

# Šumskouzgojne značajke starih sastojina crnog bora (Pinus nigra J. F. Arnold) u Hrvatskom primorju

---

Miklić, Boris

Doctoral thesis / Disertacija

2022

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:265797>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-06**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu  
ŠUMARSKI FAKULTET

Boris Miklić

**ŠUMSKOUZGOJNE ZNAČAJKE  
STARIH SASTOJINA CRNOG BORA  
(*Pinus nigra* J. F. Arnold)  
U HRVATSKOM PRIMORJU**

DOKTORSKI RAD

Mentor:  
Akademik prof. dr. sc. Igor Anić

Zagreb, 2021.



University of Zagreb  
FACULTY OF FORESTRY

Boris Miklić

**SILVICULTURAL PROPERTIES  
OF OLD STANDS OF BLACK PINE  
(*Pinus nigra* J. F. Arnold)  
IN CROATIAN LITORAL**

DOCTORAL THESIS

Supervisor:  
Academician prof. Igor Anić, Ph. D.

Zagreb, 2021.

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

<b>TI (Naslov)</b>	Šumskouzgojne značajke starih sastojina crnog bora ( <i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold) u Hrvatskom primorju
<b>AU (autor)</b>	Boris Miklič
<b>AD (adresa)</b>	Ropci 7, 51243 Tribalj e-mail:boris.miklic@hrsume.hr
<b>AA (mentor)</b>	Akademik prof. dr. sc. Igor Anić
<b>SO (izvor)</b>	Knjižnica Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 23, Zagreb
<b>PY (godina objave)</b>	2021.
<b>LA (izvorni jezik)</b>	hrvatski
<b>LS (jezik sažetka)</b>	engleski
<b>DE (ključne riječi)</b>	crni bor, <i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold, Hrvatsko primorje, šumskouzgojne značajke, struktura sastojina, meliorativni učinak
<b>GE (zemlja objave)</b>	Hrvatska
<b>PT (vrsta objave)</b>	Doktorski rad
<b>VO (obujam)</b>	stranica 281 + 23 tablice + 77 slika + 282 navoda citirane literature
<b>AB (sažetak)</b>	<p>Područje istraživanja je Hrvatsko primorje u kojem je obuhvaćen cjelokupan areal šuma crnoga bora: sjeverni dio od Rijeke do Novog Vinodolskog, središnji dio od Novog Vinodolskog do Senja i južni dio od Senja do Karlobaga.</p> <p>Istraživanjem su obuhvaćene stare sastojine crnog bora, starije od 80 godina. Sastojine su podijeljene prema tri kriterija: postanak, vegetacijska zona i stupanj sklopa. Prema postanku i vegetacijskoj zoni su grupirane na sljedeći način: 1. prirodne sastojine u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, 2. umjetne sastojine ili šumske kulture u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, 3. umjetne sastojine ili šumske kulture u submediteranskoj vegetacijskoj zoni. S obzirom na stupanj sklopa, izabrani su sljedeći lokaliteti u sastojinama: potpuni sklop, prekinuti sklop i rub sastojine.</p> <p>Prirodne sastojine su nastale prirodnim pomlađivanjem. Umjetne sastojine ili šumske kulture su nastale krajem 19. i početkom 20. stoljeća, pošumljavanjem neobraslih šumskih zemljišta i popunjavanjem neobraslih dijelova zaštićenih degradiranih sastojina (branjevina).</p> <p>Istraživanje je imalo za cilj ustanoviti u istraživanim sastojinama: strukturu, vitalitet i silvidinamiku; ekološke prilike; strukturu podrasta; strukturu, kakvoću i razvoj pomlatka; utjecaj svjetla na strukturu i razvoj pomlatka; način obnove sastojina.</p> <p>Istraživanje je obavljeno na 39 pokusnih ploha. Na svakoj pokusnoj plohi postavljen je po jedan transekt i 6 – 18 plohica. Na plohama je istraživana struktura sastojina. Na transektima je istraživana struktura podrasta. Na plohicama je istraživana struktura pomlatka.</p> <p>Potvrđene su sve postavljene hipoteze: H1. Crni bor je vrsta drveća pogodna za pošumljavanje s obzirom na ekološke uvjete područja istraživanja; H2. Crni bor osigurava progresivnu silvidinamiku; H3. Stare sastojine imaju prijelazni silvidinamički karakter; H4. Svjetlosne prilike u sastojini značajno utječu na gustoću i razvoj pomlatka klimatogene vrste drveća; H5. Prirodna obnova sastojina može se ostvariti pod zastorom krošanja starih stabala.</p>

## BASIC DOCUMENTATION CARD

<b>TI</b> (Title)	Silvicultural properties of old stands of black pine ( <i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold) in the Croatian littoral
<b>AU</b> (author)	Boris Miklič
<b>AD</b> (Adress)	Ropci 7, 51243 Tribalj e-mail:boris.miklic@hrsume.hr
<b>AA</b> (Supervisor)	Academician prof. Igor Anić, Ph. D.
<b>SO</b> (Source)	Library of Forest Faculty of Zagreb University, Svetošimunska 23, 10000 Zagreb
<b>PY</b> (PublicationYear)	2021.
<b>LA</b> (Language of Text)	Croatian
<b>LS</b> (Lang. of Summary)	English
<b>DE</b> (Descriptors)	black pine, <i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold, Croatian littoral, silvicultural features, stand structure, ameliorative effect
<b>GE</b> (Geo. Headings)	Republic of Croatia
<b>PT</b> (Publication Type)	Doctoral thesis
<b>VO</b> (Volume)	281 pages + 23 tables +77 pictures + 282 references
<b>AB</b> (Abstract)	<p>The area of study is the Croatian Littoral, in which was covered the entire areal of pine forests: the northern part from Rijeka to Novi Vinodolski, the central part from Novi Vinodolski to Senj and the southern part from Senj to Karlobag.</p> <p>The study included old stands of black pine, over 80 years old. The stands of black pine are divided according to three criteria: origin, vegetation zone and degree of canopy. According to their origin and vegetation zone they are grouped as follows: 1. natural stands in the epi-Mediterranean vegetation zone, 2. artificial stands or monocultures in the epi-Mediterranean vegetation zone, 3. artificial stands or monocultures in the sub-Mediterranean vegetation zone. Depending on the degree of canopy, the following localities in the stands were selected: dense canopy, incomplete canopy and edge of the stand.</p> <p>Natural stands are created by natural regeneration. Artificial stands or monocultures were created in the late 19th and early 20th centuries, by afforestation of uncovered forest lands and filling in uncovered parts of protected degraded stands.</p> <p>The aim of the study was to establish in the investigated old stands of black pine: structure, vitality and sylvidinamics; environmental conditions; undergrowth structure; the structure, quality and development of the young growth; the influence of light on the structure and development of the young growth; a way to regenerate stands.</p> <p>The study was performed on 39 experimental plots. One transect and 6 - 18 plates were placed on each experimental plot. The structure of stands was investigated on the experimental plots. The undergrowth structure was investigated in the transects. The structure of the young growth was investigated on the plates.</p> <p>All hypotheses were confirmed: H1. Black pine is a species of tree suitable for afforestation considering the ecological conditions of the study area; H2. Black pine provides progressive silvidynamics; H3. Old stands have a transitional sylvidinamic character; H4. Light conditions in the stand significantly affect the density and development of the young growth of climatogenic species of trees; H5. Natural regeneration of stands can be achieved using shelterwood method.</p>

## KAZALO SADRŽAJA

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	I
KEY WORDS DOCUMENTATION	II
KAZALO SADRŽAJA	III
KAZALO SLIKA	V
KAZALO TABLICA	IX
PREDGOVOR I ZAHVALE	X
PODACI O MENTORU	XII
1. UVOD	1
1.1. Povijest pošumljavanja Hrvatskog primorja	3
1.2. Pregled domaće literature	6
1.3. Pregled strane literature	20
1.4. Ciljevi i hipoteze istraživanja	33
2. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA	34
2.1. Geografski položaj i reljef	35
2.2. Klima istraživanog područja	37
2.3. Geološke i pedološke značajke	44
2.3.1. Geološke značajke istraživanog područja	44
2.3.2. Pedološke značajke istraživanog područja	44
2.4. Vegetacija istraživanog područja	51
2.5. Prikupljanje i obrada podataka	58
3. REZULTATI	70
3.1. Značajke staništa	72
3.2. Struktura sastojina	76
3.3. Struktura podrasta	94
3.4. Struktura pomlatka	100

3.4.1. Struktura pomlatka po vrstama drveća	100
3.4.2. Struktura pomlatka s obzirom na postanak, vegetacijsku zonu i stupanj sklopa sastojina crnog bora	102
3.4.3. Struktura pomlatka po visinskim klasama	105
3.4.4. Struktura pomlatka s obzirom na nadmorsku visinu i starosti sastojina crnog bora	112
3.4.5. Pojavnost pomlatka hrasta medunca s obzirom na udaljenost od sjemenjaka hrasta medunca	114
3.4.6. Oštećenost pomlatka od divljači	116
3.4.7. Vitalitet pomlatka	118
3.4.8. Duljina ljetorasta pomlatka hrasta medunca	119
3.5. Svjetlosni uvjeti u istraživanim sastojinama	120
3.6. Usporedba strukturnih i ekoloških elemenata	126
3.6.1. Korelacijska analiza strukturnih i ekoloških elemenata	126
3.6.2. Klasterska analiza geomorfoloških čimbenika i svjetlosnih uvjeta u sastojinama	127
4. RASPRAVA	130
5. ZAKLJUČCI	163
6. LITERATURA	168
Prilog A – Struktura sastojina	195
Prilog B – Struktura pomlatka	215
Prilog C – Visinske krivulje i volumni nizovi (tarife)	228
Prilog D – Fotografije	267
Životopis autora	279
Popis autorovih objavljenih radova i sudjelovanja	280

## KAZALO SLIKA

Slika 1. Crni bor na ekstremnom staništu gologa krša.....	7
Slika 2. Šume crnog bora u Republici Hrvatskoj.....	11
Slika 3. Sastojine crnog bora na području Hrvatskog primorja.....	11
Slika 4. Udjel površina sastojina crnog bora po razdobljima osnivanja u Hrvatskom primorju.....	13
Slika 5. Nalazišta crnog bora između Kite i Marina Briška na Sjevernom Velebitu.....	14
Slika 6. Rasprostranjenost crnoga bora.....	20
Slika 7. Karta rasprostranjenosti crnog bora ( <i>P. nigra</i> ).....	21
Slika 8. Grafički prikaz modela odnosa omjera H/D i broja živih pršljenova grana i standardna devijacija.....	28
Slika 9. Predviđena gustoća pomlađenja hrastova ovisno o udaljenosti od grupe hrastovih sjemenjaka i gustoće borovih šumskih kultura.....	30
Slika 10. Predloženi smjerovi gospodarenja borovim kulturama, ovisno o prethodnom intenzitetu korištenja zemljišta.....	31
Slika 11. Smještaj Hrvatskog primorja u Republici Hrvatskoj.....	35
Slika 12. Klimadijagrami meteroloških postaja na području koje pripada submediteranskoj vegetacijskoj zoni.....	39
Slika 13. Klimadijagrami meteroloških postaja na području kontinentalne klime.....	39
Slika 14. Ruže vjetrova za meteorološke postaje istraživanog područja.....	42
Slika 15. Razlika prosječnih oborina i prosječne evapotranspiracije po mjesecima vegetacijskog razdoblja.....	43
Slika 16. Shematski prikaz plana pokusa s lokalitetima na kojima su postavljene pokusne plohe .....	59
Slika 17. Položaj pokusnih ploha na području istraživanja prema postanku.....	60
Slika 18. Položaj pokusnih ploha na području istraživanja prema vegetacijskoj zoni.....	61
Slika 19. Shema pokusne plohe, transekta i ploha.....	63
Slika 20. Mjerni uređaji i instrumenti korišteni prilikom uzimanja podataka.....	64
Slika 21. Dijelovi uređaja za snimanje hemisfernih fotografija.....	67
Slika 22. Postavljen uređaj za snimanje hemisfernih fotografija.....	68
Slika 23. Primjer obrade hemisfernih fotografija u programskom paketu <i>Hemisfer 2.16</i> .....	69
Slika 24. Broj postavljenih pokusnih ploha u šumskim kulturama i prirodnim sastojinama crnog bora.....	76



Slika 25. Izjednačene sastojinske visinske krivulje crnog bora na pokusnim plohama u prirodnim sastojinama crnog bora i šumskim kulturama crnog bora po dobnim razredima.....	77
Slika 26. Tarifni nizovi za crni bor na pokusnim plohama u prirodnim sastojinama crnog bora i u šumskim kulturama crnog bora, po dobnim razredima.....	78
Slika 27. Distribucije broja stabala po prsnim promjerima, etažama sastojine, vrstama drveća i vegetacijskim zonama.....	83
Slika 28. Prosječna distribucija broja stabala na pokusnim plohama po vegetacijskim zonama.....	84
Slika 29. Prosječna brojnost po vrstama drveća po postanku, stupnju sklopa i vegetacijskoj zoni.....	84
Slika 30. Brojnost stabala po etažama sastojine i stupnju sklopa u prirodnim sastojinama.....	85
Slika 31. Temeljnica po etažama sastojine i stupnju sklopa u prirodnim sastojinama.....	85
Slika 32. Drvni volumen po etažama sastojine i stupnju sklopa u prirodnim sastojinama.....	86
Slika 33. Brojnost stabala po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni.....	87
Slika 34. Temeljnica po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni.....	88
Slika 35. Drvni volumen po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni.....	88
Slika 36. Brojnost stabala po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni.....	90
Slika 37. Temeljnica po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni.....	90
Slika 38. Drvni volumen po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni.....	91
Slika 39. Distribucija stabala po prsnim promjerima i grupama pokusnih ploha.....	93
Slika 40. Kakvoća podrasta s obzirom na postanak sastojina crnog bora i vegetacijsku zonu.....	96
Slika 41. Brojnost vrsta drveća u podrastu po kakvoći stabala.....	96
Slika 42. Udjel glavnih vrsta drveća u podrastu s obzirom na postanak sastojina crnog bora, vegetacijsku zonu i stupanj sklopa.....	97
Slika 43. Distribucija podrasta po vrstama drveća, vegetacijskim zonama, stupnjevima sklopa i visinskim klasama.....	98

Slika 44. Distribucija vrsta drveća podrasta po visinskim klasama, postanku sastojina i vegetacijskim zonama.....	99
Slika 45. Broj vrsta drveća u pomlatku.....	101
Slika 46. Prosječni broj vrsta pomlatka s obzirom na postanak sastojina, pripadnost vegetacijskoj zoni i stupanj sklopa.....	102
Slika 47. Prosječni udjel vrsta pomlatka po plohama grupiranim po postanku, vegetacijskoj zoni i sklopu sastojina crnog bora.....	103
Slika 48. Prosječna brojnost glavnih vrsta drveća u pomlatku u prirodnim sastojinama s obzirom na sklop sastojina crnog bora.....	103
Slika 49. Prosječna brojnost glavnih vrsta drveća u pomlatku u šumskim kulturama crnog bora u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni s obzirom na sklop sastojina.....	104
Slika 50. Prosječna brojnost glavnih vrsta drveća u pomlatku u šumskim kulturama crnog bora u submediteranskoj vegetacijskoj zoni s obzirom na stupanj sklopa.....	105
Slika 51. Prosječna brojnost pomlatka po visinskim klasama po postanku, vegetacijskoj zoni i stupnju sklopa sastojina crnog bora.....	106
Slika 52. Prosječna brojnost pomlatka po visinskim klasama u prirodnim sastojinama.....	106
Slika 53. Prosječna brojnost pomlatka na plohi po visinskim klasama u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni.....	107
Slika 54. Prosječna brojnost pomlatka na plohi po visinskim klasama u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni.....	107
Slika 55. Distribucija broja stabala po visinama pomlatka po postanku i vegetacijskim zonama sastojina crnog bora.....	108
Slika 56. Distribucija broja stabala po visinama u vegetacijskim zonama i stupnjevima sklopa sastojina crnog bora.....	109
Slika 57. Prosječna brojnost pomlatka crnog jasena na plohama po postanku, vegetacijskoj zoni, stupnju sklopa po visinskim klasama.....	110
Slika 58. Prosječna brojnost pomlatka hrasta medunca na plohama po postanku, vegetacijskoj zoni, stupnju sklopa po visinskim klasama.....	111
Slika 59. Prosječna brojnost pomlatka crnog graba na plohama po postanku, vegetacijskoj zoni, stupnju sklopa po visinskim klasama.....	111
Slika 60. Prosječna brojnost pomlatka bjelograbića na plohama po postanku, vegetacijskoj zoni, stupnju sklopa po visinskim klasama.....	112
Slika 61. Brojnost pomlatka s obzirom na nadmorsku visinu.....	113
Slika 62. Brojnost pomlatka s obzirom na starost sastojina crnoga bora.....	114

Slika 63. Brojnost pomlatka hrasta medunca s obzirom na udaljenost od stabla sjemenjaka hrasta medunca.....	116
Slika 64. Pomladak po klasama oštećenosti od divljači.....	117
Slika 65. Vitalitet pomlatka po postanku, vegetacijskoj zoni i stupnju sklopa sastojina.....	118
Slika 66. Prosječna duljina ljetorasta pomlatka hrasta medunca.....	119
Slika 67. Prosječni udjeli količine difuznog i izravnog svjetla u sastojinama po postanku i vegetacijskim zonama.....	123
Slika 68. Trendovi smanjenja vrijednosti LAI i trendovi povećanja prosječne godišnje vrijednosti DLI, BLI i GLI s povećanjem starosti sastojine.....	125
Slika 69. Dendrogram hijerarhijske klusterske analize.....	128
Slika 70. Podregije baze podataka HISTALP.....	131
Slika 71. Oscilacije prosječnih godišnjih temperatura u odnosu na stogodišnji prosjek (1901. – 2000.) u jugoistočnoj regiji Alpa.....	131
Slika 72. Oscilacije prosječnih godišnjih oborina u odnosu na stogodišnji prosjek (1901. – 2000.) u jugoistočnoj regiji Alpa.....	132
Slika 73. Godišnje količine oborina, 10-godišnji i 5-godišnji klizni srednjaci i linearni trendovi za razdoblje 1950. – 2010. za Rijeku i Senj.....	133
Slika 74. Razlika između prosječnih mjesečnih količina oborina i prosječne mjesečne potencijalne evapotranspiracije u vegetacijskom razdoblju.....	134
Slika 75. Pomak i poremećaji vegetacijskih pojasa pod utjecajem bure (A i B), komparativni prostorni raspored dinamike kontinentalnih vjetrova N do E (C).....	135
Slika 76. Prosječna brojnost stabala na pokusnim plohama s obzirom na postanak i sklop sastojina.....	141
Slika 77. Prosječni ukupni drvni volumen na pokusnim plohama s obzirom na postanak i sklop sastojina.....	142

## KAZALO TABLICA

Tablica 1. Površina šuma crnog bora na području Hrvatskog primorja kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o.....	12
Tablica 2. Klimatološki pokazatelji za meteorološke postaje u Hrvatskom primorju.....	40
Tablica 3. Značajke lokaliteta pokusnih ploha .....	62
Tablica 4. Koeficijenti Schumacher-Hall-ove jednadžbe za izračun volumnog niza crnog bora, hrasta medunca i OTB.....	65
Tablica 5. Neke stanišne značajke pokusnih ploha s obzirom na postanak sastojina, pripadnost vegetacijskoj zoni i stupanj sklopa.....	74
Tablica 6. Dominatna visina, srednje vrijednosti promjera, temeljnice i kubnog stabla te krošnjatost s obzirom na postanak sastojina, pripadnost vegetacijskoj zoni i stupanj sklopa..	79
Tablica 7. Osnovni strukturni elementi sastojine na pokusnoj plohi i po hektaru.....	81
Tablica 8. Prosječne vrijednosti temeljnih elemenata strukture sastojina.....	82
Tablica 9. Brojnost podrasta i broj vrsta drveća u podrastu (kom./37,5 m <sup>2</sup> ) s obzirom na postanak sastojina, pripadnost vegetacijskoj zoni i stupanj sklopa.....	95
Tablica 10. Prosječna brojnost pomlatka po postanku, vegetacijskoj zoni i sklopu sastojina crnog bora.....	101
Tablica 11. Najveća brojnost pomlatka s obzirom na nadmorsku visinu.....	112
Tablica 12. Najveća brojnost pomlatka s obzirom na starost sastojine crnog bora.....	113
Tablica 13. Udaljenost stabala sjemenjaka hrasta medunca od centra pokusne plohe.....	115
Tablica 14. Oštećenost pomlatka od divljači po postanku i vegetacijskoj zoni sastojina.....	117
Tablica 15. Vitalitet pomlatka po postanku sastojina i vegetacijskoj zoni.....	118
Tablica 16. Prosječna duljina lanjskog i preklanjskog ljetorasta pomlatka hrasta medunca..	119
Tablica 17. Indeks površine lista (LAI), prosječno godišnje relativno difuzno svjetlo u sastojini (DLI), prosječno godišnje relativno izravno (direktno) svjetlo u sastojini (BLI) i prosječno godišnje ukupno svjetlo u sastojini (GLI) po pokusnim plohama.....	121
Tablica 18. Prosječni udjeli količine svjetla (DLI, BLI i GLI) u istraživanim sastojinama..	122
Tablica 19. Prosječni udjeli količina svjetla (DLI, BLI i GLI) po vegetacijskim zonama...	122
Tablica 20 . Prosječni udjeli količina svjetla (DLI, BLI i GLI) po stupnju sklopa sastojine.	124
Tablica 21. Korelacijski odnosi strukturnih i ekoloških elemenata.....	127
Tablica 22. Varijable korištene za klasterku analizu.....	128
Tablica 23. Prosječne vrijednosti mjerenih varijabli prema klasterima.....	129

## **PREDGOVOR I ZAHVALE**

Na poticaj Borisa Miklića st., oca i kolege šumara, i akademika Igora Anića u cilju usavršavanja svog znanja i mogućnosti za sudjelovanje u znanstvenom radu odlučio sam se na ovo istraživanje i doktorski rad.

Na kraju višegodišnjeg istraživanja prisjećam se kolegica i kolega koji su mi svojom pomoći i savjetima pomogli u dostizanju cilja znanstvenog doprinosu jednom segmentu gospodarenja šumama na Mediteranu. Na početku imao sam čvrstu ideju i misao o svim segmentima izrade rada, no pripremni, terenski i analitički dijelovi rada kao i rasprave s kolegama šumarima otvarali su sve više pitanja o gospodarenju sastojinama crnog bora na Mediteranu. Tako smatram da je ova doktorska disertacija početak mog interesa i rada na shvaćanju i gospodarenju krhkim ekosustavima Mediterana.

Stoga zahvaljujem u prvom redu svom dragom profesoru i mentoru akademiku Igoru Aniću na preporukama, korisnim savjetima, relevantnoj literaturi, prenošenju znanja tijekom suradnje proteklih godina i nadasve podršci u radu. Posebna zahvala na detaljnom, kritičnom i vrlo ozbiljnom pristupu završnom pregledu doktorskog rada gdje sam poboljšao svoje vještine prenošenja misli na „papir“.

Veliku zahvalu dugujem i dr.sc. Stjepanu Mikcu koji je također svojim savjetima, vremenom iskorištenim u raspravama i pomoći prilikom obrade podataka doprinesao ovom radu. Velika pomoć bili su i savjeti dr.sc. Milana Oršanića, dr.sc. Nikole Pernara, dr.sc. Damira Ugarkovića, dr.sc. Kristijana Tomljanovića, dr.sc. Damira Barčića, dr.sc. Anti Seletkovića, dr.sc. Saše Bogdana i dr.sc. Mladena Ivankovića. Podršku i poticaj pri radu dao je na svoj način i akademik Slavko Matić koji mi je bio mentor iz preddiplomskih dana.

Na opsežnom terenskom radu na prikupljanju podataka (51 radni dan i oko 2000 prijeđenih kilometara do pokusnih ploha) zahvaljujem svojem ocu dok ga je zdravlje služilo i dragim prijateljima Eneju, Milanu i Ljubomiru koji su svoje dragocjeno vrijeme ponekad i ne shvaćajući čemu sva ta mjerenja i podaci posvetili mojem radu.

Zahvala djelatnicima poduzeća «Hrvatske šume» Zagreb, djelatnicima UŠP Senj i UŠP Delnice s obzirom na opsežan pripremni i terenski dio istraživanja koji je trebalo obaviti. Posebna zahvala na razumijevanju i pomoći voditelju UŠP Senj Jurici Tomljanoviću, dr.sc. Vici Ivančeviću, kolegama Daliboru Tomljanoviću, Davoru Raciću, Dejanu Švobu i tajnici Jeleni Butković.

Na kraju ovog puta na strpljenju i bezrezervnoj podršci zahvaljujem svojoj supruzi Mireli, sinu Vitu i roditeljima Borisu i Biserki koji su shvaćali moju odsutnost zbog

višegodišnjeg angažmana, kao i svaki trenutak proživljavali zajedno sa mnom. Posebno su mi urezane riječi sina Vita: „Tata kad ćeš završiti s time?“. Bez njihove podrške izrada ovog rada ne bi bila izvediva, a i motivacija u trenucima malodušnosti bili su upravo oni. Zahvala i svim prijateljima i znancima koji su na bilo koji način pomogli i davali podršku.

Tribalj, 2020. godina

Boris Miklič

## PODACI O MENTORU

Akademik dr. sc. Igor Anić (Knin, 3. XII. 1967.), sveučilišni je profesor uzgajanja šuma u trajnom zvanju na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Predaje na na preddiplomskim, diplomskim i poslijediplomskim studijima. Mentor je 96 diplomskih radova, 33 završna rada, 10 magistarskih radova i 2 doktorska rada.

Obnašao je dužnosti predstojnika Zavoda za ekologiju i uzgajanje šuma, prodekana Šumarskoga fakulteta za međunarodne odnose, voditelja poslijediplomskog doktorskog studija Šumarstvo i drvna tehnologija te gostujućeg profesora uzgajanja šuma na Mendelovom sveučilištu u Brnu. Predsjednik je Akademije šumarskih znanosti u Zagrebu. Član je upravnog vijeća međunarodne asocijacije *Pro Silva* i predsjednik hrvatske podružnice *Pro Silva Croatia*. Bio je voditelj radne grupe *Riparian and Coastal Ecosystems* međunarodne znanstvene asocijacije *International Union of Forest Research Organizations* (IUFRO) i predsjednik Razreda inženjera šumarstva Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije. Član je Upravnog odbora Hrvatskog šumarskog društva.

Od 2006. član suradnik, a od 2012. redoviti član Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Voditelj je Arboretuma HAZU u Trstenom i tajnik Znanstvenog vijeća za zaštitu prirode.

Član je uredničkog odbora znanstvenih časopisa *Šumarski list*, *Croatian Journal of Forest Engineering*, *Beskydy* (*The Beskydy Bulletin of Mendel University in Brno*), *Nova mehanizacija šumarstva* i *Glasnik za šumske pokuse*.

Istražuje prirodno uzgajanje šuma, prilagodbe uzgajanja šuma u promijenjenim uvjetima šumskih staništa, strukturu, razvoj i pomlađivanje prirodnih šuma i prašuma te povijest šumarstva.

Kao voditelj i suradnik sudjelovao je na 21 znanstvenom projektu. Njegova bibliografija sadržava više od 200 objava od čega je 90 znanstvenih radova objavljenih u znanstvenim časopisima i u zbornicima radova sa znanstvenih skupova. Suautor je 20 poglavlja u 7 znanstvenih i 3 stručne knjige. Uredio je nekoliko znanstvenih knjiga, sveučilišnih udžbenika i zbornika radova s domaćih i međunarodnih znanstvenih skupova. Glavni urednik je 6 zbornika znanstvenih skupova u izdanju Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Sudjelovao na preko 60 domaćih i međunarodnih znanstvenih skupova. Dobitnik je Priznanja za višegodišnji rad na dobrobiti šumarske struke Hrvatskog šumarskog društva 2006. i 2016. godine i Medalje Gregora Mendela koju mu je 2014. godine dodijelilo Mendelovo sveučilište u Brnu, Češka.

## 1. UVOD

Sredozemne ili mediteranske šume su među najrasprostranjenijim i najosjetljivijim šumskim ekosustavima u Republici Hrvatskoj. Osim što imaju značajnu ulogu u razvoju, one povećavaju društvene, ekološke i gospodarske vrijednosti tog područja (Topić i dr. 2011).

Sredozemne šume uglavnom se nalaze u nekome od degradacijskih stadija koji su nastali višestoljetnim djelovanjem različitih degradacijskih procesa kao što su požari, brst, paša, prekomjerne i nekontrolirane sječe, te izostanak uzgojnih radova. Bez obzira na stupanj degradacije, važno je da šume suvislo pokrivaju i štite tlo od erozije te poboljšavaju ukupne stanišne uvjete. To je preduvjet za obavljanje uzgojnih radova kojima povećavamo kakvoću šuma i ubrzavamo progresivne sukcesijske procese (Matić i dr. 2011).

Sredozemne šume imaju višenamjensku funkciju, a najvažnije su zaštita voda i tla, regulacija klime, zaštita bioraznolikosti, očuvanje i unapređenje krajobraza te proizvodnja drvnih i nedravnih proizvoda. Sredozemne šume su važne i za pohranu ugljika čime sudjeluju u smanjenju globalnog zagrijavanja. Bez obzira na degradacijski stadij i uzgojni oblik, sredozemne šume imaju neprocjenjivu ulogu u pružanju općekorisnih dobara – ekoloških (zaštitnih), socijalnih (društvenih) i socijalno-ekofizioloških (Prpić i Jakovac 2003).

Iskorištavanje šuma na Sredozemlju je počelo vrlo rano, puno prije nego u unutrašnjosti Europe, ali se uslijed nepovoljnih utjecaja iskorištavanja rano pojavila i svijest o potrebi njihova očuvanja. O važnosti šuma govore nam i odredbe Statuta primorskih i otočnih gradova poput Korčule (1214. god.), Splita (1312. god.), Krka (1388.god.) i drugih, u kojima je zaštita obuhvaćala zabranu sječe drva, zabrane pašarine i loženja vatre, zabranu izvoza bez posebnih dozvola i slično. Prvi radovi na pošumljavanju na području Kvarnera i Dalmacije počinju u vrijeme generalnog providura Franciska Grimanija 1756. godine, a njegov Agrarni zakon (*Terminacione Grimani 1756*) za zaštitu šuma od devastiranja propisivao je zabranu puštanja koza u šumu (Meštrović i dr. 2011).

Sredozemno krško područje Republike Hrvatske pokriva 15.389 km<sup>2</sup> (Topić i dr. 2011). Proteže se od Savudrijske vale do Prevlake, a obuhvaća Istru, Kvarner, Hrvatsko primorje i Dalmaciju. Prema Topiću i dr. (2011), na ovom se području nalazi oko milijun hektara šuma i šumskog zemljišta. Većina šuma nalazi se u nekom od degradacijskih stadija, pa se tako visoke šume prostiru na samo 57.066 ha. Degradacijski stadiji panjača, šikara, makija, garig i šibljak zauzimaju 518.000 ha površine, a kamenjara – krška golet gotovo 397.600 ha sredozemnog krškog područja.



Istraživanje je obavljeno na području Hrvatskog primorja. To je područje prije 150 – 200 godina bilo gotovo potpuno obešumljeno i degradirano zbog erozije i drugih oblika devastacije izvornog šumskog pokrova. U revitalizaciji šuma i borbi protiv erozije posebno se istaknula institucija Carsko-Kraljevsko nadzorništvo za pošumljenje krasa krajiškoga područja (kraće Nadzorništvo, kasnije Inspektorat) sa sjedištem u Senju koja je postojala od 1878. do 1942. godine. Tijekom toga razdoblja Nadzorništvo je osnovalo 95 šumskih kultura i branjevina na površini od 10.097 ha, u uskom priobalnom području od Povila do Sv. Marije Magdalene. Biološko-tehnička sanacija Senjske Drage pod nadležnošću Nadzorništva može se uvrstiti među najuspješnije poduhvate krškog šumarstva u cijelom Sredozemlju. Crni bor (*Pinus nigra* J. F. Arnold) je bio vrsta drveća koja se najčešće koristila za pošumljavanje (Ivančević 1998).

Istraživanjem su obuhvaćene strukturne i silvidinamičke značajke starih sastojina crnoga bora prirodnog i umjetnog postanka koje rastu u submediteranskoj i epimediteranskoj vegetacijskoj zoni područja istraživanja. Prirodne sastojine nastale su prirodnim pomlađivanjem na obešumljenim šumskim staništima. Umjetne sastojine ili šumske kulture osnovalo je Nadzorništvo, pošumljavanjem sredozemnih krških goleti na istraživanom području Hrvatskog primorja.

## 1.1. Povijest pošumljavanja Hrvatskog primorja

Povijest odnosa čovjeka prema šumi na Sredozemlju može se, prema Meštroviću i dr. (2011), podijeliti u četiri razdoblja. Prvo razdoblje je trajalo do 12. stoljeća. Karakteriziralo ga je stihijsko iskorištavanje šumskih resursa bez ikakvih ograničenja kao i krčenje šuma za dobivanje obradivog tla. Drugo razdoblje počinje u 12. stoljeću, pojavom statuta naših primorskih gradova u kojima se nalaze odredbe o čuvanju stabala i šuma te sprječavanju drvokrađe i prevelikih sječa. Prema Matiću i dr. (2015), šumsko-poljsko-pašnjački pristupi iskorištavanju šuma općenito su bili obilježje srednjevjekovnog razdoblja, kada su šume za povlaštene vlastelinski sloj bile izvor stalne ponude divljači za lov, dok su za podanike imale egzistencijalno značenje. Dugoročno planiranje trajne opskrbe šumskim proizvodima i očuvanja šumske površine još je uvijek bila nepoznanica. Treće razdoblje započinje nastankom i razvojem šumarstva u 18. stoljeću kao znanosti i struke o potrajnom gospodarenju šumama što uključuje uzgajanje šuma, iskorištavanje šuma, zaštitu šuma i uređivanje šuma. Četvrto razdoblje počelo je sredinom 20. stoljeća. U njemu se sagledava višestruka uloga šuma, gdje vrijednost ne predstavlja više samo drvna sirovina već i općekorisne funkcije šuma.

Sredinom 19. stoljeća šumarski stručnjaci su počeli razmišljati o zaustavljanju degradacijskih procesa na krškom području jadranskog primorja planskim gospodarenjem šumama. Tako je prva posebna šumarska ustanova u Trstu započela sredinom 19. stoljeća sustavne radove u krškim šumama jadranskog primorja. Pri tome je važno naglasiti da je ta ustanova prva uspješno primijenila tehniku pošumljavanja krša, koja se nakon toga počela primjenjivati i na ostala područja krša. Početak znanstvenog pristupa pošumljavanju primorskog krša povezan je s dolaskom profesora Josefa Romana Lorenza (1825. – 1911.) u Rijeku 1855. godine, koji je detaljno opisao ekološko-vegetacijske prilike Hrvatskog primorja (Kauders 1961). Zaključcima skupštine austrijskog šumarskog društva 1865. godine u Trstu daje se prednost pošumljavanju sadnicama u odnosu na sjetvu jer je to pouzdaniji, brži i jeftiniji način obnove šuma na kršu. Šulek (1866) navodi da se površine bez plodne zemlje i bez trave mogu pošumiti samo crnim borom, a one s dosta zemlje i obraslom travom biljkama lisnatog drveća koje od prirode rastu kao dodatak crnom boru.

U razdoblju početaka revitalizacije šuma i pošumljavanja Hrvatsko primorje je bilo u sastavu Austro-Ugarske monarhije, podijeljeno između Civilne Hrvatske i Vojne krajine. Dio

Hrvatskog primorja koji je pripadao Civilnoj Hrvatskoj pružao se od Sušaka do Povila (Balen 1926), a dio koji je pripadao Vojnoj krajini od Povila do Sv. Marije Magdalene.

Prvi oblici revitalizacije degradiranih šuma i pošumljavanja uslijedili su nakon zabrane ispaše stoke, 1867. godine, u predjelu Duboko-Gubilnik (Hreljin), na području tadašnje Civilne Hrvatske. Rad se sastojao od izdvajanja šibljaka s dovoljno zdravog, ali obgriženog grmlja koje se resurekcijskom sječom moglo revitalizirati. U takvim branjevinama popunjavale su se plješine i progale, sadnjom 2.200 do 2.600 sadnica crnog bora po hektaru. Sjetva sjemena se rijetko upotrebljavala. Zbog malih troškova ovakav način rada bio je raširen.

Osnivanjem sijališta i rasadnika u Jelenju 1874. godine započelo je intenzivnije pošumljavanje, umjetna obnova i popunjavanje koji su se financirali dijelom iz sredstava Kraljevske zemaljske Vlade, a dijelom od općina. Kasnije su podignuti rasadnici u Bribiru, Novom, Krasici i još desetak manjih rasadnika, no tek je osnivanjem rasadnika Podbadanj u Crikvenici 1908. godine kvalitetno riješen problem proizvodnje sadnog materijala. Rasadnik Podbadanj i danas proizvodi šumske sadnice. Tadašnji šumarski stručnjaci poduzeli su prvi korak u sanaciji devastiranih površina stavljanjem površina pod zabranu pašarenja (branjevina), pošumljavanjem i popunjavanjem sadnicama ili sijanjem sjemena. Osim pošumljavanja, popunjavanja i zaštite šuma provodili su resurekciju, prirodnu obnovu, umjetnu obnovu, čišćenje, prorjeđivanje i ograđivanje sastojina podizanjem suhozidova ili gromača (Ivančević 1998).

U razdoblju od 70 godina, na području od Sušaka do Povila, pošumljavanje i popunjavanje sadnicama izvršeno je na 1.522 ha, najčešće s crnim borom, uglavnom kao sanacija bujičnih tokova, zaštite naselja i cesta i oplemenjivanju degradiranih zemljišta (Ivančević 1998).

Pošumljavanje krša Vojne krajine financirala je iz posebnog fonda Krajiška investicionalna zaklada koja je za tu namjenu osnovala šumarsku ustanovu Kraljevsko nadzorništvo za pošumljavanje krša (Nadzorništvo) u Senju, Naredbom od 7. svibnja 1878. godine (Goglia 1917). Od 1925. godine Nadzorništvo je promijenilo naziv u Inspektorat za pošumljavanje krša, goleti i uređenje bujica. Nadzorništvo je djelovalo 64 godine (1878. – 1942. godina). U razdoblju njegovog postojanja obavljani su najopsežniji radovi na pošumljavanju primorskog krša (Ivančević 1995). Prve podatke o površini primorskog

krajiškog krša donosi Wessely (1877) prema kojemu ona iznosi 48.112 ha. Prema Malbohanu (1892) primorski krajiški krš zauzimao je površinu od 79.322 kj (45.647 ha), a prostirao se u uskom koridoru širine 3 – 8 km, od mora prema unutrašnjosti, u dužini od 160 km. Prvo pošumljavanje ostvareno je u branjevini Senjska Draga 1869. godine, a zatim u branjevini Vrški (kod Ledenica) 1870. godine. Uspjeh ovih pošumljavanja je bio slab, pa se tek osnivanjem 1879. godine najstarijeg rasadnika Sv. Mihovil u Senjskoj Dragi započinje s intenzivnim pošumljavanjima okolnih područja. Krajem 19. stoljeća u rasadniku se proizvodi 1,8 do 2,0 milijuna sadnica četinjača i 0,4 do 0,5 milijuna sadnica listača (Malbohan 1892). Biološko-tehnička sanacija i smirivanje bujice u Senjskoj Dragi od strane Nadzorništva može se uvrstiti u najuspješnije pothvate krškog šumarstva u cijelom Mediteranu (Ivančević 2003). Gotovo 90 % površine na ovom izrazito nestabilnom području ukupne površine 3.100 ha bilo podložno eroziji, a duljina toka bujica s ograncima iznosila je 25 km s 32.000 m<sup>3</sup> godišnjeg pronosa nanosa (Ivančević 2011).

Branjevine su bile osnivane uglavnom na površinama s ostacima autohtone vegetacije, tako da su se pošumljavanja crnim borom obavljala uglavnom na neobraslim površinama. Prema Balenu (1931), osnivale su se dvije vrste šumskih kultura: prolazne i trajne. Prolazne su imale funkciju stvaranja sloja humusa debljine 10 – 20 cm, a onda su se mogle uklanjati kako bi se omogućio rast bjelogoričnih vrsta. Trajne ili zaštitne sastojine imale su funkciju zaštite javnih komunikacijskih objekata, eksponiranih terena i staništa izloženih jakoj buri.

Alfons Kauders se od svih upravitelja Nadzorništva isticao istraživanjem vegetacije i ekologije primorskog krša (Ivančević 1995). Kauders (1933) je smatrao da se crni bor može upotrebljavati isključivo kao predkultura, u svrhu stvaranja boljih uvjeta za uzgoj plemenitijih vrsta. Pošumljavanje crnim borom dolazilo je u obzir samo na terenima gdje se ne može uzgojiti nijedna druga vrsta.

Tijekom tog razdoblja djelatnici Nadzorništva (Inspektorata) osnovali su 95 šumskih kultura i branjevina na površini od 10.097 ha, u uskom priobalnom području od Povila do Sv. Magdalene (Ivančević 1995). Pošumljeno je ili osnovano šumskih kultura na neobraslim površinama 1.738 ha s 10.466.389 komada sadnica od čega su 81% bile sadnice crnog bora. Ukupno je bilo upotrijebljeno 78 različitih vrsta drveća od kojih je bilo 17 vrsta četinjača (Ivančević 2011). Nakon gotovo 100 godina od navedenih radova Ivančević (2011) navodi da su najbolji rezultati pošumljavanja i prirodnog pomlađivanja postignuti na terenima između 401 i 500 metara nadmorske visine, a najslabiji od 0 do 100 metara nadmorske visine.

## 1.2. Pregled domaće literature

U ovom pregledu sažeto ćemo navesti rezultate istraživanja i podatke iz literature domaćih autora o biološkim svojstvima, ekološkim zahtjevima i šumskouzgojnim svojstvima crnoga bora i njegovih sastojina koji su bila podloga našem istraživanju.

Prikaz spolnosti i areala crnoga bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) daju Vidaković i Franjić (2004) koji navode kako je to jednodomna i anemofilna vrsta koja ima izrazito diskontinuiran areal (vikarna disjunkcija areala). Isti autori navode da je crni bor prirodno rasprostranjen u južnoj Europi, sjeverozapadnoj Africi (Alžir, Maroko), Maloj Aziji (Turska), na Krimu i Kavkazu. Kavkaz se smatra pradomovinom crnog bora. U Hrvatskoj se rasprostire uzduž Dinarida i na otocima Braču, Hvaru, Korčuli, te na poluotoku Pelješcu (Vidaković i Franjić 2004). Prema Prpiću i dr. (2011) crni bor se na europskom kontinentu rasprostire od istočnih dijelova Pirinejskog poluotoka prema južnoj Francuskoj sve do planine Cévannes, na otocima Korzici i Siciliji, regijama Kalabriji i Abruzzo na Apeninskom poluotoku. Iz jugoistočnih Alpa areal mu se pruža u Julijske Alpe, južno od Beča, uzduž Dinarida, a dolazi i u Bugarskoj, Rumunjskoj i Grčkoj (Prpić i dr. 2011). Visinsko rasprostiranje je najčešće između 250 i 1.400 m nadmorske visine (Vidaković i Franjić 2004).

Prema Blečiću (1967) crni bor ima sljedeće podvrste: ssp. *nigra* (Austrija, Italija, Grčka, Jugoslavija), ssp. *salzmanii* (Francuska, sjeverni Pirineji, centralna i istočna Španjolska), ssp. *laricio* (Korzika, Kalabrija i Sicilija), ssp. *dalmatica* (središnje priobalno područje Hrvatske, uključujući i otoke) i ssp. *pallasiana* (Balkanski poluotok, južni Karpati i Krim).

