dominantna etaža (A)			Nuzgredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Ukupno		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
		kom.	m	m	kom.	m	m	kom	m	m	kom	m	m
Crni bor	4	-	-	-	-	-	-	1	0,00	0,00	1	0,00	0,00
	6	-	-	-	-	-	-	2	0,01	0,02	2	0,01	0,02
	8	-	-	-	1	0,01	0,02	4	0,02	0,08	5	0,03	0,1
	10	-	-	-	-	-	-	7	0,06	0,27	7	0,06	0,27
	Ukupno	0	0	0	1	0,01	0,02	14	0,087	0,372	15	0,09	0,392
	12	-	-	-	2	0,02	0,13	9	0,1	0,58	11	0,12	0,71
	14	-	-	-	4	0,06	0,39	4	0,06	0,39	8	0,12	0,78
	16	-	-	-	12	0,24	1,65	6	0,12	0,83	18	0,36	2,48
	18	-	-	-	7	0,18	1,29	1	0,03	0,19	8	0,20	1,48
	20	-	-	-	7	0,22	1,67	1	0,03	0,24	8	0,25	1,91
	Ukupno	0	0	0	32	0,72	5,13	21	0,34	2,23	53	1,06	7,36
	22	3	0,11	0,9	4	0,15	1,2	2	0,08	0,6	9	0,34	2,7
	24	-	-	-	4	0,18	1,47	-	-	-	4	0,18	1,47
	26	1	0,05	0,44	3	0,16	1,33	-	-	-	4	0,21	1,77
	28	3	0,19	1,57	4	0,25	2,1	1	0,06	0,53	8	0,49	4,2
	30	4	0,28	2,45	4	0,28	2,45	-	-	-	8	0,57	4,91
	Ukupno	11	0,64	5,36	19	1,02	8,55	3	0,14	1,13	33	1,79	15,05
	32	3	0,24	2,13	2	0,16	1,42	-	-	-	5	0,40	3,54
	34	9	0,82	7,3	1	0,09	0,81	-	-	-	10	0,91	8,11
	36	8	0,81	7,35	1	0,1	0,92	-	-	-	9	0,92	8,27
	38	7	0,79	7,24	-	-	-	-	-	-	7	0,79	7,24
	40	6	0,75	6,94	-	-	-	-	-	-	6	0,75	6,94
	Ukupno	33	3,42	30,96	4	0,35	3,15	0	0	0	37	3,77	34,1
	42	6	0,83	7,71	-	-	-	-	-	-	6	0,83	7,71
	44	3	0,46	4,26	-	-	-	-	-	-	3	0,46	4,26
	46	6	1,00	9,38	-	-	-	-	-	-	6	1,00	9,38
	48	8	1,45	13,69	-	-	-	-	-	-	8	1,45	13,69
	50	8	1,57	14,93	-	-	-	-	-	-	8	1,57	14,93
	Ukupno	31	5,30	49,97	0	0	0	0	0	0	31	5,30	49,97
	52	4	0,85	8,12	-	-	-	-	-	-	4	0,85	8,12
	54	1	0,23	2,2	-	-	-	-	-	-	1	0,23	2,2
	56	2	0,49	4,74	-	-	-	-	-	-	2	0,49	4,74
	58	1	0,26	2,55	-	-	-	-	-	-	1	0,26	2,55
60	1	0,28	2,74	-	-	-	-	-	-	1	0,28	2,74	
Ukupno	9	2,12	20,35	0	0	0	0	0	0	9	2,12	20,35	
62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
66	1	0,34	3,34	-	-	-	-	-	-	1	0,34	3,34	
68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ukupno	1	0,34	3,34	0	0	0	0	0	0	1	0,34	3,34	
O. bukva	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6	-	-	-	-	-	-	1	0,00	0,01	1	0,00	0,01
	8	-	-	-	1	0,01	0,02	1	0,01	0,02	2	0,01	0,03
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Ukupno	0	0,0	0	1	0	0	2	0	0	3	0,01	0,04
Mukinja	4	-	-	-	-	-	-	7	0,01	0,00	7	0,01	0,00
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Ukupno	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7	0,01	0,00
Sveukupno		85	11,823	109,98	57	2,1	16,85	47	0,567	3,732	189	14,503	130,61
Sveukupno po ha		340	47,29	439,92	228	8,4	67,4	188	2,268	14,928	756	58,01	522,44

U tablici 11 i na grafikonu 3 prikazane su visinska krivulja i lokalna tarifa za sastojinu crnog bora na plohi 1. Srednja sastojinska visina iznosi 14,1 m.