Crni bor je reliktna vrsta koja je potkraj zadnjeg ledenog doba zauzimala velike površine jugoistočno od Alpi. Promjenom klimatskih prilika nakon glacijala te površine zauzimaju termofilnije zajednice listopadnih vrsta hrasta, a djelomično i bukve. Ograničene i prostorno izolirane zajednice crnog bora su se sačuvale samo na dijelovima gdje ih hrast ili bukva nisu mogli potisnuti. Na području Hrvatskog primorja riječ je o Borovoj dragi iznad Grobničkog polja i šire područje Velike i Male Paklenice. Na cijelom području rasprostranjenosti izdiferencirale su se lokalne populacije, lokalni ekotipovi (Liber i dr. 2002, 2003), a formirale su se i posebne, stenoendemičke zajednice austrijskog crnog bora.

Morfološki gledano crni bor je 30 (do 40) metara visoko drvo, prsnog promjera debla do 1,0 (1,80) m. Kora je svjetlosiva, pločasto raspucana, u pukotinama tamna. Pupovi su smolavi. Po dvije su iglice u čuperku na kratkim izbojcima, obavijeni trajnim, 1 – 1,5 cm

dugačkim tokom. Igljice su tamnozeleno, žućkasto vrha, ostaju na stablu 4 – 5 (3 – 8) godina. Crni bor cvjeta u svibnju i lipnju. Cvjetovi su jednospolni i jednodomni, u cvatovima. Muški su cvatovi resasti i nalaze se pri dnu ovogodišnjih izbojaka, a ženski su češerasti i nalaze se pri vrhu ovogodišnjih izbojaka. Češeri dozrijevaju druge godine od cvjetanja, a otvaraju se u proljeće treće godine, dugački su 5 – 8 cm, široki 2 – 4,5 cm, sjedeći, sjajni, svijetlosmeđi. Plodne su ljuske s vanjske strane crne, a s unutrašnje smeđe boje i nose po dvije sjemenke. Sjeme je slabe dormantosti, a klija nadzemno (Prpić i dr. 2011).

U prirodnim uvjetima počinje plodonositi od 15. do 30. godine. Puni je urod svake druge do četvrte godine. Postotak klijavosti je sjemena iznosi 65 – 70%, a klijavost mu traje 2-4 godine. Pomlađuje se sjemenom. Na dubljim tlima razvija žilu srčanicu dok se na teškim uvjetima vrlo kamenitog tla uspješno prilagođava (Prpić i dr. 2011).

Crni bor se ubraja među najotpornije mediteranske vrste. Jedna je od najvažnijih vrsta za pošumljivanje suhih i kamenitih terena u području submediterana. Dolazi najčešće na vapnenačkoj i dolomitnoj podlozi, ali ga ima i na silikatima. Crni bor se pojavljuje najčešće u čistim sastojinama i u mladosti raste prilično brzo. Otporan je na vjetrove, sušu, a dobro podnosi i gradske uvjete. Kao dekorativna vrsta sadi se pojedinačno ili u skupinama po parkovima, gotovo na svim staništima (Vidaković 1993).

Prema potrebi za svjetlom crni bor spada u vrste polusvjetla (hemiheliofite) zajedno s crnim jasenom, crnim grabom i bijelim grabom. Borove šume trebaju velike količine svjetlosti sa svih strana (odozgo, sa strane i odozdo), (Vukelić i Rauš 1998). Podnosi ljetne vrućine, ali i mraz i zimsku studen (pojavljuje se do 1.400 m nadmorske visine). Raste i na mjestima izloženim vrlo jakim udarima vjetrova (bura), gdje nijedna druga vrsta drveća ne može izdržati (Anić 1957).



Slika 1. Crni bor na ekstremnom staništu gologa krša

Što se tiče zahtjeva za vodom izraziti je kserofit, otporan na sušu. Na staništima austrijskog crnog bora (*Pinus nigra* ssp. *austriaca*) srednje godišnje temperature variraju između 6 i 12 °C, srednja godišnja relativna vlažnost zraka je 50 – 70%. Apsolutna minimalna temperatura je do -40 °C, a apsolutna maksimalna temperatura je preko 45 °C. Gledajući na ekološke uvjete temperature zraka i vlažnosti staništa možemo govoriti o jednoj od vrsta s najširokom ekološkom amplitudom na Sredozemlju.

Podnosi ekstremno suha tla, ne postavlja nikakve zahtjeve na njihovu kakvoću, te uspijeva na ekstremno neplodnim, kamenitim i devastiranim tlima. Prema Franjiću i Škvorcu (2010) crni bor ima trajno drvo bogato smolom koje se dobro obrađuje. Prema nepoznatim autorima spominje se kod smolarenja prinos od 0,6 kg smole godišnje po stablu na području submediterana u Dalmaciji. Crni bor je korišten za zaštitu tla od procesa erozije, vjetrozaštitne pojaseve, a ima primjenu i u drvnoj industriji što zavisi od podvrste. Tako korzički crni bor od svih podvrsta crnog bora ima najkvalitetnije drvo. Koristi se kao pilansko drvo, za proizvodnju šperploča, za celulozu i dr.

Taksonomski crni bor pripada u:

odjeljak *Pinophyta* (*Gymnospermae* – golosjemenjače)

Pododjeljak *Coniferophytina* (*Pinicae*)

Razred *Pinatae*

Podrazred *Pinidae* (*Coniferae*)

Porodica *Pinaceae*

Potporodica *Pinoideae*

Rod *Pinus*

Značajna varijabilnost u morfološkim, anatomskim i fiziološkim značajkama crnog bora zbog disjunktnosti areala ima za posljedicu veliki broj podvrsta i varijeteta (Vidaković i Franjić 2004). Vidaković (1957) navodi tri svojte crnoga bora u Hrvatskoj i to *Pinus nigra* ssp. *austriaca*, *Pinus nigra* ssp. *dalmatica* i *Pinus nigra* ssp. *gočensis* var. *illyrica*. Navedena treća svojta *Pinus nigra* ssp. *gočensis* var. *illyrica*, prema Liberu (2000), je osporavana jer da je riječ o ekotipu prilagođenom za serpentinu podlogu. Prema Fukareku (1958) smatra se kako se crni bor sastoji od dvije skupine: *Pinus laricio* i *Pinus nigricans*. Istraživanja Libera i dr. (2000, 2002) o genetskoj varijabilnosti hrvatskih populacija crnog bora pomoću RAPD biljega podijelila su ih u dvije skupine (subsp. *dalmatica* – područje dalmatinskih otoka i subsp. *illyrica* – područje Grobnika, Velebit i Biokovo). Navedene dvije skupine razlikuju se genetski od predstavnika tipičnih kontrolnih podvrsta subsp. *nigra* i subsp. *pallasiana*.

Utvrđeno je da kontinentalne populacije odlikuju visokim stupnjem unutarpopulacijske varijabilnosti, dok su otočne populacije pokazale manju unutarpopulacijsku genetsku raznolikost. U kasnijim istraživanjima Liber i dr. (2003) smatraju da u Hrvatskoj rastu tri podvrste i jedan prijelazni tip crnog bora. Osim prije navedene dvije skupine na području kontinentalne dijela Gorskog kotara raste podvrsta *Pinus nigra* subsp. *nigra* i populacija s poluotoka Pelješca kao prijelazni tip prema populaciji s Biokova.

Crni bor ima sinonime u latinskom jeziku: *P. austriaca* Höss, *P. hispanica* Cook, *P. laricio* Poir., *P. laricio* var. *austriaca* (Höss) Laudon, *P. laricio* var. *nigricans* (Host) Parl., *P. nigricans* Parl., *P. pyrenaica* Lapeyr. Osim hrvatskog naziva crni bor koristi se i naziv bor lučika, a od stranih navodimo nazive na engleskom jeziku *Black pine* i *European black pine*, te naziv na njemačkom jeziku *Schwarz-Kiefer* ili *Schwarzkiefer* (Borzan 2001). Vidaković (1993) spominje još jedan sinonim *Pinus clusiana* Clem., a po istom autoru taksonomija crnog bora datira iz 1768. godine kad je Miller ovaj bor opisao pod nazivom *Pinus maritima*.

Na području Hrvatske rasprostranjenošću, fitocenologijom šuma crnoga bora i taksonomskim istraživanjima bavili su se brojni autori: Visiani (1842), Seckendorff (1881), Beck (1901), Horvatić (1928, 1957), Anić (1942, 1957), Horvat (1956, 1959), Domac (1958, 1962, 1965, 1966), Fukarek (1958), Vidaković (1953, 1955, 1957, 1960), Trinajstić (1971, 1976, 1977, 1986a, 1987, 1990, 1998), Rauš i dr. (1992, 1995) i Liber i dr (2000, 2002, 2003).

Crni bor ima kod nas veliki broj autohtonih nalazišta, ali je njihova ukupna površina razmjerno malena. U 19. i početkom 20. stoljeća spominju se prirodne sastojine crnog bora u Hrvatskoj, a spominju ih Wessely (1877), Seckendorff (1881), Beck (1901), Kosović (1914), Fakete i Blattny (1914), Balen (1928, 1931), Kauders (1933), Degen (1936) i Anić (1957).

Sastojine crnog bora uključene su u ugrožena šumska staništa prema direktivi Europske komisije (92/43/EEC), te temeljem Zakona o zaštiti prirode (NN 80/13) i Pravilnika o popisu stanišnih tipova, karti staništa te ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima (NN 88/14). Stanišni tip (Sub-)mediteranske šume endemičnog crnog bora (kod šumskog staništa NATURA 2000 je 9530\*) označen je prioriternim stanišnim tipom za čije je očuvanje EU posebno odgovorna s obzirom na veličinu prirodnog areala. Ovaj stanišni tip zbog svoje se ugroženosti u mrežu NATURA 2000 izdvaja u visokom udjelu površine na nacionalnoj razini. Područje Hrvatskog primorja velikim dijelom nalazi se u potencijalnom području od važnosti (pSCIs) Gorski Kotar i sjeverna Lika (kod područja: HR5000019) gdje je ciljani stanišni tip

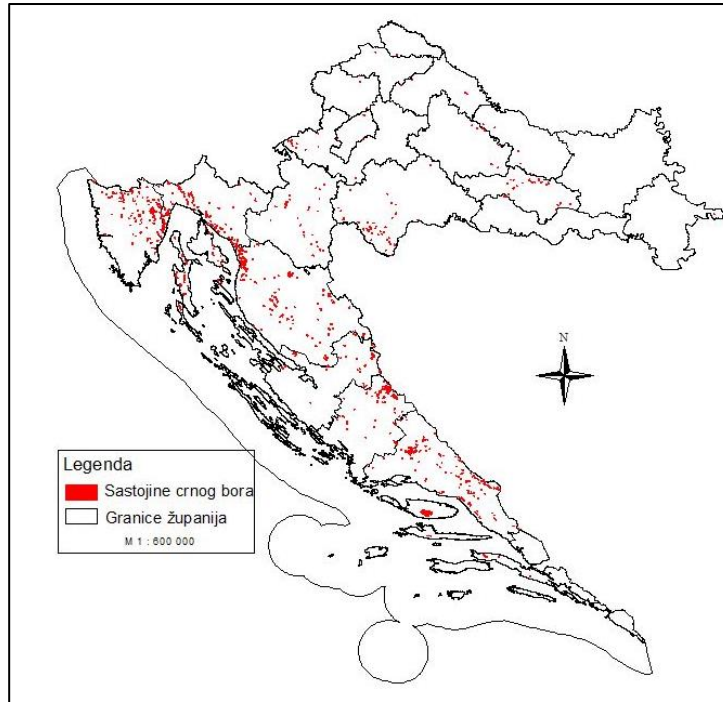


9530\* (Sub)-mediteranske šume endemičnog crnog bora i Velebit (kod područja: HR1000022).

Istraživanja genetske raznolikosti crnog bora navode na proces osiromašjenja genetske raznolikost i značajnu ugroženost crnog bora. Očuvanje genetske raznolikost moguće je po Bogdanu i dr. (2011) poduzimanjem konzervacijskih mjera i stalnim nadgledanjem.

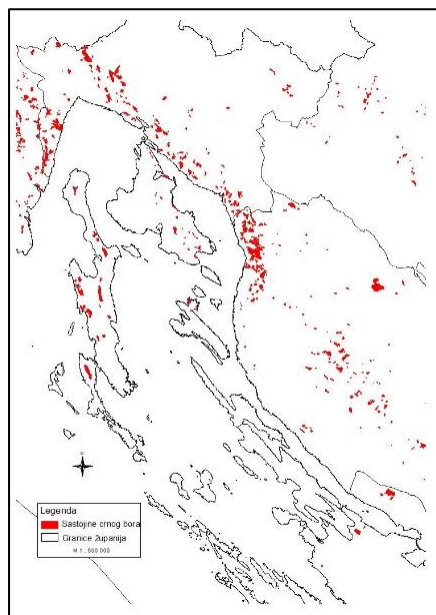
Ukupna površina šuma i šumskih zemljišta u Republici Hrvatskoj iznosi 2.759.039,05 ha (Anonimus 2017b). Od toga je 2.097.318,16 ha ili 76% u državnom vlasništvu, a 661.720,89 ha ili 24% u privatnom vlasništvu. Udjel obraslog šumskog zemljišta iznosi 90% ili 2.492.676,33 hektara. Udjel neobraslog šumskog zemljišta je 8% ili 224.102,50 ha, s time da je neobraslog proizvodnog zemljišta 7% ili 199.146,76 ha, a neobraslog neproizvodnog zemljišta 1% ili 24.955,74 ha. Udjel neplodnog šumskog zemljišta u ukupnoj površini iznosi 2% ili 42.260,22 ha (Anonimus 2017b). Ukupna drvena zaliha crnog bora u Republici Hrvatskoj iznosi 5.984.952 m<sup>3</sup>, a ukupni godišnji prirast crnog bora iznosi 139.177 m<sup>3</sup> (Anonimus 2017b).

Šume crnog bora u Republici Hrvatskoj (Slika 2.) na površinama kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o. Zagreb zauzimaju ukupno 28.360,66 ha od čega na području visokog i mediteranskog krša 21.891,94 ha ili 77%. Ukupna drvena zaliha svih vrsta drveća u sastojinama crnog bora u Republici Hrvatskoj je 4.133.640 m<sup>3</sup>, od čega na području krša imaju drvenu zalihu svih vrsta drveća 2.871.493 m<sup>3</sup> ili 69%. Drvena zaliha crnog bora u šumama kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o Zagreb je 3.489.411 m<sup>3</sup> (udio crnog bora u omjeru smjese sastojine je 84% drvne zalihe), a drvena zaliha crnog bora na kršu je 2.636.699 m<sup>3</sup> (udio crnog bora u omjeru smjese sastojine je 92% drvne zalihe), (Hrvatske šume d.o.o., baza podataka HŠFond 2018).



Slika 2. Šume crnog bora u Republici Hrvatskoj (izvor: Hrvatske šume d.o.o., baza podataka HŠFond 2018)

Danas na području Hrvatskog primorja šumama u vlasništvu Republike Hrvatske (Slika 3.) gospodare Hrvatske šume d.o.o. Zagreb putem četiri Uprave šuma podružnice (Delnice, Senj, Gospić, Split), u 14 gospodarskih jedinica. Na temelju podataka iz programa gospodarenja, površina šuma crnog bora na području istraživanja je 4.417,54 ha.



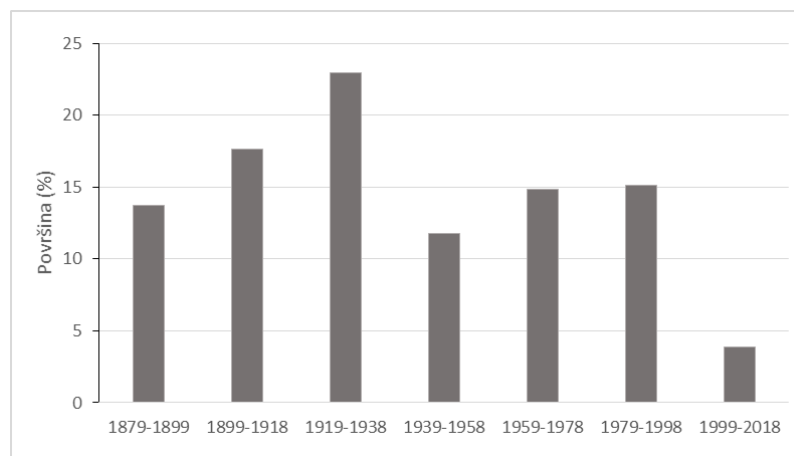
Slika 3. Sastojine crnog bora na području Hrvatskog primorja (izvor: Hrvatske šume d.o.o., baza podataka HŠFond 2018)

Prikaz površina sastojina po gospodarskim jedinicama i dobnim razredima širine 20 godina je u Tablici 1. (Anonimus 2008, 2008a, 2008b, 2008c, 2009, 2010, 2010a, 2010b, 2011, 2013, 2013a, 2017, 2017a). U obzir nisu uzete šume crnog bora na području nacionalnih parkova Sjeverni Velebit i Paklenica gdje se nalaze prirodne sastojine crnog bora na višim predjelima. Na površinama u vlasništvu ostalih subjekata nalazi se vrlo malo šuma crnog bora.

Tablica 1. Površina šuma crnog bora na području Hrvatskog primorja kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o. (izvor: Hrvatske šume d.o.o., Zagreb)

Gospodarske jedinice	Dobni razredi							Prirodne sastojine	Prirodno zašumljene površine	Ukupna površina
	I	II	III	IV	V	VI	VII			
	ha									
Biljevine		124,95	29,89		30,46	76,33		71,91	20,72	354,26
Senjska Draga	3,51	40,43	63,83	60,14	106,25	286,9	112,26	84,27	120,38	877,97
Volarice	3,45	79,38		8,79		46,75	29,45	49,37	5,31	222,50
Grabarje Brisnice		3,38		18,41			2,81		3,4	28,00
Greben	49,94	54,14			220,75	63,84			102,58	491,25
Potplanina		153,18	336,42	57,79				38,16		585,55
Oštrovica	8,04	11,4	187,73	125,4	58,93		7,45			398,95
Kotor Planina	83,84	24,72	140,96	120	35,48	38,24				443,24
Radinje		2,89	14,64							17,53
Drinak	250,3	102,34	87,88	67,76	98,43					606,71
Sjeverne karlobaške šume		4,34		4,11		17,38				25,83
Južne karlobaške šume	2,32	5,31				28,3				35,93
Stariograd	137,61	85,36	38,96		32,62	35,27				329,82
Ukupno	539,01	691,82	900,31	462,4	582,92	593,01	151,97	243,71	252,39	4417,54

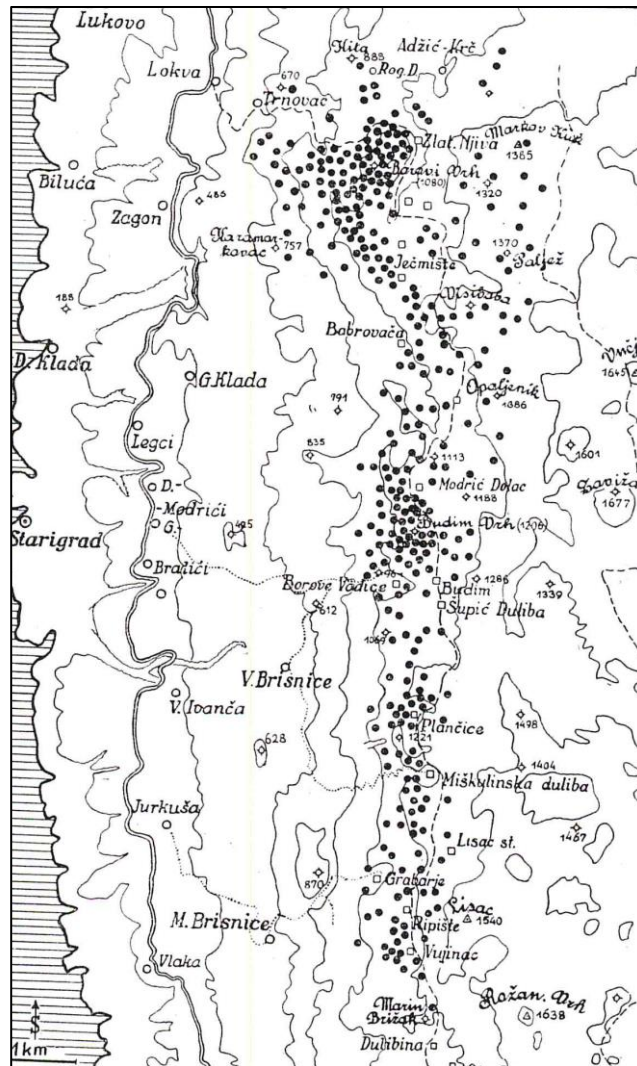
Prirodne sastojine nalaze se na 243,71 ha, na lokalitetima Rončević dolac, Sijaset-Borova, Borova draga, Ilijaševica, Borova glavica, Lugarski vrh, Kita i Borova draga (Obruč). Prirodne sastojine u sklopu Nacionalnog parka Sjeverni Velebit i Nacionalnog parka Paklenica nisu uzimane u obzir zbog nedostupnih podataka, ali na području parkova prirodne sastojine crnog bora nalaze se na Borovom vrhu, Budimu, Visibabi, Opaljenom vrhu, Plančici, Velika i Mala Paklenica. Procjena njihove površine je 400 ha. Od ukupne površine sastojina crnog bora (4.417,54 ha) prirodno zašumljene površine u blizini starih sastojina crnog bora zauzimaju 252,39 ha. Sve prirodno zašumljene površine nalaze se na području od Krivog Puta iznad Senja do Jablanca u Podvelebitskom primorju, u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni. Površina umjetno podignutih sastojina (šumskih kultura) crnog bora u Hrvatskom primorju je 3.921,44 ha. Na slici 4. prikazan je udjel površina po razdobljima osnivanja iz kojih su vidljiva razdoblja intenzivnijih radova na pošumljavanju krša crnim borom.



Slika 4. Udjel površina sastojina crnog bora po razdobljima osnivanja u Hrvatskom primorju (Izvor: Miklič i Anić 2018)

Crni bor predstavlja jednu od temeljnih vrsta za pošumljivanje tijekom najkrupnijeg šumsko-uzgojnog projekta hrvatskog šumarstva koji se ostvaruje više od 150 godina (Martinović 2003). Čitavo sredozemno područje Hrvatske prošarano je progresijskim i regresijskim stadijima šuma. Istraživanja Matica (1986), Topića (1999), Ivančevića (2003), Anića (2003), Španjola i dr. (2006) i Barčića i dr. (2006) ukazuju da su pošumljavanja crnim borom pozitivno utjecala na zaustavljanje degradacije sredozemnih šuma i pokretanja progresivne sukcesije prema prijelaznim šumama.

Anić (1957) opisuje prirodne sastojine crnoga bora u Sjevernom Velebitu (Slika 5.) gdje se osvrnuo na ekološke odnose i utvrdio da se bor nalazi na najlošijim terenima i ima ga tamo gdje se drugo drveće ne bi moglo održati zbog nepovoljnih vanjskih utjecaja. Na zaklonjenim terenima i povoljnim staništima stabla su pravilnija i lijepo razvijena, a na izloženim glavicama, klisurama, grebenima i hridinama ona su niska uzrasta, zbijena, tanjuraste krošnje, često jednostavna ili nepravilno iskrivljena, a debla su kriva, kratka i nepravilna.



Slika 5. Nalazišta crnog bora između Kite i Marina Briška na Sjevernom Velebitu (Anić 1957)

Fitocenološki sastav u šumama crnog bora zavisi u velikoj mjeri o sklopu sastojine i dubini tla. U dobro sklopljenim sastojinama dolazi razmjerno brzo do tvorbe površinskog humusnog sloja tla, što se dobro odražava u sastavu prizemnog rašća. U sastojinama rjeđeg sklopa prevladavaju biljke, koje se susreću u degradacijskim stadijima međunčeve šume.

Na kamenitim i vjetrovitim, tj. lošijim stanišnim uvjetima tvori čiste sastojine, dok su mu na boljim staništima autohtone listopadne vrste veliki konkurent i potiskuju ga. Budući da je bor kao pionirska vrsta u progresivnom razvoju osvajao napuštena i devastirana staništa, osobito nakon depopulacije tih terena i prestankom antropogenog djelovanja (sječa, držanje stoke) autohtone listopadne vrste ponovno preuzimaju dominantnu ulogu. Bor se potiskuje i preostaje na najekstremnijim staništima gdje nema konkurencije (Trinajstić 1979, Rauš i dr. 1995).

Od biološko-uzgojnih svojstava Anić (1957) posebno ističe njegovu veliku potražnju za svjetlom (heliofit), ali s većom tolerancijom zasjene. To ovisi o morfološkim značajkama terena i uzrastu, te o gustoći i sklopu starijih stabala. Tako na skeletnim, škrapovitim terenima lokalno crni bor formira nejednake sastojine, više ili manje preborne strukture. Autor navodi njegovo vrlo dobro prirodno širenje sjemenom i na veće udaljenosti (vjetar), posebice na blažim kamenjarama.

Crni bor je izuzetno otporan na vanjske biotske i abiotske čimbenike. Biljke izdrže dugotrajna oštećenja od brštenja. Razvija vrlo veliku korijenovu mrežu i žilu srčanicu što mu i omogućuje rast i razvoj u tako ekstremnim ekološkim uvjetima, primjerice u odnosu na jak vjetar. S obzirom na njegova biološka svojstva crni bor se ubraja među najotpornije primorske vrste. Budući da izdrži visoke ljetne temperature, dugotrajne suše, znatnu insolaciju i jak vjetar, ubraja se među drveće koje najmanje transpirira. Također crni bor preferira prisojne ekspozicije. Bitan čimbenik u crnoborovim sastojinama je požar koji umnogome definira areal crnoga bora i floristički sastav njegovih sastojina. Manje štete požar uzrokuje ako se pojavi u jesen ili rano proljeće dok na stablu ima češera i u njima zrelih sjemenki koje djelomično pošume paljevinu (Anić 1957).

Za prirodne sastojine crnog bora Anić (1957) piše da žive pod vrlo teškim ekološkim uvjetima, ali ima vrlo povoljne biološka i šumsko-uzgojna svojstva. Tereni na kojima se pojavljuju prirodne sastojine crnog bora su prilično ekstremni te on vrši progresivnu silvidinamiku i osvaja kamenjare. Na boljim tlima crni bor stvori stabilniji razvojni stadij jer mu ekološke prilike odgovaraju, a za druge vrste oni su neprikladne.

Danas zrele umjetno podignute sastojine predstavljaju predmet istraživanja ontogenetskog razvoja sredozemnih šuma, kao i ubrzavanja procesa prijelaza prema klimazonalnim zajednicama šumskouzgojnim radovima. Vrlo značajne su i za istraživanje meliorativnih učinaka na degradirana tla Hrvatskog primorja jer po Matiću i dr. (1990) preduvjet povratka klimazonalne šumske zajednice je formiranje šumskog tla sa svim njegovim obilježjima u određenim ekološkim uvjetima. Istraživanjem strukture sastojina po etažama crnog bora i pomlađenjem u tim odabranim plohamo ovisno o gustoći sklopa došlo se do saznanja da su navedene sastojine u prijelaznom obliku šume (Anić 2003). Isti autor navodi da je sa šumskouzgojnog stanovišta meliorativni učinak šumskih kultura crnog bora na objektu istraživanja potpun jer se u podstojnoj etaži pojavljuje pet vrsta klimazonalne zajednice.

Za pošumljivanje crnim borom uglavnom se koriste jednogodišnje sadnice, a gustoća sadnje zavisi od namjene. Matić i dr. (1997) navode 2.000 – 2.500 sadnica po hektaru za crni bor što ovisi o šumsko-uzgojnim svojstvima vrste drveća i o cilju gospodarenja. Veći broj biljaka po jedinici površine ubrzava procese stabilizacije staništa glede stvaranja povoljnih mikroklimatskih uvjeta, kvalitetnijega tla, smanjenja konkurentskog korova što uvjetuje bolji i kvalitetniji rast te uspijevanje novopodignute šumske kulture. Zbog toga Matić i dr. (1997) preporučuju gornje vrijednosti navedenih količina.

Proučavajući prirodno pomlađivanje dalmatinskog crnog bora u hemimediteranskoj vegetacijskoj zoni Anić i dr. (2013) zaključili su da je pojavnost pomlatka crnog bora podjednaka na tri različita mikrostaništa (gola pomladna površina, rub sastojine/progaljeni sklop i potpuni sklop). Rast i razvoj pomlatka crnog bora u potpunom sklopu ne pogoduje normalnom razvoju kao na rubu sastojine i u progaljennom sklopu gdje su uvjeti podjednaki s ekološkog aspekta (Anić i dr. 2013). Pomladak dalmatinskog crnog bora na golim površinama izložen je eroziji i negativnom utjecaju ekstremnih mikroklimatskih prilika (Anić i dr. 2013).

Prorjede u šumskim kulturama bi trebale započeti između 25 i 30 godine i trebale bi se ponavljati svakih deset godina. Na taj način gustoća stabala na kraju ophodnje iznosila bi 500 stabala po hektaru. Šafar (1962) navodi o meliorativno-proizvodnoj ulozi crnoga bora koji bi se trebao ovisno o stanišnim uvjetima (degradirano tlo) podizati u mješovitoj strukturi s ostalim vrstama (pretežito listače).

Bertović i dr. (1967) u svojim istraživanjima potvrđuju dobru meliorativnu ulogu crnoga bora. On se pokazao najboljim u pošumljivanjima u klimazonalnim vegetacijskim područjima crnoga graba (*Seslerio-Ostryetum*) i bijeloga graba (*Carpinetum orientalis croaticum*). Kvaliteta borovih debala bolja je u području crnog graba (*Seslerio-Ostryetum*). U zoni *Carpinetum orientalis croaticum* stabla imaju dublje krošnje, a debla se slabije prirodno čiste od grana. Prirodno pomlađivanje pojavljuje se u oba klimazonalna područja iako su uvjeti za prirodno pomlađivanje najpovoljniji na rendzini u zoni *Seslerio-Ostryetum*. Martinović (2003) navodi kako u području (*Seslerio-Ostryetum*) rendzina na flišu prema prioritetima pogodnosti ima pogodnost za proizvodno-ekonomske šume i zaštitne šume.

O meliorativnoj snazi crnoga bora Ivančević (1978) navodi da su upravo šumske kulture crnog bora, te prirodne sastojine crnog bora uz obnovljenu listopadnu autohtonu vegetaciju (branjevine), uz primjenu tehničkih mjera izgradnjom pregrada u bujičnome slijevu odigrali presudnu ulogu u saniranju erozivnih procesa u području Senjske Drage. Osim toga

šumske kulture su povoljno utjecale i na ublažavanje klimatskih ekstrema u Senju, ponajprije na smanjenje snage bure. Usto, borove sastojine kao pionirska vrsta ostvaruju možda još najvažniju zadaću jer popravljanjem stanišnih uvjeta pružaju mogućnost pridolaska autohtonoj listopadnoj vegetaciji. U svezi meliorativne uloge crnoga bora Kušan (1961) navodi ograničenost dolaska na raznim degradiranim ili inicijalnim stadijima vegetacije, na ogoljenim i nepristupačnim mjestima siromašnim tlom. Stoga crni bor ima veliku važnost u meliorativnim zahvatima radi širokih ekoloških amplituda i skromnih stanišnih zahtjeva (pionirska vrsta).

Barčić (2007) je utvrdio da su stanišni uvjeti u kojima dolaze šumske kulture i prirodne sastojine crnoga bora u Hrvatskom primorju i Istri raznoliki glede matičnog supstrata, tipa tla, nadmorske visine, nagiba, izloženosti. U takvim uvjetima s obzirom da se radi o prostoru krša i sredozemnom podneblju crni bor kao vrsta ima nezamjenjivu ulogu u melioracijskim procesima. Sadržaj biogenih elemenata u šumskoj prostirci pokazao je slijedeće prosječne vrijednosti za dušik 0,93%, fosfor 0,51% i kalij 0,82%. Šumska prostirka jedan je od bitnih čimbenika u pedogenetskim procesima, te jedan od pokazatelja meliorativnosti šumskih vrsta. Prema istom autoru veću pozornost treba usmjeriti na vrednovanje općekorisnih uloga čemu te sastojine pogoduju. Pogrešnim bi bilo prepustiti te sastojine isključivo prirodnoj sukcesiji jer provođenjem šumskouzgojnih radova usmjeravamo posebno šumske kulture prema stabilnim sastojinama. Na bonitetno boljim tlima ostvaruje se i gospodarska vrijednost, te se u tom slučaju može govoriti o upravljanju šumama i šumskim zemljištem prema načelima održivog razvoja.

Topić (1979) utvrđuje da crni bor u šumskoj prostirci iako ima manji postotak dušika, fosfora i kalija od ostalih istraživanih vrsta (crni jasen, crni grab, hrast medunac), većom produkcijom listinca kompenzira taj nedostatak – 16.685 kg/ha šumske prostirke u suhom stanju. Barčić (2003) navodi podatak od 23.768 kg/ha šumske prostirke u stogodišnjoj crnoborovoj kulturi, te 30.743 kg/ha u četrdesetgodišnjoj kulturi. Barčić (2007) iznosi prosječnu količinu šumske prostirke za 50 ploha na području Istre i Hrvatskog primorja od 13.360 kg/ha.

Za crni bor Topić (1988) temeljem istraživanja na pokusnim plohama na području Klačina utvrđuje (poslije primorskog bora) najbolje rezultate pošumljavanja. Budući da je to autohtona vrsta s kojom se dulje vrijeme pošumljivalo i postizalo dobre rezultate u hladnijem submediteranskom krškom području Dalmacije, pokus na plohi Klačine to je samo potvrdio.



Isti autor upozorava da crni bor i dalje predstavlja značajnu vrstu za pošumljivanje hladnijega submediteranskog krškog područja i na ekstremno degradiranim terenima još uvijek je nezamjenjiv kao pionirska vrsta. Slično navodi i Orlić (1983) kada je utvrdio dobre rezultate za crni bor pri pošumljivanju krša komparirajući uzgoj nekih domaćih i stranih vrsta četinjača.

Tijekom poredbenih tipoloških istraživanja šuma u Hrvatskom primorju (Bertović i dr. 1967) proučavali su razlike u uspjevanju i proizvodnosti šumskih kultura crnog bora starih 60 – 70 godina na različitim tlima u dvije vegetacijske zone. Na osnovu obavljenih istraživanja može se dosta pouzdano uspostaviti edafski niz tala za crni bor, idući od manje prema većoj proizvodnosti: kalcikambisol plitki u bioklimatu hrasta medunca i bjelograbića – rendzina na dolomitu plitka u bioklimatu hrasta medunca i bjelograbića – kalcikambisol plitki u bioklimatu hrasta medunca i crnog graba – rendzina na dolomitu plitka u bioklimatu hrasta medunca i crnog graba – kalcikambisol srednje duboki i duboki u bioklimatu hrasta medunca i crnog graba. Također je u spomenutom radu proučavano i utjecaj šumskih kultura crnog bora na neka svojstva tla u opisanim prilikama. U odnosu na stanje pod prirodnom šumskom vegetacijom šumskih zajednica šume hrasta medunca i bjelograbića i šume hrasta medunca i crnog graba u šumskim kulturama crnog bora jače je izražena humizacija, tlo je u površinskom sloju bogatije ukupnim dušikom i fiziološki aktivnim kalijem, a nešto je siromašnije fiziološki aktivnim fosforom možda zbog veće potrošnje borovih kultura (Bertović i dr. 1967).

Sredozemno krško područje zbog svojeg reljefa i klime, kao i ogoljelih površina vrlo je podložno erozijskim procesima koji za posljedicu imaju gubitak tla na tim površinama. Površinsko otjecanje vode ovisi više o intenzitetu oborina, trenutnoj vlažnosti tla i vegetacijskom pokrovu nego o ukupnoj količini oborina. Topić (2003) je zapazio da i male količine oborina na golim površinama izazivaju otjecanje i zemljišne gubitke. Istraživanje utjecaja oborina na erozijske procese na lokalitetu bujičnog toka Suvave (okolica Muća) u razdoblju od 1973. do 1993. godine dovelo je do zaključka da su gubici tla na goloj površini veći za oko 620 puta nego na površinama pod vegetacijskim pokrivačem (Topić 1995).

Šafar (1962) šumske kulture crnog bora dijeli u tri grupe: 1. šumske kulture kojima je zadatak ublažavanje loših ekoloških faktora; 2. šumske kulture kojima je funkcija uljepšavanje krajobraza i rekreacija i 3. šumske kulture kojima je funkcija stvaranje uvjeta za pridolazak autohtone vegetacije. Po istom autoru na području od Crikvenice do Jablanca oko 90% šumskih kultura crnog bora podignuto je u zoni crnog graba.

Poznavanje stupnja skiofilnosti mladih biljaka u raznim razvojnim stadijima omogućuje nam planiranje i pravodobno poduzimanje šumskouzgojnih radova dovođenja svjetla u donje etaže sastojine radi uspješnog prirodnog pomlađivanja. Uspješnošću pomlađivanja s obzirom na mikrostanisne svjetlosne uvjete bavili su se Mikac i dr. (2008).

O šumskouzgojnim radovima Horvat (1963) navodi da se u dosadašnjoj praksi gospodarenja šuma na kršu vrlo rijetko provodile daljnje uzgojne radnje nakon pošumljavanja. Prema istom autoru prorede se trebaju provoditi oprezno, u suprotnom smjeru od dominantnog vjetra, a uklanja se prvo podstojna stabla, a zatim se postupno intervenira u gornju etažu stabala. Unošenje autohtonih vrsta po Horvatu (1963) započinje u šumskim kulturama starosti od 30 do 35 godina, kada se tlo popravilo.

Sastojine crnog bora ugrožene su od različitih štetnih biotskih i abiotskih čimbenika, a posebno razorno djeluju šumski požari.

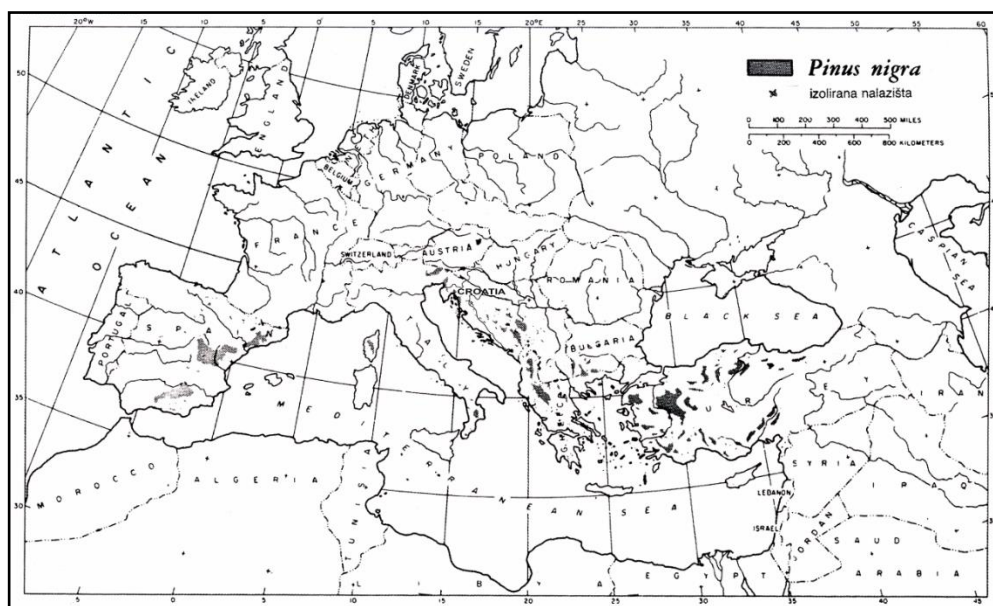
Zdravstveno stanje vrsta drveća prati se na osnovu vizualne procjene osutosti krošanja na bioindikacijskim točkama. Međunarodna mreža točaka (16 x 16 km) upotpunjena je sa nacionalnom mrežom bioindikacijskih točaka (4 x 4 km) radi dobivanja detaljnijih podataka. Najvažniji parametar procjene oštećenosti stabla je defolijacija ili gubitak lisne mase u krošnjama mjereno u postocima i grupirano po klasama. Tako po Šumskogospodarskoj osnovi područja Republike Hrvatske (Anonimus 2017b) crni bor po podacima prikupljenim na obje mreže bioindikacijskih točaka 2015. godine imao je osutost krošanja crnog bora u kategoriji 0 od 19,83%, u kategoriji 1 od 39,94%, u kategoriji 2 od 35,13% i u kategorijama 3 i 4 od 5,10% osutosti krošnje. Udio značajno oštećenih stabala crnog bora (iznad 25% osutosti krošnje) u 2015. godini iznosio je 40,23%.

U posljednjih 20 godina pojavila su se značajnija sušenja stabala crnoga bora na području Istre i Hrvatskog primorja uzrokovana nekim fitopatogenim gljivama od kojih je važnija *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dykoet Sutton (Diminić 1994, 1996, 2001).

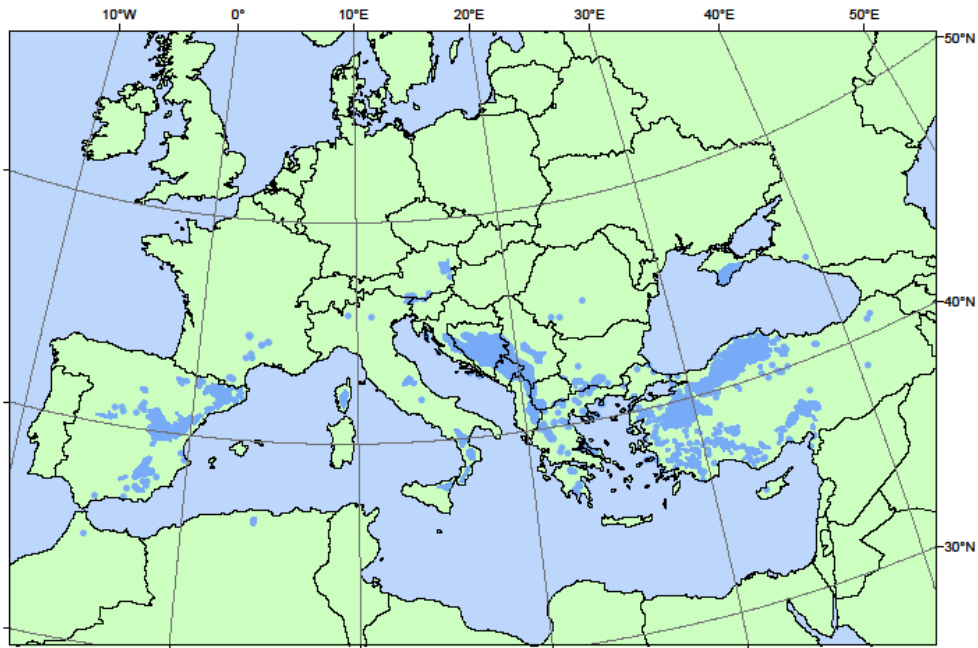
### 1.3. Pregled strane literature

Dva najvažnija roda drveća u Mediteranu su hrastovi (*Quercus* sp.) i borovi (*Pinus* sp.), koji koegzistiraju na Mediteranu već 2,3 do 3,5 milijuna godina (Sheffer 2012) i karakterizira ih različita funkcionalna svojstva, reproduktivna fenologija i ekološke strategije. Nilsson i dr. (2003) navode da je za stare sastojine umjerenih i borealnih europskih šuma napisano mnogo radova, za mediteransku regiju ima vrlo malo radova o starim sastojinama (Piovesan i dr. 2005, Firm i dr. 2009, Keren i dr. 2014).