Grafikon 3. Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 1



Slika 6. Sastojina crnog bora na plohi 1

Struktura mladog naraštaja na plohi 1

Tablica 13 prikazuje strukturu ponika i pomlatka po vrstama drveća i visinskim klasama koji je zabilježen na sve tri pruge. Izmjeren je veliki broj pomlatka različitih visinskih klasa. Najveći je broj ponika i pomlatka od crnog bora, dok se u manjem broju pojavljuje

pomladak obične bukve, javora gluhača, crnog jasena i mukinje. Sveukupan broj ponika i pomlatka iznosi 490 kom. ili 32830 kom./ha od čega na ponik i pomladak crnog bora otpada 92 %. Najveći broj pomlatka (208) nalazi se u visinskoj klasi 25 cm, a značajan je i broj pomlatka u visinskim klasama 50 cm (103 komada) i od 75 cm (37 komada). Broj ponika iznosi 126 komada i to samo crnog bora. Može se zaključiti kako je prirodno pomlađivanje jako dobro.

Tablica 13. Struktura mladog naraštaja na plohi 1

Visinska klasa (cm)	Vrsta drveća					Ukupno
	Crni bor	O. bukva	Javor gluhač	Crni jasen	Mukinja	
Ponik	126	-	-	-	-	126
-25	200	5	1	-	2	208
-50	95	7	-	-	1	103
-75	31	3	1	1	1	37
-100	-	1	-	-	-	1
-125	-	3	-	-	-	3
-150	-	4	-	-	-	4
-175	-	3	-	-	1	4
-200	-	3	-	-	-	3
-225	-	-	-	-	-	-
-250	-	-	-	-	-	-
-275	-	-	-	-	-	-
-300	-	-	-	-	-	-
-325	-	-	-	-	-	-
-350	-	1	-	-	-	1
Ukupno	452	30	2	1	5	490
Ukupno po ha	30284	2010	134	67	335	32830