Rasprostranjenost crnog bora u Europi, prema Critchfield-u i Little-u (1966), prikazana je na Slici 6., a rasprostranjenost crnog bora po EUFORGEN (European Forest Genetic Resources programme 2009) prikazana je na Slici 7. Po Barbéro i dr. (1998) crni bor je mediteranska vrsta rasprostranjena od Iberijskog poluotoka do Turske i od Sjeverne Afrike do Austrije. Prema Gaussen i dr. (1993) u Hrvatskoj je moguće razlikovati dvije podvrste crnoga bora *Pinus nigra* ssp. *nigra* i *Pinus nigra* ssp. *dalmatica*.



Slika 6. Rasprostranjenost crnoga bora (prema Critchfield i Little 1966)



Slika 7. Karta rasprostranjenosti crnog bora (*P. nigra*), preuzeto iz: EUFORGEN (2009), [www.euforgen.org](http://www.euforgen.org).

Na području Bosne i Hercegovine šume običnog i crnog bora zauzimaju oko 7,6% visokih šuma od pojasa šuma hrasta kitnjaka i običnog graba do pojasa jelovo-bukovih šuma (Pintarić 1999). Isti autor navodi da se javljaju na vapnencu, dolomitu, serpentinu i gabru, najčešće u trajnom stadiju vegetacije, iako na nekim lokalitetima prisutna je sukcesija prema klimatogenoj zajednici.

U Slovačkoj crni bor je jedna od najkorištenijih unešenih vrsta drveća pri pošumljavanju (Tokár i Krekulová 2005). Podaci o rastu crnog bora na području planine Tribeč (Slovačka) pokazuju da crni bor ima visoku produktivnost i kvalitetu na području vegetacijskih zajednica *Fageto-Quercetum* i *Querceto-Fagetum* (Tokar 1989).

U Grčkoj je crni bor korišten u pošumljavanjima u vegetacijskim zonama šuma hrasta medunca i više u zoni bukovih šuma (Thanasis i dr. 2007).

Proučavajući sastojine na istočnoj obali jezera Michigan (SAD) Leege i Murphy (2001) u staništu pješčanih prerija uočili su da zbog utjecaja šumskih kultura crnog bora na promjenu abiotskih uvjeta poput količine svjetla i dubine tla koji su vrlo slični s abiotskim uvjetima u okolnim autohtonim listopadnim šumama (*Prunus*, *Populus*) u blizini pješčanih prerija pospješuju rast vrsta drveća karakterističnih za šumske zajednice ovog područja i

omogućavaju progresivne procese koji dovode do smanjenja površina pod pješčanim prerijama koje su ugroženo stanište.

U Europi je zaštićeno više od 30 milijuna hektara šuma zbog bioraznolikosti i očuvanja krajolika, a daljnjih 110 milijuna hektara šuma određeno je za zaštitu ekosustava, dok je vrlo malo sastojina predviđeno za očuvanje genetskog fonda (EUFORGEN). U Europi, prema europskom informacijskom sustavu (*European Information System*) na FGR (Forest Genetic Resources), (EUFGIS 2019), postoji više od 3.200 područja za očuvanje genetskog fonda za oko 100 različitih vrsta drveća. Za crni bor u Europi postoji 140 područja za očuvanje genetskog fonda (EUFORGEN 2019).

Primjenjujući funkcionalnu klasifikaciju po Keeley i Zedler (1998) crni bor spada u „U“ funkcionalnu grupu koju karakterizira rasprostranjenost u područja u kojima nepredvidljivi požari izazivaju konverzije, a u odnosu na druge borove imaju veću toleranciju na zasjenu, ovisnost regeneracije o prostornom širenju sjemena, nešto dužu juvenilnu fazu i veće visine stabala u odnosu na druge grupe borova. Dostupnost svjetla prikazana kroz otvorenost zastora pokazuje da se crni bor regenerira značajnije pri srednjoj otvorenosti zastora (0,2 – 0,4), a utvrđena je gustoćom prisutnosti borovog pomlađenja. Time je potvrđena veća tolerancija crnog bora na sjenu od drugih borova. Također je utvrđena manja tolerancija na sušu crnog bora u odnosu na druge vrste borova na Mediteranu (Fyllas i dr. 2008).

Stogodišnja sastojina crnog bora (*P. nigra* ssp. *laricio*) kao gospodarska vrsta može imati drvnu zalihu 450 – 900 m<sup>3</sup>/ha s gustoćom 350 – 700 stabala po hektaru (Forestry Compendium 2000). Godišnji prirast iznosi 4 – 6 m<sup>3</sup>/ha, a na najboljim staništima 7 – 10 m<sup>3</sup>/ha (Meschini i Longhi 1955, Bernetti 1995). Bernetti (1995) navodi za crni bor na prirodnim staništima drvnu zalihu od 150 do 450 m<sup>3</sup>/ha i da prilikom pošumljavanja treba koristiti 1.500 – 2.000 sadnica crnog bora po hektaru. Jače prorede s ostavljanjem samo 140 stabala po hektaru rezultiraju većim dimenzijama stabala i pojavom raznih vrsta listača (Hamilton i Christie 1971). Pintarić (1969) navodi da vrijednost pilanske građe crnog bora može imati 9 do 10 puta veću vrijednost od pilanske građe jele i smreke, a i da na kraju produkcijskog razdoblja od 120 i više godina udio furnirskog drva u sortimentima može iznositi i 20 do 25%. Na nekim ekstremnim staništima može postići i starost od 500 godina (Brus 2004).

Na nižim područjima u sredozemnom dijelu rasprostranjenosti crnog bora prirodne sastojine nalaze se na sjevernim ekspozicijama dok u alpskom i kontinentalnom području zauzimaju južne ekspozicije (Bussoti 2002).

Rast crnog bora više ovisi o količinama ukupnih padalina prije početka vegetacijskog razdoblja nego od količine padalina u ljetnim mjesecima (Piovesan i dr. 2008). U mediteranskoj klimi niske zimske temperature i ljetne suše ograničavaju rast crnog bora (dvostruki stres), a ljetne i zimske temperature zraka imaju različite efekte na rast drveća (Gea-Izquierdo i dr. 2011, Martín-Benito i dr. 2010, Andreu i dr. 2007).

U mediteranskom području migracija ljudi, suzbijanje nastanka požara i smanjeno gospodarenje izazvalo je sukcesiju vegetacije na mnogim područjima, a time izazvalo pomlađivanje vrstama u ranoj sukcesiji u velikom obimu. Ostali važni ekološki čimbenici bitni za pomlađivanje uključuju količinu svjetla i hranjiva, vrstu tla, količinu i raspršivanje sjemena, žirovanje, predaciju sjemena, njegu pomlatka, negativan utjecaj grmlja, utjecaj prizemnog rašća i pritisak ispaše stoke (Castro i dr. 2004, Gómez-Aparicio i dr. 2005, Puerta-Piñero i dr. 2007, Urbietta i dr. 2011).

Ekološki čimbenici uspjeha pomlađenja na Sredozemlju su različiti i zabilježeni su razni, za određene vrste, specifični ekološki zahtjevi. Castro i dr. (2004) navode da su ograničenja pomlađivanja u Sredozemlju vezana uz trajanje sušnog perioda. Zavala i Zea (2004) smatraju da na pomlađivanje značajno utječu poremećaji u ekosustavima i sukcesija vegetacije, a Kouba i dr. (2012) da utjecaj imaju promjene u korištenju zemljišta i način gospodarenja u šumama. Suša i količina godišnjih padalina značajno utječe na pomlađivanje u sredozemnim šumama (Gómez-Aparicio i dr. 2005, Kouba i dr. 2012), a također i sukcesija vegetacije značajno utječe na pomlađivanje jer se sukcesijom mijenjaju ekološki uvjeti u donjim etažama sastojina. U procesu sukcesije vegetacije pomlađivanje pionirskim (zahtjevnih za svjetlom) vrsta potisnuto je od odraslih stabala klimazonalnih zajednica kao što su hrastovi (Zavala i dr. 2011).

Svake godine na Sredozemlju više od 50.000 požara opožari između 600.000 do 800.000 hektara sredozemnih šuma, što je 1,3 do 1,7% ukupne površine sredozemnih šuma (Petrella i dr. 2005). U Francuskoj su katastrofalni požari uništili preko 50% površina sastojina crnog bora (Bensettiti i dr. 2001), a u Kataloniji (Španjolska) po Ordóñezu (2004) uništeno je 30% sastojina crnog bora u razdoblju od 1994. do 1998. godine, (Zaghi 2008).

Carnicer i dr. (2013) u svom radu su utvrdili da požar ima negativan utjecaj na pomlađivanje crnog bora (*Pinus nigra*) i običnog bora (*Pinus sylvestris*) u svim pomladnim stadijima, a kao zaključak navode da od promatranih više vrsta roda *Quercus* i *Pinus*, crni bor i obični bor pokazuju najjači negativni trend pomlađivanja. Suša i požari pokrenuti uslijed klimatskih promjena i sukcesija prema klimazonalnim zajednicama sinergijski smanjuju potencijal pomlađivanja ove dvije vrste.

Dok je prekomjerno korištenje sredozemnih šuma zajedno s poljoprivredom ne samo smanjivalo površine pod šumom već i njihovu kvalitetu krajem 50 tih godina brzo i prošireno širenje šumskog područja nije pratila i kvaliteta šumskouzgojnih radova u šumama (Marull i dr. 2014, Otero i dr. 2015). Kao rezultat šume su postale manje „elastične“ i više ranjive na klimatske promjene (Kröel-Dulay i dr. 2015). Slaba „elastičnost“ ne dozvoljava im starenje, koje posljedično zbog nezrelosti sastojine ugrožava opstanak sastojina. Požari nam daju obrazloženje ovog stanja jer povećanje šumskih požara onemogućava nadilaženje lošeg ekološkog stanja sastojina. Samo s različitim pristupima gospodarenja u različitim šumskim ekosustavima i obnovom multifunkcionalnog gospodarenja integriranih s poljoprivredom i stočarstvom moguće je poboljšati ekološko stanje šuma i osiguravanje elastičnosti na klimatske promjene. Takve sastojine mogu osigurati stabilnost ekosustava uz osiguravanje drvene građe i ogrjevnog drva (Cerveraa i dr. 2016).

Istražujući utjecaj gustoće pomlađivanja hrasta u odnosu na gustoću stabala sjemenjaka (*Q. calliprinos* Webb.) u blizini šumskih kultura i količinu sjemena u šumskoj kulturi bora (*P. halepensis*) u Izraelu, Sheffer i dr. (2013), utvrdili su da je uspjeh pridolaska pomlatka autohtonog drveća u šumskim kulturama uvjetovan s više ekoloških čimbenika kao što su matični supstrat, strukturalni elementi sastojine, podstojna etaža i način pašarenja, dok značajni utjecaj nije utvrđen za količinu oborina i vrstu tla. U šumskim kulturama bora s srednjom gustoćom pokrova olakšana je pridolazak hrastova, dok u vrlo rijetkom i vrlo gustom pokrovu pridolazak je otežan. Također drvenasta vegetacija u podstojnoj etaži na sličan način smanjuje mogućnost pridolazak autohtone vegetacije. Utvrđena je također optimalna pridolazak autohtonog pomlatka u šumskim kulturama starosti od 40 do 100 godina, i jak otpor pomlađivanju autohtonom vegetacijom u mlađim i starijim sastojinama. Utjecaj temeljnica i starosti sastojine je isti u mladim i starim sastojinama jer kod starih šumskih kultura rjeđi je sklop i temeljnica je slična mladim. Janzen (1970) i Connell (1971) utvrdili su povećani mortalitet sjemena u blizini roditeljskih stabala gdje je gustoća sjemena veća, te je ova pojava nazvana Janzen-Conellov efekt. Janzen-Connell-ov efekt utvrđen je i od

strane Puerta-Piñero (2010) koji je utvrdio da su hrastove sastojine dom većeg broja konzumenata hrastovog sjemena, sklonih pojačanoj predaciji sjemena od strane predatora (uglavnom divljih svinja) koji su na tim područjima brojniji što smanjuje potencijal pomlađivanja okolnih kultura u blizini. Vader Wall (2001) širenje sjemena od strane ptica prikazuje kao pozitivno za uspjeh pomlađivanja jer se smanjuje mortalitet od predatora i smanjuje gustoća sjemena. Uvjeti u zrelim sastojinama poboljšavaju preživljavanje hrastovog sjemena i pomlatka u usporedbi s uvjetima u mladim i starim sastojinama (Retana i dr. 1999). Unatoč očekivanjima velika gustoća izvora sjemena može ograničiti progresiju pomlađivanja vrsta hrasta na nove površine i usporiti progresiju prema klimazonalnim zajednicama (Sheffer i dr. 2013).

S obzirom da će sušni periodi utjecati na povećanje učestalosti požara (Moriondo i dr. 2006), sastojine crnog bora na Sredozemlju biti će suočene s značajnim pritiscima (Fyllas i dr. 2008).

Vallauri i dr. (2002) analizirajući stanje pošumljenih terena u jugozapadnim Alpama 120 godina nakon pošumljavanja utvrdili su da je crni bor kao pionirska šuma omogućio povratak autohtone bjelogoričnih vrsta drveća i zeljaste vegetacije. Rezultati istraživanja jasno upućuju da se pravilnim gospodarskim zahvatima prorede restauriraju autohtoni ekosustavi i bioraznolikost sastojina. Pravilno gospodarenje sastojinama crnog bora je najvažniji prioritet i s šumarskog i s ekološkog gledišta, a takvo gospodarenje treba promovirati kroz kako je Whisenant (1999) nazvao „samoobnovljivost prirodnih bioma“ (eng. autogenic restoration of native biota). Na promatranom području u proteklih 50 godina prirodna dinamika umjetno podignutih sastojina prije 120 godina dovela je do progresivnog pošumljavanja preostalih površina najčešće s crnim borom. Kao rezultat navode preko 55% pošumljenih vododerina do 1995. godine od početno umjetno pošumljenih 19%, a od 1948. godine prirodnom dinamikom širenja povećana je ukupna pošumljena površina za 5%.

Potencijal spontane reintrodukcije drveća u jugozapadnim Alpama je vrlo velik ispod zastora krošanja stabala crnog bora. Uz dodatak dviju alohtonih vrsta (crni bor i bagrem), šest vrsta autohtonih vrsta drveća pojavljuje se u podrastu: *Quercus pubescens*, *Acer opalus*, *Acer campestre*, *Prunus avium*, *Sorbus aria* i *Sorbus domestica*. Sedam drugih autohtonih vrsta drveća se također nalaze u podrastu, ali u manjem opsegu *Abies alba* (poneki pomladak), *Alnus incana* (na vlažnijim terenima), *Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus glabra* i *Ulmus minor* (Vallauri i dr. 2002).



Unutarnji procesi u ekosustavu, kao odumiranje stabala i poremećaji, kao i ulazak autohtonih vrsta su u tijeku, ali je potrebna pomoć u ovom osjetljivom prelaznom stadiju. Kao zaključak gospodarenja navode iskorištavanje prednosti koji su utvrđene u samoobnavljajućim ekosistemima oponašajući i ubrzavajući prirodne procese kroz prorede borovih sastojina.

Za obnovu starih sastojina crnog bora potrebno je poznavati reakciju ponika i pomlatka željenih vrsta drveća u pomlađenju na svijetlo pri određivanju stupnja tolerancije na zasjenu (Kobe i dr. 1995). Prema Cerro i dr. (2009), za uspješnu obnovu sastojine crnog bora potrebno je reducirati temeljnicu sastojine za 30 do 40%. Navedeni iznos redukcije predstavlja najprihvatljiviji kompromis između svjetla i vodne bilance u tlu (Cerro i dr. 2009).

Šumskouzgojni radovi imaju značajan utjecaj na bioraznolikost sastojina, kruženje vode u ekosistemu, ali imaju i utjecaj na udjel vrsta drveća, horizontalnu i vertikalnu strukturu sastojine, starost i gustoću sastojine (Fernandes i dr. 2016). Tako mineralizacija ugljika i hranjiva može biti značajno uvjetovana prostornim rasporedom solarne radijacije koja pada na tlo što rezultira većom mikroklimatskom varijabilnošću uzrokovanom većim stupnjem bioraznolikosti tla (gljive, bakterije), (Tomao i dr. 2017).

Gospodarenje umjetno podignutim sastojinama crnog bora predstavlja izazov pred šumarsku struku, pritom misleći na ubrzavanje prirodne evolucije sastojina ka kompleksnijim i stabilnijim ekosustavima i provođenjem inovativnih šumskouzgojnih postupaka (Brang i dr., 2014)

Odsutnost šumskouzgojnih radova koja povećava gustoću sastojine i kompeticiju između drveća (Sánchez-Salguero i dr. 2015) može pogoršati utjecaj povećanja učestalosti i duljine trajanja sušnih razdoblja na području Mediterana zajedno sa globalnim zatopljenjem (Giorgi i Lionello 2008). Šumskouzgojni zahvati prorjede smanjuje dugotrajni stres stabala uzrokovan natjecanjem stabala za vodom, smanjuje ranjivost i povećava otpornost kao i elastičnost ekosustava na sušna razdoblja (Martín-Benito i dr. 2010, Linares i dr. 2011, Sánchez –Salguero i dr. 2012, 2013, Navarro-Cerillo i dr. 2016, Lechuga i dr. 2017). Elastičnost ekosustava ( eng. Ecosystem resilience) znači kapacitet ekosustava da očuva strukturu i funkcionalnost pri ekstremnim događajima (npr. suše) koji se javljaju nakon nekog poremećaja ekosustava (Scheffer i dr. 2001). Nedostatak šumskouzgojnih radova koji smanjuju kompeticiju stabala u umjetno podignutim sastojinama crnog bora rezultirao je vrlo

gustim sastojinama ranjivim na propadanje i odumiranje uzrokovanim sušama (Martín-Benito i dr. 2010, Sánchez –Salguero i dr. 2013). Općenito govoreći prorjeđivanje sastojina je glavni šumarski zahvat kojim umanjujemo osjetljivost sastojine na sušu (McDowell i dr. 2008).

Navarro-Cerillo i dr. (2019) u sastojinama crnog bora podignutim 70-tih godina prošlog stoljeća nakon propadanja i odumiranja stabala u tim sastojinama od 2002. do 2006. godine provode pokus različitih intenziteta prorjede u 2010. godini (kontrolna sastojina, intenzitet prorjede 30% temeljnice i intenzitet prorjede 60% temeljnice sastojine). Uspoređujući povećanje temeljnice u periodu od 2009. do 2016. godine utvrđuju najveće povećanje temeljnice nakon prorjede najvećeg intenziteta. Osim toga sve jedinke nakon suše 2012. godine su vratile nivo prirasta prije suše, ali jedinke u prorjeđivanim sastojinama su nakon suše imali bolji napredak rasta. Ovo dokazuje bolji kapacitet oporavka u prorjeđivanim sastojinama u sušnim uvjetima (Millar i dr. 2007)

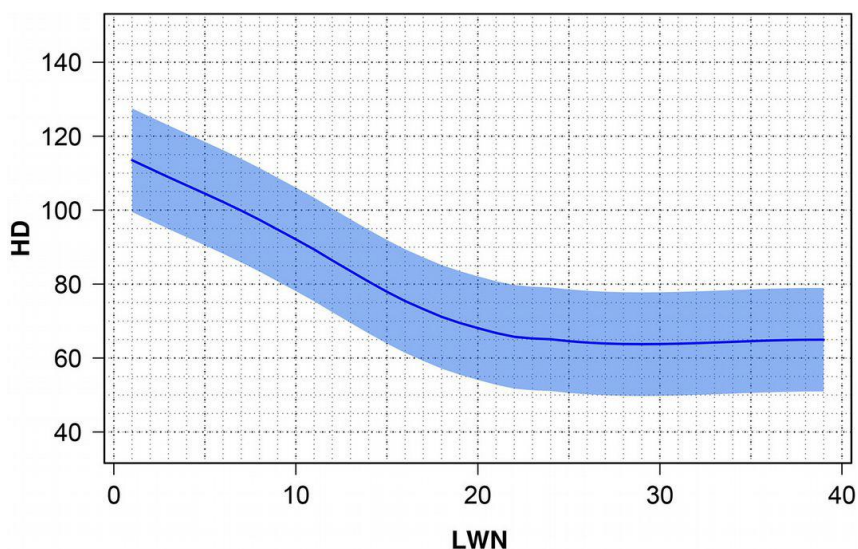
U jugoistočnoj Španjolskoj (područje Cazorla-Segura) od kraja 19. stoljeća šumama crnog bora gospodarilo se u 120-godišnjim ophodnjama i 20-godišnjim ophodnjicama. Ovaj način je nakon nekoliko desetljeća napušten zbog poteškoća prirodne obnove. Prelaskom na raznodobno gospodarenje postavljena je ophodnjica od 15 godina i idealna obrnuto J distribucija prsnih promjera, kao i sječiva zrelost od najviše 50 cm prsnog promjera. (Tíscar i Linares 2011).

Marchi i dr. (2018) uspoređuju utjecaj dva načina prorjede na opće korisne funkcije umjetno podignutih sastojina crnog bora u Toskani (Italija). Prorjedom odozdo uklanjaju se potisnuta stabla koncentrirajući rast na kvalitetnija stabla no utjecaj takvog načina gospodarenja na strukturu sastojine je nizak, posebno na kruženje ugljika, bioraznolikost tla i poboljšanje ekološke dinamike. Drugi način prorjede, selektivna prorjeda, baziran je na pozitivnom odabiru stabala kandidata i uklanjanju svih stabala koja su u kompeticiji s stablima kandidatima u sloju krošnja. Broj stabala kandidata po hektaru ovisi o vrsti stabala i ophodnji sastojine. Selektivnom prorjedom izlučuje se oko 30 do 40 % temeljnice i uklanjaju se sva stabla koja smetaju razvoju krošnje stabala kandidata (Cantiani i Marchi 2017, Paletto i dr. 2017)

Posebno u sastojinama četinjača, rane prorjede direktno su povezane sa porastom prsnih promjera stabala u sastojini (Peltola i dr. 2002).

Provođenjem selektivnih prorjeda smanjuje se H/D (visina stabla/prsni promjer) odnos čime se povećava stabilnost i poboljšava struktura sastojine (Marchi i dr. 2018). Bouchon (1987) navodi za europske četinjače raspon stabilnosti H/D odnosa od 75 do 115 ( prosječno 92,5) dok za *Pinus* sp. od 85 do 115 ( prosječno 93,5) te da samo ariš (*Larix decidua* Mill.) ima veću raspon stabilnosti H/D odnosa. Kao i za druge četinjače stabilni raspon H/D odnosa je od 60 do 90 pa H/D odnos kod crnog bora iznad 90 upozorava na mogućnost problema s stabilitetom stabala.

Cantiani i Chiavetta (2015) osim H/D odnosa smatraju da se stabilnost stabala može utvrditi i brojem živih pršljenova grana (LWN) na stablu kao bržom metodom kod određivanja stabala kandidata u selektivnoj prorjedi. Stablina sa više od 23 živa pršljena grana (LWN) odnos H/D se značajnije ne mijenja (Slika 8).



Slika 8. Grafički prikaz modela odnosa omjera H/D i broja živih pršljenova grana (plava linija) i standardna devijacija (svjetlo plava površina), (Cantiani i Chiavetta 2015)

Ovim istraživanjem Cantiani i Chiavetta (2015) pretpostavljaju da su stabla relativno stabilna ako imaju više od 11 pršljenova, a da su stabilna s više od 16 pršljenova po stablu. Pa tako kod selektivnih prorjeda odabir stabala kandidata s šumskouzgojnog gledišta trebaju biti stabla s više od 16 živih pršljenova grana. Veliku važnost na stabilnost sastojine ima i intenzitet prorjede (Rio i dr., 2017). Po Marchi i dr. (2018) dugoročno pozitivniji efekt na stabilnost sastojina ima prorjeda sastojina odozgo nego proreda odozdo.

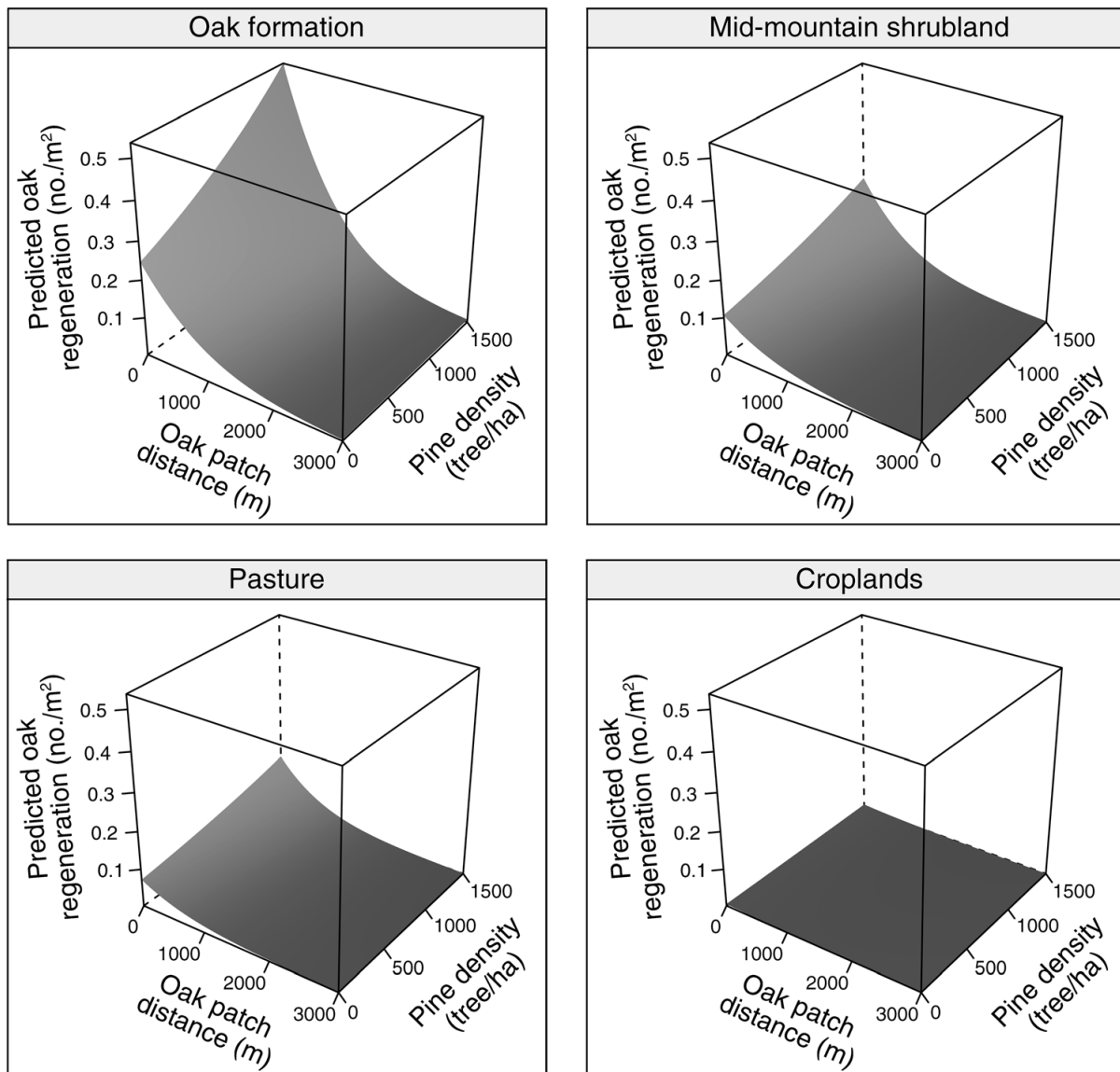
Prorjede su najefikasniji šumskouzgojni rad kojim se osiguravaju općekorisne funkcije ovih sastojina. Čiste sastojine crnog bora rano zatvaraju sklop stoga je bitno započeti s

prorjedama u starosti sastojine od 30 godina i provoditi ih svakih 15 godina (Cameron 2002, Bruchert i Gardiner 2006). Cantiani i dr. (2010) ukazuju da sastojine crnog bora mogu imati koristi i od kasnih prorjeda (oko 45 godina starosti) jer nakon prorede dominantne etaže vrlo brzo zatvaraju sklop krošanja.

Thanasis i dr. (2007) za područje planine Olimpa u Grčkoj preporučuju kao šumskouzgojni rad prorjedu pozitivnom selekcijom (Leibundgut 1970)

Ciancio i dr. (2006) proučavajući tradicionalno gospodarenje kalabrijskim crnim borom od kraja 18. stoljeća na površini od cca 600 ha opravdava tradicionalno gospodarenja navedene regije kao održivo. Sadašnja saznanja predviđaju jednodobno gospodarenje ili raznodobno u velikim grupama. Način sječe primijenjen od strane vlasnika šume temeljen na iskustvenom šumarstvu u malim grupama raznodobnim sastojinama može se smatrati održivim jer količina sječe prati prirast sastojine uz ophodnjicu od 20 godina i fleksibilnost planiranja uvjetovanu tržištem.

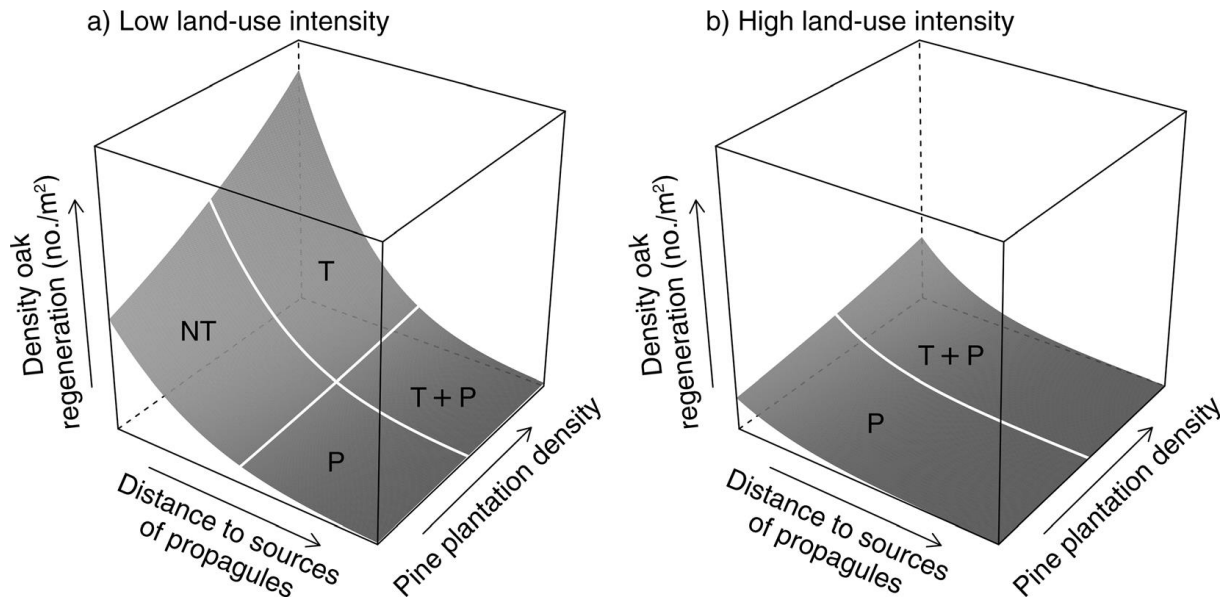
Navarro-González i dr. (2013) proučavali su utjecaj prethodnog načina korištenja zemljišta, udaljenosti izvora hrastovog sjemena i gustoće sastojina bora na gustoću hrastovog pomlađenja koji se pojavljuje u sastojinama bora. Utvrdili su da najznačajniji negativni utjecaj na obnovu ima način dosadašnjeg korištenja zemljišta (Slika 9.), pa je tako najslabija obnova ustanovljena na bivšem poljoprivrednom tlu (eng. *croplands*), zatim na nekadašnjim pašnjacima (eng. *pasture*), u šikarama (eng. *mid-mountain shrublands*), dok je najbolja u hrastovim sastojinama (eng. *oak formation*), kao i da negativno na pojavu hrastovog pomlađenja (eng. *predicted oak regeneration*) utječe udaljenost od izvora sjemena (eng. *oak patch distance*), ali pozitivno utječe gustoća sastojina bora (eng. *pine density*).



Slika 9. Predviđena gustoća pomlađenja hrastova ovisno o udaljenosti od grupe hrastovih sjemenjaka i gustoće borovih šumskih kultura (Navarro-González i dr. 2013)

U šumskim kulturama borova (Slika 10.) gdje intenzitet korištenja zemljišta u prošlosti nije bio značajan (eng. *lowland-use intensity*) u slučaju blizine hrastovih grupa šumskim kulturama borova (eng. *distance to sources of propagules*) i kada je mala gustoća borova (eng. *pine plantation density*) predloženi smjer gospodarenja je da nije potrebna intervencija (NT). Ako je gustoća borova velika tada je potrebno izvršiti prorjedu šumske kulture borova (T). U slučaju veće udaljenosti hrastovih grupa od šumskih kultura borova i male gustoća šumske kulture borova preporuča se sadnja sadnica hrasta (P). Na drugu stranu ako je gustoća šumske kulture borova velika i velika je udaljenost sjemenjaka hrast preporuča se prorjeda i sadnja (T+P), (Navarro-González i dr. 2013).

U šumskim kultura borova (Slika 10.) gdje je je intenzitet korištenja zemljišta u prošlosti bio značajan (eng. *highland-use intensity*) neovisno o udaljenosti hrastovih grupa u slučaju rjeđih šumskih kultura borova preporuča se sadnja sadnica hrasta (P), a u slučaju gustih šumskih kultura borova prorjeda i sadnja sadnica hrasta (T+P), (Navarro-González i dr. 2013).



Slika 10. Predloženi smjerovi gospodarenja borovim kulturama, ovisno o prethodnom intenzitetu korištenja zemljišta (Navarro-González i dr. 2013)

Vrste roda *Quercus* sposobne su u gustim sastojinama borova osigurati pojavu pomlatka zbog svojstva podnošenja veće zasje od vrsta bora (Retana i dr. 1999, Niinemets i Valladares 2006, Gómez-Aparicio i dr. 2009). Međutim, do prelaska iz razvojnog stadija pomlatka u stadij mladika ne dolazi i pomladak hrasta propada vjerojatno zbog velike gustoće borovih stabala, kao rezultat ontogeneze hrastova i povećane potrebe za svjetlom (Retana i dr. 1999). Gustoća sastojina crnog bora veća od 1.500 kom/ha predstavlja biotičku zapreku u pomlađivanju autohtonim vrstama pod zastorom krošanja crnog bora (Gómez-Aparicio i dr. 2009).

Marchi i dr. (2018) u radu o utjecaju strukture sastojine na trend rasta proveden u Abruzzo regiji (Italija) utvrdili su analizom godova stabla da odnos između radijalnog rasta i klimatskih čimbenika nije pod utjecajem različitih starosti i strukture sastojine u rubnim populacijama crnog bora. Dosadašnje gospodarenje s sastojinama koje se sastojalo od prorjede donjih etaža i selektivnih sječa utjecalo je na horizontalnu strukturu sastojina, ali nije

utjecalo na trend rasta unutar populacije koji ovisi o starosti sastojine, bonitetu staništa i ekološkoj dinamici. Također utjecaj klimatskih faktora na radijalni rast stabala više nije aktivan što se objašnjava vjerojatnom adaptacijom vrste na promijenjeni okoliš uslijed klimatskih promjena. Od ekoloških faktora koji još imaju utjecaj na radijalni rast crnog bora najznačajnija je promjena temperatura u rujnu, kao i povećanje temperature u veljači i ožujku.

Génova i Martinez-Morillas (2002) analizom radijalnog rasta u istim klimatskim uvjetima, ali na različitim pedološkim podlogama, pokazali su da je crni bor različito osjetljiv na ljetne količine padalina. Crni bor na kvarcnoj podlozi osjetljiviji je od crnog bora na vapnenačkoj ili dolomitnoj podlozi.

Negativnu korelaciju između radijalnog prirasta crnog bora i temperatura zraka u srpnju utvrdili su Amodei i dr. (2013).

Poljanšek i dr. (2012), izrađujući kronologiju crnog bora dugu 435 godina na području Bosne i Hercegovine, uočili su indikatorske godine u kojima većina stabala pozitivno ili negativno reagira radijalnim prirastom. Pronašli su na sedam lokacija 287 pozitivnih i 308 negativnih indikatorskih godina. Na najmanje četiri od sedam lokacija za područje Bosne i Hercegovine utvrdili su pet pozitivnih (1876., 1930., 1941., 1959., 1969. godina) i devet negativnih indikatorskih godina (1874., 1880., 1891., 1931., 1943., 1963., 1971., 1987., 2000. godina).

Dendrokronološka istraživanja Levaniča i dr. (2010) na području Albanije, Poljanška i dr. (2012) na području Bosne i Hercegovine kao i istraživanja Levaniča i dr. (2012) na području Rumunjske gdje su razvili kronologiju radijalnog rasta posljednjih 396 godina u jedinoj prirodnoj sastojini i usporedili ju s drugim kronologijama u bližoj regiji (Bosna i Hercegovina, Crna Gora, Bugarska, Albanija, Grčka i Austrija) utvrdila su vrlo dobru do dobru podudarnost kronologija rasta i primjenjivost za regiju.

#### 1.4. Ciljevi i hipoteze istraživanja

Predmet istraživanja su stare sastojine crnoga bora prirodnog i umjetnog postanka, koje rastu na području Hrvatskog primorja, od grada Rijeke do sela Tribanj, u mediteransko-litoralnom vegetacijskom pojasu – submediteranskoj vegetacijskoj zoni i mediteransko-montanskom vegetacijskom pojasu – epimediteranskoj vegetacijskoj zoni.

Prirodne sastojine su nastale prirodnim pomlađivanjem. Umjetne sastojine ili šumske kulture su nastale krajem 19. i početkom 20. stoljeća, pošumljavanjem neobraslih šumskih zemljišta i popunjavanjem neobraslih dijelova zaštićenih degradiranih sastojina (branjevina). Danas su sve te crnoborove sastojine u dobi od 80 do 140 godina i predstavljaju prvorazredne objekte za šumskouzgojne analize i istraživanja silvidinamike u sredozemnom području.

Ciljevi istraživanja su u tim sastojinama ustanoviti:

1. strukturu, vitalitet i silvidinamiku,
2. ekološke prilike,
3. strukturu podrasta,
4. strukturu, kakvoću i razvoj pomlatka,
5. utjecaj svjetla na strukturu i razvoj pomlatka,
6. način obnove sastojina.

Postavljene su sljedeće hipoteze:

H1. Crni bor je vrsta drveća pogodna za pošumljavanje s obzirom na ekološke uvjete područja istraživanja.

H2. Crni bor osigurava progresivnu silvidinamiku.

H3. Stare sastojine imaju prijelazni silvidinamički karakter.

H4. Svjetlosne prilike u sastojini značajno utječu na gustoću i razvoj pomlatka klimatogene vrste drveća.

H5. Prirodna obnova sastojina može se ostvariti pod zastorom krošanja starih stabala.



## 2. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Područje istraživanja je Hrvatsko primorje, od grada Rijeke do sela Tribanj u Velebitskom podgorju. Istraživanjem su obuhvaćene stare sastojine crnog bora, starije od 80 godina. Sastojine su razlučene prema fitogeografskom položaju na one koje rastu u mediteransko-litoralnom vegetacijskom pojasu, submediteranskoj vegetacijskoj zoni i one koje rastu u mediteransko-montanskom vegetacijskom pojasu, epimediteranskoj vegetacijskoj zoni. Drugi kriterij podjele sastojina bio je njihov postanak. Razlučene su prirodne sastojine od umjetnih sastojina (šumske kulture). Treći kriterij su bili uvjeti osvjetljenja u sastojinama jer su pokusne plohe postavljene u uvjetima potpunog sastojinskog sklopa, prekinutog sklopa i na sastojinskom rubu. Četvrti kriterij je bio izostanak značajnijeg antropogenog utjecaja u posljednjih 20 godina u izabranim sastojinama.

Istraživanje je obavljeno u tri faze. Prva faza se odnosila na pripreme radove analize šumsko-gospodarskih planova za istraživano područje, povijesti pošumljavanja tog područja te analize digitalnih ortofoto snimaka. Područje istraživanja je pregledano kako bi se dobio što detaljniji uvid u stvarno stanje starih sastojina crnog bora i ispitala mogućnost odabira reprezentativnog uzorka sastojina u kojima će se postaviti pokusne plohe.

Druga faza je obuhvatila postavljanje pokusa na terenu što uključuje devet kombinacija pokusnih ploha. Ukupno je postavljeno 39 pokusnih ploha na kojima su obavljene sve potrebne izmjere i uzorkovanja.

Treća faza obuhvatila je obradu i usporedbu prikupljenih podataka te njihovu analizu.

## 2.1. Geografski položaj i reljef

Područje istraživanja je Hrvatsko primorje, od grada Rijeke do sela Tribanj u Velebitskom podgorju (Slika 11.). Hrvatsko primorje je tradicionalni naziv za priobalni pojas od ušća Rječine do Tribnja (zaselak Mandalina) u Velebitskom podgorju (dio Hrvatskog primorja). Nastao je u vremenu političke podijeljenosti hrvatskih zemalja, kada je to bio jedini dio priobalja u sastavu Hrvatske i Slavonije. Nakon I. svjetskog rata uključivao je i otoke Krk i Rab. Nakon II. svjetskog rata u geografskoj se literaturi naziv Hrvatsko primorje odnosio na cjelokupni priobalni pojas u granicama Hrvatske (*Sjeverno hrvatsko primorje*, obuhvaća Istru i Hrvatsko primorje u tradicionalnom smislu, i *Južno hrvatsko primorje*, obuhvaća Dalmaciju), (LZ 2013).



Slika 11. Smještaj Hrvatskog primorja u Republici Hrvatskoj (izvor: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

Reljef područja istraživanja vrlo je razveden, a riječ je o jugozapadnim padinama planinskih masiva Risnjaka, Velike Kapele i Velebita. Zapadnim dijelom dominira Grobničko polje na koje se spuštaju padine masiva Risnjaka s brojnim uvalama. Središnji dio područja se proteže ispod masiva Velike Kapele do Senja. Tu je karakterističan rasjed Vinodolske doline koji dijeli primorski grebenasti krški dio od područja visokog krša koji je prema srednjem dijelu omeđen liticom, a iznad tog pojasa nalazi se planinska terasa iznad koje je veliki broj glavica i udolina. Područje od Novog Vinodolskog do Senja karakterizira padina s mnoštvom glavica, vrtača i submediteranskih pašnjaka, a za istaknuti su dvije klisuraste drage (Tomišina draga i Vodna draga). Na tom su području osnovane prve šumske kulture crnog bora. Senjska Draga je granična zona između Kapelskog i Velebitskog masiva. Tu se Sjeverni Velebit strmo spušta prema moru, preko brojnih grebena i uvala. Što se ide južnije teren je vrljedniji i

škrapovitiji s više dubokih bujica (Rača, Duboka, Selinska draga). Južno od Svetog Jurja, osim općih karakteristika reljefa Velebita, može se uočiti i dvije paralelne skupine vrhova na nadmorskim visinama 1.000 – 1.200 m (Kita, Borov vrh, Budim, Plančica, Marin Brižak) i 1.400 – 1.600 m (Paljež, Opaljenik, Lisac, Rožanski vrh). Područje prve skupine vrhova je vegetacijska zona borovih sastojina. U Srednjem Velebitu vrletnost i škrapovitost dostiže svoje najslikovitije oblike i najizraženije je za cijelo područje istraživanja.

## 2.2. Klima istraživanog područja

Klima ili podneblje je prevladavajuće stanje vremena, kao i pravilnost ili nepravilnost pojavljivanja vremenskih tipova (Penzar i Penzar 2000). Klima ima jak utjecaj na vegetaciju, u smislu rasporeda i pojavnosti određenih biljnih vrsta. Klima djeluje na vegetaciju cjelovito, ali i njezine sastavnice poput svjetla, topline, vode, vlage i vjetra imaju zasebno manji ili veći utjecaj na vegetaciju. Klimatski čimbenici uvjetuju prostornu raspodjelu biljnih vrsta, kao i njihove životne procese.