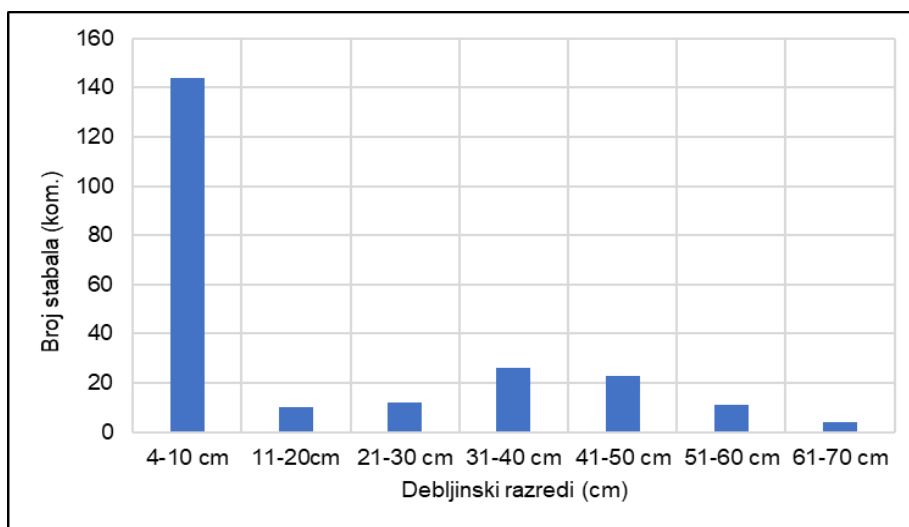


Slika 7. Dominacija borovog ponika i pomlatka na plohi 1

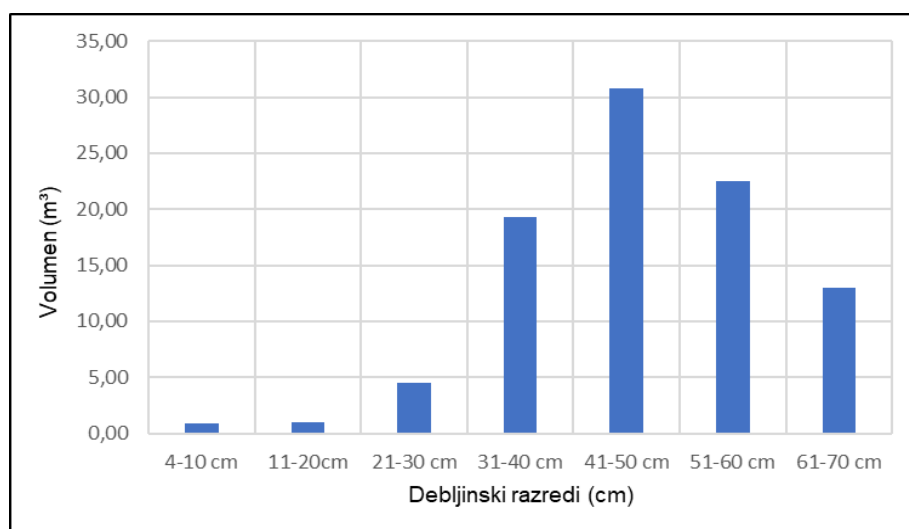
Struktura sastojine na plohi 2

Ploha 2 je postavljena u dijelu odsjeka gdje raste čista, prirodna, stara sastojina crnog bora prijelaznog silvidinamičkog statusa. Nadmorska visina izmjerena u njezinu središtu iznosi 1030 metara. Ekspozicija plohe je jugozapadna.

I na ovoj plohi distribucija stabala i drvene zalihe po debljinskim razredima pokazuju tipične odlike za jednodobne sastojine (grafikoni 4 i 5).



Grafikon 4. Distribucija broja stabala po debljinskim razredima na plohi 2



Grafikon 5. Distribucija volumena stabala na plohi 2

Za razliku od sastojine na plohi 1 ova sastojina ima razvijen sloj podrasta koji je prilikom izmjere i u tablici strukture sastojine obračunat kao dio podstojne etaže. Podrast čini veliki broj stabala prijelaznih i konačnih vrsta drveća koji se pojavio od prirode, iz sjemena, panja i korijenja, pod zastorom krošanja stabala borove sastojine i koji je s vremenom urastao u sloj visokog grmlja i u podstojnu etažu borove sastojine. Zbog toga ova ploha reprezentira prijelaznu sastojinu crnog bora. Dominantnu i nuzgrednu etažu čine stabla crnog bora (pionirska vrsta drveća) kojih je manje po jedinici površine nego što je to bio slučaj na plohi 1. Sklop sastojine je nepotpun. Oblik sklopa je okomit.

Na pokusnoj plohi 2 izmjereno je 230 stabala od toga 80 stabala (320 stabala/ha) crnog bora ukupne temeljnice od 10,91 m² (43,65 m²/ha) i 150 stabala (600 stabala/ha) prijelaznih i konačnih vrsta drveća ukupne temeljnice od 0,36 m² (1,45 m²/ha). Sveukupna temeljnica na plohi 2 iznosi 45,09 m²/ha, a sveukupni volumen 367,5 m³/ha. Najveći broj stabala u sastojini na plohi 2 nalazi se u podstojnoj etaži (C), 153 komada ili 67 % od čega na crni bor otpada 2 %, a na podrast 98 %. U dominantnoj etaži (A) su 63 stabla ili 27 %, dok je u nuzgrednoj etaži (B) 14 stabala ili 6 %. Srednje plošno stablo sastojine je u debljinskom stupnju 24 cm.

Udio broja stabala crnog bora u proizvodnom dijelu sastojine (A + B etaža) iznosi 100 %, a u podstojnoj etaži (C) 2 %, dok se sav podrast nalazi u podstojnoj etaži. Od prijelaznih i konačnih vrsta drveća (podrasta) u najvećem broju pojavljuje se crni grab (77 komada), a ostale vrste kao što su hrast medunac, crni jasen, mukinja, maklen, trepetljika, rašeljka i javor gluhač pojavljuju se u manjem broju. Najveći broj stabala crnog bora u prijelaznoj sastojini na plohi 2 nalazi se u debljinskim razredima od 31 do 40 cm (26 stabala) i od 41 do 50 cm (23 stabla).

Ukupni volumen crnog bora u prijelaznoj sastojini na plohi 2 iznosi 90,6 m³ (362,4 m³/ha) i čini 98 % drvne zalihe sastojine. Najveći dio volumena nalazi se u dominantnoj etaži i iznosi 84,186 m³ (336,746 m³/ha), dok je preostali dio volumena raspoređen u nuzgrednoj i podstojnoj etaži. Distribucija volumena stabala crnog bora pokazuje kako je najveći volumen u debljinskom razredu od 41 do 50 cm, dok je najmanji u prva dva debljinska razreda.