Utjecaj šume na mikroklimu očituje se kroz ublažavanje temperaturnih ekstrema (minimume i maksimume), te smanjenje jačine i naleta vjetra, zadržavanje velike količine oborinske vode i zračne vlage, te smanjenje evaporacije i transpiracije. Povećanjem površina pod šumom povećava se i njezin utjecaj na klimu. Površina pod šumom ljeti povećava vlažnost zraka na okolnoj površini, a također smanjuje i štiti od imisijskih onečišćenja, zbog velike asimilacijske površine. Smanjenjem jačine i naleta vjetra šuma sprječava prekomjerno isparavanje i isušivanje okolnog tla kao i promjenu mikroklimе. Poznavanje klimatskih uvjeta vrlo je važno za pravilno upravljanje i gospodarenje prirodnim dobrima.

Klasifikacija klime provode se s ciljem lakšeg pregleda klimatskih podataka i usporedbe klime na različitim mjestima. Klima određenog područja se prema svojim obilježjima razvrstava u skupine. Najčešće upotrebljavane i najznačajnije klasifikacije klime dali su Köppen (1918, 1936) i C. W. Thornthwaite (1948). Köppen-ova klasifikacija temelji se na odnosu klime i vegetacije, a granice klimatskih tipova određene su na vrijednostima temperature i oborina. Klasifikacija prema C. W. Thornthwaite-u zasniva se na odnosu potencijalne evapotranspiracije i oborina, a tipovi su određeni indeksom vlažnosti

U radu je korištena Köppenova podjela klime koja se zasniva na slijedećem (Penzar i Penzar 2000):

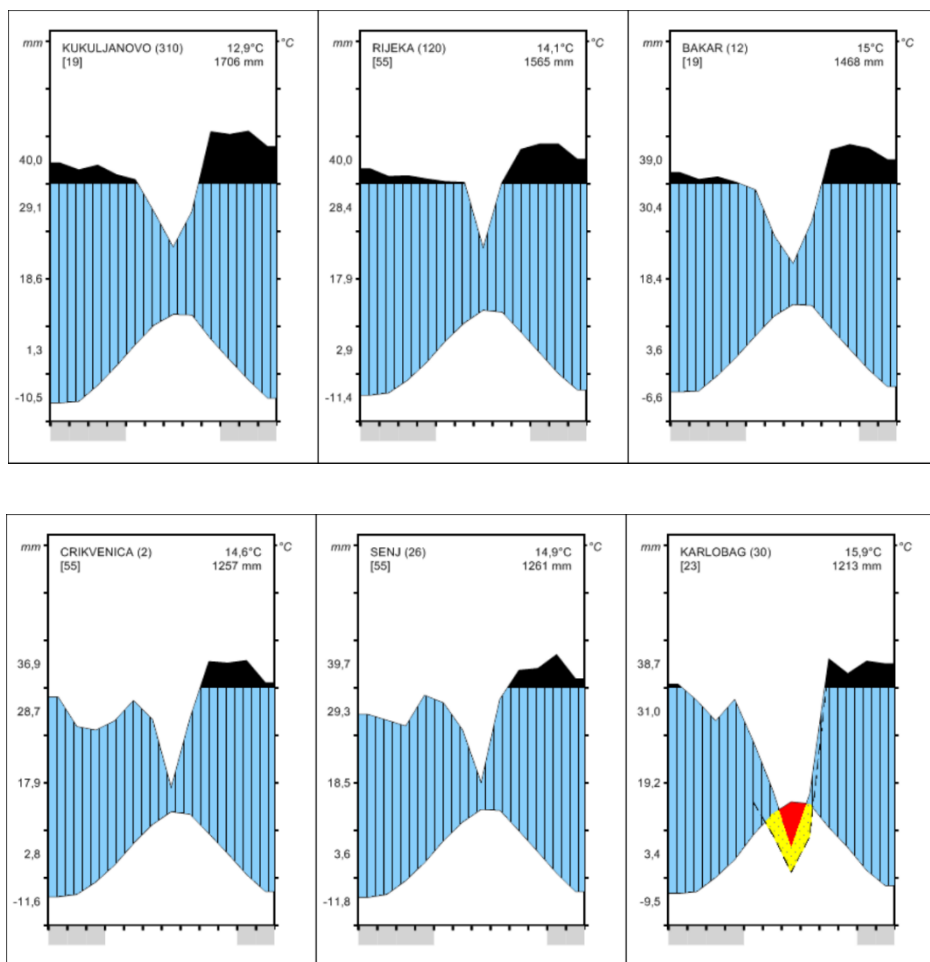
- klimatski se tipovi određuju na temelju brojčanih vrijednosti temperature zraka i količine oborine jer tih podataka ima najviše i najdulje se mjere. Uzimaju se srednje vrijednosti spomenutih elemenata po mjesecima iz dužeg razdoblja.
- uzimaju se u obzir bitne oznake godišnjeg hoda temperature i količine oborine.
- preglednost sustava temelji se na šest osnovnih tipova od kojih se pet određuje samo prema temperaturi. Osnovni se tipovi označuju velikim slovima. Za detaljniju podjelu klima služe dodatna slova kojih može biti više.

Područje Hrvatskog primorja najzastupljenije je klimom *Cfs's''a* (Penzar i Penzar 2000) koja je umjereno topla kišna, s vrućim ljetima i srednjom mjesečnom temperaturom iznad 22 °C. Zimsko kišno razdoblje je široko rascijepljeno u proljetni (travanj do lipnja) i jesenski zimski maksimum (listopad, studeni). Najsuši dio godine pada u toplo godišnje doba. Srednja godišnja temperatura kreće se između 12 i 15 °C, a prosječne godišnje oborine su između 1.200 i 1.600 mm.

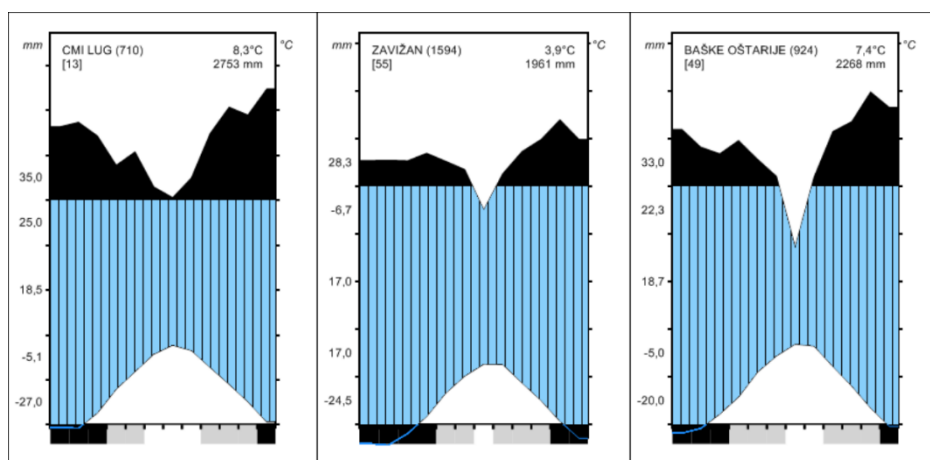
Na području istraživanja jak utjecaj zbog dominantnih vjetrova ima i klima *Cfs's''b* koja je umjereno topla, kišna. Nema sušnog razdoblja i oborine su jednoliko raspoređene tijekom godine, najsuši dio u godini pada u toplo godišnje doba. Maksimumu oborine u početku toplog dijela godine pridružuje se maksimum u kasnoj jeseni, koji je veći od prvog (Penzar i Penzar 2000). Ova klima karakteristična je za područje Gorskog kotara i Like, tj. sjeveroistočnije i više područje od Hrvatskog primorja (Seletković i Katušin 1992).

Za prikaz godišnjeg hoda temperature zraka i količine oborina korišten je klimatski dijagram prema Walteru (1955). Detaljni prikaz klime na istraživanom području dat je u klimatskim dijagramima (Slike 12. i 13.) i ružama vjetrova (Slika 14.) za meteorološke postaje Crni Lug (2003. – 2015.), Kukuljanovo (1997. – 2015.), Bakar (1997. – 2015.), Rijeka (1961. – 2015.), Crikvenica (1961. – 2015.), Senj (1961. – 2015.), Karlobag (1993. – 2015.), Baške Oštarije (1962. – 2010.) i Zavižan (1961. – 2015.). Klimadijagrami za odabrane meteorološke postaje rađeni su u programskom paketu *KlimaSoft 2.1.*, a podaci za navedene klimadijagrame i ruže vjetrova, kao i klimatološke pokazatelje (Tablica 2.) dobiveni su iz Državnog hidrometeorološkog zavoda u Zagrebu.

Na području koje pripada epimediteranskoj vegetacijskoj zoni nema klimatoloških stanica tako da se procjena klime može vršiti interpolacijom podataka tih dvaju područja.



Slika 12. Klimadijagrami meteoroloških postaja na području koje pripada submediteranskoj vegetacijskoj zoni



Slika 13. Klimadijagrami meteoroloških postaja na području kontinentalne klime

Tablica 2. Klimatološki pokazatelji za meteorološke postaje u Hrvatskom primorju

Meteorološka postaja	Klimatska formula po Koppenu	Tip klime prema Koppenu	Langov kišni faktor		E. de Martonneov indeks aridnosti (1926.)		Stupanj kontinentalnosti (k)		Pluviotermički kvocjent (L. Emberger, 1932.)
			Iznos LKf	Opis LKf	Indeks aridnosti	Stanje aridnosti	Iznos (k)	Opis (k)	Pluviotermički kvocjent (Q)
Crni Lug	Cfwbx"	Umjereno topla kišna klima	332,34	perhumidna	150,6	humidna	48,15	Kontinentalna klima	459,59
Kukuljanovo	Cfvax"	Umjereno topla kišna klima	132,09	humidna	74,4	humidna	43,46	Kontinentalna klima	201,88
Rijeka	Cfvax"	Umjereno topla kišna klima	111,23	humidna	65	humidna	38,71	kontinentalna klima	196,04
Bakar	Cfvax"	Umjereno topla kišna klima	97,58	humidna	58,6	humidna	41,42	kontinentalna klima	161,07
Crikvenica	Cfvax"	Umjereno topla kišna klima	86,40	semihumidna	51,2	humidna	39,64	Kontinentalna klima	154,08
Senj	Cfvax"	Umjereno topla kišna klima	84,54	semihumidna	50,6	humidna	39,34	Kontinentalna klima	149,14
Karlobag	Csa	Umjereno topla kišna klima	76,22	semihumidna	46,8	humidna	43,61	Kontinentalna klima	127,72
Baške Oštarije	Cfvbx"	Umjereno topla kišna klima	306,45	perhumidna	130,3	humidna	42,98	Kontinentalna klima	480,15
Zavižan	Dšbx"	Snježno šumska (borealna) klima	506,06	perhumidna	141,3	humidna	21,36	Prijelazna maritima klima	327,30

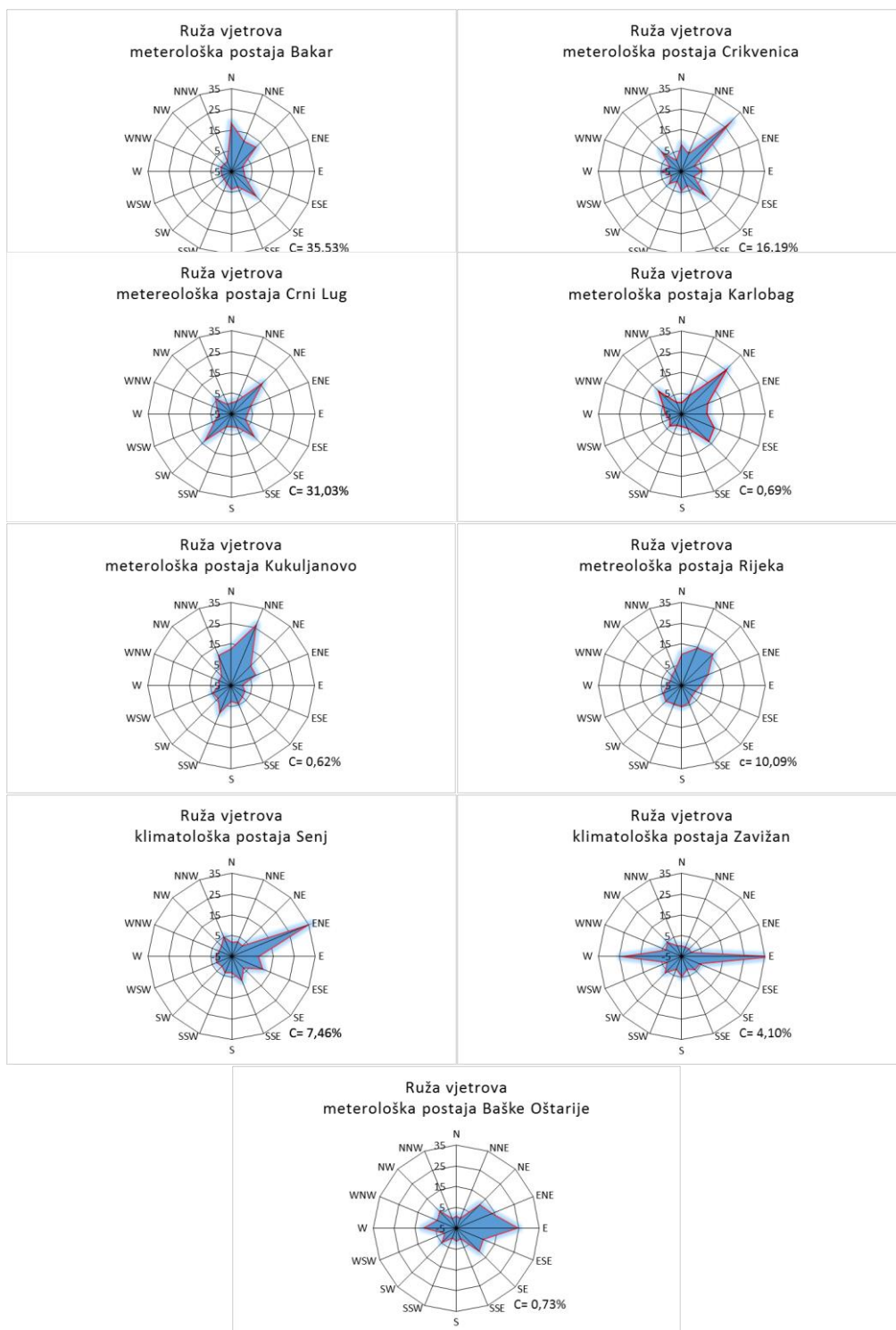
Vjetar je, uz temperaturu i oborine, na području Hrvatskog primorja sigurno jedan od bitnijih čimbenika osobito s obzirom na izravan i neizravan utjecaj na vegetaciju. Kao sinekološki čimbenik može dvojako djelovati na vegetaciju. Njegova pozitivna uloga je u oprašivanju cvjetova i raznošenju sjemena biljaka, a negativno utječe uzrokujući deformiranost krošanja, isušivanje i odnošenje tla, izazivanje posolice, lomljenje i izvaljivanje tla, te kidanje pupova, cvjetova i plodova (Vukelić i Rauš 1998). Negativno djelovanje vjetra na krošnje posebno je vidljivo na našim planinskim prijevojima Gornje Jelenje (898 m n. v.), Vratnik (698 m n. v.), Oltari (1.018 m n. v.) i Baške Oštarije (919 m n. v.). Dominantni vjetrovi u Hrvatskom primorju s obzirom na jačinu i učestalost su bura i jugo. Bura pripada hladnim silaznim vjetrovima, a puše na obalama uz koje gorski lanac dijeli topliji zrak nad morem od hladnoga nad kopnom. Vučetić i Vučetić (2002) opisuju buru kao hladan, jak i mahovit vjetar koji puše uzduž istočne obale Jadrana iz sjeveroistočnog kvadranta tijekom cijele godine. Najjača je podno visokih primorskih planina, niz koje se hladan zrak obrušava prema moru. Bura je češće i jača u hladnom dijelu godine. Bura najčešće nastaje kada hladan zrak iz unutrašnjosti kontinenta prodire na Jadran. Prelaskom planinske prepreke u zraku se zbivaju dinamički procesi koji daju zračnoj struji prepoznatljiv karakter bure. Takvu cirkulaciju uvjetuje visoki tlak na sjeveroistoku Europe i niski tlak na Sredozemlju. S meteorološkog gledišta razlikuje se ciklonalna ili „škura bura“ i anticiklonalna bura ili „vedra bura“. Uz buru vezano je i stvaranje posolice. Udaranjem zraka o more bura stvara površinske valove sa čijih vrhova vjetar odnosi mnoštvo sitnih kapljica. Ta se pojava zove morski dim.

Uz buru na Jadranu se ističe i jugo ili široko. Ovaj vjetar je umjeren, jak ili olujan. Duž većeg dijela obale ima jugoistočni smjer. Ciklonalno jugo je vlažan, te donosi na moru i

otocima prolazne kišne pljuskove, a na primorskim obroncima planina obilnu kišu, a posebice na Risnjačkom masivu, Velebitu i Biokovu. Postoji i suho jugo (jugoistočnjak bez kiše) koje veoma isušuje tlo (anticiklonalno jugo). Po postanku jugo može biti dio opće južne, jugoistočne ili jugozapadne zračne struje koja zahvaća mnogo veće područje nego što je Jadran, te koji put dolazi čak iz sjeverne Afrike.

Udjeli smjerova puhanja vjetra u Hrvatskom primorju prikazani su ružama vjetra (Slika 14.) za meteorološke postaje na širem području istraživanja.



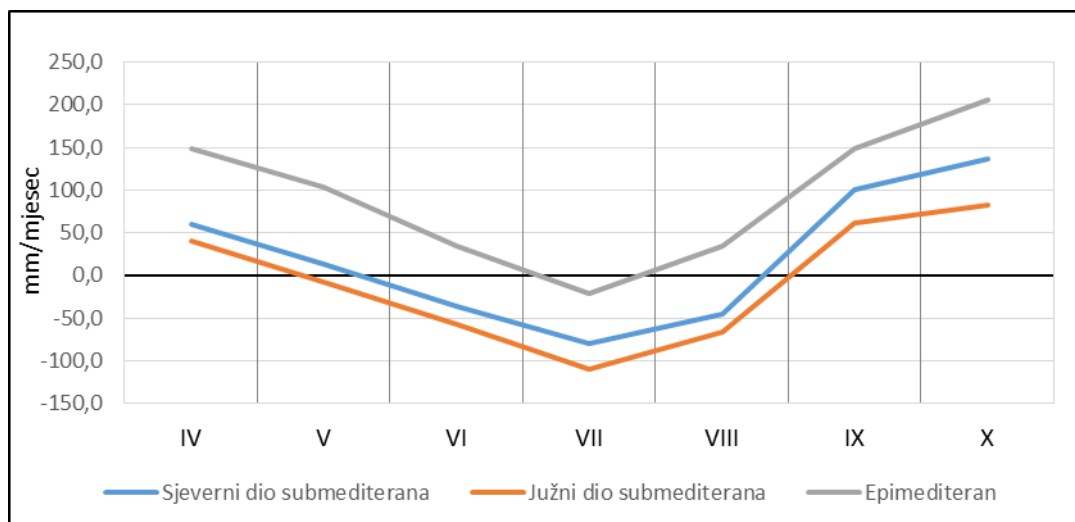


Slika 14. Ruže vjetrova za meteorološke postaje istraživanog područja

Promatrajući količinu oborina na području istraživanja glavna obilježja su dva maksimuma i dva minimuma oborina. Veći maksimum je u jesen, dok je manji maksimum u kasno proljeće. Jači minimum oborina je u ljeto, a slabiji u zimi. Ovakav režim oborina govori nam o manjku vode u vegetacijskom razdoblju. Najvažnije količine oborina za vegetaciju su

one koje padnu u vegetacijskom razdoblju, od travnja do listopada (Vukelić i Rauš 1998) te imaju osnovnu važnost za opstanak šumskih fitocenoza.

Jedan od pokazatelja dostupne vode biljkama je i razlika između količine oborina i potencijalne evapotranspiracije. Potencijalna evapotranspiracija (PE) rađena je po Thornthwaitu (1948) u programskom paketu *KlimaSoft 2.1.* koja za bitnije parametre uzima prosječnu dnevnu temperaturu, trajanje dnevnog svijetla i godišnju prosječnu temperaturu. Negativna razlika potencijalno dostupne vode u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni prisutna je samo u srpnju (1 mjesec), u sjevernom dijelu submediteranske vegetacijske zone (sjevernije od Crikvenice) od lipnja do kolovoza (3 mjeseca), dok južni dio submediteranske vegetacijske zone (južnije od Crikvenice) ima negativnu razliku od svibnja do kolovoza (4 mjeseca), (Slika 15.).



Slika 15. Razlika prosječnih oborina i prosječne evapotranspiracije po mjesecima vegetacijskog razdoblja (mm)

## 2.3. Geološke i pedološke značajke

### 2.3.1. Geološke značajke istraživanog područja

Matični supstrat je glavni pedogenetski čimbenik i o njemu ovise mnoga svojstva tla, u prvom redu dubina, fizička svojstva, mineralni i kemijski sastav, kao i pravac razvoja tla (Pernar 2017). Područje istraživanja pripada zoni vanjskih Dinarida i uglavnom je građen od karbonatnih stijena gdje je moguć razvoj krškog reljefa. Stijene Hrvatskog primorja nastale su geološki gledano u okviru mezozojske karbonatne platforme ili kao produkt njezinog kasnijeg razaranja. Većinu stijena čine karbonatne stijene vapnenci i dolomiti, odnosno njihovi derivati konglomerati i breče. U sjevernom priobalju Riječkog zaljeva zastupljeni su dolomiti. Za dolomite je vezano područje Kastavštine, sjeverno od Grobničkog polja što dolazi do izražaja u dubokim vododerinama i obilnim nanosima šljunka. Nastali su intenzivnim trošenjem te ispiranjem viših dolomitnih padina u doba pleistocenskog razdoblja.

Preko mezozojske-paleogene vapnenačke osnove nataložene su nepropusne naslage paleogenog fliša (lapor, glinci i pješčenjaci) koji je najčešće u reljefu snižen. Smjena vapnenca i flišnih pojasa značajna je za područje Vinodolske doline, otoka Krka i nastavlja se u sastavu Raba i posebno Paga. Usporedni grebeni i udoline uvjetovani su smjenom vapnenaca i fliša.

Izbijanje vulkanskih porfirita i preko njih flišnih trijaskih naslaga iz karbonatnih sedimentata u vršnom dijelu Senjske drage izuzetna je posebnost, a slična pojava je u području Fužina. Prvi puta ovu pojavu spominje Tučan (1907) kao porfit, potom Koch (1932) nazvavši ga dijabaznim porfiritom, zatim Marić (1936) imenujući ga amfibolskim porfiritom. U kontaktnom dijelu sa sedimentnim stijenama nisu utvrđene metamorfne stijene, jer je kontakt rasjedni. Hidrološka uloga tih naslaga i diferencirani erozijski proces određeni su u reljefnoj slici (Zebeć i dr. 2011).

### 2.3.2. Pedološke značajke istraživanog područja

Kao najznačajniji biotski čimbenik razvoja tla (pedogeneze) zbog proizvodnje organske tvari i mobilizacije mineralnih spojeva nameće se vegetacija. Vegetacija je u najvećoj mjeri ovisna o klimi, prenoseći tako njezin utjecaj na tlo, a posredno utječe na procese u tlu, modificirajući klimu (Pernar 2017). Vegetacija utječe uz pomoć faune i mikroorganizama na humusno-akumulativni sloj, biološku migraciju u tlu, vodni režim u tlu,

a i štiti tlo od erozije. Biljke crpe veliku količinu svojih hranjivih sastojaka iz tla, a manje iz vode i zraka tako da tlo i geološka podloga na kojoj nastaje imaju veliki utjecaj na razvoj i stabilnost šumskih ekosustava (Bertović i Martinović 1987).

Mayer (1992) navodi kako su tla primorskog krša Hrvatske nezamjenjivo prirodno bogatstvo koje treba maksimalno zaštititi od oštećenja erozijom. Radi toga je važno održavanje autohtone šumske vegetacije i pošumljavanja. Razvedena površinska plastika s jakom energijom reljefa, većom količinom oborina, jakim vjetrovima i insolacijom usmjerava pedogenezu prema inicijalnim razvojnim stadijima. U strukturi zemljišnog pokrova prevladavaju skeletom bogata tla crnice, rendzine, plitka smeđa i crvenica, a rjeđe su zastupljeni luvisoli. Površinska kamenitost i stjenovitost često pridonosi niskim ocjenama proizvodnosti površine, što se negativno odražava na uključivanje kamenjara u pošumljavanja. Na primorskom području napuštanje obradivih površina i terasa od poljodjelstva omogućuje širenje autohtone vegetacije na tla visoke plodnosti. Brojne borove šumske kulture uspješno melioriraju tla kamenjara, ali su posebno izložene požarima nakon kojih se bitno smanjuje sadržaj organske tvari u tlu, mijenja se kemizam, uništena je prostirka, povećava se sadržaj gline i otvara put eroziji (Martinović i Kovačević 1984).

Na području istraživanja prevladavaju skeletna i skeletoidna tla koja se odlikuju velikom zastupljenošću kamenih čestica i kamenja većeg i od 20 cm promjera. Iako je kameni agregat značajno zastupljen ima i prilično tla između kamenja. Količina tla nam određuje i sastav i vitalnost šumske zajednice.

Opis tipova tala na istraživanom području preuzet je iz Pernar (2017).

Odjel A. Automorfna tla; Klasa I. Nerazvijena tla

### **Kamenjar (Litosol); (A)-R**

„To je tlo karakteristično za uvjete u kojima se producira plitki (u pravilu <20 cm) skeletni detritus (in situ), ispod kojeg se nalazi čvrsta stijena. Pedogeneza je obilježena dominantno fizičkim trošenjem stijene i erozijom sitnih čestica u ekstremnim klimatskim uvjetima visokogorskog i pretplaninskog ili pak submediteranskog i mediteranskog područja, pa je akumulacija humusa između skeletnih fragmenata vrlo slaba i/ili sporadična.

Takvo je tlo vrlo propusno za vodu i beznačajnog je sorpcijskog kapaciteta, pa stoga ima vrlo malu ili neznatnu plodnost. Ono je bez gospodarskog značaja, a zahtjeva specifičan

pristup u gospodarenju okolišem, osobito u vezi sa zaštitom okoliša, uređenjem krajobraza i dr.

U Hrvatskoj su litosoli relativno slabo zastupljeni. U Hrvatskom primorju za neke litosole karakteristična je zajednica *Chrysopogonetum grilli* (Gračanin 1951).

Martinović (2003) smatra da kod ovih tala sadnju borova i drugih pionirskih vrsta treba zbog nepovoljnih svojstava obavezno obavljati u jesen. Prednost je ta da ova tla nikada u prostoru ne dolaze zasebno, već u mozaiku sa smeđim tlom (kalkokambisolom), vapneno dolomitnom crnicom (kalkomelanosolom) ili crvenicom.“

### **Sirozem (Regosol); (A)-C ili (A)-C-R**

„Takovo tlo nastaje na stijenama koje trošenjem daju fini detritus, rastresiti supstrat bez skeleta. Može nastati erozijom starijeg tla, kao i inicijalnim pedogenetskim procesom. C-horizont ovdje predstavlja ekološki prihvatljivu sredinu za više biljke, koje također mogu pospješiti mehaničko trošenje stijene, a s druge strane humizacijom potiču razvoj tla prema višem razvojnog stadiju. Daljnji napredak pedoevolucije može biti onemogućen ili usporen klimatskim i/ili antropogenim utjecajem. Neposredni klimatski utjecaj manifestira se u intenzivnom fizičkom trošenju stijena ili poticanju erozijskih procesa.

U Hrvatskoj su najrasprostranjeniji silikatno-karbonatni sirozemi na laporu i njemu srodnim sedimentima (fliš) u području Istre, uzduž jadranske flišne geosinklinale i u Hrvatskom zagorju. Osim u šumarstvu, nerijetko se koriste i u poljoprivredi (vinogradi, maslinici, povrtne kulture i dr.), a ako nisu pokriveni vegetacijom, vrlo su podložni eroziji.“

### **Koluvijalno tlo (Koluvium); (A)-C**

„Koluvijalno tlo vezano je uz podnožja strmijih padina, gdje se zbog gravitacijske i/ili bujične erozije akumulira materijal prenesen niz padinu, tako da se može reći da je to u potpunosti reljefom uvjetovano tlo. Tako akumulirani materijal je nesortiran ili vrlo slabo sortiran, a fragmenti skeleta su nezaobljeni. Kako se erozijom periodični nanosi novi materijal, nema uvjeta za razvoj humusno-akumulativnog horizonta. Matični supstrat je zapravo erodirani materijal i o njegovim svojstvima u potpunosti ovise svojstva tog tipa tla. Koluvijalni nanosi mogu biti različite debljine, od nekoliko centimetara, pa do više od 10 m, a priroda nanosa i njegova debljina ključni su za izdvajanje podtipova. Varijeteti se izdvajaju

prema udjelu skeleta u nanesenom materijalu, prema pojavnosti sortiranja materijala i prema redoks-procesima u njemu.

Koluviji su tla s najširim spektrom značajki i najširim mogućim rasponom plodnosti. To može biti tlo različite teksture, kemizma i vodno-fizičkih svojstava. Nerijetko je to vrlo plodno tlo, osobito na krškom području. Ilovasti koluviji su tla vrlo pogodna za poljoprivredu. Najniže plodnosti su koluviji s obiljem skeleta i distrični pjeskoviti koluviji. U području krša pojavljuje se i najnepogodniji koluviji za biljnu proizvodnju, a to su vrlo skeletni koluviji točila.“

Odjel A. Automorfna tla; Klasa II. Humusnoakumulativna tla

### **Vapnenačko-dolomitna crnica(Kalkomelanosol); A-R**

„U starijim klasifikacijama to se tlo nazivalo planinskom crnicom. Razlog je tomu tamna boja tla i njegova visoka zastupljenost upravo u gorskom području. To je karakteristično za „tvrde“ i „čiste“ vapnence i dolomite, pretežno na reljefu koji pogoduje eroziji (bilo eolskoj ili vodnoj).

Prema definiciji (Škorić 1986) to je tlo čija dubina ne prelazi 30 cm, ima molični (Amo) ili organski horizont koji leži neposredno na tvrdom i čistom vapnencu ili dolomitu. Iznad humusnoakumulativnog horizonta može se javiti i organski horizont, a ispod i kambični horizont koji je tanji od A-horizonta. To je nekarbonatno tlo, vrlo bogato humusom, tamnosmeđe do crne boje.

Ona je primarni razvojni stadij tla na tim stijenama, na kojima je zastupljena ne samo u gorskim područjima već, ovisno o konstelaciji pedogenskih čimbenika, i u drugim područjima gdje na goljoj stijeni započinje pedoevolucijski ciklus. Razvoj tla na goljoj stijeni vapnenca i dolomita započinje naseljavanjem lišajeva, zatim mahovina, travne vegetacije, grmlja itd., što je praćeno akumulacijom humusa, zatim stvaranjem organomineralnih kompleksa.

To je tlo manjim dijelom zastupljeno u makiji i submediteranskoj šikari (tu je zastupljena osobito ocrveničena crnica), a većinom u gorskom i pretplaninskom području u bukovim i smrekovim šumama, kao i u području klekovine bukve i bora, gorskih pašnjaka i planinskih rudina. U Hrvatskoj je mozaično rasprostranjeno na cijelom području krša, najviše u visokogorskim predjelima. Najviše je zastupljen podtip organomineralne crnice.

To je tlo nepogodno za poljoprivredu, kako zbog njegove plitkoće, tako i zbog stjenovitosti zemljišta i/ili skeletnosti tla, a ograničeno je pogodno za gospodarsku šumu. U gorskom području na organogenim i organomineralnim crnicama javljaju se zajednice klekovine bora i bukve, pretplaninske smreke, na posmeđenim i organomineralnim crnicama zajednica pretplaninske bukve, bukve i jele, zatim crnog graba, crnog jasena i hrasta medunca, a na ocrveničenim crnicama zajednica medunca i bjelograbića.

Prema Martinoviću (2003) s obzirom na pedofizikalna svojstva ovog tla pri pošumljavanju preporuča se u iskopane sadne jame donijeti sitnica kako bi uspjeh primitka sadnog materijala bio veći. Posebno se to odnosi na južne i zapadne ekspozicije koje treba pošumljivati u jesen.“

### **Rendzina; A-AC-C ili A-AC-C-R**

„Rendzina je tlo za koje su karakteristični rastresiti karbonatni supstrati ili čvrste karbonatne stijene koje fizičkim trošenjem ostavljaju karbonatni detritus (regolit). Takvi supstrati su les i lesoliki sedimenti, lapor i laporoviti vapnenci, litavci i litotamnijski vapnenci, sedra, fluvioglacijski sedimenti i saharoidni (pržinasti, kristalični) dolomit.

Rendozine su zastupljene u različitim bioklimatskim uvjetima, a njihovu razvoju najviše pogoduje aridna klima, u kojoj je neznatna debazifikacija i daljnja evolucija tla. Pedogeneza rendzine obilježena je u prvom redu karbonatnim rastresitim supstratom ili fizičkom trošinom karbonatne stijene i akumulacijom zrelog humusa povezanog u organomineralne komplekse (kalcijevi humati, humusno-glineni kompleks). Struktura je pretežno mrvičasta, a agregati su stabilni.

Rendzina je u Hrvatskoj rasprostranjena na cijelom području krša. Tu prevladava podtip na dolomitu. Visoko je zastupljen i podtip na flišnoj seriji, osobito u Hrvatskom zagorju, Istri i Dalmaciji. U području središnje Hrvatske i dijela slavonskog gorja rendzine su razvijene na lesolikim sedimentima pjeskovito-ilovaste i ilovaste prirode.

Rendzina na dolomitu je najzastupljeniji podtip rendzine u Hrvatskoj. Kad se radi o dubljem profilu, pretežno je u funkciji poljoprivredne proizvodnje (oranice, travnjaci), a one plićeg profila su pod šumom. Te rendzine također se vrlo hranjiva tla, a zbog karbonatnosti oskudijevaju s biljci dostupnim fosforom. Limitirajući čimbenik plodnosti tih rendzina u šumarstvu je nepovoljan vodni režim, osobito kad se radi o plitkim rendzinama na dolomitu.

U brdskom i gorskom području mogu se prepoznati po specifičnom krajoliku, odnosno endomorfološkim posebnostima samog tla. To su u pravilu zaobljene forme reljefa, bez stjenovitosti, a šuma je, osobito na prisojnim ekspozicijama, slabog uzrasta. Vrlo plitke rendzine na dolomitu glavni su čimbenik specifične kompozicije biljnih vrsta u vidu šumske zajednice kao što je šuma crnog bora i običnog bora s kukurijekom (*Helleboro-pinetum*).“

Odjel A. Automorfna tla; Klasa III. Kambična tla

### **Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (Kalkokambisol); A-(B)rz-R**

„Takvo tlo razvija se isključivo na tvrdim i čistim vapnencima i dolomitima, na što upućuje i njegov naziv. Radi se o vapnencima i dolomitima koji imaju manje od 2% (obično manje od 1%) netopljivog ostatka, koji se kao rezidualni supstrat uključuje u građu tla. Razvoj tla otapanjem CaCO<sub>3</sub> iz vapnenca teče vrlo sporo, tako da su ta tla velikom dijelom reliktna prirode, odnosno postankom su vezana za paleoklimatske uvjete. Danas se kalkokambisol može naći u različitim bioklimatima, pod različitom šumskom ili travnom vegetacijom.

Kalkokambisol je jedno od najzastupljenijih tipova tala u Hrvatskoj, a nedvojbeno je najzastupljenije tlo na kršu i najzastupljenije tlo u šumskim ekosustavima. Rasprostranjeno je na dinarskom kršu i na vapnencima Slavenskog gorja, Medvednice i Ivančice.

Jedini limitirajući čimbenik plodnosti tog tla su plitkoća i skeletnost. Na području krša to je tlo nerijetko u poljoprivrednom načinu korištenja zemljišta (povrtlarstvo, voćarstvo, travnjaci). Njegova dubina i skeletnost vrlo su varijabilni, a ovise o prirodi stijena (gromadasta ili uslojena građa, debljina slojeva, položaj slojeva ovisno o tektonici, radi li se o vapnencima ili dolomitima, odnosno dolomitiziranim vapnencima itd.). Dakako da na dubinu utječe i erozija. O eroziji i o prirodi stijena ovisi i stjenovitost zemljišta, što sve utječe na način korištenja zemljišta. Dubina tog tla rijetko prelazi 60 cm, a prijelaz u stijenu je oštar i većinom vrlo neravan, tako da su prisutne velike razlike u dubini na malim udaljenostima („džepovi“).“

Prema Martinoviću (2003) kalkokambisol je najrasprostranjenije šumsko tlo u Hrvatskoj i zauzima oko 17 % površine kopna Republike Hrvatske.



## **Crvenica (Terra Rossa); A-(B)rz-R**

„Ovo je tlo dobilo naziv po crvenoj boji (B)-horizonta, zbog visokog udjela hematita. Radi se o talijanskom nazivu prihvaćenom u južnoeuropskim zemljama i ne odnosi se na crvena tla tropa (lateritna tla); idejna je paralela varijanti kalkokambisola koji se u južnoeuropskim zemljama zvala *terrafusca* (za razliku od crvenice radi se o tlu žutosmeđe boje).

Crvenica se kao i kalkokambisol, razvija na tvrdim i čistim vapnencima, ali u aridnijem bioklimatu. Pokazalo se da vapnenci na kojima se razvija crveno tlo imaju u reziduumu molekularni odnos  $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3 < 2$ , a smatra se da taj ostatak često predstavlja glinu starih tala, uklopljenu u marinske sedimente. Bioklimati recentnog razvoja crvenice (najbolji primjer je prostor Sredozemlja) imaju temperaturni srednjak  $>12\text{ }^\circ\text{C}$  i oborinski srednjak  $>1200\text{ mm}$ , s izrazito sušnim ljetom. Prirodna vegetacija je makija hrasta crnike i šikara medunca i bjelograbića. U takvim bioklimatskim uvjetima, uz dobru drenažu, karakterističan proces je rubifikacija (dehidracija i kristalizacija oksida željeza).

Crvenica je široko rasprostranjeno tlo hrvatskog dinarskog krša, a osobito u Istri, gdje je dominantno tlo. To je tlo u prosjeku dublje od kalkokambisola, ima tanji A-horizont, koji pod šumskom vegetacijom može dostići debljinu do 15 cm.

Crvenice su tla prosječno veće plodnosti nego kalkokambisol. Glavni je razlog prosječno veća dubina i s tim u vezi i manja skeletnost. Dublje crvenice mediteranskog i submediteranskog područja pretežno su privedene poljoprivredi, tako da su pod šumom pretežno plitke i skeletne crvenice.“

## 2.4. Vegetacija istraživanog područja

Fitogeografski gledano istraživano područje Hrvatskog primorja nalazi se u mediteranskoj vegetacijskoj regiji kojoj pripadaju termofilne zimzelene i listopadne šume jadranskog područja. Raščlanjeno je u dva vegetacijska pojasa i zone:

1. mediteransko-litoralni pojas
  - a) submediteranska vegetacijska zona (do 400 m nadmorske visine)
2. mediteransko-montanski pojas
  - b) epimediteranska vegetacijska zona (iznad 400 m nadmorske visine)

Ova raščlamba posljedica je klimatskih odnosa u mediteranskoj regiji, a navodi se kako granica između termofilne listopadne i vazdazelene vegetacije u primorskom, naročito priobalnom dijelu istočnojadranskog primorja nije oštra nego je to jedno prijelazno područje (Trinajstić 1986, 1995, 1998; Rauš i dr. 1992; Vukelić 2012).

Za područje Hrvatskog primorja značajno je napomenuti da je zbog utjecaja bure pod utjecajem eurosibirsko-sjevernoameričke regije (Vukelić i Rauš 1998).

Područje submediteranske zone proteže se visinski do 350 m nadmorske visine. S ekološkog gledišta submediteranska vegetacijska zona ima veću količinu oborina (oko 1.200 mm) i niže temperature (12 – 14 °C) od ostalih zona u svom vegetacijskom pojasu. Najvažnije edifikatorske vrste su bijelograbić (*Carpinus orientalis*) i hrast medunac (*Quercus pubescens*), a temeljna šumska zajednica je šuma hrasta medunca i bijelog graba (*Quercus-carpinetum orientalis*), (Vukelić i Rauš 1998).

Područje epimediteranske vegetacijske zone proteže se u visinskoj zoni iznad 300 m nadmorske visine, na kontinentalnom području sjevernog Jadrana. Glavna sociološka vrsta drveća je crni grab (*Ostrya carpinifolia*), dok je edifikator kao i u submediteranskoj zoni hrast medunac (*Quercus pubescens*). Epimediteransku zonu ekološki odlikuju prosječne količine oborina iznad 1.400 mm, temperature niže nego u submediteranskoj zoni, a i snijeg je čest, ali se ne zadržava dugo na tlu. Temeljna šumska zajednica u epimediteranskom pojasu je šuma hrasta medunca i crnog graba (*Ostryo-Quercetum pubescentis*), (Vukelić i Rauš 1998).

Na području istraživanja kao reliktno crnoborove šume Dinarida pojavljuju se šuma crnog bora s krestušcem (*Chamaebuxo-Pinetum* Ht. 1956; kasnije *Euphorbio triflorae-*

*Pinetum nigrae* Trinajstić 1999) i šuma crnog bora s dunjaricom (*Cotoneastro-Pinetum nigrae* Ht. 1938) koja su kao zajednice sveze *Orno-Ericion* Ht. 1956 srodne sa zajednicama raširenim po Alpama (Vukelić i Rauš 1998).

Lokalno, na području iznad Bribira i Drivenika, pojavljuje se azonalna zajednica šume jele i crnog graba (*Ostryo-Abietetum* (Kušan 1964) Trinajstić 1983), a u graničnoj zoni između mediteranske i eurosibirsko-sjevernoameričke vegetacijske regije, pojavljuje se zajednica paramediteranske vegetacijske zone šuma bukve i jesenske šašike (*Seslerio-Fagetum sylvaticae* (Horvat 1950) M. Wraber 1960).

Sintaksonomski pregled šumskih zajednica u Hrvatskom primorju

Razred *Quercio-Fagetea* Braun-Blanquetet Vlieger 1937

Red *Quercetalia pubescentis* Braun-Blanquet (1931) 1932

Sveza *Ostryo-Carpinion orientalis* I. Horvat (1954) 1959

As. *Quercio pubescenti-Carpinetum orientalis* Horvatić 1939

As. *Ostryo-Quercetum pubescentis* (Horvat 1950) Trinajstić 1979

As. *Ostryo-Pinetum nigrae* Trinajstić 1998

Red *Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928

Sveza *Aremonio-Fagion* (Ht. 1938) Töreketal. 1989

As. *Seslerio-Fagetum sylvaticae* (Horvat 1950) M. Wraber 1960

Razred *Erico-Pinetea* I. Horvat 1959

Red *Erico-Pinetalia* I. Horvat 1959

Sveza *Fraxino orni-Ericion* I. Horvat 1958

As. *Euphorbio triflorae-Pinetum nigrae* Trinajstić 1999

As. *Cotoneastro-Pinetum nigrae* I. Horvat 1938

Opis šumskih zajednica na istraživanom području preuzet je iz Vukelić i dr. (2011).