Sva stabla prijelaznih i konačnih vrsta drveća nalaze se u podstojnoj etaži uz dominaciju crnog graba. Najveći broj stabala prijelaznih i konačnih vrsta drveća nalazi se u debljinskom stupnju 4 cm. Ukupni volumen prijelaznih i konačnih vrsta iznosi 1,3 m³ (5,2 m³/ha). Najveći volumen nalazi se kod crnog graba u debljinskom stupnju od 4 cm gdje je zastupljen najveći broj stabala crnog graba, ali i najveći broj stabala od svih prijelaznih i konačnih vrsta drveća. Hrast medunac kao pojedinačno stablo ima najveći volumen od svih ostalih pojedinačnih stabala prijelaznih i konačnih vrsta drveća i iznosi 0,07 m³.

Tablica 14. Lokalna tarifa za crni bor na plohi 2

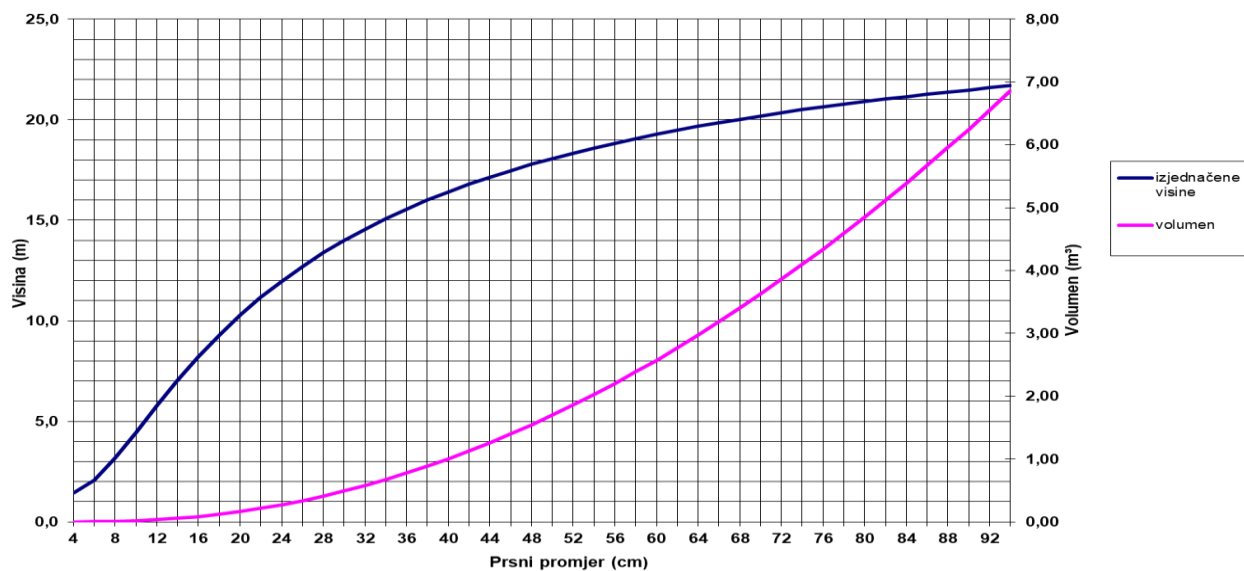
d (cm)	hizj (m)	v (m ³)			
4	1,4385	0,001	38	16	0,888
6	2,0873	0,0032	40	16,409	1,0052
8	3,1773	0,0086	42	16,789	1,1297
10	4,4619	0,0187	44	17,142	1,2614
12	5,7761	0,0345	46	17,472	1,4005
14	7,0375	0,0568	48	17,781	1,5467
16	8,2118	0,0858	50	18,069	1,7002
18	9,289	0,1219	52	18,341	1,8608
20	10,27	0,1653	54	18,596	2,0286
22	11,162	0,216	56	18,836	2,2035
24	11,973	0,274	58	19,063	2,3856
26	12,711	0,3395	60	19,277	2,5747
28	13,384	0,4124	62	19,479	2,7709
30	13,999	0,4928	64	19,672	2,9742
32	14,563	0,5805	66	19,854	3,1845
34	15,081	0,6756	68	20,027	3,4018
36	15,559	0,7781			