### **Šuma hrasta medunca i bijelog graba (*Quercio-Carpinetum orientalis* Horvatić 1939)**

„Šuma hrasta medunaca i bijelog graba najznačajnija je klimatskozonska šumska zajednica submediteranske zone priobalnog pojasa sjevernoga Hrvatskog primorja, većega dijala Istre izgrađenoga od vapnenca, k Velebitu izloženih strana sjevernojadranskih otoka te sjevernoga dijela Ravnih kotara i dijela Dalmacije. Tu čini rijetko suvisle proizvodne šumske sastojine. Uglavnom se prostiru velike površine različitih degradacijskih stadija. Razlozi su u

stoljetnom iskorištavanju ovih šuma za ogrjev i druge potrebe ili površina za pašarenje. No danas su ti negativni utjecaji mnogo manji pa se najveći dio šuma nalazi u progresiji.

Zajednica raste na crnicama i crvenicama povrh vapnenaca u uvjetima umjereno tople i perhumidne klime. Od drveća osim medunca i bijelog graba važni su crni jasen, maklen, cer, oskоруša te lokalno kod Karlobaga kopriović (*Celtis australis*). U sloju grmlja najčešće su vrste: *Coronilla emeroides*, *Cotinus coggygria*, *Paliurus spina-christi*, *Colutea arborescens*, *Prunus mahaleb*, *Cornus mas*, *Chamaecytisus hirsutus*, *Prunus spinosa*, *Clematis vitalba*, *Rubus ulmifolius* i druge. Od prizemnog rašća najznačajnije su svojstvene i razlikovne vrste asocijacije i sveze *Ostryo-Carpinion orientalis*: *Asparagus acutifolius*, *Ruscus aculeatus*, *Carex halleriana*, *Dictamnus albus*, *Satureja montana*, *Veronica spicata*, *Bromus erectus*, *Sesleria autumnalis*, *Trifolium rubens*, od vrsta reda *Quercetalia pubescentis*: *Clinopodium vulgare*, *Silene italica*, *Tamus communis*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Viola hirta*, *Melittis melissophyllum*, *Geranium sanguineum*, te od ostalih, šire rasprostranjenih vrsta: *Dactylis glomerata*, *Teucrium chamaedrys*, *Brachypodium pinnatum*, *Buphtalmum salicifolium*, *Hedera helix*, *Galium mollugo* i druge. Iz flornoga sastava vidljiva je osebjnost ove asocijacije u okviru opisanih sistematskih kategorija, te uža povezanost s eumediteranskim zajednicama razreda *Quercetea ilicis* Braun-Blanquet 1947, i to posebno u donjem dijelu areala koji se nadovezuje na areal zajednice *Fraxino orni-Quercetum ilicis*. U gornjem (višem) dijelu areala značajnije pridolaze listopadne vrste koje vežu ovu asocijaciju *Ostryo-Quercetum pubescentis*. Za bolje razumijevanje važno je napomenuti da je ova zajednica bila opisivana i pod nazivom *Carpinetum orientalis croaticum* i *Quercus lanuginosa-Carpinus orientalis* (Horvatić 1939).“

**Šuma hrasta medunca i crnog graba** (*Ostryo-Quercetum pubescentis* (Horvat 1950) Trinajstić 1979)

„To je klimatskozonska zajednica u sjevernojadranskom dijelu Hrvatske, odnosno u sjevernoj Istri, na primorskim obroncima Velebita te na sjevernim padinama Bukovice. Dolazi u uvjetima hladnije klime i zadnja je šumska zajednica prema kontinentalnoj vegetaciji odnosno sjevernoameričko-europskoj vegetacijskoj regiji. U visinskoj raščlanjenosti nastavlja se na šumu hrasta medunca i bijelog graba, no ovdje više ne rastu vazdazelene vrste i rjeđe su termofilne vrste. Razvija se na smeđim tlima i rendzinama na vapnencima i dolomitima.

U sloju drveća rastu vrste *Quercus pubescens*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer obtusatum*, *Sorbus aria*, *Acer monspessulanum*, *Fraxinus ornus*, *Sorbus torminalis*, u sloju grmlja uz navedene vrste česti su *Cornus mas*, *Chamaecytisus hirsutus*, *Clematis vitalba*, *Prunus spinosa*, a u sloju prizemnog rašća *Sesleria autumnalis*, *Aristolochia lutea*, *Tamus communis*, *Asparagus tenuifolius*, *Mercurialis ovata*, *Carex humilis*, *Inula spiraeifolia*, *Trifolium rubens*, *Bromus erectus* te šire rasprostranjene *Dactylis glomerata*, *Teucrium chamaedrys*, *Brachypodium pinnatum*, *Betonica officinalis*, *Cyclamen purpurascens*, *Galium mollugo* i druge.

Šume hrasta medunca i crnog graba mjestimično je razvijena kao panjača u kojoj prevladava crni grab. No mnogo su češći degradacijski oblici šikare odnosno različiti stadiji sekundarne fitocenoze. Treba naglasiti da je pod nazivom *Seslerio-Ostryetum carpinifoliae* Horvat prvotno opisao šumu hrasta medunca i crnog graba koja gradi pojas iznad šume hrasta medunca s bijelim grabom, a sadašnjim imenom *Ostryo-Quercetum pubescentis* označio ju je Trinajstić 1979. Horvat je 1938. godine pod nazivom *Quercu-Ostryetum carpinifoliae* opisao kontinentalnu šumu hrasta medunca i crnog graba u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Ona je tamo razvijena kao ekstrazonalna zajednica.“

**Submediteranska šuma crnog bora i crnog graba (*Ostryo-Pinetum nigrae* Trinajstić 1999)**

„Šumskoj zajednici crnog bora i crnog graba pripadaju crnoborove šume na Velebitu koje je Anić (1957) opisao pod nazivom *Pinetum nigrae submediterraneum*. Najpoznatije sastojine nalaze u Senjskoj i Borovoj dragi. Sastojine u Senjskoj dragi odlikuju se specifičnim habitusom crnog bora zbog stalnih bura. Uz crni bor sastojinu grade *Fraxinus ornus*, *Acer obtusatum*, *Acer monspessulanum*, *Ostrya carpinifolia*, *Sorbus aria*, od grmlja *Cotinus coggygria*, *Viburnum lantana* i *Amelanchier ovalis*. O prizemnog rašća najveću pokrovnost imaju *Erica herbacea* i *Sesleria autumnalis*. Asocijacija je bogata flornoga sastava s gotovo 150 vrsta i vrlo je malo tipičnih „pinetalnih“ vrsta, a prevladavaju vrste reda *Quercetalia pubescentis*, pa je uvrštavanje ove asocijacije u tu statistiku opravdano. Tome u prilog ide i činjenica da je u sklopljenim sastojinama koje od Rončević dolca padaju prema Sv. Križu sve više listopadnog drveća i ono prevladava u taksacijskim podacima za pojedine lokalitete.

Ako je takve sastojine kojim slučajem zahvati niski požar koji je uništio sloj grmlja, u sloju niskog rašća potpuno prevladava jesenska šašika (*Sesleria autumnalis*) na nižim

položajima, a sitnolisna šašika (*Sesleria tenuifolia*) na višim, čime je normalni florni sastav u znatnoj mjeri poremećen.

S obzirom na ukupni florni sastav asocijacije, kao i slabu rasprostranjenost tipičnih „pinetalnih“ vrsta, može se pretpostaviti da se crni bor na sjevernom Velebitu, pod utjecajem antropogene degradacije, djelomično proširio i na površine prvotno medunčevih šuma na nižim položajima, te bukovih, odnosno bukovo-jelovih šuma na višim položajima. Time se može zaključiti da je crni bor bar u jednom dijelu svoga areala autohton i reliktnan.“

### **Šuma crnog bora s trocvjetnom mlječikom na dolomitima (*Euphorbio triflorae-Pinetum nigrae* Trinajstić 1999)**

„Ova je asocijacija endemična zajednica crnog bora razvijena na padinama Obruča oko Borove drage povrh Grobničkog polja, gdje ju je proučavao I. Horvat (1956). Prvotno je bila opisana kao šuma crnog bora s krestušcem (*Chamaebuxo-Pinetum* I. Horvat 1956). Zajednica obrađuje strme dolomitne obronke okrenute prema jugu, a s obzirom na florni sastav fiziografski se približava šumama crnoga bora jugoistočnoga, alpskog ruba. U sloju drveća prevladava crni bor (*P. nigra*), a u sloju grmlja crni jasen (*Fraxinus ornus*), mukinja (*Sorbus aria*), ruj (*Cotinus coggygria*), sve vrste medunčevih šuma, te risje (*Erica herbacea*) i kruščica (*Amelanchier ovalis*), sastavnice borovih šuma. U sloju niskog rašća ističu se trocvjetna mlječika (*Euphorbia triflora*), krestučac (*Polygala alpestris*), trobrida žutilovka (*Genista januensis*), lavlji zub (*Leontodon incantus*), šaš crljenika (*Carex humilis*) i druge.“

### **Šuma crnoga bora s dunjaricom (*Cotoneastro-Pinetum nigrae* Horvat 1938)**

„Šumskoj zajednici crnog bora s dunjaricom pripadaju crnoborove šume Velike i Male Paklenice i sjevernoga Velebita koje je Anić (1957) opisao pod imenom *Pinetum nigrae submediterraneum*. Za te je šume značajno da u svom flornom sastavu, osobito na nižim položajima, sadrže niz sredozemnih vrsta, kao što su šmrika (*Juniperus oxycedrus*), maklen (*Acer monspessulanum*), smrdaljika (*Pistacia terebinthus*), grašar (*Coronilla emeroides*) i druge, ali ujedinjuju i tipične „borove“ vrste, kao što su risje (*Erica herbacea*), dunjarica (*Cotoneaster tomentosa*), šaš crljenika (*Carex humilis*), lavlji zub (*Leontodon incanus*), kruščica (*Amelanchier ovalis*) i druge.

Ako je takve sastojine kojim slučajem zahvatio niski požar koji je uništio sloj grmlja, u sloju niskog rašća potpuno prevladava jesenska šašika (*Sesleria autumnalis*) na nižim

položajima, a sitolisna šišika (*S. juncifolia*) na višim, čime je normalni florni sastav u znatnoj mjeri poremećen.

Sastojine u Senjskoj dragi odlikuju se specifičnim habitusom crnog bora zbog stalnih bura. Uz crni bor sastojinu grade *Fraxinus ornus*, *Acer obtusatum*, *Acer menspessulanum*, *Ostrya carpinifolia*, *Sorbus aria*, od grmlja *Cotinus coggygria*, *Viburnum lantana* te vrste iz sloja drveća, dok u prizemnom sloju prevladava *Erica herbacea*. Uz nju su i druge vrste borovih šuma.

S vremenom i stare su crnoborove kulture na primorskoj padini Velebita (Senjska draga) postupno popratile florni sastav prirodnim crnoborovim šumama toga područja.

Slična šumska zajednica crnog bora i pustenaste dunjarice (*Cotoneastro-Pinetum nigrae* Horvat 1938) razvijena je na prostoru Velike i Male Paklenice, a posebno su značajni kompleksni Borovnik i Goliš. Zajednica raste na ekstremno plitkom, skeletnim suhim tlima na dolomitima od 700 do 1.200 m, sastojine su mjestimično progaljane s dosta svjetla i tlo prekriva *Sesleria tenuifolia*, u sloju grmlja su crni grab i javor gluhać. Visina je bora najčešće do 20 m, broj borova po hektaru oko 300, a veći je dio sastojina iznad 60 godina (Šikić 1987).

Sijede ostale vegetacijske zajednice na području istraživanja.

### **Jelova šuma s crnim grabom** (*Ostryo-Abietetum* (Kušan 1964) Trinajstić 1983)

„Jelova šuma s crnim grabom raste na zagorskoj strani Biokova na visini od 850 do 1.150 m. Po flornom sastavu bliža je termofilnim hrastovim šumama mediteransko-montanskog pojasa nego kontinentalnim bukovo-jelovim šumama. Šuma ima osebujan izgled koji je posljedica uvjeta u kojima živi, osobito ljetnih žega. Jela je unatoč tomu vitalna i dobro se pomlađuje.

Od drveća prevladavaju *Abies alba* i *Ostrya carpinifolia*. Rjeđe su *Sorbus aria*, *Prunus mahaleb*, i *Fraxinus ornus*, te ovisno o položaju *Fagus sylvatica* i *Acer pseudoplatanus*. Od grmlja najčešće su uz spomenute vrste još *Rhamnus fallax*, *Lonicera xylosteum*, *Rosa pendulina*. Od prizemnog rašća pojačano se miješaju vrste. S jedne strane pridolaze termofilne vrste sveze *Ostryo-Carpinion orientalis* i reda *Quercetalia pubescentis*: *Sesleria autumnalis*, *Potentilla micrantha*, *Geranium sanguineum*, *Trifolium rubens*, *Mercurialis ovata*, a s druge vrste unutar jedinica razreda *Quero-Fagetea*: *Mycelis muralis*, *Nephrodium filix mas*, *Symphytum tuberosum*, *Melica uniflora*, *Lilium cattaniae* uz druge pratilice.

U novije vrijeme Bertović i Lovrić (1987) smatraju da se ovdje radi o posebnoj vrsti jele – *Abies pardei*, te da se osim na Biokovu nalazi i na pojedinim mjestima na Velebitu i iznad Novoga Vinodolskoga. Oni su fitocenozi opisali pod imenom *Ostryo-Abietetum pardei* (Kušan 1964, Lovrić 1975), odnosno kao šumu crne jele s crnim grabom. Navode da je prašumska sastojina Daždenik u Vinodolu dendrološki najbogatija šuma u Europi.“

**Bukova šuma s jesenskom šašikom** (*Seslerio-Fagetum sylvaticae* (Horvat 1950) M. Wraber 1960)

„To je bukova zajednica visokog krša, razvijena na skeletnim karbonatnim tlima i zauzima velike prostore na primorskim padinama Dinarida. Tu se ujedno nalazi i u središtu svoga cjelokupnoga areala. U sintatsonomskom smislu asocijacija pripada podsvezi termofilnih šuma *Ostryo-Fagenion* u okviru sveze ilirskih bukovih šuma *Aremonio-Fagion*. U biljnogeografskom smislu ima vrlo značajan položaj jer je granična zajednica između eurosibirsko-sjevernoameričke i mediteranske regije. Raste na južnim padinama dinarskog gorja, od Istre preko sjevernoga i srednjega Primorja do Biokova, no kao ekstrazonalna zajednica prodire i u kopneni dio Hrvatske (Istra, Lika) gdje su izraženi topli, južni utjecaji.

U sloju je drveća pretežita bukva, no još su primiješani javor gluhać, crni grab, gorski javor, mukinja i crni jasen. U sloju grmlja osim vrsta iz sloja drveća najčešći su *Viburnum lantana*, *Cornus mas*, *Euonymus verrucosus* i *Rhamnus cathartica*. U sloju prizemnog rašća najvažnija je vrlo bujna jesenska šašika (*Sesleria autumnalis*), dok su česte *Lathyrus venetus*, *Potentilla micrantha*, *Melittis melissophyllum*, *Carex digitata*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Aremonia agrimonoides*, *Campanula trachelium*, *Calamintha grandiflora*, *Anemone nemorosa* i druge vrste. Fitocenoza se razlikuje od ostalih neutrofilnih bukovih šuma izostankom mnogih kontinentalnih vrsta, vrlo čestih u bukovim šumama.

Istražujući fitocenološke značajke bukove šume sa šašikom, Trinajstić (1996) razlikuje mezofilnu, slabije termofilnu i izrazito termofilnu varijantu. Ističe genetsku specifičnost bukve koja gradi ovu asocijaciju u odnosu na ostale europske bukove populacije, što je značajno i za očuvanje genofonda i biološku raznolikost ovih sastojina.

Od slovenske varijante razlikuje se prisutnošću pojedinih ilirskih vrsta, pa je Dakskobler (1991) označava kao varijantu *Calamintha grandiflora*.“



## 2.5. Prikupljanje i obrada podataka

Planom pokusa obuhvaćeno je cjelokupno područje šuma crnoga bora Hrvatskog primorja: sjeverni dio od Rijeke do Novog Vinodolskog, središnji dio od Novog Vinodolskog do Senja i južni dio od Senja do Karlobaga.

Za istraživanje su izabrane stare sastojine crnog bora, starije od 80 godina. Sastojine su podijeljene prema tri kriterija: postanak, vegetacijska zona i stupanj sklopa. Kombinacijom prva dva kriterija grupirane su na sljedeći način: 1. prirodne sastojine u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, 2. umjetne sastojine ili šumske kulture u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, te 3. umjetne sastojine ili šumske kulture u submediteranskoj vegetacijskoj zoni. S obzirom na treći kriterij, stupanj sklopa, izabrani su sljedeći lokaliteti u sastojinama: potpuni sklop, prekinuti sklop i rub sastojine.

Pokusne plohe su postavljene prema sljedećim kombinacijama:

### 1. prirodne sastojine crnog bora u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni

1.1 potpuni sklop (oznaka AEP)

1.2 prekinuti sklop (oznaka AEK)

1.3 rub sastojine (oznaka AER)

### 2. umjetno osnovane sastojine crnog bora u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni

3.1 potpuni sklop (oznaka KEP)

3.2 prekinuti sklop (oznaka KEK)

3.3 rub sastojine (oznaka KER)

### 3. umjetno osnovane sastojine crnog bora u submediteranskoj vegetacijskoj zoni

2.1 potpuni sklop (oznaka KSP)

2.2 prekinuti sklop (oznaka KSK)

2.3 rub sastojine (oznaka KSR)

Ukupno je postavljeno 39 pokusnih ploha, prema kombinacijama koje su označene na Slici 16.

Vegetacijska zona	Stupanj sklopa/osvjetljenja	Prirodne sastojine			Umjetne sastojine/šumske kulture					
		Lokaliteti								
		1	2	3	1	2	3	4	5	6
submediteranska	potpuni sklop				x	x	x	x	x	
	prekinuti sklop				x	x	x	x	x	
	sastojinski rub				x	x	x	x	x	
epimediteranska	potpuni sklop	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	prekinuti sklop	x	x	x	x	x	x	x	x	
	sastojinski rub	x	x		x	x	x	x	x	

Slika 16. Shematski prikaz plana pokusa s lokalitetima na kojima su postavljene pokusne plohe (x)

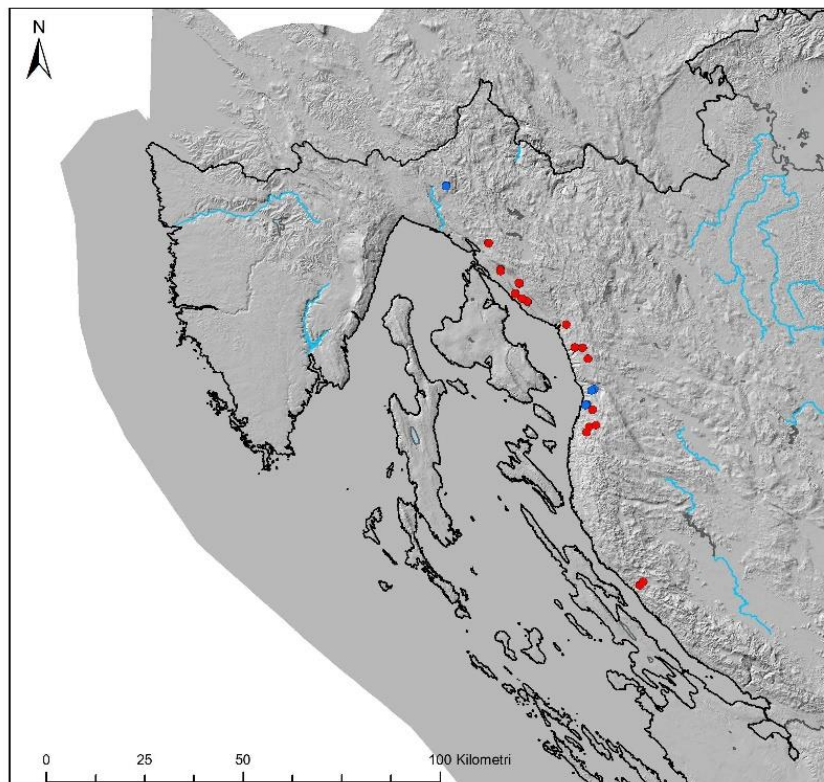
Pokusne plohe u prirodnim crnoborovim sastojinama su postavljene samo u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni. U submediteranskoj vegetacijskoj zoni područja istraživanja nema takvih sastojina. Ili su iskrčene izgradnjom ili su nestale u procesu progresivne sukcesije. Postavljeno je ukupno 8 ploha. Od toga 3 plohe su potpunog sklopa, 3 plohe su prekinutog sklopa, a 2 plohe se nalaze na rubu sastojine. Te sastojine se nalaze na području Obruča kod Rijeke u sjevernom dijelu područja istraživanja, zatim u Senjskoj Dragi u središnjem dijelu područja istraživanja, te kod Svetog Jurja na južnom dijelu područja istraživanja. U središnjem dijelu područja istraživanja, u Senjskoj Dragi, nije bilo moguće postaviti plohu na rubu stare sastojine crnoga bora jer rubna zona sastojina ima uvjete prekinutog sklopa zbog malog broja stabala crnog bora stare sastojine na površini većoj od površine pokusne plohe.

Pokusne plohe u umjetnim sastojinama ili šumskim kulturama crnog bora nalaze se u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni i u submediteranskoj vegetacijskoj zoni. U šumskim kulturama crnog bora u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni postavljeno je ukupno 16 pokusnih ploha od toga 6 ploha u potpunom sklopu, 5 pokusnih ploha u prekinutom sklopu i 5

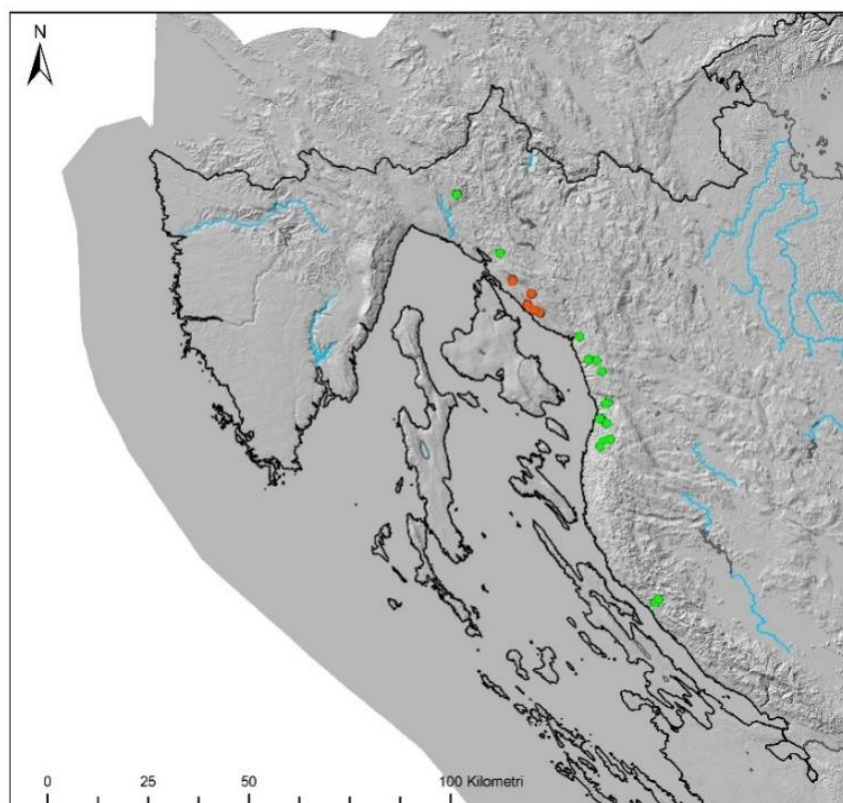
pokusnih ploha na rubu sastojine. Te pokusne plohe su raspoređene na način da reprezentiraju cjelokupno područje istraživanja.

U šumskim kulturama crnog bora u submediteranskoj vegetacijskoj zoni postavljeno je 15 pokusnih ploha, po 5 za svaki stupanj sklopa. Pokusne plohe u ovoj zoni odabrane su u središnjem dijelu područja istraživanja, na području Vinodolske doline. U podvelebitskom dijelu Primorja, od Sv. Jurja do Karlobaga, nema suvislih površina šumskih kultura crnog bora u toj vegetacijskoj zoni osim jedne manje sastojine u mjestu Jablanac, podignute na golom kamenjaru, bez razvijenih etaža i sloja grmlja i prizemnog rašća. Nije se uklapala u plan pokusa. U sjevernom dijelu područja istraživanja nismo mogli postaviti pokusne plohe jer su sastojine gotovo nestale zbog intenzivnog urbanizacije i izgradnje infrastrukture šireg područja grada Rijeke, kao i jakog antropogenog utjecaja u njima.

Raspored pokusnih ploha na terenu prikazan je na slikama 17. i 18.



Slika 17. Položaj pokusnih ploha na području istraživanja prema postanku (plavo – prirodne sastojine, crveno – šumske kulture)



Slika 18. Položaj pokusnih ploha na području istraživanja prema vegetacijskoj zoni (zeleno – epimediterranski vegetacijska zona, crveno – submediteranska vegetacijska zona)

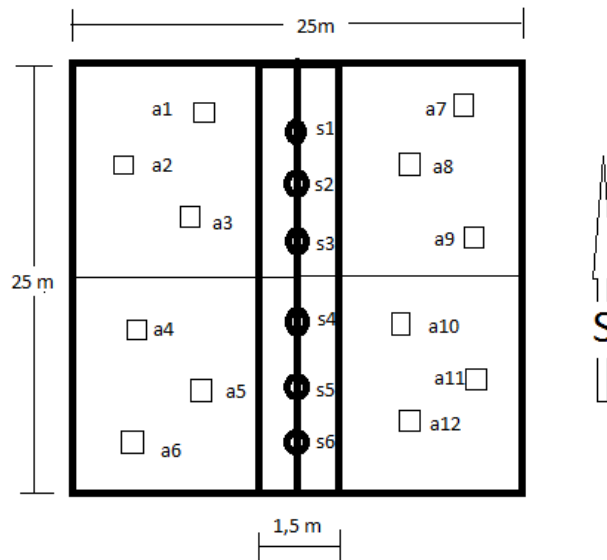
U Tablici 3. navedene su temeljne značajke lokaliteta svih pokusnih ploha.

Tablica 3. Značajke lokaliteta pokusnih ploha

Redni broj	Oznaka	Predjel	Postanak sastojine	Vegetacijska zona (epi, sub)	Stupanj sklopa	Nagib plohe (%)	Ekspozicija plohe (°)	Kamenitost plohe (%)	GPS koordinate (x,y)	Nadmorska visina (m n.v.)	Starost sastojine (god.)
1	KEP	Tuhobić	šumska kultura	epi	potpun	19	80	10	5469721; 5017300	550	126
2	KEK	Tuhobić	šumska kultura	epi	prekinut	13	60	20	5469791; 5017186	560	126
3	KSP	Drivenik	šumska kultura	sub	potpun	7	razne	0	5472912; 5010637	125	110
4	KSR	Drivenik	šumska kultura	sub	rub	12	40	25	5472856; 5010531	130	110
5	AEK	Hrmatine	prirodna sastojina	epi	prekinut	28	240	5	5495465; 4976822	370	
6	AEP	Hrmatine	prirodna sastojina	epi	potpun	21	230	0	5495326; 4976625	320	
7	AER	Hrmatine	prirodna sastojina	epi	rub	28	300	5	5495148; 4976553	280	
8	KEK	Krivi Put	šumska kultura	epi	prekinut	6	240	15	5495573; 4988379	750	91
9	KEP	Pernica	šumska kultura	epi	potpun	15	200	0	5494154; 4991063	730	92
10	AEP	Senjska Draga	prirodna sastojina	epi	potpun	32	0	0	5497245; 4980676	250	
11	KER	Osmatračnica	šumska kultura	epi	rub	14	270	0	5496930; 4975365	695	120
12	KEP	Osmatračnica	šumska kultura	epi	potpun	5	280	0	5497007; 4975450	705	120
13	KEP	Orije	šumska kultura	epi	potpun	8	80	50	5496139; 4971035	680	120
14	KEK	Karlobag	šumska kultura	epi	prekinut	12	0	5	5509762; 4931108	600	127
15	KER	Karlobag	šumska kultura	epi	rub	12	300	3	5509689; 4931131	595	127
16	KEP	Karlobag	šumska kultura	epi	potpun	11	0	0	5509790; 4931055	610	127
17	KEP	Oštarije	šumska kultura	epi	potpun	14	15	1	5510625; 4931986	865	127
18	KEK	Orije	šumska kultura	epi	prekinut	5	300	0	5495528; 4969680	740	120
19	KER	Krstače	šumska kultura	epi	rub	16	300	35	5497910; 4971514	730	87
20	AEK	Senjska Draga	prirodna sastojina	epi	prekinut	15	320	15	5496565; 4980316	495	
21	KEK	Podugrinac	šumska kultura	sub	prekinut	15	60	35	5479956; 5002502	170	106
22	KSP	Podugrinac	šumska kultura	sub	potpun	10	130	30	5479933; 5002598	175	106
23	KSR	Podugrinac	šumska kultura	sub	rub	15	50	10	5479866; 5002656	185	106
24	KER	Vinište	šumska kultura	epi	rub	15	270	35	5489892; 4996938	450	134
25	KEK	Bile	šumska kultura	epi	prekinut	6	230	2	5492230; 4991157	470	126
26	KER	Bile	šumska kultura	epi	rub	5	260	2	5492173; 4991202	460	126
27	KSR	Rasadnik	šumska kultura	sub	rub	28	310	0	5476738; 5004465	20	103
28	KSK	Rasadnik	šumska kultura	sub	prekinut	29	270	0	5476839; 5004666	25	103
29	KSP	Rasadnik	šumska kultura	sub	potpun	27	290	0	5476700; 5004392	20	103
30	KSP	Slani Potok	šumska kultura	sub	potpun	11	290	0	5477736; 5007056	240	114
31	KSR	Slani Potok	šumska kultura	sub	rub	7	razne	0	5477805; 5007067	250	114
32	KSK	Slani Potok	šumska kultura	sub	prekinut	14	180	0	5477632; 5007339	220	114
33	AER	Grobnik	prirodna sastojina	epi	rub	8	320	0	5458792; 5031714	700	
34	AEK	Grobnik	prirodna sastojina	epi	prekinut	4	250	0	5458700; 5031601	690	
35	AEP	Grobnik	prirodna sastojina	epi	potpun	5	120	0	5458679; 5031485	685	
36	KSK	Drivenik	šumska kultura	sub	prekinut	15	90	0	5472951; 5010180	100	110
37	KSR	Zoričići	šumska kultura	sub	rub	7	250	25	5478436; 5003368	250	101
38	KSP	Zoričići	šumska kultura	sub	potpun	8	180	15	5478466; 5003352	255	101
39	KSK	Zoričići	šumska kultura	sub	prekinut	18	180	50	5478500; 5003375	260	101

Pokusne plohe su kvadratnog oblika, dimenzija stranica 25 m x 25 m (0,0625 ha), s jednom stranicom orijentiranom u smjeru sjever – jug (Slika 19.). Pokusne plohe su na terenu obilježene kolcima u uglovima. Položaj svake je određen u GPS sustavu (južni desni ugao plohe), uz pomoć terenskog računala *TDS Nomad 800* i programskog paketa *ESRI ArcPad 7.1.*. Koordinate pokusnih ploha su u Gaus-Kruegerovoj projekciji za V zonu. Nadmorska visina je određena usporedbom podataka dobivenih s terenskog računala i pozicije plohe na topografskim kartama područja (Hrvatska osnovna karta (HOK) mjerila 1 : 5.000). Nagib terena je određen pomoću padomjera. Izloženost (ekspozicija) pokusne plohe određena je uz

pomoć kompasu. Kamenitost plohe vizualno je procijenjena na osnovu zastupljenosti površinskog kamenja i stijena.



Slika 19. Shema pokusne plohe, transeкта i plohica

Starost šumskih kultura određena je uz pomoć podataka o njihovu osnivanju, prema Ivančeviću (1995). Dodatna provjera starosti tih sastojina izvršena je uzimanjem 1 do 2 izvrtka pomoću Presslerovog svrdla, na 1 do 2 dominantna stabla, na visini od 0,5 m, te brojanjem godova. Na broj godova dodano je 7 godina. Ukoliko nije postojao podatak o godini osnutka šumske kulture ili podatak nije bio pouzdan, starost sastojine utvrđena je uzimanjem 2 do 4 izvrtaka na 2 do 4 dominantna stabla, na visini od 0,5 m, te brojanjem godova. Na broj godova dodano je 7 godina. U prirodnim sastojinama provjeravano je bušenjem izvrtaka da li su odabrani dijelovi sastojina stariji od 80 godina. Točna starost prirodnih sastojina crnog bora nije određivanja.

Na svakoj pokusnoj plohi izmjeren je opseg svih stabala u prsnoj visini pomoću mjerne trake (Slika 20.), na centimetar točno, po vrstama drveća i etažama. Podaci o opsegu stabala preračunati su u prsni promjer (cm) i raspoređeni su po debljinskim stupnjevima širine 2 cm i donjom granicom izmjere od 10 cm (prvi debljinski stupanj 10 – 12 cm).

Na uzorku stabala u dominantnoj etaži sastojine izmjerene su totalna visina i visina dna krošnje, na decimetar točno. Neovisno od brojnosti crnog bora u sastojini, izmjereno je u prosjeku 10 visina u dominantnoj etaži sastojine u rasponu postojećih prsnih promjera.

Bjelogoričnim vrstama izmjerene su visine na prosječno 10 stabala, bez obzira na etažu sastojine. Gdje nije bilo dovoljno stabala bjelogorice, mjerene su visine u neposrednom okolišu plohe. Korišteni su mjerni uređaji *Vertex III* i *Transponder T3 (Haglöf Sweden AB)*.

Vitalitet svih izmjerenih stabala vizualno je procijenjen u tri klase (vitalno stablo, stablo slabog vitaliteta, suho stablo).

Zabilježena je nazočnost stabala sjemenjaka hrasta medunca u bližoj okolici svake pokusne plohe, na udaljenosti do 300 m. U takvim slučajevima izmjerena je udaljenost (m) od središta plohe do sjemenjaka. Svakom sjemenjaku su izmjereni opseg u prsnoj visini i visina te mu je ocijenjen vitalitet.



Slika 20. Mjerni uređaji i instrumenti korišteni prilikom uzimanja podataka

Pomoću ovako izmjerenih podataka za svaku pokusnu plohu su izrađene distribucija stabala po prsnim promjerima, visinska krivulja, tarifni niz, distribucija volumena po debljinskim stupnjevima, te je dobivena struktura sastojine po vrstama i sastojinskim etažama.

Distribucija stabala po prsnim promjerima po pokusnim plohama je izrađena uz pomoć podataka iz terenskih obrazaca o izmjerenim opsezima stabala u prsnoj visini. Podaci o opsezima su preračunati u prsne promjere, a potom su razvrstani po debljinskim stupnjevima i debljinskim razredima. Iz toga je bilo moguće izračunati temeljnicu srednjeg stabla pojedinog debljinskog stupnja ( $g$ ) uz pomoć izraza

$$g = (d^2 \times 3,14/40000) \times N$$

gdje je  $d$  prsni promjer stabla neke vrste drveća u pojedinom debljinskom stupnju,  $N$  broj stabala neke vrste drveća u pojedinom debljinskom stupnju.

Temeljnice debljinskih stupnjeva zbrojene su po debljinskim razredima ( $G$ ). Iz toga se može dobiti prsni promjer srednjeg plošnog stabla kao kvocijent sastojinske temeljnice i broja stabala.

Uz pomoć izmjerenih visina stabala za svaku pokusnu plohu konstruirane su lokalne visinske krivulje za crni bor i listače (hrast medunac i OTB – crni grab, bjelograbić, crni jasen, klen, maklen, brijest, bagrem, lipa) uz pomoć Mihajlovljeve formule izraza:

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

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

Lokalni volumni niz (tarifa) za crni bor i listače (hrast medunac i OTB – crni grab, bjelograbić, crni jasen, klen, maklen, brijest, bagrem, lipa) izračunat je za svaku pokusnu plohu uz korištenje Schumacher-Hall-ove jednadžbe izraza:

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

gdje su  $v_i$  volumen stabla pojedinog debljinskog stupnja sredine  $i$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  parametri,  $f$  redukcijski koeficijent (Tablica 4.) te  $h_{izj}$  visina izjednačena pomoću Mihajlovljeve funkcije.

Tablica 4. Koeficijenti Schumacher-Hall-ove jednadžbe za izračun volumnog niza crnog bora, hrasta medunca i OTB

Vrsta drveća	Parametri (> 7cm)			
	A	B	C	F
crni bor	0,00004935	1,913996	1,021436	1,003441
hrast medunac i OTB	0,00001792	2,027826	1,227771	1,005592

Visinske krivulje i volumni nizovi za crni bor prikazani su po pokusnim plohama u Prilogu C doktorskog rada. Na svakoj plohi izračunate su visinske krivulje i volumni nizovi (tarife) za crni bor, dok su za sve listače (hrast medunac i OTB – crni grab, bjelograbić, crni



jasen, klen, maklen, brijest, bagrem, lipa) na svakoj plohi izračunata jedna visinska krivulja i volumni niz zbog malog broja stabala listača na plohama.

Volumen po debljinskim stupnjevima dobili smo množenjem opažanog broja stabala u svakom debljinskom stupnju ( $n_i$ ) sa srednjim volumenom svakog debljinskog stupnja iz volumnog niza u tarifi.

Za svaku pokusnu plohu su izrađene tablice strukture sastojine po vrstama drveća (crni bor, hrast medunac i ostale tvrde listače – OTB) i etažama koje su definirane prema biološko-gospodarskoj klasifikaciji stabala (Dekanić 1964). U tablicama strukture sastojina izračunati su i prikazani po vrstama drveća, etažama, plohi i po hektaru: brojnost stabala ( $N$ , kom.), temeljnica ( $G$ ,  $m^2$ ) i volumen ( $V$ ,  $m^3$ ). Tablice strukture za sve pokusne plohe prikazane su u Prilogu A doktorskog rada.

Po sredini plohe, u smjeru sjever-jug, postavljan je transekt (pruga) širine 1,5 m, duljine 25 m, površine 37,5  $m^2$ . Središnja linija transekta je obilježena na terenu bojom, a širina transekta određena pomoću letve duljine 1,5 m. Na transektu su izmjereni opseg i visina po vrstama drveća, za stabla podrasta viša od 3 metra i prsnih promjera 2 – 10 cm. Svakom stablu je ocijenjena kakvoća (dobra, srednja, loša). Dobre kakvoće su zdrava, pravna stabla, bez grešaka i morfoloških deformacija, s pravilnom, simetričnom krošnjom i pravilno oblikovanim vrhom. Srednje kakvoće su zdrava stabla s neznatno izraženim morfološkim deformacijama koje se rastom u povoljnom okruženju još mogu popraviti, pa će postati dobra ili loša, ovisno o njezi. Loše kakvoće su bolesna stabla, oštećena stabla, stabla s nepopravljivim deformacijama krošnje ili debla te krošnjata stabla.

Na istom transektu, u smjeru sjever – jug, postavljeno je šest sistematski razmještenih sistematskih ploha. Razmak između svake od njih je dva metra. Plohice nose oznake od S1 do S6. Prva je postavljena jedan metar sjeverno od centra plohe, a potom slijede još dvije u istom smjeru na udaljenosti od 2 metra. Prema jugu su na isti način postavljene još tri plohe, prva jedan metar južno od centra plohe, a potom još dvije (Slika 19.). Površina svake plohe iznosi 2,25  $m^2$  (1,5 x 1,5 m).

Uz to, lijevo i desno od središnjeg transekta, postavljeno je do šest pomoćnih ploha istih dimenzija, na onim mjestima gdje se pojavljuje pomladak hrasta medunca. Njihove oznake su od A1 do A12. Ukoliko pomlatka hrasta medunca nema, postavljeno je samo

spomenutih šest plohica u sistematskom nizu na pruzi. Tako se ukupno na svakoj plohi postavilo najmanje 6, a najviše 18 takvih plohica. Središta plohica obilježena su kolčićima.

Na plohicama su se izmjerili sljedeći parametri: nagib (%), izloženost (ekspozicija), količina mrtvog drva (% površine plohice), zastrtost tla kamenom, prizemnim raščem i ostalim (% površine plohice). Utvrđena je brojnost pomlatka po vrstama drveća. Pomoću mjernog štapa mjerila se visina i duljina pomlatka na centimetar točno. Svakoj biljci utvrđivana je oštećenost od divljači (neoštećeno, oštećene bočne grančice i oštećen terminalni izbojak) i vitalitet biljke (zdrava, oštećena, suha). Na barem jednom primjerku pomlatka hrasta medunca na svakoj plohici izmjeren je prirast izbojka u dvije prethodne vegetacije u milimetar točno.

Na svakoj plohici procijenjena je pokrovnost (zastrtost) tla mrtvim drvom minimalnog promjera 5 cm i minimalne duljine 50 cm.

Pokrovnost (zastrtost) se procjenjivala okularno, uz pomoć mreže podijeljene na 100 jednakih dijelova, tako da svaki dio odgovara 1% površine plohice (15 x 15 cm). Pokrovnost je procjenjivana na 1% točnosti.

Na svakoj plohici snimljene su hemisferne fotografije pomoću digitalnog fotoaparata *NIKON Coolpix 8400 (8.00 MP ED)*, adaptera *Nikon UR-E16* i kalibrirane širokokutne leće ( $180^{\circ}$ , tzv. *fish-eye*) *NikonFisheyeConverter FC-E9 0,2x*. Stabilizacija uređaja postignuta je korištenjem stativa *Manfrotto 055 PROB* (Slika 21.).



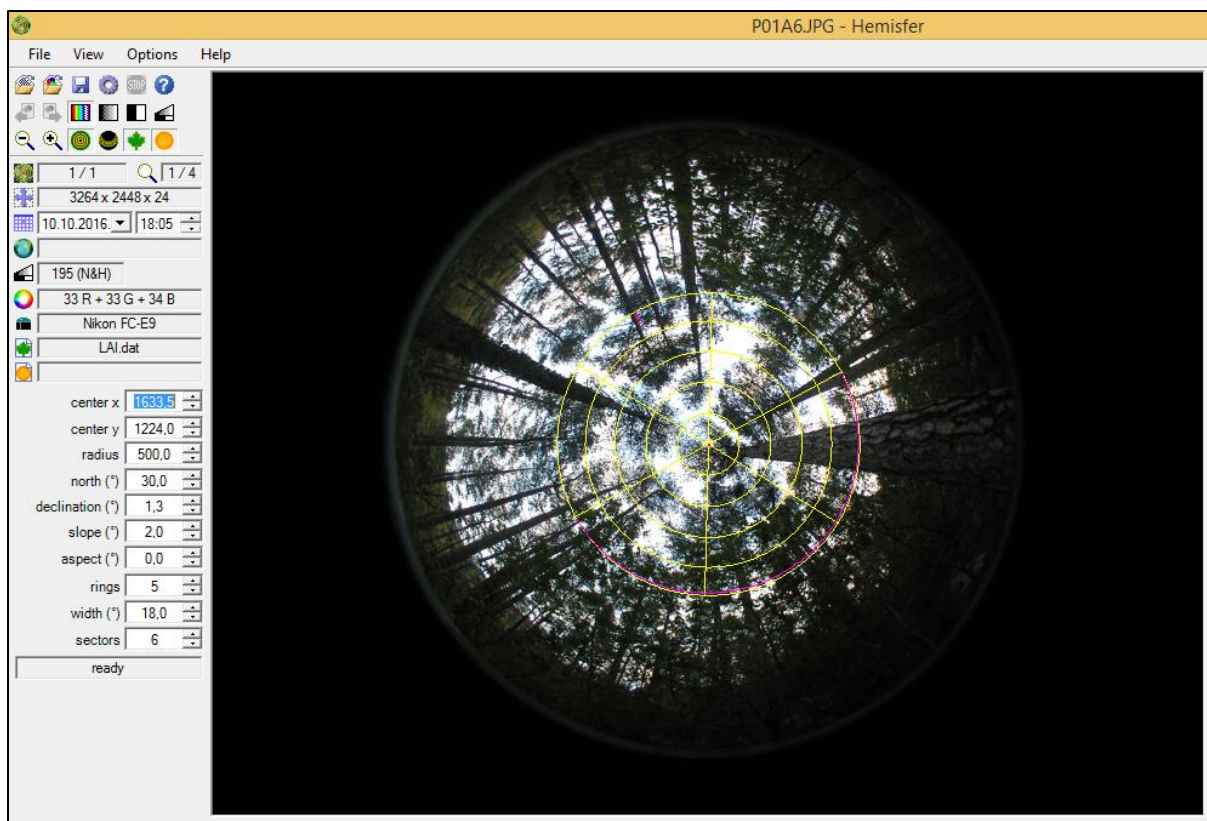
Slika 21. Dijelovi uređaja za snimanje hemisfernih fotografija

Snimanja fotografija su obavljena ujutro (od 6.00 do 9.00 sati) ili poslijepodne (od 17.00 do 19.00 sati), a jednom i za oblačna dana tj. u uvjetima ujednačenog pozadinskog svjetla zbog bolje izraženog kontrasta na fotografijama (Diaci i dr. 1999, Jelaska 2004, Guevara- Escobar i dr. 2005). Snimanje je obavljeno u periodu od 3. rujna 2016. do 10. listopada 2016. godine da bi se simulirali svjetlosni uvjeti u vrijeme vegetacijskog perioda. Visina snimanja od 1,30 m od tla (Slika 22.) odabrana je da bi se obuhvatili svjetlosni uvjeti za pomladak. Snimanjem na ovoj visini izbjegava se utjecaj prizemne vegetacije, a opisujemo svjetlosne uvjete koji prolaze kroz krošnje stabala. Na uvjete snimanja utječu podstojna etaža, podrast i grmlje. Snimanje se obavljalo u dva koraka većom ekspozicijom kako bi se povećao kontrast.