Tablica 15. Lokalna tarifa za prijelazne i konačne vrste drveća

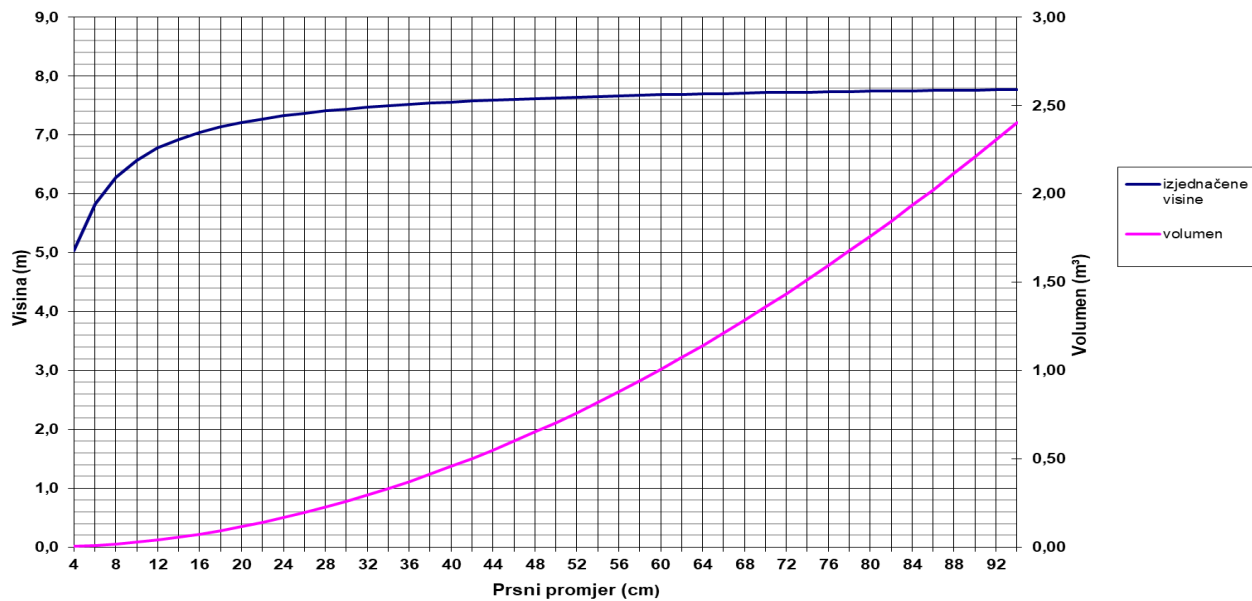
d (cm)	hizj (m)	v (m ³)
4	5,0352	0,0037
6	5,8228	0,0092
8	6,2769	0,0173
10	6,5709	0,0278
12	6,7765	0,0407
14	6,9282	0,0559
16	7,0448	0,0734

Tablica 16. Strukturne značajke sastojine na plohi 2

Vrsta drveća	Debljinski stupanj	Dominantna etaža (A)			Nuzgredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Ukupno		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
	cm	kom.	m ³	m ³	kom.	m ³	m ³	kom.	m ³	m ³	kom.	m ³	m ³
Crni bor	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00
	8	-	-	-	-	-	-	1	0,01	0,01	1	0,01	0,01
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00
	Ukupno	0	0	0	0	0	0	1	0,005	0,009	1	0,01	0,01
	12	-	-	-	-	-	-	1	0,01	0,04	1	0,01	0,04
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00
	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00
	18	-	-	-	1	0,03	0,12	-	-	-	1	0,03	0,12
	20	-	-	-	1	0,03	0,17	-	-	-	1	0,03	0,17
	Ukupno	0	0	0	2	0,056	0,287	1	0,011	0,035	3	0,07	0,33
	22	-	-	-	2	0,08	0,43	1	0,04	0,22	3	0,11	0,65
	24	1	0,045	0,274	1	0,05	0,27	-	-	-	2	0,09	0,55
	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00
	28	-	-	-	2	0,12	0,83	-	-	-	2	0,12	0,83
	30	2	0,14	0,99	3	0,21	1,48	-	-	-	5	0,35	2,46
	Ukupno	3	0,186	1,26	8	0,456	3,009	1	0,038	0,216	12	0,67	4,49
	32	5	0,40	2,90	2	0,16	1,16	-	-	-	7	0,56	4,06
	34	5	0,45	3,38	1	0,09	0,68	-	-	-	6	0,55	4,05
	36	6	0,61	4,67	-	-	-	-	-	-	6	0,61	4,67
	38	3	0,34	2,66	1	0,11	0,89	-	-	-	4	0,45	3,55
	40	3	0,38	3,02	-	-	-	-	-	-	3	0,38	3,02
	Ukupno	22	2,184	16,63	4	0,365	2,725	0	0	0	26	2,55	19,35
	42	3	0,42	3,39	-	-	-	-	-	-	3	0,42	3,39
	44	10	1,52	12,61	-	-	-	-	-	-	10	1,52	12,61
	46	7	1,16	9,80	-	-	-	-	-	-	7	1,16	9,80
	48	1	0,18	1,55	-	-	-	-	-	-	1	0,18	1,55
	50	2	0,39	3,40	-	-	-	-	-	-	2	0,39	3,40
	Ukupno	23	3,674	30,75	0	0	0	0	0	0	23	3,67	30,75
	52	6	1,27	11,16	-	-	-	-	-	-	6	1,27	11,16
54	2	0,46	4,06	-	-	-	-	-	-	2	0,46	4,06	
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00	
58	2	0,53	4,71	-	-	-	-	-	-	2	0,53	4,71	
60	1	0,28	2,57	-	-	-	-	-	-	1	0,28	2,57	
Ukupno	11	2,543	22,51	0	0	0	0	0	0	11	2,54	22,50	
62	1	0,30	2,77	-	-	-	-	-	-	1	0,30	2,77	
64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00	
66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00	
68	3	1,09	10,21	-	-	-	-	-	-	3	1,09	10,21	
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	0,00	
Ukupno	4	1,39	12,98	0	0	0	0	0	0	4	1,39	12,98	
Podrast	4	-	-	-	-	-	-	110	0,14	0,41	110	0,14	0,41
	6	-	-	-	-	-	-	25	0,07	0,23	25	0,07	0,23
	8	-	-	-	-	-	-	2	0,01	0,03	2	0,01	0,03
	10	-	-	-	-	-	-	6	0,05	0,17	6	0,05	0,17
	Ukupno	0	0	0	0	0	0	143	0,266	0,838	143	0,266	0,838
	12	-	-	-	-	-	-	5	0,06	0,49	5	0,06	0,49
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-	2	0,04	0,15	2	0,04	0,15
	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ukupno	0	0	0	0	0	0	7	0,097	0,635	7	0,097	0,635	
Sveukupno	63	9,979	84,13	14	0,877	6,021	153	0,417	1,734	230	11,27	91,88	
Sveukupno po ha	252	39,92	336,5	56	3,508	24,08	612	1,667	6,934	920	45,09	367,5	



Grafikon 6. Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 2



Grafikon 7. Visinska krivulja i tarifa za prijelazne i konačne vrste drveća (podrast) na plohi 2



Slika 8. Vertikalni oblik sklopa prijelazne sastojine na plohi 2



Slika 9. Prijelazna sastojina crnog bora na plohi 2

Struktura mladog naraštaja na plohi 2

Istraživanje pomlađivanja prijelazne sastojine crnog bora na plohi 2 provelo kao i na prvoj plohi na tri pruge širine 1 metar tako da je jedna pruga prolazi kroz sredinu plohe, a druge dvije uzduž rubova plohe. Treća pruga za razliku od druge dvije pruge se nalazila na kamenitijem terenu.

Ukupan broj ponika i pomlatka sa sve tri pruge na plohi 2 iznosi 226 komada (15142 kom./ha). Od toga najveći broj ponika i pomlatka pripada crnom boru (113 komada to jest 7571 kom./ha) i crnom grabu (44 komada to jest 2948 kom./ha). Ostali dio ponika i pomlatka pripada u većoj mjeri hrastu meduncu, muginji i rašeljci, a u manjoj mjeri maklenu, javoru gluhaču i crnom jasenu.

Najveći broj biljaka nalazi se u visinskoj klasi do 100 cm, a iza toga najveći broj biljaka nalazi se kod ponika i u visinskim klasama 25, 50 i 75 cm. Najviši dio pomlatka predstavljaju 4 biljke crnog graba koje se nalaze u visinskoj klasi od 4 metra.

Tablica 17. Struktura mladog naraštaja na plohi 2

Visinska klasa (cm)	Vrsta drveća								Ukupno
	Crni bor	Crni grab	Muginja	Crni jasen	H. medunac	J. gluhač	Rašeljka	Maklen	
Ponik	23				3	6	8		40
-25	12	3			8	1	6	7	37
-50	22	1			2		2		27
-75	18	3	2		1				24
-100	34	16						1	51
-125		1	1					1	3
-150	2	3							5
-175	1	4	2				1		8
-200	1	4	11			1	1		18
-225					1				1
-250			1						1
-275									0
-300		4							4
-325									0
-350		1		2					3
-375									0
-400		4							4
Ukupno	113	44	17	2	15	8	18	9	226
Ukupno po ha	7571	2948	1139	134	1005	536	1206	603	15142



Slika 10. Prikaz pomlatka na plohi 2



Slika 11. Pomladak crnog bora na plohi 2

RASPRAVA

Istraživanje se provelo na dvije pokusne plohe na području UŠP Split, Šumarija Knin, GJ Dinara, odsjek 15a.