Slika 22. Postavljen uređaj za snimanje hemisfernih fotografija

Podaci o direktnom (*BLI*, eng. *beam (direct) light index*), difuznom (*DLI*, eng. *diffuse light index*) i ukupnom (*GLI*, eng. *global (gap) light index*) svjetlu (Slika 23.) obrađeni su uz pomoć programskog paketa *Hemisfer 2.16* (*PatrickSchlepi WSL*).



Slika 23. Primjer obrade hemisfernih fotografija u programskom paketu *Hemisfer 2.16*

Prilikom obrade fotografija nakon unosa potrebnih podataka, opisa lokacije (orijentacija slike, koordinate, visina, ekspozicija, inklinacija), korištene su postavke za širokokutni objektiv Nikon FC E09. Kako bi se izbjegla subjektivnost pri klasifikaciji piksela (kategorije nebo i krošnja, eng. tresholding) koristila se opcija automatskog prepoznavanja piksela s korekcijom prema Nubis i Hunziker (2005). Obračun vrijednosti indeksa površine lista (*LAI*, eng. *leaf area index*) obrađen je po metodi razvijenoj s programskim paketom *Hemisphere 2.16* (Thimonier i dr. 2010) s korekcijom nagiba i višeslojnosti lišća (eng. *slope* i *clumping*).

Statistička obrada podataka, statistički testovi i dio izrade statističkih grafikona rađena je u programskom paketu *Microsoft Office, MS Excel, XLSTAT 2017*. Korelacijski odnosi i klusterske analize dobivenih podataka obrađene su programskim paketom za analizu znanstvenih podataka *PAST 3.14* (Oyvind Hammer). Dendrogrami su izrađeni koristeći Wardovu metodu klusterske analize upotrebom euklidske udaljenost. Jedan dio izrade grafikona rađen je u programskom paketu *R-project 3.6.2* (<https://www.r-project.org>).

### 3. REZULTATI

Rezultati istraživanja prikazani su u šest podpoglavlja.

U prvom podpoglavlju prikazane su značajke staništa na kojima su postavljene pokusne plohe. Osim podataka o postanku istraživane sastojine, njezinoj pripadnosti vegetacijskoj zoni i stupnju sklopa, za svaku pokusnu plohu navedeni su nagib, ekspozicija, kamenitost i nadmorska visina.

U drugom podpoglavlju prikazani su rezultati izračuna i analize strukture sastojina na pokusnim plohama površine 625 m<sup>2</sup>. Za svaku pokusnu plohu su prikazane izjednačene lokalne sastojinske visinske krivulje i tarifni nizovi, broj stabala ili gustoća sastojina, temeljnica i drvena zaliha po etažama sastojine i vrstama drveća (crni bor, hrast medunac i OTB). Pokusne plohe su analizirane pojedinačno, a potom su grupirane i uspoređene po postanku (prirodne sastojine i šumske kulture), vegetacijskoj zoni (epimediteran i submediteran) i stupnju sklopa (potpun sklop, prekinut sklop, rub sastojine).

U trećem podpoglavlju prikazani su rezultati izmjere i analize podrasta na transektima površine 37,5 m<sup>2</sup> koji su postavljeni po sredini svake pokusne plohe. Podrast je analiziran po vrstama drveća i brojnosti biljaka ili gustoći po jedinici površine.

U četvrtom podpoglavlju prikazani su rezultati izmjere pomlatka na 6 sistematski postavljenih plohica ukupne površine 13,5 m<sup>2</sup> na svim pokusnim plohama. Obavljena je analiza pomlatka s obzirom na vrstu drveća, brojnost ili gustoću, visinu, oštećenost od divljači, vitalitet, zatim postanak, starost i stupanj sklopa matične sastojine crnog bora, vegetacijsku zonu i nadmorsku visinu. Dodatno su za pomladak hrasta medunca kao glavne, klimatogene vrste drveća istraženi pojavnost pomlatka ovisno o udaljenosti od matičnih sjemenjaka hrasta medunca te duljine ljetorasta.

U petom podpoglavlju prikazani su rezultati istraživanja svjetlosnih uvjeta u sastojinama. Na pokusnim plohama analizirani su prosječno godišnje difuzno svjetlo, prosječno godišnje direktno svjetlo i prosječno ukupno svjetlo, ovisno o postanku, vegetacijskim zonama i starosti sastojina crnog bora.

U šestom podpoglavlju analizirani su statističkim metodama korelacijski odnosi strukturnih i ekoloških parametara na pokusnim plohama i izrađena je klasterska statistička analiza pokusnih ploha po zadanim stanišnim uvjetima i ekološkim čimbenicima.

### 3.1. Značajke staništa

Pokusne plohe su postavljene u šumskim sastojinama u rasponu nadmorskih visina od 20 do 865 metara (Tablica 5.). Pokusne plohe u prirodnim sastojinama smještene su u rasponu nadmorskih visina od 250 m do 700 m nadmorske visine. Pokusne plohe koje pripadaju šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni smještene su u rasponu nadmorskih visina od 450 do 865 m nadmorske visine. Pokusne plohe koje pripadaju šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni smještene su u rasponu nadmorskih visina od 20 m do 260 m nadmorske visine. Općenito je najviše pokusnih ploha postavljeno između 100 i 300 metara nadmorske visine (13 ploha), a zatim između 600 i 800 metara nadmorske visine (12 ploha).

Ukupno se 13 pokusnih ploha nalazi na nagibima terena u rasponu od 0 do 10%, 19 ploha na nagibima terena od 10 do 20%, dok je 7 pokusnih ploha postavljeno na nagibima terena većima od 20%. Na nagibu većem od 25% postavljene su plohe na tri lokacije (Rasadnik, Hrmotine, Senjska Draga), od kojih su dvije u prirodnim sastojinama crnog bora, a jedna u šumskoj kulturi u submediteranskoj vegetacijskoj zoni. Nagibi terena u prirodnim sastojinama su od 4 do 32%, u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni od 5 do 19%, a u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni od 7 do 29%.

Dvije pokusne plohe postavljene su na vrhu uzvisine pa im je ekspozicija razna. Sedam ploha orijentirano je prema sjeveru ( $316^{\circ}$  do  $45^{\circ}$ ), 8 ploha ima istočnu ekspoziciju ( $46^{\circ}$  do  $135^{\circ}$ ), 4 plohe imaju južnu ekspoziciju ( $136^{\circ}$  do  $225^{\circ}$ ) i najviše ploha, njih 18, ima zapadnu ekspoziciju ( $226^{\circ}$  do  $315^{\circ}$ ). Prirodne sastojine su postavljene tako da su tri plohe sjeverne ekspozicije, jedna istočne ekspozicije i četiri zapadne ekspozicije. U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni plohe su postavljene tako da su tri sjeverne ekspozicije, tri su postavljene s istočnom ekspozicijom, jedna pokusna ploha je južne ekspozicije i 9 ploha je zapadne ekspozicije. U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni plohe su postavljene tako da je jedna sjeverne ekspozicije, 4 imaju istočnu ekspoziciju, tri pokusne ploha su južne ekspozicije i 5 pokusnih ploha je zapadne ekspozicije. U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni postavljene su dvije plohe koje nemaju definiranu ekspoziciju (vrh brijega), pa ih vodimo pod ekspozicijom „razno“.

Kamenitost je na 27 ploha bila manja od 10%. Od toga 18 ploha je bilo bez površinske kamenitosti. U prirodnim sastojinama nema površinske kamenitosti na 5 pokusnih ploha, u

šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni nema površinske kamenitosti na 5 pokusnih ploha, a u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni nema površinske kamenitosti na 8 pokusnih ploha. Od 11 do 20% površinske kamenitosti bilo je prisutno na 4 plohe, 21 do 30% površinske kamenitosti na 3 plohe, od 31 do 40% na 3 plohe i 50% površinske kamenitosti bilo je utvrđeno na dvije plohe (39–Zoričići i 13–Orije). U prirodnim sastojinama površinska kamenitost je od 0 do 15% površine pokusne plohe, a u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni i submediteranskoj vegetacijskoj zoni površinska kamenitost je od 0 do 50% površine pokusne plohe.



Tablica 5. Neke stanišne značajke pokusnih ploha s obzirom na postanak sastojina, pripadnost vegetacijskoj zoni i stupanj sklopa

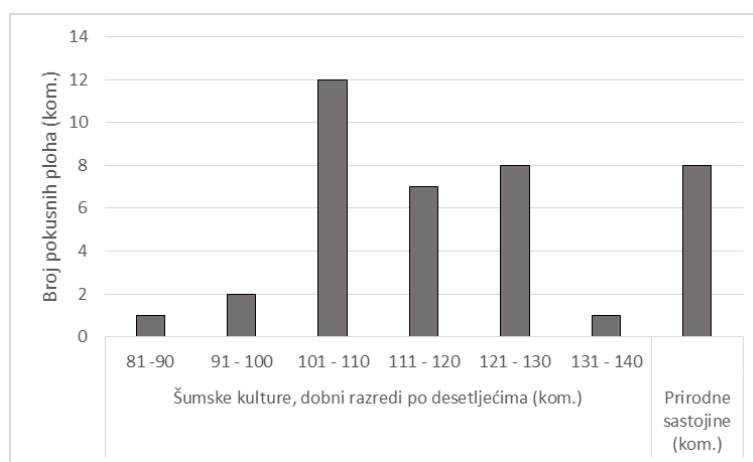
Redni broj	Oznaka	Predjel	Postanak sastojine	Vegetacijska zona (epi, sub)	Stupanj sklopa	Nadmorska visina (m n.v.)	Nagib plohe (%)	Ekspozicija plohe (°)	Kamenitost plohe (%)
1	KEP	Tuhobić	šumska kultura	epi	potpun	550	19	80	10
2	KEK	Tuhobić	šumska kultura	epi	prekinut	560	13	60	20
3	KSP	Drivenik	šumska kultura	sub	potpun	125	7	razne	0
4	KSR	Drivenik	šumska kultura	sub	rub	130	12	40	25
5	AEK	Hrmošine	prirodna	epi	prekinut	370	28	240	5
6	AEP	Hrmošine	prirodna	epi	potpun	320	21	230	0
7	AER	Hrmošine	prirodna	epi	rub	280	28	300	5
8	KEK	K rivi Put	šumska kultura	epi	prekinut	750	6	240	15
9	KEP	Pernica	šumska kultura	epi	potpun	730	15	200	0
10	AEP	Senjska Draga	prirodna	epi	potpun	250	32	0	0
11	KER	Osmatračnica	šumska kultura	epi	rub	695	14	270	0
12	KEP	Osmatračnica	šumska kultura	epi	potpun	705	5	280	0
13	KEP	Orije	šumska kultura	epi	potpun	680	8	80	50
14	KEK	Karlobag	šumska kultura	epi	prekinut	600	12	0	5
15	KER	Karlobag	šumska kultura	epi	rub	595	12	300	3
16	KEP	Karlobag	šumska kultura	epi	potpun	610	11	0	0
17	KEP	Oštarije	šumska kultura	epi	potpun	865	14	15	1
18	KEK	Orije	šumska kultura	epi	prekinut	740	5	300	0
19	KER	Krstače	šumska kultura	epi	rub	730	16	300	35
20	AEK	Senjska Draga	prirodna	epi	prekinut	495	15	320	15
21	KSK	Podugrinac	šumska kultura	sub	prekinut	170	15	60	35
22	KSP	Podugrinac	šumska kultura	sub	potpun	175	10	130	30
23	KSR	Podugrinac	šumska kultura	sub	rub	185	15	50	10
24	KER	Vinište	šumska kultura	epi	rub	450	15	270	35
25	KEK	Bile	šumska kultura	epi	prekinut	470	6	230	2
26	KER	Bile	šumska kultura	epi	rub	460	5	260	2
27	KSR	Rasadnik	šumska kultura	sub	rub	20	28	310	0
28	KSK	Rasadnik	šumska kultura	sub	prekinut	25	29	270	0
29	KSP	Rasadnik	šumska kultura	sub	potpun	20	27	290	0
30	KSP	Slani Potok	šumska kultura	sub	potpun	240	11	290	0
31	KSR	Slani Potok	šumska kultura	sub	rub	250	7	razne	0
32	KSK	Slani Potok	šumska kultura	sub	prekinut	220	14	180	0
33	AER	Grobnik	prirodna	epi	rub	700	8	320	0
34	AEK	Grobnik	prirodna	epi	prekinut	690	4	250	0
35	AEP	Grobnik	prirodna	epi	potpun	685	5	120	0
36	KSK	Drivenik	šumska kultura	sub	prekinut	100	15	90	0
37	KSR	Zoričići	šumska kultura	sub	rub	250	7	250	25
38	KSP	Zoričići	šumska kultura	sub	potpun	255	8	180	15
39	KSK	Zoričići	šumska kultura	sub	prekinut	260	18	180	50

Generalno gledajući prirodne sastojine koje su obuhvaćene istraživanjem zauzimaju najekstremnija staništa i po edafskim i po klimatskim čimbenicima. Na istraživanom području one se nalaze na grebenima i strmim padinama izloženim jakim udarima bure i posljedično isušivanju vlage u tlu, a u njihovoj blizini najčešće nema suvislih šumskih sastojina. Šumske kulture koje su obuhvaćene istraživanjem osnivane su kao sastojine s zaštitnom funkcijom

najčešće zbog smanjenje štetnog djelovanja klimatskih čimbenika u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, dok u submediteranskoj vegetacijskoj zoni s ciljem zaštite tla smirivanjem bujičnih tokova. Staništa na kojima su podizane šumske kulture u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u sjevernom i središnjem dijelu istraživanog područja su uglavnom suhe livade i pašnjačke površine raspoređene po cijelom prostoru istraživanja koje su bile ograđivane suhozidovima (gromače), dok su u južnim dijelovima podizane na zahtjevnijim terenima pašnjaka, a nerijetko i na izrazito kamenitim terenima. U blizini šumskih kultura prisutne su listopadne šumske sastojine u nekom od degradacijskih stadija konačne šume, a bitna je i prisutnost divljači i stoke u nepovoljnim mjesecima (ljeti suša i zaklon od sunca, zimi vjetar i zaklon od predatora). U submediteranskoj vegetacijskoj zoni većina sastojina koje su obuhvaćene istraživanjem nalaze se na flišnoj podlozi sklonoj eroziji uslijed djelovanja vode i okružene su nekim od degradacijskih stadija konačne šume, najčešće panjačama hrasta medunca. U svim sastojinama prisutan je izostanak šumskouzgojnih radova što je vidljivo iz elemenata strukture i općeg izgleda sastojina crnog bora.

### 3.2. Struktura sastojina

Planom pokusa obuhvaćene su prirodne sastojine i šumske kulture crnoga bora, starije od 80 godina. Namjera je bila postaviti jednaki broj pokusnih ploha u razvojnim stadijima starije i stare sastojine. Nakon rekognosciranja terena, ustanovili smo da to nije moguće. Distribucija broja pokusnih ploha (Slika 24.) pokazuje da je na istraživanom području Hrvatskog primorja broj sastojina pogodnih za istraživanje najveći u kategoriji šumskih kultura starosti 101 – 130 godina. Proizlazi da je najveći broj sastojina u kojima su postavljene pokusne plohe osnovan u razdoblju od 1885. do 1915. godine što se podudara s najaktivnijim razdobljem pošumljavanja senjskog Nadzorništva u Hrvatskom primorju. Zato je najveći broj pokusnih ploha postavljen u starim šumskim kulturama crnog bora koje je pošumljavanjem osnovalo Nadzorništvo. To se uklapa u ciljeve istraživanja kojima općenito želimo ustanoviti meliorativne učinke tih sastojina, posebice glede povratka elemenata konačne šume ili klimatogenih šumskih zajednica na ta staništa.

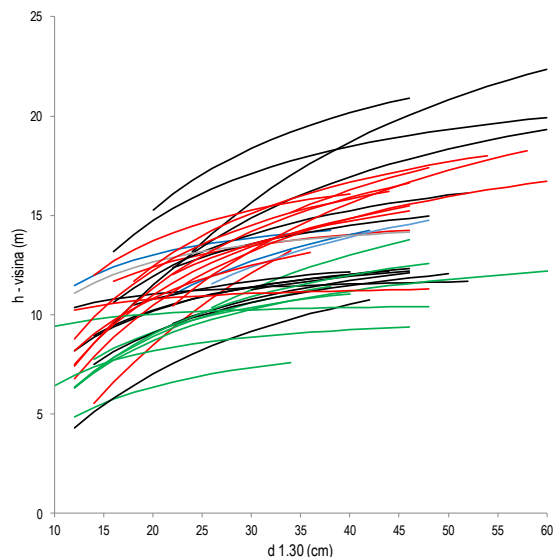


Slika 24. Broj postavljenih pokusnih ploha u šumskim kulturama i prirodnim sastojinama crnog bora

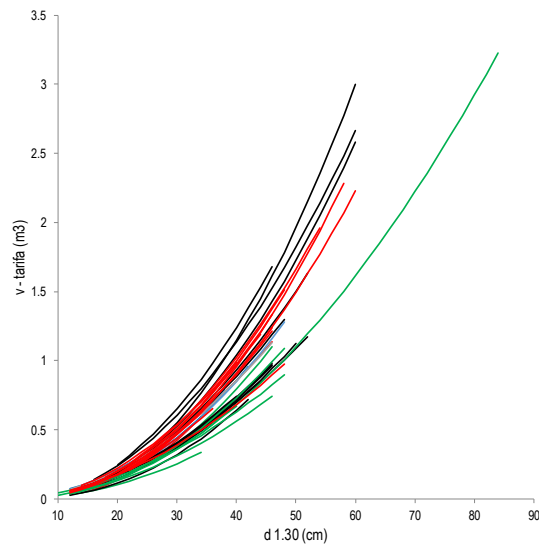
Za svaku pokusnu plohu konstruirane su sastojinske visinske krivulje za crni bor i listače (hrast medunac i OTB) i izračunati pripadajući volumni nizovi (tarife). Prikazani su u Prilogu C ovog rada (Tablice C.1.1 – C.39.2).

Sastojinske visinske krivulje (Slika 25.) i volumni nizovi (Slika 26.) su grupirani u tri dobná razreda širine 20 godina. Dobiven je heterogeni uzorak krivulja što je očekivano s

obzirom na izraženu raznolikost stanišnih uvjeta na području istraživanja. Unatoč tomu, uočava se grupiranje podataka ovisno o dobnim razredima sastojina. Sastojinske visinske krivulje i tarifni nizovi su najniži u prirodnim sastojinama. To je bilo očekivano s obzirom da prirodne sastojine rastu u težim stanišnim prilikama. Ostale krivulje (plave – šumske kulture starosti od 80 do 100 godina, crvene – šumske kulture starosti od 101 do 120 godina i crne – šumske kulture starosti od 121 do 140 godina) su grupirane po dobnim razredima. U najstarijem dobnom razredu krivulje se razdvajaju u dvije grupe, zbog boniteta staništa na kojima su osnovane. Jedan dio sastojina osnovan je na boljim staništima zbog zaštite tla od štetnog djelovanja bujičnih tokova), a drugi dio je osnovan na lošijim staništima, na izrazito kamenitim terenima i slabo produktivnom šumskom tlu, radi smanjivanja štetnog djelovanja klimatskih elemenata, ponajprije vjetra.



Slika 25. Izjednačene sastojinske visinske krivulje crnog bora na pokusnim plohama u prirodnim sastojinama crnog bora i šumskim kulturama crnog bora po dobnim razredima (zeleno – prirodne sastojine, plavo – šumske kulture starosti 80 – 100 godina, crveno – šumske kulture starosti 101 – 120 godina, crno – šumske kulture starosti 121 – 140 godina)



Slika 26. Tarifni nizovi za crni bor na pokusnim plohama u prirodnim sastojinama crnog bora i u šumskim kulturama crnog bora, po dobnim razredima (zeleno – prirodne sastojine, plavo – šumske kulture starosti 80 – 100 godina, crveno – šumske kulture starosti 101 – 120 godina, crno – šumske kulture starosti 121 – 140 godina)

Dominantne visine stabala crnog bora (Tablica 6.) na pokusnim plohama su u rasponu od 7,7 m do 14,3 m u prirodnim sastojinama, u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni od 10,1 do 23,0 m, a u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni od 12,2 do 23,1 m. Prosječna dominantna visina stabala crnog bora u prirodnim sastojinama je 11,5 m, u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni prosječna visina dominantne visine je 14,9 m, a u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni prosječna dominantna visina je 16,4 m.

Tablica 6. Dominatna visina, srednje vrijednosti promjera, temeljnica i kubnog stabla te krošnjatost s obzirom na postanak sastojina, pripadnost vegetacijskoj zoni i stupanj sklopa

Redni broj	Oznaka	Predjel	Postanak sastojine	Vegetacijska zona (epi, sub)	Stupanj sklopa	Dominantna visina (m)	Srednji promjer (cm)	Srednja temeljnica (m <sup>2</sup> )	Srednje kubno stablo (m <sup>3</sup> )	Krošnjatost
1	KEP	Tuhobić	šumska kultura	epi	potpun	23,0	40,1	0,133	1,274	0,33
2	KEK	Tuhobić	šumska kultura	epi	prekinut	20,0	38,5	0,128	1,193	0,33
3	KSP	Drivenik	šumska kultura	sub	potpun	14,5	24,7	0,050	0,293	0,30
4	KSR	Drivenik	šumska kultura	sub	rub	14,7	24,0	0,051	0,332	0,33
5	AEK	Hrnotine	prirodna sastojina	epi	prekinut	11,7	21,6	0,042	0,211	0,41
6	AEP	Hrnotine	prirodna sastojina	epi	potpun	11,2	24,4	0,051	0,264	0,36
7	AER	Hrnotine	prirodna sastojina	epi	rub	7,7	21,1	0,038	0,132	0,29
8	KEK	Krivi Put	šumska kultura	epi	prekinut	15,0	24,1	0,054	0,351	0,42
9	KEP	Pernica	šumska kultura	epi	potpun	14,9	25,1	0,052	0,374	0,33
10	AEP	Senjska Draga	prirodna sastojina	epi	potpun	13,4	20,3	0,039	0,206	0,41
11	KER	Osmatračnica	šumska kultura	epi	rub	12,4	20,2	0,040	0,201	0,38
12	KEP	Osmatračnica	šumska kultura	epi	potpun	17,2	33,7	0,093	0,689	0,30
13	KEP	Orije	šumska kultura	epi	potpun	12,2	25,4	0,056	0,325	0,38
14	KEK	Karlobag	šumska kultura	epi	prekinut	12,3	27,5	0,066	0,350	0,41
15	KER	Karlobag	šumska kultura	epi	rub	10,1	18,4	0,033	0,131	0,46
16	KEP	Karlobag	šumska kultura	epi	potpun	17,0	35,6	0,103	0,744	0,30
17	KEP	Oštarije	šumska kultura	epi	potpun	12,7	28,6	0,068	0,396	0,25
18	KEK	Orije	šumska kultura	epi	prekinut	19,2	36,4	0,111	0,935	0,24
19	KER	Krstače	šumska kultura	epi	rub	13,8	15,8	0,026	0,140	0,42
20	AEK	Senjska Draga	prirodna sastojina	epi	prekinut	12,5	22,9	0,066	0,359	0,40
21	KSK	Podugrinac	šumska kultura	sub	prekinut	14,9	24,9	0,055	0,364	0,36
22	KSP	Podugrinac	šumska kultura	sub	potpun	17,1	24,6	0,052	0,404	0,39
23	KSR	Podugrinac	šumska kultura	sub	rub	17,3	23,9	0,058	0,434	0,48
24	KER	Vinište	šumska kultura	epi	rub	12,2	27,0	0,065	0,336	0,49
25	KEK	Bile	šumska kultura	epi	prekinut	13,6	26,1	0,061	0,358	0,26
26	KER	Bile	šumska kultura	epi	rub	12,8	22,9	0,048	0,278	0,47
27	KSR	Rasadnik	šumska kultura	sub	rub	17,3	23,4	0,055	0,367	0,35
28	KSK	Rasadnik	šumska kultura	sub	prekinut	16,6	30,2	0,077	0,550	0,29
29	KSP	Rasadnik	šumska kultura	sub	potpun	23,1	27,1	0,068	0,645	0,29
30	KSP	Slani Potok	šumska kultura	sub	potpun	18,6	29,1	0,073	0,582	0,26
31	KSR	Slani Potok	šumska kultura	sub	rub	17,9	27,3	0,073	0,509	0,35
32	KSK	Slani Potok	šumska kultura	sub	prekinut	15,7	20,5	0,040	0,258	0,37
33	AER	Grobnik	prirodna sastojina	epi	rub	14,3	23,2	0,053	0,291	0,44
34	AEK	Grobnik	prirodna sastojina	epi	prekinut	11,7	20,8	0,043	0,221	0,53
35	AEP	Grobnik	prirodna sastojina	epi	potpun	9,8	18,5	0,033	0,144	0,39
36	KSK	Drivenik	šumska kultura	sub	prekinut	16,5	25,2	0,056	0,409	0,37
37	KSR	Zoričići	šumska kultura	sub	rub	12,2	22,2	0,044	0,204	0,44
38	KSP	Zoričići	šumska kultura	sub	potpun	15,9	25,3	0,054	0,398	0,30
39	KSK	Zoričići	šumska kultura	sub	prekinut	13,9	25,0	0,052	0,321	0,34

Srednji prsni promjer crnog bora u prirodnim sastojinama je od 18,5 do 24,4 cm (prosječno 21,6 cm), u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni od 15,8 do 40,1 cm (prosječno 27,8 cm) i u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni od 20,5 do 30,2 cm (prosječno 25,16 cm). Najveći srednji prsni promjeri su na plohama 1–Tuhobić, 2–Tuhobić i 18–Orije, dok su najmanji srednji prsni promjeri na plohama 19–Krstače, 15–Karlobag i 35–Grobnik (Tablica 6.).

Prosječna temeljnica stabala na plohama u prirodnim sastojinama je od 0,033 do 0,066 m<sup>2</sup> (prosječna 0,046 m<sup>2</sup>), u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni od 0,026 do 0,133 m<sup>2</sup> (prosječno 0,071 m<sup>2</sup>), a u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni od 0,040 do 0,077 m<sup>2</sup> (prosječno 0,057 m<sup>2</sup>).

Srednje kubno stablo (SKS) je na pokusnim plohama prirodnih sastojina od 0,132 do 0,359 m<sup>3</sup> (prosječno 0,229 m<sup>3</sup>), u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni je od 0,131 do 1,274 m<sup>3</sup> (prosječno 0,504 m<sup>3</sup>), a u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni od 0,204 do 0,645 m<sup>3</sup> (prosječno 0,405 m<sup>3</sup>).

Odnos totalne visine stabla i visine krošnje ili krošnjatost u potpunom sklopu prirodnih sastojina je prosječno 0,39, a u šumskim kulturama u epimediteranskoj i submediteranskoj vegetacijskoj zoni 0,31. U prekinutom sklopu prosječna krošnjatost u prirodnim sastojinama je 0,45, u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni 0,33, a u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni 0,35. Krošnjatost u rubnom sklopu je u prirodnim sastojinama prosječno 0,37, u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni 0,44 i u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni 0,39.

U šumskim kulturama za očekivati je da se povećanjem brojnosti stabala u sastojini smanjuje krošnjatost. Prirodne sastojine prosječnu gustoću sastojine imaju od 854 kom./ha, a prosječna krošnjatost je 0,40. U šumskim kulturama prosječna gustoća sastojina je 889 kom./ha, a prosječna krošnjatost je 0,35. U submediteranskoj vegetacijskoj zoni najmanja krošnjatost (0,31) je u potpunom sklopu (1.008 kom./ha), a najveća (0,39) u rubnom stupnju sklopa (829 kom./ha). Od navedenog pravila odstupaju prirodne sastojine i šumske kulture u epimediteranu rubnog stupnja sklopa. U prirodnim sastojinama rubnog stupnja sklopa unatoč manjoj prosječnoj gustoći sastojine (728 kom./ha) u odnosu na ostala dva stupnja sklopa je niža (0,37) nego u ostala dva stupnja sklopa. U epimediteranskim šumskim kulturama najveća brojnost stabala je u rubnom stupnju sklopa (960 kom./ha), ali je ipak krošnjatost očekivano najveća u navedenom stupnju sklopa (0,44).

Strukturni elementi za izračun strukture sastojine izmjereni su na ukupno 39 pokusnih ploha u prirodnim sastojinama i u šumskim kulturama crnog bora (Tablica 7.). Struktura sastojina na pokusnim plohama po vrstama drveća, debljinskim razredima, etažama, broju stabala, temeljnici i drvnom volumenu prikazana je u Prilogu A (Tablice A.1 do A.39) ovog rada.

Tablica 7. Osnovni strukturalni elementi sastojine na pokusnoj plohi i po hektaru

Redni broj	Oznaka	Predjel	Postanak sastojine	Vegetacijska zona (epi, sub)	Sklop	Starost sastojine (god.)	Ploha (625 m <sup>2</sup> )			Po hektaru		
							Broj stabala (kom.)	Temeljnica (m <sup>2</sup> )	Drvni volumen (m <sup>3</sup> )	Broj stabala (kom./ha)	Temeljnica (m <sup>2</sup> /ha)	Drvni volumen (m <sup>3</sup> /ha)
1	KEP	Tuhobić	šumska kultura	epi	potpun	126	29	3,85	36,97	464	61,60	591,52
2	KEK	Tuhobić	šumska kultura	epi	prekinut	126	28	3,61	33,42	448	57,76	534,72
3	KSP	Drivenik	šumska kultura	sub	potpun	110	64	3,22	18,77	1024	51,52	300,32
4	KSR	Drivenik	šumska kultura	sub	rub	110	57	2,93	18,94	912	46,88	303,04
5	AEK	Hrnotine	prirodna sastojina	epi	prekinut	--	54	2,29	11,40	864	36,64	182,40
6	AEP	Hrnotine	prirodna sastojina	epi	potpun	--	51	2,63	13,49	816	42,08	215,84
7	AER	Hrnotine	prirodna sastojina	epi	rub	--	48	1,82	6,33	768	29,12	101,28
8	KEK	Krivi Put	šumska kultura	epi	prekinut	91	53	2,87	18,62	848	45,92	297,92
9	KEP	Pernica	šumska kultura	epi	potpun	92	78	4,09	29,14	1248	65,44	466,24
10	AEP	Senjska Draga	prirodna sastojina	epi	potpun	--	57	2,25	11,75	912	36,00	188,00
11	KER	Osmatračnica	šumska kultura	epi	rub	120	76	3,04	15,25	1216	48,64	244,00
12	KEP	Osmatračnica	šumska kultura	epi	potpun	120	54	5,02	37,17	864	80,32	594,72
13	KEP	Orije	šumska kultura	epi	potpun	120	58	3,27	18,87	928	52,32	301,92
14	KEK	Karlobag	šumska kultura	epi	prekinut	127	40	2,65	14,01	640	42,40	224,16
15	KER	Karlobag	šumska kultura	epi	rub	127	64	2,08	8,41	1024	33,28	134,56
16	KEP	Karlobag	šumska kultura	epi	potpun	127	47	4,86	34,95	752	77,76	559,20
17	KEP	Oštarije	šumska kultura	epi	potpun	127	69	4,70	27,29	1104	75,20	436,64
18	KEK	Orije	šumska kultura	epi	prekinut	120	57	6,31	53,32	912	100,96	853,12
19	KER	Krstače	šumska kultura	epi	rub	87	70	1,81	9,77	1120	28,96	156,32
20	AEK	Senjska Draga	prirodna sastojina	epi	prekinut	--	43	2,84	15,44	688	45,44	247,04
21	KSK	Podugrinac	šumska kultura	sub	prekinut	106	54	2,97	19,65	864	47,52	314,40
22	KSP	Podugrinac	šumska kultura	sub	potpun	106	68	3,58	27,47	1088	57,28	439,52
23	KSR	Podugrinac	šumska kultura	sub	rub	106	47	2,75	20,41	752	44,00	326,56
24	KER	Vinište	šumska kultura	epi	rub	134	38	2,49	12,73	608	39,84	203,68
25	KEK	Bile	šumska kultura	epi	prekinut	126	43	2,63	15,41	688	42,08	246,56
26	KER	Bile	šumska kultura	epi	rub	126	52	2,53	14,49	832	40,48	231,84
27	KSR	Rasadnik	šumska kultura	sub	rub	103	44	2,41	16,16	704	38,56	258,56
28	KSK	Rasadnik	šumska kultura	sub	prekinut	103	38	2,95	20,91	608	47,20	334,56
29	KSP	Rasadnik	šumska kultura	sub	potpun	103	60	4,06	38,69	960	64,96	619,04
30	KSP	Slani Potok	šumska kultura	sub	potpun	114	52	3,81	30,25	832	60,91	483,95
31	KSR	Slani Potok	šumska kultura	sub	rub	114	60	4,36	30,52	960	69,76	488,32
32	KSK	Slani Potok	šumska kultura	sub	prekinut	114	70	2,80	18,04	1120	44,72	288,69
33	AER	Grobnik	prirodna sastojina	epi	rub	--	43	2,27	12,52	688	36,32	200,32
34	AEK	Grobnik	prirodna sastojina	epi	prekinut	--	42	1,84	9,31	672	29,44	148,96
35	AEP	Grobnik	prirodna sastojina	epi	potpun	--	89	2,94	12,85	1424	47,04	205,60
36	KSK	Drivenik	šumska kultura	sub	prekinut	110	68	3,85	27,79	1088	61,60	444,64
37	KSR	Zoričići	šumska kultura	sub	rub	101	51	2,28	12,27	816	36,48	196,32
38	KSP	Zoričići	šumska kultura	sub	potpun	101	71	3,84	28,25	1136	61,47	452,05
39	KSK	Zoričići	šumska kultura	sub	prekinut	101	63	3,29	20,21	1008	52,59	323,30

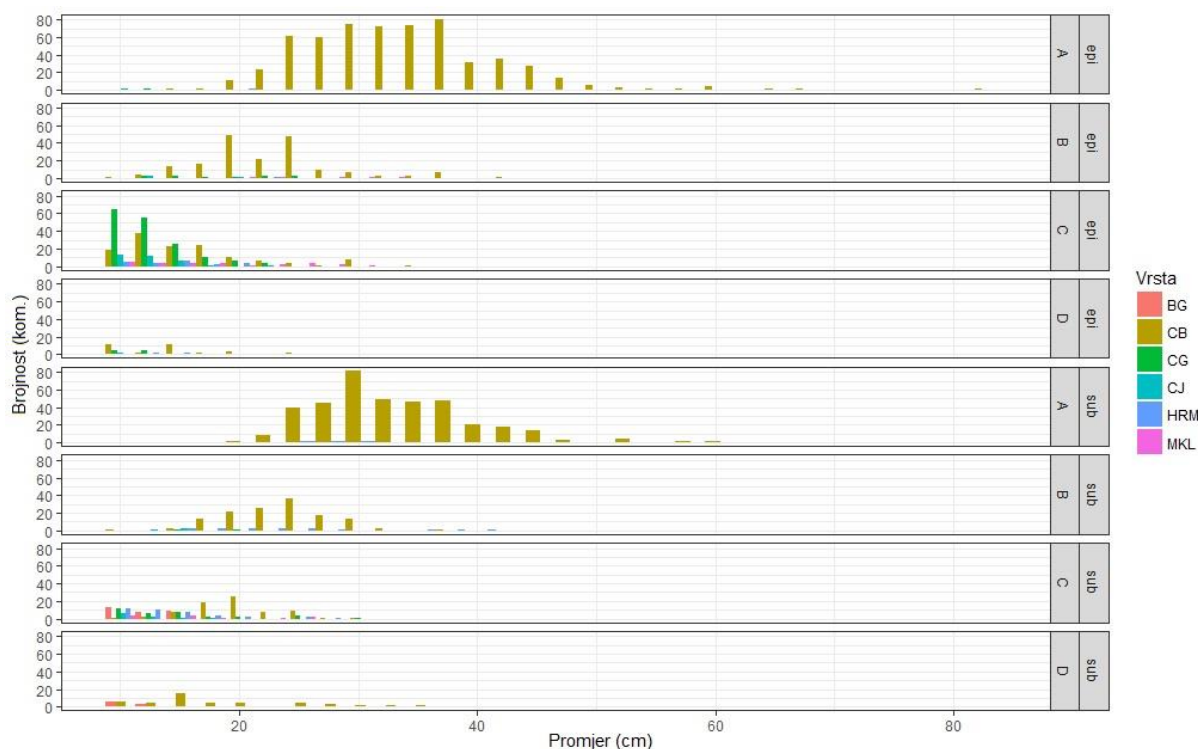
Prosječne vrijednosti osnovnih elemenata strukture sastojina (Tablica 8.) pokazuju da su najrjeđe šumske kulture crnog bora prekinutog sklopa u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni (N = 707 kom/ha). Najgušće su prirodne sastojine crnog bora potpunog sklopa u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni (N = 1.051 kom/ha). Temeljnica je najveća u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, u potpunom sklopu (G = 68,77 m<sup>2</sup>/ha) dok je najniža u prirodnim sastojinama crnog bora rubnog stupnja sklopa (G = 32,72 m<sup>2</sup>/ha). Drvna zaliha je najveća u šumskim kulturama potpunog sklopa u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni (V = 491,71 m<sup>3</sup>/ha), a najmanja je u prirodnim sastojinama crnog bora rubnog sklopa (V = 150,80 m<sup>3</sup>/ha).



Tablica 8. Prosječne vrijednosti temeljnih elemenata strukture sastojina

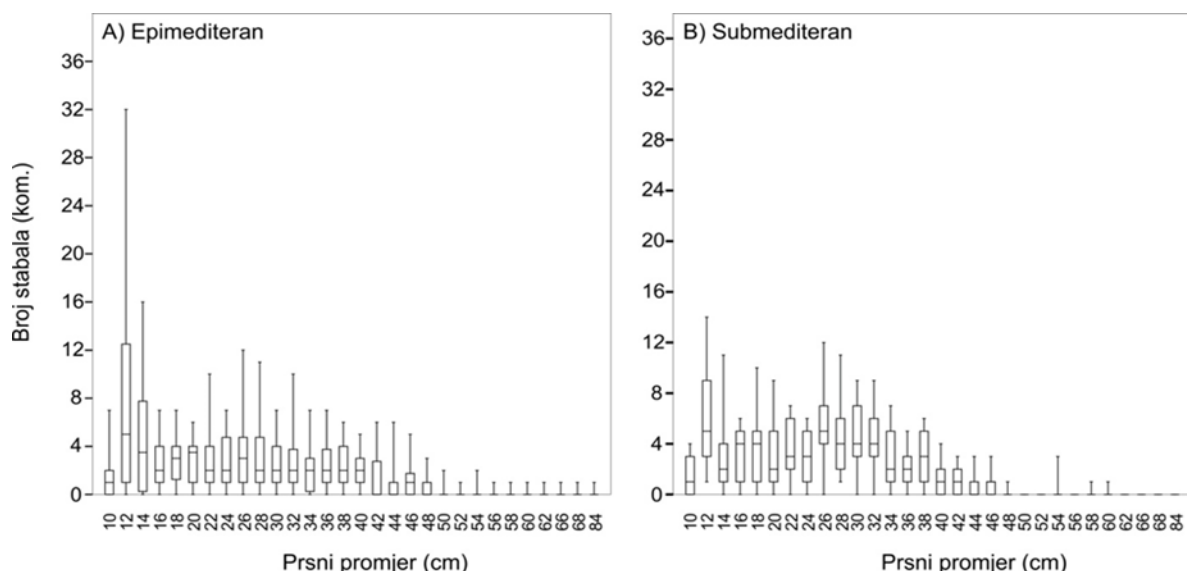
Elementi strukture sastojine	Vrsta sastojine	Stupanj sklopa		
		potpun	prekinut	rub
N (kom./ha)	Prirodne sastojine	1051	741	728
	Šumske kulture, epimediteran	893	707	960
	Šumske kulture, submediteran	1008	938	829
G (m <sup>2</sup> /ha)	Prirodne sastojine	41,71	37,17	32,72
	Šumske kulture, epimediteran	68,77	57,82	38,24
	Šumske kulture, submediteran	59,23	50,73	47,14
V (m <sup>3</sup> /ha)	Prirodne sastojine	203,15	192,80	150,80
	Šumske kulture, epimediteran	491,71	431,30	194,08
	Šumske kulture, submediteran	458,98	341,12	314,56

Brojnost stabala po vrstama drveća, etažama, debljinskim razredima i vegetacijskim zonama pokazuje da je u proizvodnom dijelu svih sastojina u epimediterskoj i submediteranskoj vegetacijskoj zoni dominantna vrsta drveća crni bor. Bjelogorične vrste drveća konačne šume ako se pojavljuju, onda se nalaze u podstojnoj etaži. U epimediterskoj vegetacijskoj zoni bez obzira na postanak sastojine to su crni grab, crni jasen i maklen, dok su u submediteranskoj vegetacijskoj zoni prisutni bjelograbić, crni jasen, crni grab i maklen. Na izostanak šumskouzgojnih radova njege u sastojinama ukazuje podatak o prisutnosti stabala crnog bora u D etaži (mrtva stojeća stabla), (Slika 27.).



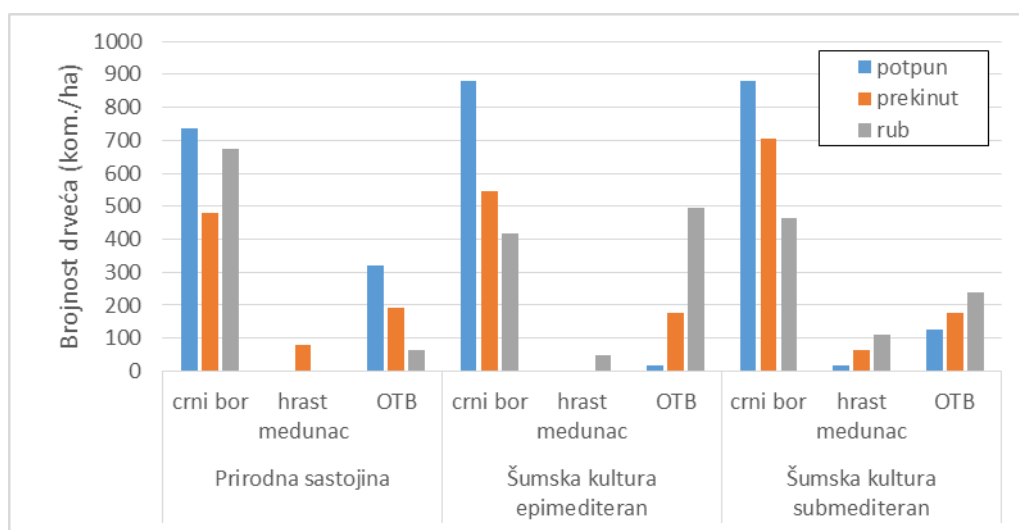
Slika 27. Distribucije broja stabala po prsnim promjerima, etažama sastojine (A, B, C, D), vrstama drveća (BG – bjelograbić, CB – crni bor, CG – crni grab, CJ – crni jasen, HRM – hrast medunac, MKL – maklen) i vegetacijskim zonama (epi – epimediteran, sub – submediteran)

Raspon distribucije prsnih promjera (Slika 28.) također upućuje na izostanak šumskouzgojnih radova njege proredom. Distribucija prsnih promjera na pokusnim plohama ne uzimajući u obzir postanak sastojina u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni ima široki raspon, od 10 do 84 cm prsnog promjera, dok u submediteranskoj vegetacijskoj zoni raspon distribucija prsnih promjera je od 11 do 60 cm. Srednji prsni promjeri u ove dvije zone ne uzimajući u obzir postanak sastojine na uzorku od 939 stabla u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni i 642 stabla u submediteranskoj vegetacijskoj zoni gotovo se ne razlikuju i iznose 28,71 cm u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni i 28,56 cm u submediteranskoj vegetacijskoj zoni, dok standardna pogreška iznosi 10,25 cm u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni i 8,24 cm u submediteranskoj vegetacijskoj zoni. T-testom je utvrđeno da ne postoji signifikantna razlika između ove dvije vegetacijske zone u distribuciji stabala ( $t = -0,304$ ,  $p = 0,761$ ,  $\alpha = 0,05$ ).



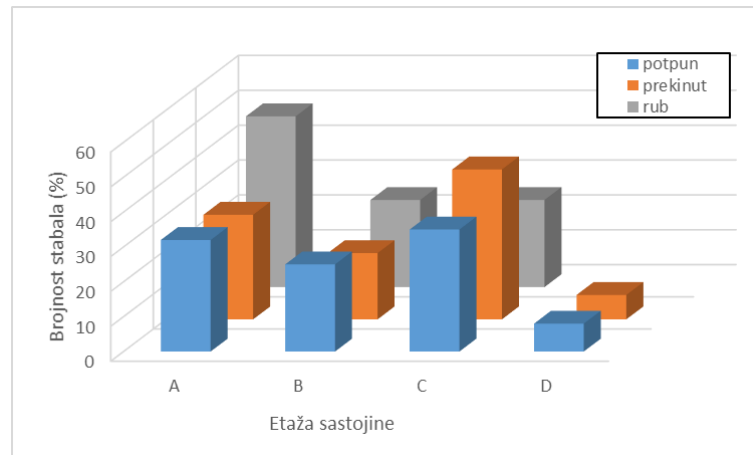
Slika 28. Prosječna distribucija broja stabala na pokusnim plohama po vegetacijskim zonama

Brojnost hrasta medunca i OTB iznad taksacijske granice najveća je u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni. Ona očekivano raste s otvorenošću sklopa starih sastojina crnog bora. U prirodnim sastojinama crnog bora prisutnost vrsta drveća konačne šume najveća je u potpunom sklopu, dok na ploham u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni raste od potpunog prema rubnom sklopu sastojine (Slika 29.).



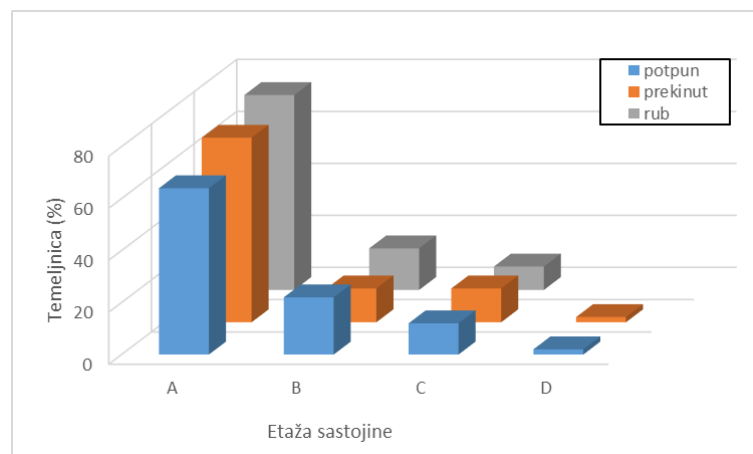
Slika 29. Prosječna brojnost po vrstama drveća po postanku, stupnju sklopa i vegetacijskoj zoni

Prirodne sastojine potpunog sklopa imaju po brojnosti podjednako razvijene sastojinske etaže A, B i C dok je D etaža slabo zastupljena (8%). U prirodnim sastojinama prekinutog sklopa učešće broja stabala u C etaži je najveće (43%), dok proizvodni dio sastojine ima učešće od 49%. U prirodnim sastojinama na rubu nema razvijene sastojinske etaže D, a najzastupljenija je sastojinska etaža A s 49% (Slika 30.).



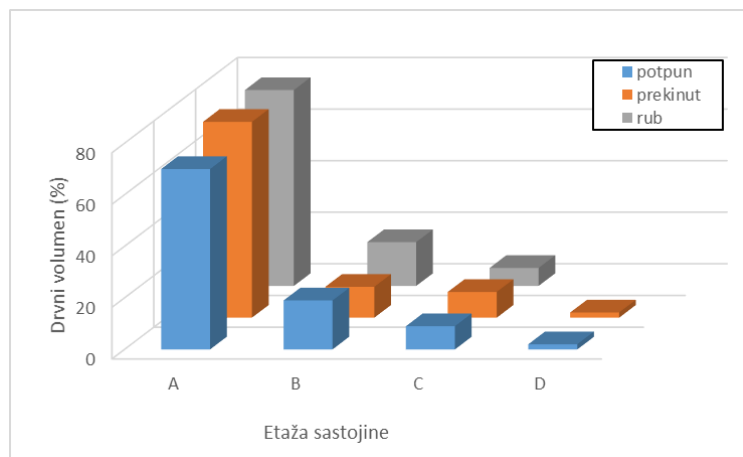
Slika 30. Brojnost stabala po etažama sastojine i stupnju sklopa u prirodnim sastojinama

Učešće temeljnica po sastojinskim etažama u sva tri stupnja sklopa je slično. U etaži A učešće temeljnica je od 64 do 75%, u etaži B je 13 do 22% , u etaži C je 9 do 13%. U etaži D učešće temeljnica je u prirodnim sastojinama potpunog i prekinutog sklopa (2%), (Slika 31.).



Slika 31. Temeljnica po etažama sastojine i stupnju sklopa u prirodnim sastojinama

Raspored drvnog volumena po sastojinskim etažama analogan je rasporedu temeljnice. Učešće drvnog volumena u proizvodnom dijelu sastojine (sastojinske etaže A i B) je 89% u potpunom i prekinutom sklopu te 93% rubnom sklopu (Slika 32.).



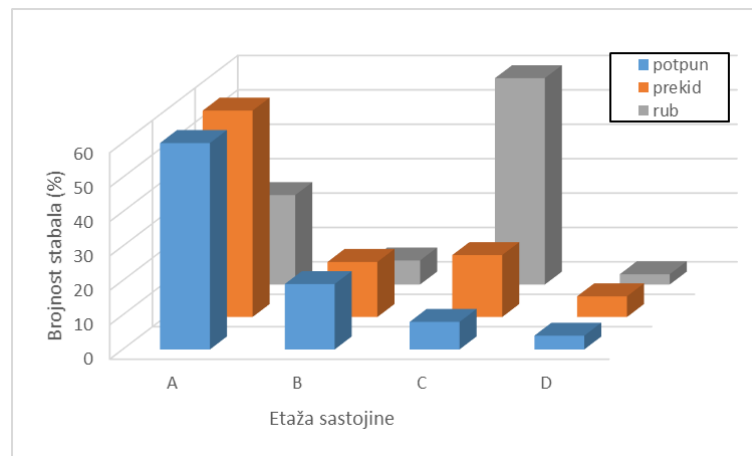
Slika 32. Drvni volumen po etažama sastojine i stupnju sklopa u prirodnim sastojinama

U prirodnim sastojinama, u uvjetima potpunog sklopa, ukupan broj stabala po hektaru je od 816 do 1.424 komada, a drvena zaliha je od 188,00 do 215,84 m<sup>3</sup> (Tablica 7.). Na tim pokusnim plohama nije utvrđena prisutnost hrasta medunca. Vrste drveća ostale tvrde bjelogorice (OTB) utvrđene su na plohama 35–Grobnik (Prilog A.35) i 6–Sv. Juraj (Prilog A.6), u učešću od 15% od ukupnog broja stabala, te 2–4% drvne zalihe. Na plohi 10–Senjska Draga (Prilog A.10) značajnije je učešće OTB, 70% ukupnog broja stabala i 23% drvne zalihe. Na toj plohi OTB se pojavljuje i u A etaži, a značajnije učešće ima u etažama B i C. U etaži D nema stabala crnog bora, osim na plohi 35–Grobnik (Prilog A.35) gdje je prisutno 11 stabala crnog bora.

Na plohama prekinutog sklopa prirodnih sastojina ukupan broj stabala po hektaru je od 672 do 864 komada, a drvena zaliha od 148,96 do 247,04 m<sup>3</sup> (Tablica 7.). Utvrđena je prisutnost hrasta medunca u svim etažama na plohama 5–Hrmatine (Prilog A.5) i u etaži C na plohi 34–Grobnik (Prilog A.34), dok na plohi 20–Senjska Draga (Prilog A.20) nije utvrđena prisutnost hrasta medunca. OTB vrste značajno su zastupljene u strukturi po brojnosti, od 58% do čak 76%, ali su gotovo zanemarivo zastupljene udjelom u drvnoj zalihi, od 5 do 10%, a nalaze se uglavnom u C etaži. U ovoj grupi ploha odumiranje stabala crnog bora je minimalno, pa u etaži D imamo samo po 1 do 2 stabla crnog bora.

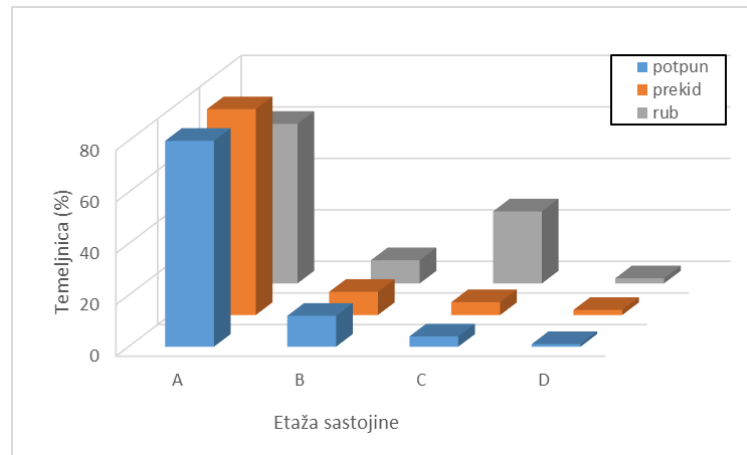
Na plohama postavljenima na rubu prirodnih sastojina crnog bora ukupan broj stabala po hektaru je od 688 do 768 komada, a drvena zaliha je od 101,28 do 200,32 m<sup>3</sup> (Tablica 7.). Prisutnost hrasta medunca nije utvrđena, dok se OTB pojavljuje samo u C etaži. Vrste OTB nisu značajno zastupljene ni po brojnosti (od 4 do 12 %) niti po drvnoj zalihi (od 1 do 2%). U etaži D nema stabala crnog bora.

U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, u potpunom i prekinutom sklopu, sastojinske etaže su s jednakim učešćima brojnosti stabala, osim u prekinutom sklopu, gdje je bolje razvijena sastojinska etaža C (28%), a slabije proizvodni dio sastojine. U rubnim uvjetima sklopa najveće učešće po brojnosti stabala ima sastojinska etaža C (64%) u kojoj se nalazi većina stabala vanjskog dijela ruba sastojine (Slika 33.).



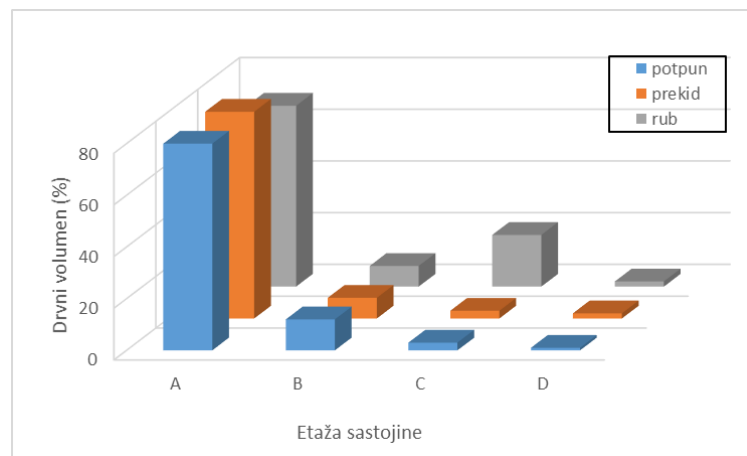
Slika 33. Brojnost stabala po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni

Učešće temeljnice po sastojinskim etažama u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u potpunom i prekinutom stupnju sklopa je slično. U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni rubnog stupnja sklopa u etaži A učešće temeljnice je manje (62%), ali je u etaži C bitno veće (28%). U etaži D učešće temeljnice je od 1 do 2%, (Slika 34.).



Slika 34. Temeljnica po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni

Učešće drvnog volumena po sastojinskim etažama vrlo je slično učešću temeljnica. Učešće drvnog volumena u proizvodnom dijelu sastojine (sastojinska etaža A i B) je u potpunom i prekinutom sklopu 95%, ali je u rubnom stupnju sklopa 78%. U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u rubnom stupnju sklopa u sastojinskoj etaži C učešće drvnog volumena je 20% (Slika 35.).



Slika 35. Drvni volumen po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni

U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u uvjetima potpunog sklopa ukupan broj stabala po hektaru je od 464 do 1.248 komada, a drvna zaliha je od 301,92 do 594,72 m<sup>3</sup> (Tablica 7.). U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni potpunog sklopa nema hrasta medunca, a prisutnost OTB vrsta gotovo je zanemariva jer je učešće manje od 4% po brojnosti odnosno manje od 1% po drvnjoj zalihi. Struktura sastojine

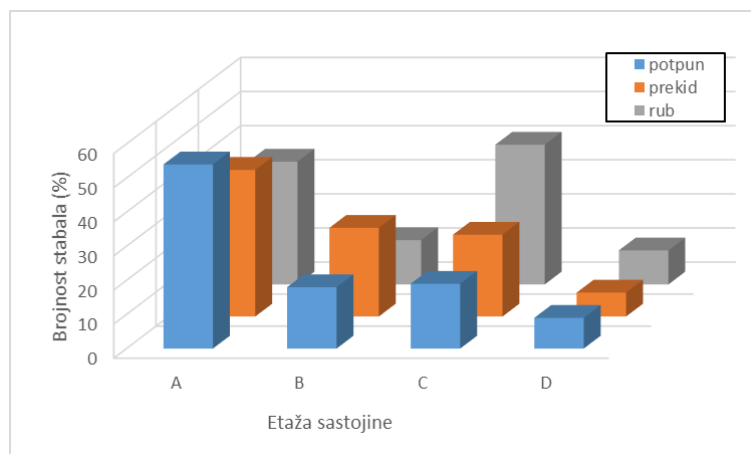
ukazuje da je riječ o čistim sastojinama crnog bora. U etaži D pojavljuje se po jedno suho stablo crnog bora na plohama, osim na plohi 9–Pernica (Prilog A.9) i plohi 17–Oštarije (Prilog A.17) gdje su prisutna po 4 sušca crnog bora. Na plohama 9 i 17 riječ je o čistoj sastojini crnog bora zastupljenog u svim etažama, a sušci su najmanjeg promjera u sastojini.

U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni na plohama prekinutog sklopa ukupan broj stabala po hektaru je od 448 do 912 komada, a drvena zaliha od 224,16 do 853,12 m<sup>3</sup> (Tablica 7.). Prisutnost hrasta medunca nije utvrđena, a zastupljenost OTB u brojnosti je do 53%. Čista sastojina crnog bora nalazi se na plohi 18–Orije (Prilog A.18) koja je prorijeđena prije 20 godina i tada je otvoren sklop, a nalazi se na dubokom i dobrom tlu. Na plohi 8–Krivi Put (Prilog A.8) značajno je učešće u brojnosti OTB. U ovoj sastojini provodili su se u prošlosti šumskouzgojni zahvati prorjede i nalazi se na rubnom dijelu istraživanog područja. Što se tiče drvene zalihe možemo govoriti o čistim sastojinama, jer je učešće crnog bora od 94 do 100%. Jedini izuzetak je sastojina na plohi 8–Krivi Put (Prilog A.8) gdje je udjel crnog bora 82%. U etaži D nema suhih stabala crnog bora na plohama, osim na plohi 2–Tuhobić (Prilog A.2) i 18–Orije (Prilog A.18) gdje su prisutna po 3 sušci crnog bora.

Na plohama postavljenim na rubu šumskih kultura crnoga bora u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni ukupan broj stabala po hektaru je od 608 do 1.216 komada, a drvena zaliha od 134,56 do 244,00 m<sup>3</sup> (Tablica 7.). Hrast medunac i ostale vrste drveća konačne šume značajnije se pojavljuju na vanjskom dijelu ruba sastojine crnog bora. U ovim uvjetima učešće brojnosti OTB vrsta je od 55 do 87%, osim u slučaju plohe 26–Bile (Prilog A.26) gdje je vjerojatno zbog ekstremnih ekoloških uvjeta, jakog utjecaja vjetra i suše, rubno pojavljuje crni bor. Učešće bjelogorice u drvnoj zalihi je veće i iznosi od 13 do 25%, osim u slučaju plohe 26–Bile (Prilog A.26). U etaži D nema sušaca crnog bora osim na plohi 15–Karlobag (Prilog A.15) gdje su 2 stabla sušaca crnog bora.

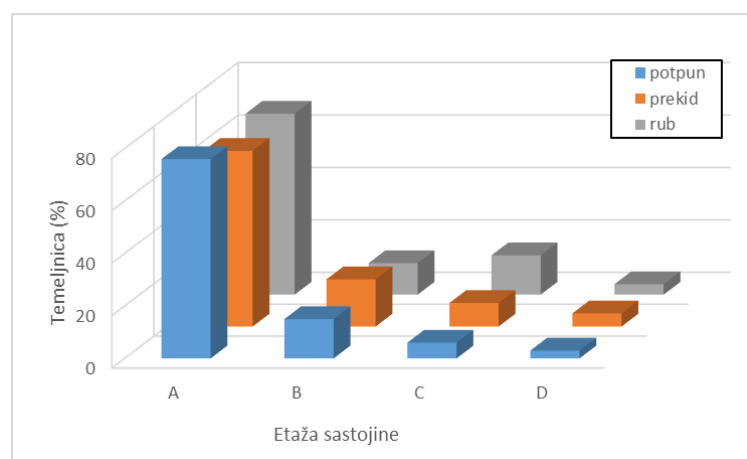
U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni u sastojinskoj etaži A najveće učešće stabala je u sastojinama potpunog sklopa. U sastojinama prekinutog sklopa veće je učešće stabala u sastojinskim etažama B i C u odnosu na sastojine potpunog sklopa, dok je u sastojinama na rubu najveće učešće u sastojinskoj etaži C (41%), (Slika 36.).





Slika 36. Brojnost stabala po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni

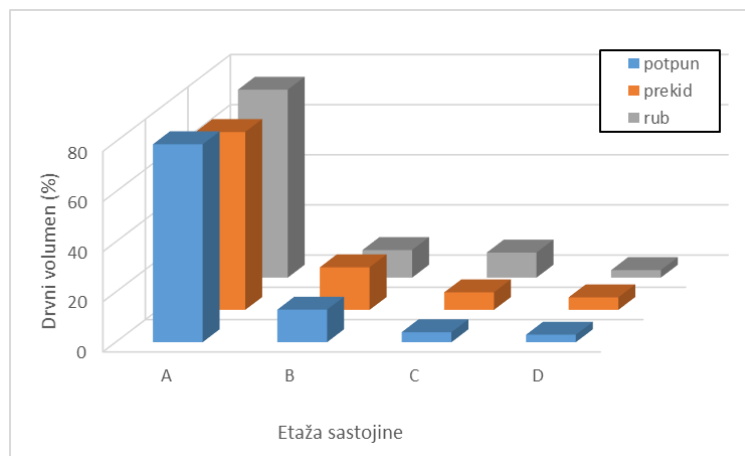
Učešće temeljnica po sastojinskim etažama u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni u sva tri stupnja sklopa je podjednako. U sastojinskoj etaži A učešće temeljnica je od 67 do 76%, u sastojinskoj etaži B od 12 do 18%, u sastojinskoj etaži C od 6 do 15%. U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni rubnog stupnja sklopa u sastojinskoj etaži B učešće temeljnica je niže (12%), ali je više u etaži C (15%). U etaži D učešće temeljnica je od 3 do 5%, (Slika 37.).



Slika 37. Temeljnica po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni

Učešće drvnog volumena po sastojinskim etažama analogno je učešću temeljnica. Učešće drvnog volumena u proizvodnom dijelu sastojine (sastojinska etaže A i B) je u potpunom sklopu 92%, u prekinutom sklopu 88%, a u rubnom stupnju sklopa 86%. U

šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni u rubnom stupnju sklopa u sastojinskoj etaži C učešće drvnog volumena je 10% (Slika 38.).



Slika 38. Drvni volumen po etažama sastojine i stupnju sklopa u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni

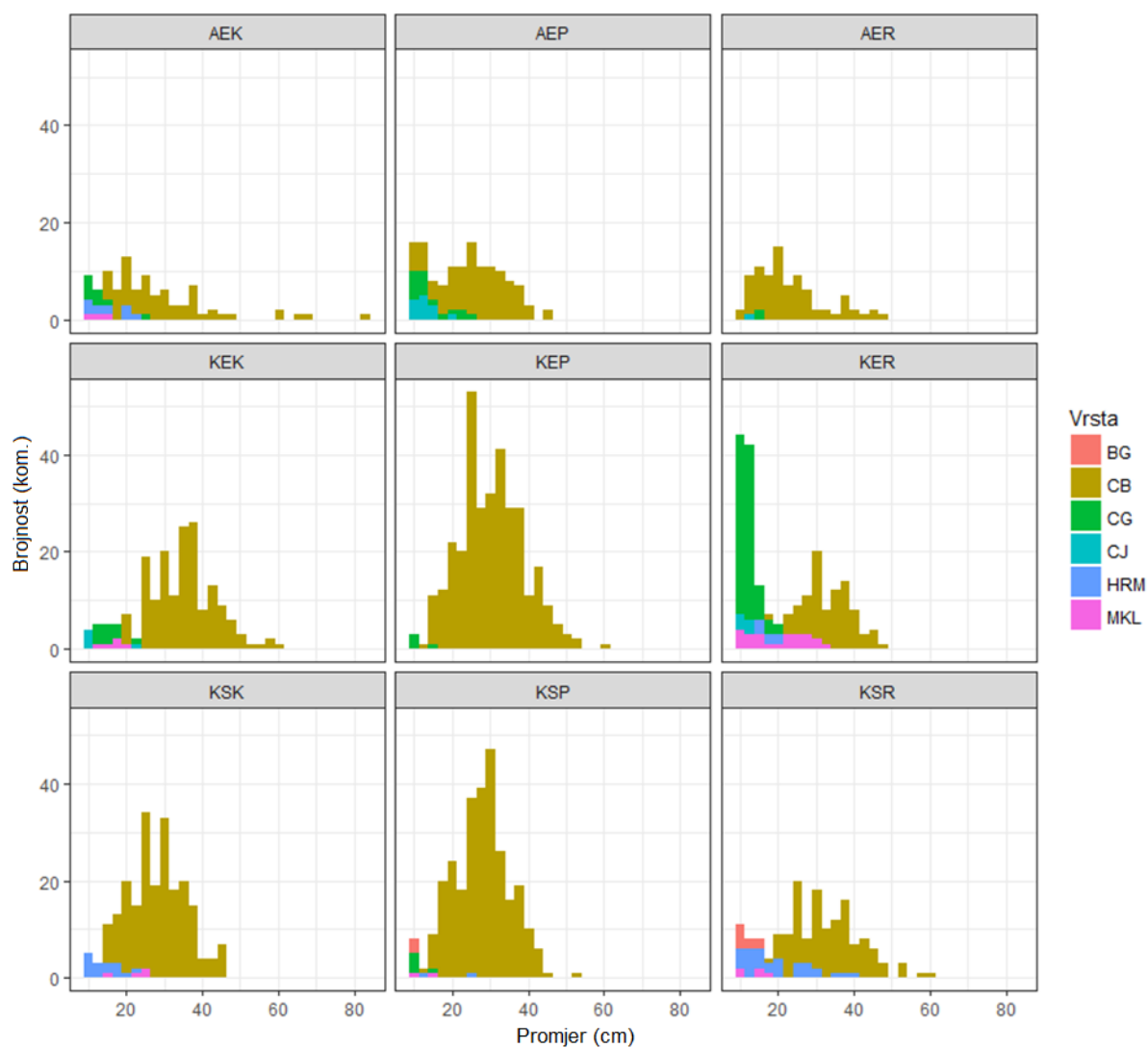
U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni potpunog sklopa ukupan broj stabala po hektaru je od 832 do 1.136 komada, a drvena zaliha je od 300,32 do 619,04 m<sup>3</sup> (Tablica 7.). Jedno stablo hrasta medunca snimljeno je samo na dvije od pet ploha (ploha 22–Podugrinac i ploha 30–Slani Potok) dok je zastupljenost ostalih OTB vrsta u udjelu brojnosti od 5 do 30%, uglavnom u C etaži. U drvnom volumenu učešće vrsta drveća konačne šume je zanemariv i kreće se od 1 do 4%. U etaži D na svim plohama prisutna su 4 sušca crnog bora po plohi, i to u najnižem debljinskom stupnju.

Na plohama u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni prekinutog sklopa ukupan broj stabala po hektaru je od 608 do 1.120 komada, a drvena zaliha od 288,69 do 444,64 m<sup>3</sup> (Tablica 7.). Hrast medunac se pojavljuje na svim plohama u etažama B i C, a na plohi 21–Podugrinac (Prilog A.21) i u etaži A. Ostale vrste drveća konačne šume imaju veću učešće u etaži C. U manjem učešću ima ih na pokusnim plohama u etaži B, a na plohama 32–Slani Potok (Prilog A.32) i 36–Drivenik (Prilog A.36) prisutni su i u etaži A. Učešće vrste drveća konačne šume po brojnosti je od 8 do 52%, a u drvanoj zalihi je od 2 do 18%. U etaži D pojavljuje se od 2 do 6 sušaca crnog bora po plohi, u najnižim debljinskim razredima.

Na plohama postavljenim u rubnom stupnju sklopa u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni ukupan broj stabala po hektaru je od 608 do 1.216 komada, a drvena zaliha je od 134,56 do 244,00 m<sup>3</sup> (Tablica 7.). Hrast medunac se pojavljuje

na svim plohama, u etažama A, B i C, što pokazuje da se osim u vanjskom dijelu ruba sastojine crnog bora hrast medunac pojavio i u unutarnjem dijelu ruba sastojine crnog bora u A i B etaži sastojine. Ostale vrste drveća konačne šume uglavnom su prisutne u etaži C mada ih ima pojedinačno i u etažama A i B, na plohama 31–Slani Potok (Prilog A.31) i 23–Podugrinac (Prilog A.23). Učešće vrste drveća konačne šume u ukupnoj brojnosti je od 26 do 66%, dok je učešće u drvnjoj zalihi od 5 do 20%. U etaži D pojavljuje se do 3 sušca crnog bora po plohi, osim na plohi 37–Zoričići (Prilog A.37) gdje imamo 8 sušaca crnog bora, ali u najnižem debljinskom razredu.

Brojnost stabala po vrstama (Slika 39.) ovisno o sklopu sastojine pokazuje da u prirodnim sastojinama, bez obzira na sklop, zbog relativno malog broja stabala crnog bora u A etaži sastojine (starost sastojine) ekološki uvjeti su i u potpunom i prekinutom sklopu slični, dok je na rubnim plohama vjerojatno zbog ekstremnih ekoloških uvjeta izvan sastojine najmanja pojavnost vrsta drveća konačne šume. U umjetno podignutim sastojinama crnog bora očekivano najveća brojnost vrsta drveća konačne šume je rubnom sklopu, zatim u prekinutom sklopu, a najmanja je u potpunom sklopu.



Slika 39. Distribucija stabala po prsnim promjerima i grupama pokusnih ploha (BG–bjelograbić, CB– crni bor, CG–crni grab, CJ–crni jasen, HRM–hrast medunac, MKL–maklen)

### 3.3. Struktura podrasta

Podrast je istraživan na transektima (prugama) širine 1,5 m, duljine 25 m, površine 37,5 m<sup>2</sup>, postavljenima po sredini svake plohe, u smjeru sjever–jug. Na transektu su izmjereni opseg i visina po vrstama drveća, za stabla podrasta viša od 3 metra i prsnih promjera 2 – 10 cm. Podrast je prirodnog postanka. Čine ga sljedeće vrste drveća: hrast medunac, crni jasen, crni grab, bjelograbić i OTB (bagrem, brijest, bukva, javor gluhač, klen, maklen, lipa, mukinja, obični jasen).

U prirodnim sastojinama crnog bora u potpunom sklopu pojavljuju se 2 do 3 vrste drveća u podrastu, u prekinutom sklopu 2 do 4 vrste drveća i na rubnim uvjetima 4 vrste drveća u podrastu. U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u potpunom sklopu imamo dvije plohe na kojima nije prisutan podrast (12–Osmatračnica i 17–Oštarije), a na ostalim prisutne su 1 do 3 vrste drveća. U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u prekinutom sklopu prisutno je od 3 do 5 vrsta drveća podrasta, a na rubnim uvjetima sklopa 2 do 4 vrste drveća u podrastu. U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni u potpunom sklopu prisutno je 2 do 4 vrste drveća, u prekinutom sklopu 2 do 7 vrsta drveća, a na rubu 2 do 4 vrste u podrastu. Najviše vrsta drveća u podrastu prisutno je na plohi 32–Slani Potok (Tablica 9.).

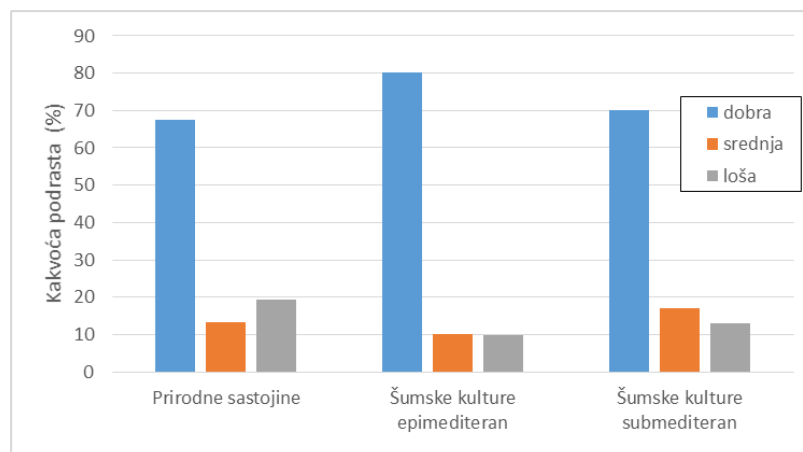
Brojnost podrasta po pokusnim plohama je heterogena i kreće se u rasponu od 0 do 34 kom./transekt (0–9.067 kom./ha) ili u prosjeku 12,6 kom. po transektu (3.360 kom./ha). Na plohama u prirodnim sastojinama epimediteranske vegetacijske zone u prosjeku se pojavljuje 12,3 biljaka podrasta po transektu (3.280 kom./ha). Na plohama u šumskim kulturama epimediteranske vegetacijske zone u prosjeku se pojavljuje 10,7 biljaka podrasta po transektu (2.853 kom./ha), a na plohama u šumskim kulturama submediteranske vegetacijske zone u prosjeku se pojavljuje 14,9 komada podrasta po transektu (3.973 kom./ha).

U prosjeku se na svim pokusnim plohama u podrastu pojavljuju tri vrste drveća. Na plohama u prirodnim sastojinama epimediteranske vegetacijske zone u prosjeku se pojavljuje 2,9 vrsta drveća, na plohama u šumskim kulturama epimediteranske vegetacijske zone prosječno 2,4 vrste drveća, a na plohama u šumskim kulturama submediteranske vegetacijske zone u podrastu se pojavljuje prosječno 3,7 vrsta drveća.

Tablica 9. Brojnost podrasta i broj vrsta drveća u podrastu (kom./37,5 m<sup>2</sup>) s obzirom na postanak sastojina, pripadnost vegetacijskoj zoni i stupanj sklopa

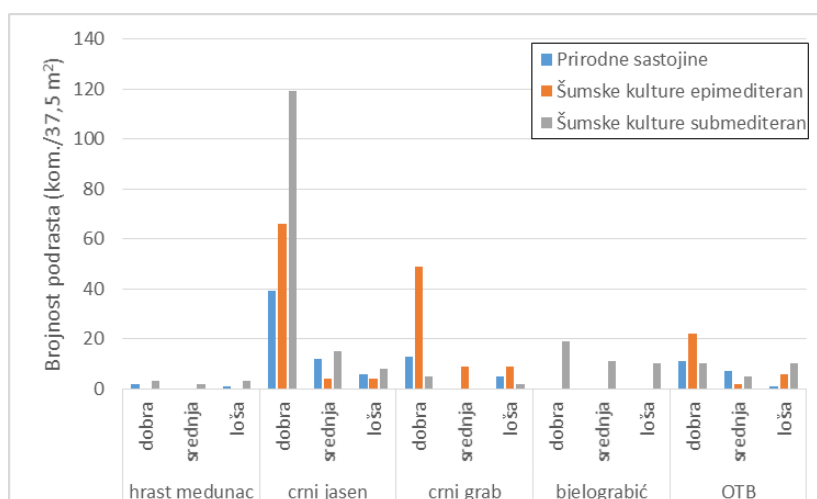
Redni broj	Oznaka	Predjel	Postanak sastojine	Vegetacijska zona (epi, sub)	Stupanj sklopa	Podrast - vrsta drveća (kom.)					Ukupno na transektu (kom.)	Ukupno na transektu (kom./ha)	Broj vrsta drveća na transektu (kom.)
						Hrast medunac	Crni jasen	Crni grab	Bjelograbić	OTB			
1	KEP	Tuhobić	šumska kultura	epi	potpun	0	7	4	0	2	13	3467	3
2	KEK	Tuhobić	šumska kultura	epi	prekinut	0	1	9	0	2	12	3200	3
3	KSP	Drivenik	šumska kultura	sub	potpun	0	28	0	2	4	34	9067	4
4	KSR	Drivenik	šumska kultura	sub	rub	0	4	0	4	0	8	2133	2
5	AEK	Hrmatine	prirodna	epi	prekinut	3	9	0	0	0	12	3200	2
6	AEP	Hrmatine	prirodna	epi	potpun	0	14	0	0	1	15	4000	2
7	AER	Hrmatine	prirodna	epi	rub	0	14	3	0	4	21	5600	4
8	KEK	Krivi Put	šumska kultura	epi	prekinut	0	0	0	0	10	10	2667	5
9	KEP	Pernica	šumska kultura	epi	potpun	0	0	3	0	2	5	1333	3
10	AEP	Senjska Draga	prirodna	epi	potpun	0	1	5	0	0	6	1600	2
11	KER	Osmatračnica	šumska kultura	epi	rub	0	3	3	0	0	6	1600	2
12	KEP	Osmatračnica	šumska kultura	epi	potpun	0	0	0	0	0	0	0	0
13	KEP	Orije	šumska kultura	epi	potpun	0	0	6	0	0	6	1600	1
14	KEK	Karlobag	šumska kultura	epi	prekinut	0	17	2	0	2	21	5600	3
15	KER	Karlobag	šumska kultura	epi	rub	0	4	7	0	0	11	2933	2
16	KEP	Karlobag	šumska kultura	epi	potpun	0	1	0	0	0	1	267	1
17	KEP	Oštarije	šumska kultura	epi	potpun	0	0	0	0	0	0	0	0
18	KEK	Orije	šumska kultura	epi	prekinut	0	3	17	0	2	22	5867	3
19	KER	Krstače	šumska kultura	epi	rub	0	1	8	0	0	9	2400	2
20	AEK	Senjska Draga	prirodna	epi	prekinut	0	10	5	0	0	15	4000	2
21	KSK	Podugrinac	šumska kultura	sub	prekinut	0	9	0	0	2	11	2933	2
22	KSP	Podugrinac	šumska kultura	sub	potpun	0	11	2	1	0	14	3733	3
23	KSR	Podugrinac	šumska kultura	sub	rub	0	22	1	4	2	29	7733	4
24	KER	Vnište	šumska kultura	epi	rub	0	4	0	0	4	8	2133	2
25	KEK	Bile	šumska kultura	epi	prekinut	0	25	2	0	2	29	7733	4
26	KER	Bile	šumska kultura	epi	rub	0	8	6	0	4	18	4800	4
27	KSR	Rasadnik	šumska kultura	sub	rub	0	6	1	14	1	22	5867	4
28	KSK	Rasadnik	šumska kultura	sub	prekinut	1	6	0	3	2	12	3200	5
29	KSP	Rasadnik	šumska kultura	sub	potpun	1	4	0	5	0	10	2667	3
30	KSP	Slani Potok	šumska kultura	sub	potpun	2	16	0	0	0	18	4800	2
31	KSR	Slani Potok	šumska kultura	sub	rub	1	9	1	0	1	12	3200	4
32	KSK	Slani Potok	šumska kultura	sub	prekinut	0	6	1	1	5	13	3467	7
33	AER	Grobnik	prirodna	epi	rub	0	3	1	0	7	11	2933	4
34	AEK	Grobnik	prirodna	epi	prekinut	0	2	3	0	5	10	2667	4
35	AEP	Grobnik	prirodna	epi	potpun	0	4	2	0	2	8	2133	3
36	KSK	Drivenik	šumska kultura	sub	prekinut	0	1	1	0	6	8	2133	5
37	KSR	Zoričići	šumska kultura	sub	rub	2	6	0	2	1	11	2933	4
38	KSP	Zoričići	šumska kultura	sub	potpun	0	7	0	3	1	11	2933	3
39	KSK	Zoričići	šumska kultura	sub	prekinut	1	8	0	1	0	10	2667	3

Na transektima se kod podrasta određivala i kakvoća stabala podrasta (Slika 40.). Na osnovu izgleda (deformiranost, granatost, pravost rasta), stabla podrasta su klasificirana u tri klase kakvoće (dobra, srednja, loša). Najveća kakvoća stabala podrasta je u šumskim kulturama u epimediteranskoj zoni gdje je dobre kakvoće 80,1% stabala, te u šumskim kulturama u submediteranskoj zoni gdje je dobre kakvoće 70% stabala podrasta. Najmanje stabala podrasta dobre kakvoće (67,4%) je u prirodnim sastojinama.



Slika 40. Kakvoća podrasta s obzirom na postanak sastojina crnog bora i vegetacijsku zonu

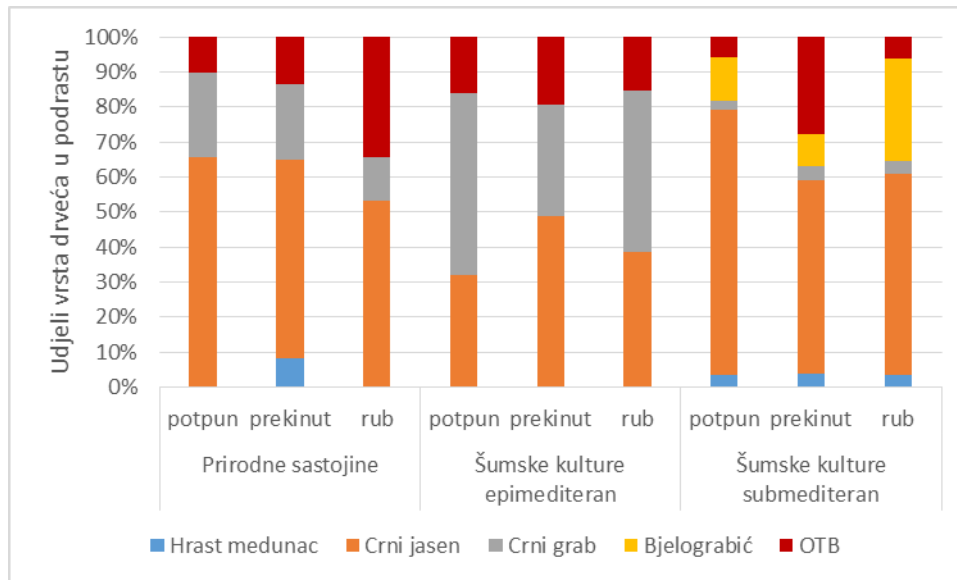
Crni jasen je najznačajnija vrsta drveća u podrastu, u sve tri grupe sastojina grupirane po postanku i po vegetacijskim zonama. Crni grab se značajnije pojavljuje u šumskim kulturama u epimediteranu, a bjelogabić u šumskim kulturama u submediteranu. U prirodnim sastojinama, osim crnog jasena, značajna je prisutnost crnog graba i OTB. Hrast medunac se pojavljuje u sloju podrasta samo u šumskim kulturama u submediteranu i na plohi 5–Hrmatine, u prirodnim sastojinama prekinutog sklopa (Slika 41.).