Ploha 1 je postavljena u čistoj, prirodnoj, staroj sastojini crnog bora na nadmorskoj visini od 1120 metara. Izmjereno je sveukupno 189 stabala, od toga 179 stabala crnog bora volumena 504,34 m³/ha, te 3 stabla obične bukve i 7 stabala muginje volumena 0,176 m³/ha. Crni bor u omjeru smjese drveća čini 95 %, a obična bukva i muginja čine preostali udio od 5 %. Ovakva struktura sastojine karakteristična je za čistu sastojinu. Najveći broj stabala se nalazi u debljinskim razredima od 11 do 20 cm (53 kom.) i od 41 do 50 cm (37 kom.), a volumen dominira u debljinskom razredu od 41 do 50 cm (49,97 m³). Iz distribucije broja i volumena stabala po debljinskim razredima zaključuje se da u sastojini ima veliki broj stabala malih promjera. Stabla većih promjera koja nose volumen sastojine nalaze se u dominantnoj etaži, a stabla manjih i srednjih promjera dominiraju u nuzgrednoj i podstojnoj etaži. Pionirska čista sastojina horizontalno je sklopljena.

Pomlađivanje se odvija jako dobro. Dominira pomladak crnog bora različitih visinskih klasa (452 kom.) uz rijetku pojavnost pomlatka drugih vrsta drveća (38 kom.). Stanišni uvjeti onemogućuju veću pojavnost neke druge vrste drveća osim crnog bora. Sveukupan broj pomlatka na plohi 1 iznosi 490 biljaka to jest 32830 kom./ha. Najviše se pomlatka pojavljuje na mjestima gdje su se stara stabla srušila i time omogućila priljev svjetla na površinu tla.

Ploha 2 je postavljena u prijelaznoj sastojini crnog bora na nadmorskoj visini od 1030 metara. Na plohi je izmjereno sveukupno 230 stabala od čega 80 stabala pripada crnom boru (320 kom./ha) i 150 stabala pripada prijelaznim i konačnim vrstama drveća (600 kom./ha) od kojih dominira crni grab. Temeljica za crni bor iznosi 10,91 m² (43,65 m²/ha), a za prijelazne i konačne vrste drveća iznosi 0,36 m² (1,45 m²/ha), dok volumen za crni bor iznosi 90,6 m³ (362,4 m³/ha), a za prijelazne i konačne vrste drveća iznosi 1,3 m³ (5,2 m³/ha).

U pomlađivanju prijelazne sastojine dominiraju crni bor (113 kom.) i crni grab (44 kom.). Sveukupan broj pomlatka na plohi 2 iznosi 226 kom. odnosno 15142 kom./ha.

Sastojina na plohi 1 ima manji broj stabala crnoga bora po jedinici površine za razliku od sastojine na plohi 2, ali volumen čiste sastojine je veći od volumena prijelazne sastojine unatoč manjem broju stabala. Volumen čiste sastojine je veći od volumena prijelazne sastojine zato što se kod čiste sastojine najveći dio stabala koja nosu volumen nalazi u većim debljinskim razredima, dok su kod prijelazne sastojine stabla crnog bora koja nosu volumen rjeđa po jedinici površine nego na plohi 1, a najveći dio stabala (prijelazne i konačne vrste drveća) nalazi se u podstojnoj etaži u manjim debljinskim razredima. Kada se uspoređuju pionirska stabla crnog bora na prvoj i na drugoj plohi osim što je veći broj stabala na prvoj plohi visine i promjeri stabala su podjednaki uz to da u čistoj sastojini ima veći broj tanjih stabala crnog bora jer su u prijelaznoj sastojini ostala većinom najdominantnija stabla. Veći broj pomlatka na plohi 1 nego na plohi 2 je zbog toga što se na plohi 1 pomlađuje samo crni bor koji se lakše i brže razvija za razliku od pomlatka na plohi 2 gdje je uz crni bor veliki broj prijelaznih i konačnih vrsta drveća koja se sporije razvijaju. Činjenica koja zasigurno utječe na manji broj pomlatka je i gušća podstojna etaža odnosno veći broj pomlatka u višim visinskim klasama na plohi 2 za razliku od plohe 1 gdje je pomladak većinom u nižim visinskim klasama.

Može se zaključiti da čista pionirska sastojina crnog bora ima veći volumen od prijelazne sastojine unatoč manjem broju stabla jer je kod prijelazne sastojine smanjen broj stabala pionirske vrste crnog bora, a povećan je broj prijelaznih i konačnih vrsta drveća manjih dimenzija. S vremenom na plohi 2 u prijelaznoj sastojini bi se moglo očekivati još veći broj konačnih i prijelaznih vrsta drveća, ali zbog kamenitosti terena i velike nadmorske visine pitanje je koliko bi se iz sadašnje prijelazne sastojine mogla razviti konačna sastojina hrasta medunca i kolike bi dimenzije mogla postići. Čista prirodna sastojina na plohi 1 zbog velike nadmorske visine i time nepovoljnih stanišnih uvjeta za pridolazak prijelaznih i konačnih vrsta drveća čini trajni stadij ovakve sastojine i prvenstveno ima zaštitnu funkciju. Na plohi 2 teren je kamenitiji od terena na plohi 1, ali zbog veće nadmorske visine onemogućen je prelazak pionirske sastojine u prijelaznu sastojinu kao što je to ostvareno na plohi 2. Nadmorska visina je ključan faktor koji određuje stanišne uvjete. Povećanjem nadmorske visine zrak postaje rjeđi (tlak zraka opada) i temperatura zraka sa svakim porastom nadmorske visine od 100 metara opada za 3 °C.

ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata došlo se do sljedećih zaključaka:

1. Istraživane sastojine pripadaju kompleksu prirodne šume crnoga bora na jugozapadnim padinama planine Dinara. Rastu u mediteranskoj vegetacijskoj regiji, epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, na nadmorskim visinama 1120 m (ploha 1) i 1030 m (ploha 2).
2. Sastojina na plohi 1 je prirodna, čista, stara sastojina crnog bora, pionirskog silvidinamičkog karaktera.
3. Sastojina na plohi 2 je prirodna, čista, stara sastojina crnog bora, prijelaznog silvidinamičkog karaktera.
4. Sastojina na plohi 1 raste u lošijim stanišnim uvjetima od one na plohi 2. Takvi stanišni uvjeti onemogućuju uspješnu obnovu vrsta drveća konačne šume i postupni prelazak pionirske sastojine prema prijelaznoj sastojini. U njoj se uspješno i obilno pod zastorom krošanja pomlađuje crni bor.
5. U sastojini na plohi 2 vremenom su se obilno prirodno pomladile vrste drveća koje pripadaju konačnoj šumi tog područja s hrastom meduncem i crnim grabom kao glavnim vrstama drveća. U sastojini na plohi 2 očigledno je crnoborova sastojina obavila pionirsku funkciju i poboljšala stanišne uvjete za pridolazak prijelaznih i konačnih vrsta drveća.

LITERATURA

1. Anić, I., 2021: Uzgajanje šuma II. Skripta za studente diplomskih studija, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, 189 str.
2. Anić, I., 2020: Uzgajanje šuma I. Skripta za studente preddiplomskog studija Šumarstvo, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, 162 str.
3. 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, str. 146 – 153, Zagreb.
4. Anić, I., Mikac S., Šarić I., 2013: Prirodno pomlađivanje dalmatinskog crnog bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *Dalmatica* Vis./ Franco) na otoku Braču. 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, 145 – 160.
5. 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., 127: 41 – 50.
6. Anić, M., 1957: Crni bor u sjevernom Velebitu. Glasnik za šumske pokuse, 13: 461 – 508.
7. Bernetti, G., 1995: Selvicoltura speciale.
8. Čavlović, J., 2013: Osnove uređivanja šuma. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 322 str.
9. Franjić, J., Škvorc, Ž., 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 432 str.
10. Forestry Compendium, 2000
11. Hrvatske šume, 2018: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom s planom upravljanja područjem ekološke mreže za razdoblje od 1. 1. 2018. – 31. 12. 2027.

12. Hamilton, G.,J., Christie J., M., 1971: Forest managment tables. Forestry Commission Booklet No. 34.
13. 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.
14. 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.
15. Miklič, B., Anić, I., 2018: Šume crnoga bora na području grada Senja, stanje i prijedlozi za obnovu. Prirodoslovlje: časopis Odjela za prirodoslovlje i matematiku Matice hrvatske, 18 (1 – 2): 27 – 42.
16. Pernar, N., 2017: Tlo: nastanak, značajke, gospodarenje. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 799 str.
17. Španjol, Ž., 2021: Požari otvorenog prostora. Interna skripta, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 143 - 145 str.
18. Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 403 str.