Slika 41. Brojnost vrsta drveća u podrastu po kakvoći stabala

U epimediteranskoj vegetacijskoj zoni crni jasen je dominantna vrsta drveća u podrastu, u sva tri stupnja sklopa, a slijedi ga crni grab (Slika 42.). Te dvije vrste zajedno čine preko 80% stabala podrasta. U submediteranskoj vegetacijskoj zoni u podrastu je dominantan crni jasen, slijedi ga bjelogabić. Ovdje se hrast medunac u podrastu javlja u svim stupnjevima

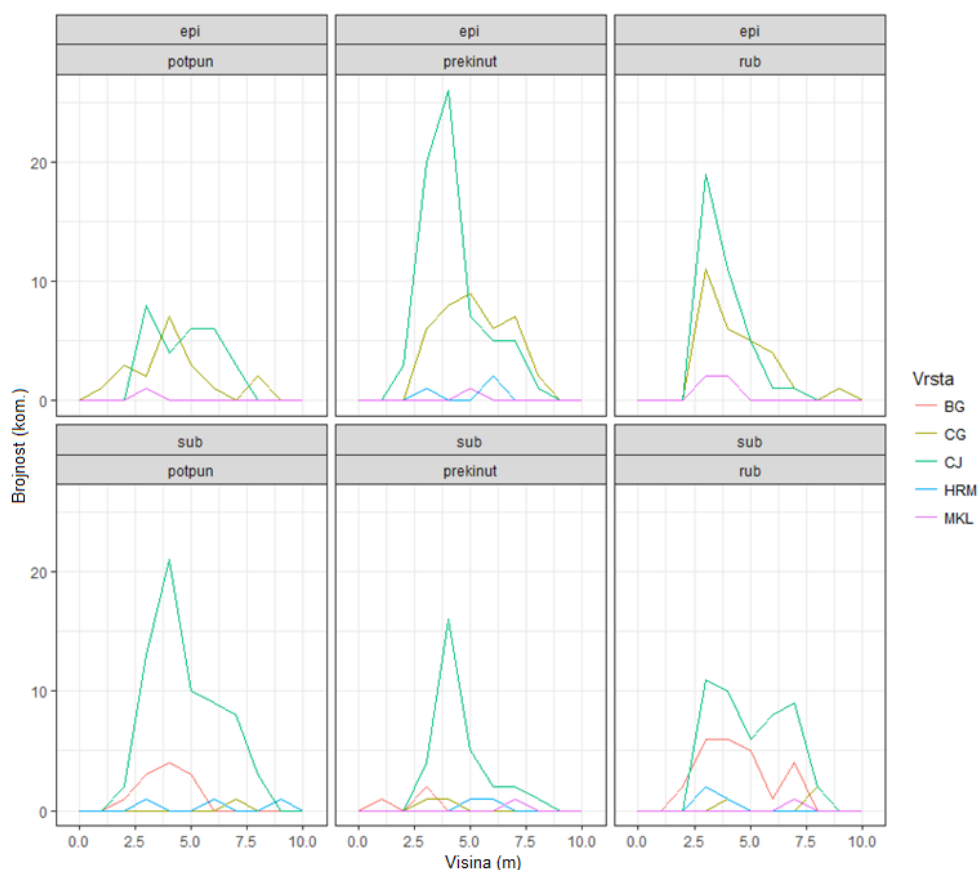
sklopa. Bjelogabić se pojavljuje u podrastu samo u submediteranu s udjelom od 10 do 30% ovisno o stupnju sklopa, dok je crni grab prisutan u submediteranu s udjelom od 3% bez obzira na stupanj sklopa, vjerojatno zbog vertikalnog širenja pod jakim utjecajem dominantnog vjetra (bure). Hrast medunac se javlja samo u uvjetima prekinutog sklopa prirodne sastojine, na plohi 5–Hrmatine.



Slika 42. Udjel glavnih vrsta drveća u podrastu s obzirom na postanak sastojina crnog bora, vegetacijsku zonu i stupanj sklopa

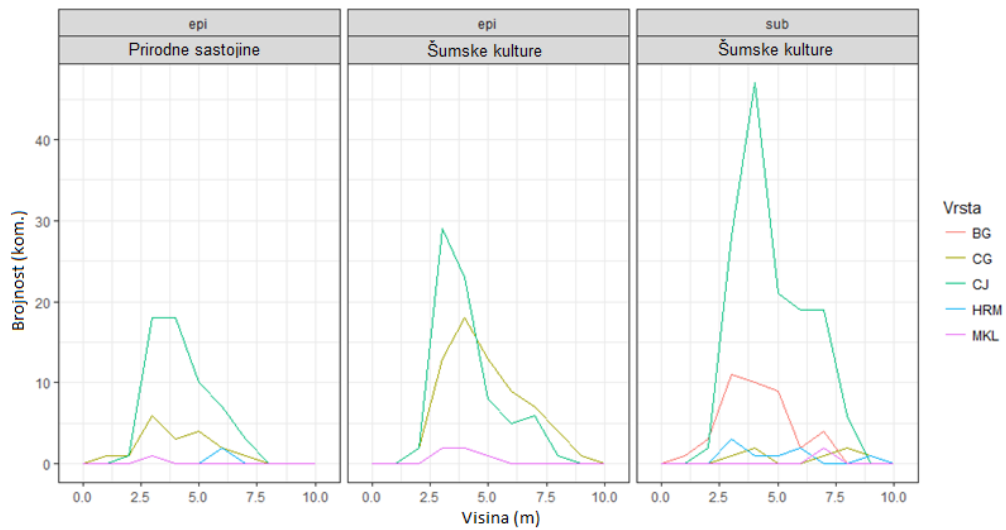
Iz distribucije broja biljaka podrasta (Slika 43.) uočava se da je u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni dominantna vrsta crni jasen, slijedi crni grab dok su slabo zastupljeni hrast medunac i maklen. U submediteranskoj vegetacijskoj zoni dominantan je brojnošću također crni jasen, a kao prateća vrsta po brojnosti bjelogabić mijenja crni grab. Hrast medunac, crni grab i maklen svojom pojavnošću u submediteranskoj vegetacijskoj zoni su slabije zastupljeni.





Slika 43. Distribucija podrasta po vrstama drveća, vegetacijskim zonama, stupnjevima sklopa i visinskim klasama (epi–epimediteran, sub–submediteran, BG–bjelograbić, CG–crni grab, CJ–crni jasen, HRM–hrast medunac, MKL–maklen)

Distribucija podrasta po postanku i vegetacijskim zonama (Slika 44.) pokazuje da su u prirodnim sastojinama i u šumskim kulturama u epimediterranskoj vegetacijskoj zoni zastupljene tri vrste od promatranih pet vrsta drveća u podrastu. U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni u podrastu je prisutno svih pet promatranih vrsta drveća. Na grafikonu (Slika 43.) uočljivo je da se većina podrasta nalazi u visinskom rasponu od 2,5 do 5 m visine.



Slika 44. Distribucija vrsta drveća podrasta po visinskim klasama, postanku sastojina i vegetacijskim zonama (epi–epimediteran, sub–submediteran, BG–bjelograbić, CG–crni grab, CJ–crni jasen, HRM–hrast medunac, MKL–maklen)

### 3.4. Struktura pomlatka

#### 3.4.1. Struktura pomlatka po vrstama drveća

Pomladak je analiziran na osnovu podataka sa 6 ploha (S1 – S6) sistematski postavljenih uzduž središnjeg transekta svake pokusne plohe. Površina svake plohe je 2,25 m<sup>2</sup>, pa je ukupna izmjerena površina 13,5 m<sup>2</sup>. Metodika postavljanja, uzorkovanja i izmjere je opisana u podpoglavlju 2.5. Struktura pomlatka je prikazana za svaku pokusnu plohu, na ukupnoj površini ploha od 13,5 m<sup>2</sup>, u Prilogu B doktorskog rada.

Pomladak je prirodni, iz sjemena. Kod nekih vrsta drveća poput hrasta medunca, crnog jasena, bjelograbića, maklena i klena u nekim je slučajevima uočeno da iz žilja tjera više izdanaka, međutim, to nije bio slučaj na plohicama.

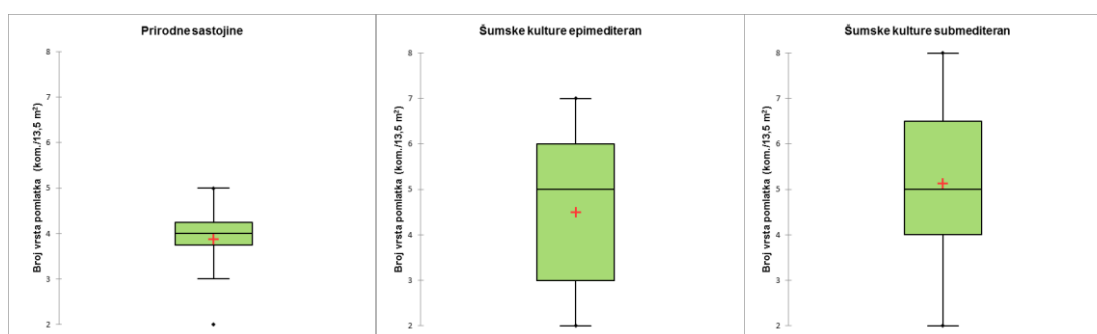
U pomlatku je na plohicama zabilježeno ukupno 16 vrsta drveća: bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.), bjelograbić (*Carpinus orientalis* Mill.), brijest (*Ulmus minor* Mill.), bukva (*Fagus sylvatica* L.), crni grab (*Ostrya carpinifolia* Scop.), crni jasen (*Fraxinus ornus* L.), hrast medunac (*Quercus pubescens* Willd.), javor gluhać (*Acer obtusatum* Waldst. Et Kit. Ex Willd.), jarebika (*Sorbus aucuparia* L.), jasen obični (*Fraxinus excelsior* L.), klen (*Acer campestre* L.), koprivić (*Celtis australis* L.), malolisna lipa (*Tilia cordata* Mill.), lovor (*Laurus nobilis* L.), maklen (*Acer monspessulanum* L.) i muginja (*Sorbus aria* (L.) Cranz)). Po postanku, vegetacijskoj zoni i stupnju sklopa analizirano je 9 glavnih vrsta: hrast medunac, crni jasen, crni grab, bjelograbić, javor gluhać, maklen, muginja, lipa i klen.

Podaci su heterogeni. Ukupna brojnost pomlatka je od 5 do 134 kom./13,5 m<sup>2</sup> tj. od 3.704 komada do 99.259 komada po hektaru. Prosječno je u prirodnim sastojinama 57 kom./13,5 m<sup>2</sup> (42.222 kom./ha), u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni 46 kom./13,5 m<sup>2</sup> (34.074 kom./ha), a u submediteranskoj vegetacijskoj zoni 43 kom./13,5 m<sup>2</sup> (31.852 kom./ha), (Tablica 10.).

Tablica 10. Prosječna brojnost pomlatka po postanku, vegetacijskoj zoni i sklopu sastojina crnog bora

Sastojine po postanku i vegetacijskoj zoni	Stupanj sklopa			Prosjek
	potpun	prekinut	rub	
	kom./13,5 m <sup>2</sup>			
Prirodne sastojine	50	79	35	57
Šumske kulture u epimediteranu	63	43	31	46
Šumske kulture u submediteranu	29	32	64	43

Medijana broja vrsta drveća u pomlatku u prirodnim sastojinama je 4 vrste/13,5 m<sup>2</sup>, a u šumskim kulturama u epimediteranskoj i submediteranskoj vegetacijskoj zoni 5 vrsta/13,5 m<sup>2</sup> (Slika 45.).



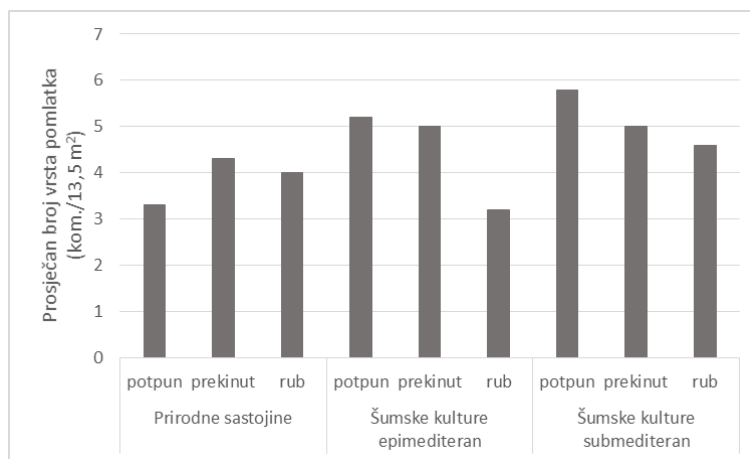
Slika 45. Broj vrsta drveća u pomlatku

U prirodnim sastojinama crnog bora u potpunom sklopu se pojavljuje 2 – 5 vrsta drveća u pomlatku (crni jasen, javor gluhać, maklen, mukinja, hrast medunac i crni grab), u prekinutom sklopu 4 – 5 vrsta drveća (crni jasen, mukinja, maklen, hrast medunac, crni grab i javor gluhać), a u uvjetima ruba sastojine 4 vrste drveća u pomlatku (crni jasen, crni grab, mukinja i hrast medunac).

U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u potpunom sklopu se pojavljuje 2 – 7 vrsta drveća (crni jasen, maklen, crni grab, hrast medunac, mukinja, javor gluhać, lipa, klen, bukva i obični jasen). U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u prekinutom sklopu prisutno je 2 – 7 vrsta drveća (crni jasen, maklen, lipa, hrast medunac, mukinja, crni grab, klen, javor gluhać, brijest, bukva i obični jasen), a u rubnom sklopu prisutno je 2 – 5 vrsta drveća u pomlatku (maklen, crni jasen, crni grab i hrast medunac).

U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni u potpunom sklopu prisutno je 2 – 8 vrsta drveća (crni jasen, hrast medunac, maklen, klen, lovor, koprivić, brijest, bagrem, crni grab), u prekinutom sklopu 2 – 7 vrsta drveća (crni jasen, hrast medunac, maklen, brijest, bijelograbić, klen, jarebika i bagrem) i u rubnom sklopu 3 – 8 vrsta u pomlatku (crni jasen, hrast medunac, bjelograbić, maklen, klen, lovor, lipa, crni grab). Najviše vrsta drveća u pomlatku prisutno je na plohama 3–Drivenik, 29–Rasadnik i 37– Zoričići i to crni jasen, hrast medunac, bjelograbić, maklen, klen, lovor, lipa i crni grab.

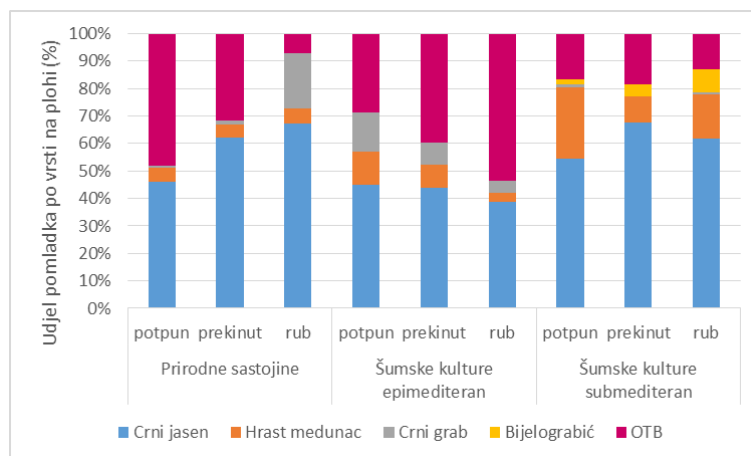
Na svim plohama se u prosjeku pojavljuju 4 vrste drveća, a prosječan broj vrsta koje se pojavljuju na plohama po postanku, vegetacijskim zonama i stupnju sklopa je od 3 do 6 vrsta pomlatka (prosječno 3,2 do 5,8 vrsta), (Slika 46.).



Slika 46. Prosječni broj vrsta pomlatka s obzirom na postanak sastojina, pripadnost vegetacijskoj zoni i stupanj sklopa

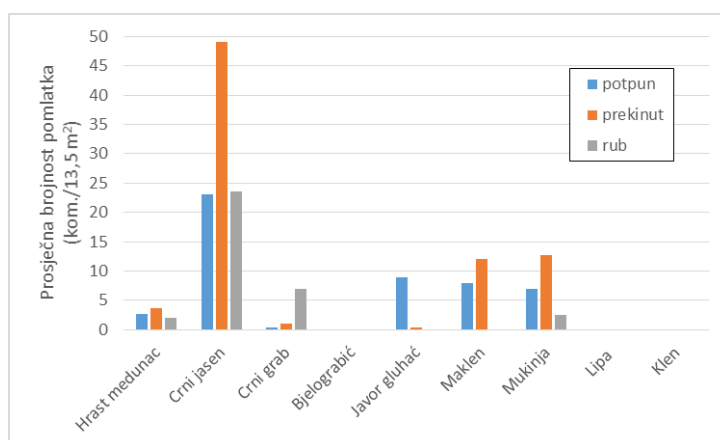
### 3.4.2. Struktura pomlatka s obzirom na postanak, vegetacijsku zonu i stupanj sklopa sastojina crnog bora

Sudeći po načinu postanka istraživanih sastojina crnog bora, vegetacijskim zonama i stupnju sklopa najzastupljenija je vrsta pomlatka crni jasen, zatim OTB (12 vrsta drveća), a zatim hrast medunac. U epimediterskoj vegetacijskoj zoni značajan udjel u pomlatku ima crni grab dok u submediteranskoj vegetacijskoj zoni značajan udjel ima bjelograbić (Slika 47.).



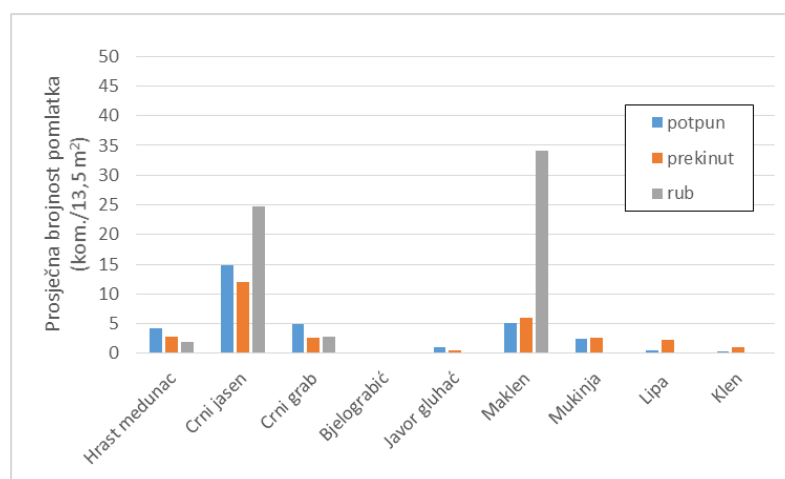
Slika 47. Prosječni udjel vrsta pomlatka po ploham grupiranim po postanku, vegetacijskoj zoni i sklopu sastojina crnog bora

U prirodnim sastojinama od promatranih 9 vrsta drveća u pomlatku je najzastupljeniji u svim stupnjevima sklopa crni jasen (23 do 49 kom./13,5 m<sup>2</sup> ili 17.037 do 36.296 kom./ha), a slijede ga maklen i mukinja. Hrast medunac se podjednako pojavljuje u sva tri stupnja sklopa (3 do 4 kom./13,5 m<sup>2</sup> ili 2.222 do 2.963 kom./ha). Crni grab se značajnije pojavljuje samo u rubnim uvjetima. U potpunom sklopu, osim crnog jasena i hrasta medunca, značajnije su prisutni javor gluhać, maklen i mukinja. U prekinutom sklopu, osim crnog jasena koji je tu najbrojniji i hrasta medunca, prisutni su maklen i mukinja, a javora gluhaća gotovo nema. Na rubu, osim crnog jasena i hrasta medunca, pojavljuju se crni grab i mukinja, a javora gluhaća i maklena nema. Od promatranih vrsta u prirodnim sastojinama nema bjelograbića, lipe i klena (Slika 48.). Ostale zabilježene vrste pomlatka ne pojavljuju se u prirodnim sastojinama crnog bora.



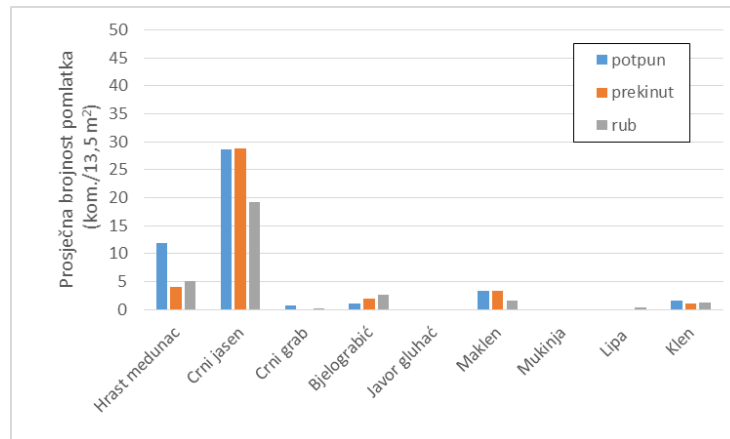
Slika 48. Prosječna brojnost glavnih vrsta drveća u pomlatku u prirodnim sastojinama s obzirom na sklop sastojina crnog bora

U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni uz crni jasen (12 do 25 kom./13,5 m<sup>2</sup> ili 8.889 do 18.519 kom./ha) koji je najbrojniji u sva tri stupnja sklopa prisutni su i maklen, crni grab i hrast medunac (3 do 4 kom./13,5 m<sup>2</sup> ili 2.222 do 2.963 kom./ha) u sva tri sklopa. Za razliku od prirodnih sastojina gdje je crni jasen najbrojniji u prekinutom sklopu, u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni najbrojniji je na rubu. Velika brojnost maklena u rubnom sklopu posljedica je velike prisutnosti maklena na plohi 24–Vinište gdje je izmjerno 133 kom./13,5 m<sup>2</sup> ili 98.518 kom./ha. Od promatranih vrsta u rubnom sklopu ne pojavljuju se javor gluhać, mukinja, lipa i klen, dok se bjelograbić očekivano uopće ne pojavljuje u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni (Slika 49.). Od ostalih zabilježenih vrsta u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u potpunom i prekinutom sklopu pojavljuju se bukva i obični jasen.



Slika 49. Prosječna brojnost glavnih vrsta drveća u pomlatku u šumskim kulturama crnog bora u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni s obzirom na sklop sastojina

U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni kao i u ostale dvije grupe sastojina najbrojniji je crni jasen (19 do 29 kom./13,5 m<sup>2</sup> ili 14.074 do 21.481 kom./ha), a po brojnosti ga prati hrast medunac (4 do 12 kom./13,5 m<sup>2</sup> ili 2.963 do 8.889 kom./ha). Uz crni jasen i hrast medunac u svim vrstama sklopa sastojine pojavljuju se bjelograbić, maklen i klen. Crni grab se pojavljuje samo u potpunom sklopu, lipa samo u rubnom sklopu, a javor gluhać i mukinja nisu prisutni u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni (Slika 50.). Od ostalih zabilježenih vrsta pomlatka u šumskim kulturama, u submediteranskoj vegetacijskoj zoni pojavljuju se u potpunom sklopu brijest, koprivić i lovor, u prekinutom sklopu brijest, bagrem i jarebika, a na rubu lovor i jarebika.



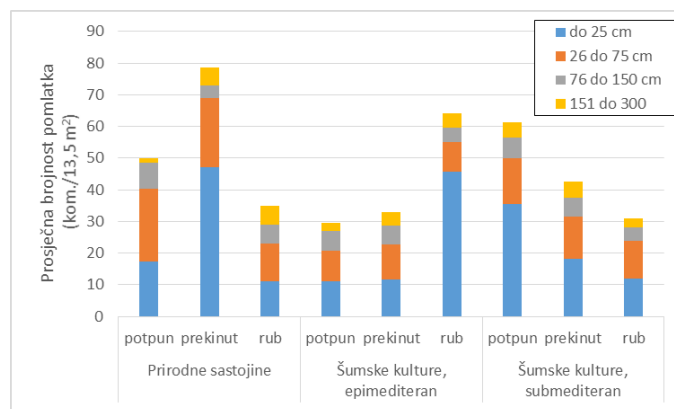
Slika 50. Prosječna brojnost glavnih vrsta drveća u pomlatku u šumskim kulturama crnog bora u submediteranskoj vegetacijskoj zoni s obzirom na stupanj sklopa

Pomladak hrasta medunca pojavljuje se i u prirodnim sastojinama i šumskim kulturama. Pomladak hrasta medunca je najzastupljeniji u submediteranskoj vegetacijskoj zoni gdje je utvrđen na 12 od 15 mjerenih ploha (nije utvrđen na plohama 22, 31, 39). Pomladak hrasta medunca u prirodnom sastojinama nije utvrđen na dvije plohe (plohe 10 i 35) od mjerenih 8 ploha, a u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni hrast medunac nije utvrđen na 7 ploha (plohe 2, 8, 11, 13, 15, 17, 26) od mjerenih 16 ploha.

### 3.4.3. Struktura pomlatka po visinskim klasama

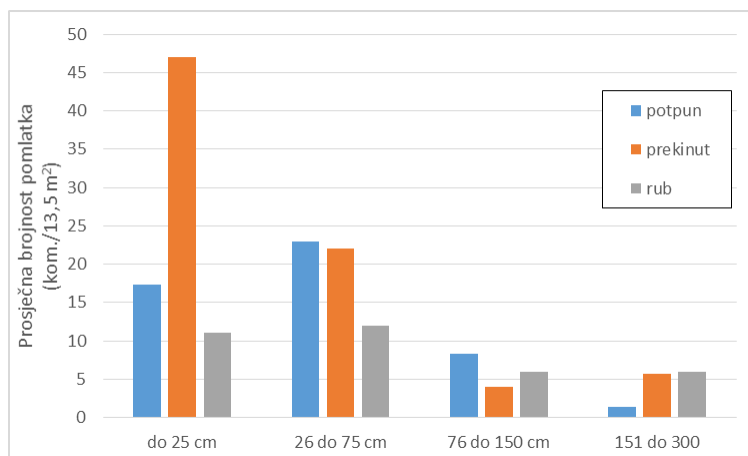
Osim prosječne brojnosti na plohicama je analizirana i brojnost pomlatka po visinskim klasama (do 25 cm, 26 – 75 cm, 76 – 150 cm, 151 – 300 cm) po postanku, vegetacijskoj zoni i stupnju sklopa sastojina crnog bora. Najveća brojnost pomlatka je u prirodnim sastojinama prekinutog sklopa (dominira crni jaseen), zatim u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni rubnog stupnja sklopa (dominiraju crni jaseen i maklen), a zatim u submediteranskoj vegetacijskoj zoni potpunog sklopa (dominiraju crni jaseen i hrast medunac) (Slika 51.).





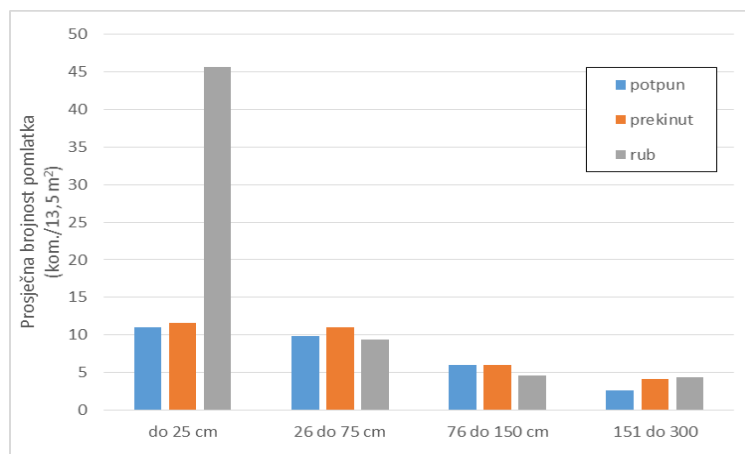
Slika 51. Prosječna brojnost pomlatka po visinskim klasama po postanku, vegetacijskoj zoni i stupnju sklopa sastojina crnog bora

U prirodnim sastojinama po visinskim klasama u potpunom i rubnom sklopu najbrojniji je pomladak u visinskoj klasi od 26 do 75 cm, dok je u prekinutom sklopu najbrojniji u visinskoj klasi od 0 do 26 cm (Slika 52.).



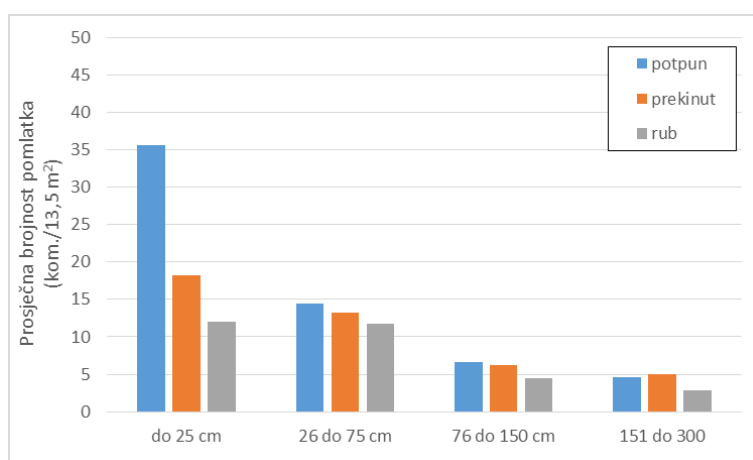
Slika 52. Prosječna brojnost pomlatka po visinskim klasama u prirodnim sastojinama

U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni najbrojniji je pomladak u visinskoj klasi do 25 cm u rubnom sklopu, dok je u ostalim visinskim klasama jednoliko prisutan bez obzira na stupanj sklopa s time da brojnost opada povećanjem visine pomlatka (Slika 53.).



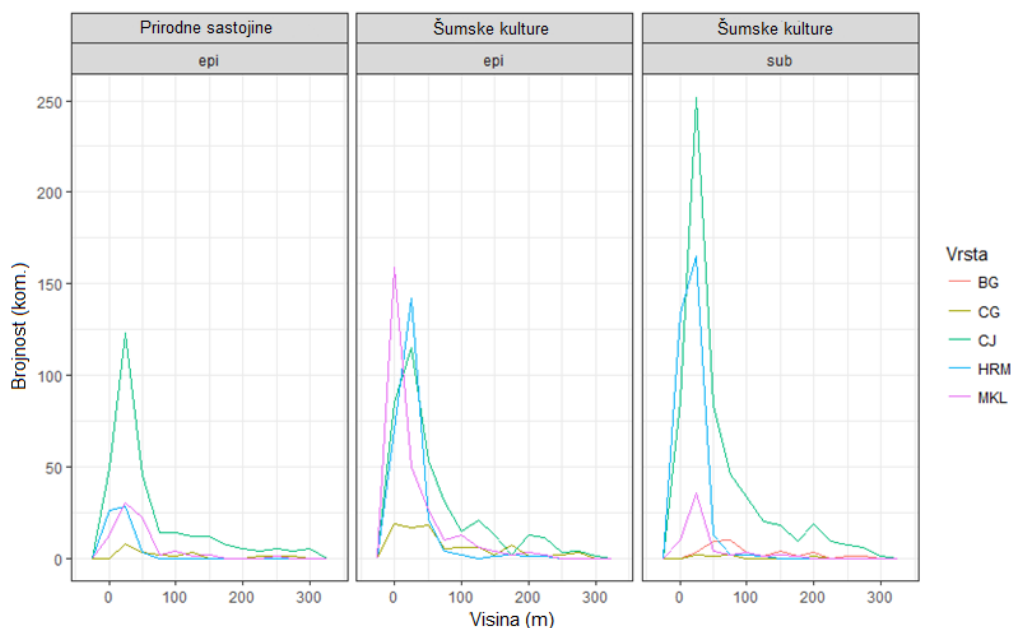
Slika 53. Prosječna brojnost pomlatka na plohi po visinskim klasama u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni

U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni najbrojniji je pomladak u potpunom sklopu dok se smanjuje brojnost pomlatka povećanjem visinske klase. U višim visinskim klasama brojnost je podjednaka u svakoj visinskoj klasi neovisno o stupnju sklopa (Slika 54.).



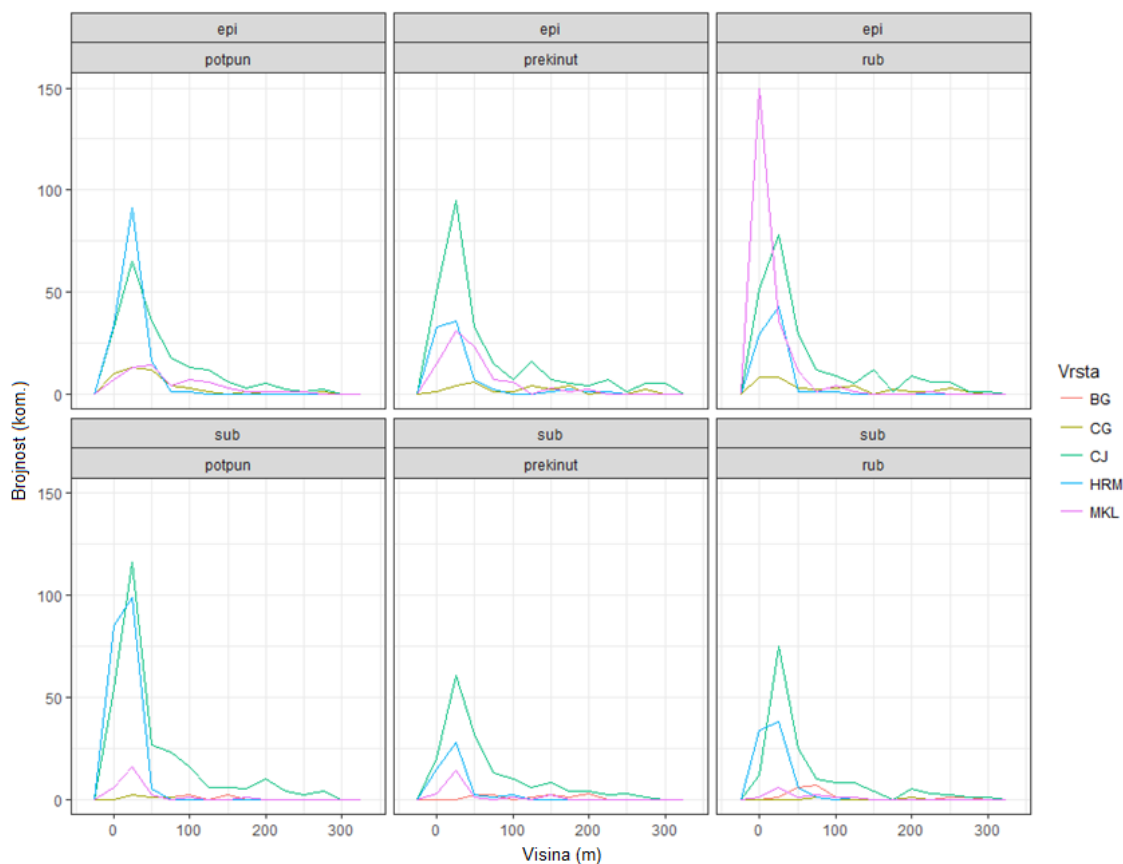
Slika 54. Prosječna brojnost pomlatka na plohi po visinskim klasama u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni

Distribucija broja pomlatka po visinama za 5 vrsta pomlatka (crni jasen, hrast medunac, crni grab, bjelograbić, maklen) pokazuje da je značajna prisutnost pomlatka do visine od 100 cm. U svim sastojinama crni jasen je najzastupljeniji, slijede ga hrast medunac i maklen, a crni grab i bjelograbić su prisutni u vegetacijskim zonama kojima su prilagođeni. Brojnost pomlatka u višim visinskim klasama od 100 cm značajno je manja (Slika 55.).



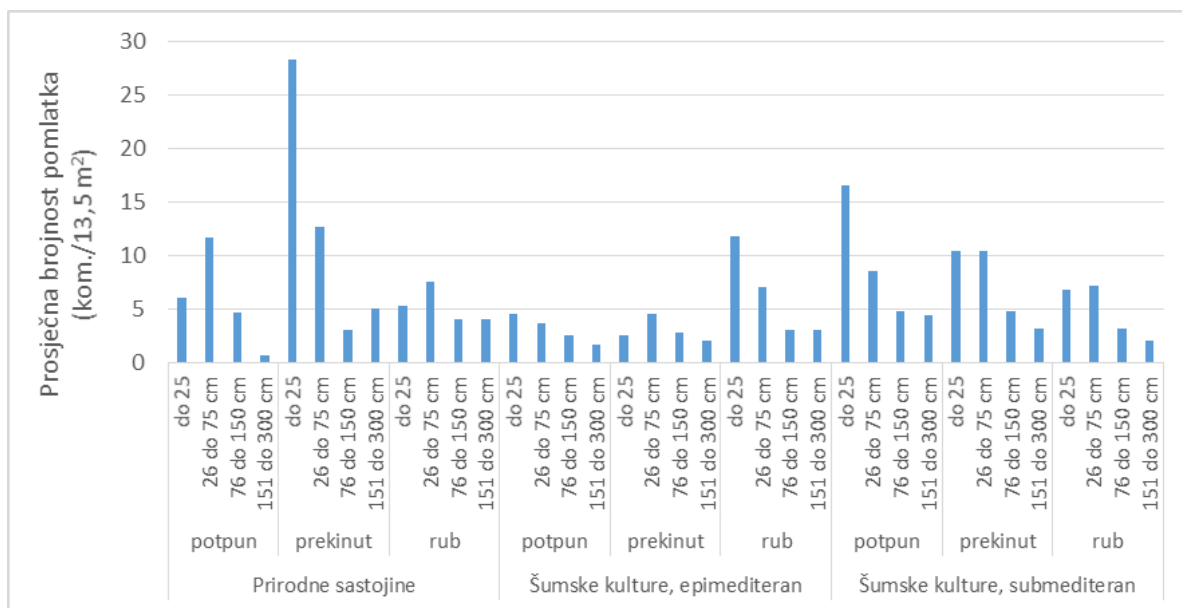
Slika 55. Distribucija broja stabala po visinama pomlatka po postanku i vegetacijskim zonama sastojina crnog bora (epi–epimediteran, sub–submediteran, BG–bjelograbić, CG–crni grab, CJ–crni jasen, HRM–hrast medunac, MKL–maklen)

Crni jasen u svim vegetacijskim zonama i uvjetima sklopa ima najveću brojnost. Izuzetak čini rubni sklop u epimediteranu gdje se pojavljuje značajnije u pomlatku makljen kao posljedica velike brojnosti na pokusnoj plohi 24–Vinište. Druga vrsta po pojavnosti od pet odabranih (bjelograbić, crni grab, crni jasen, makljen i hrast medunac) je hrast medunac, ali nakon najniže visinske klase pomlatka vjerojatno odumire i propada, te ga praktički nema u višim visinskim klasama (Slika 56.).



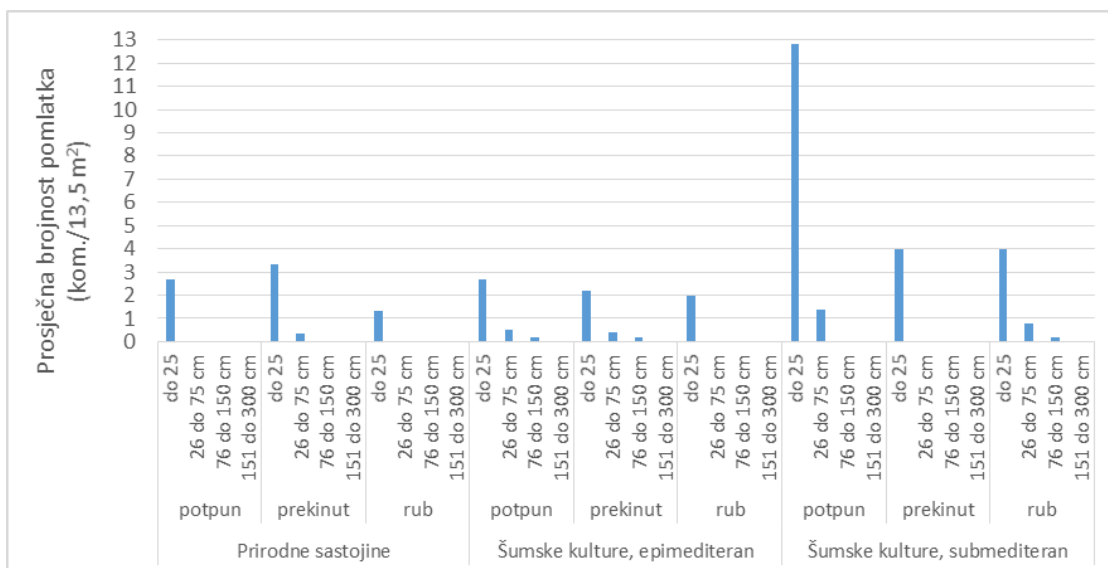
Slika 56. Distribucija broja stabala po visinama u vegetacijskim zonama i stupnjevima sklopa sastojina crnog bora (epi–epimediteran, sub–submediteran, BG– bjelogabić, CG–crni grab, CJ–crni jasen, HRM–hrast medunac, MKL–maklen)

Pomladak crnog jasena prisutan je na svim plohama u svim visinskim klasama. Najbrojniji je u prirodnim sastojinama prekinutog sklopa u visinskoj klasi do 25 cm (28 kom./13,5 m<sup>2</sup>), šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni rubnog stupnja sklopa u visinskoj klasi do 25 cm (12 kom./13,5 m<sup>2</sup>) i u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni potpunog sklopa u visinskoj klasi do 25 cm (16 kom./13,5 m<sup>2</sup>), (Slika 57.).



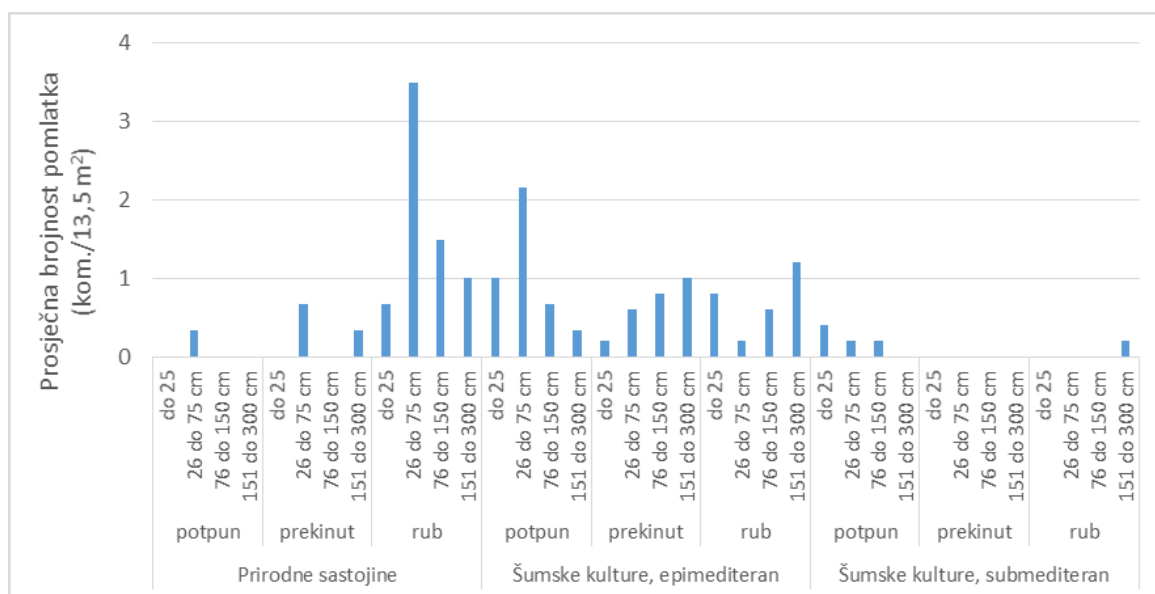
Slika 57. Prosječna brojnost pomlatka crnog jasena na plohama po postanku, vegetacijskoj zoni, stupnju sklopa po visinskim klasama

Pomladak hrasta medunca prisutan je na svim plohama u visinskoj klasi do 25 cm, a u toj visinskoj klasi najbrojniji je u submediteranskoj vegetacijskoj zoni potpunog sklopa (12 kom./13,5 m<sup>2</sup>). U visinskoj klasi od 26 do 75 cm visine pomlatka prisutan je u prirodnim sastojinama prekinutog sklopa, u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u potpunom i prekinutom sklopu i u submediteranskoj vegetacijskoj zoni u rubnom stupnju sklopa. U visinskoj klasi od 76 do 150 cm pomladak hrasta medunca prisutan je samo u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u potpunom i prekinutom sklopu i u submediteranskoj vegetacijskoj zoni u rubnom stupnju sklopa. U visinskoj klasi pomlatka 151 do 300 cm nema hrasta medunca (Slika 58.).



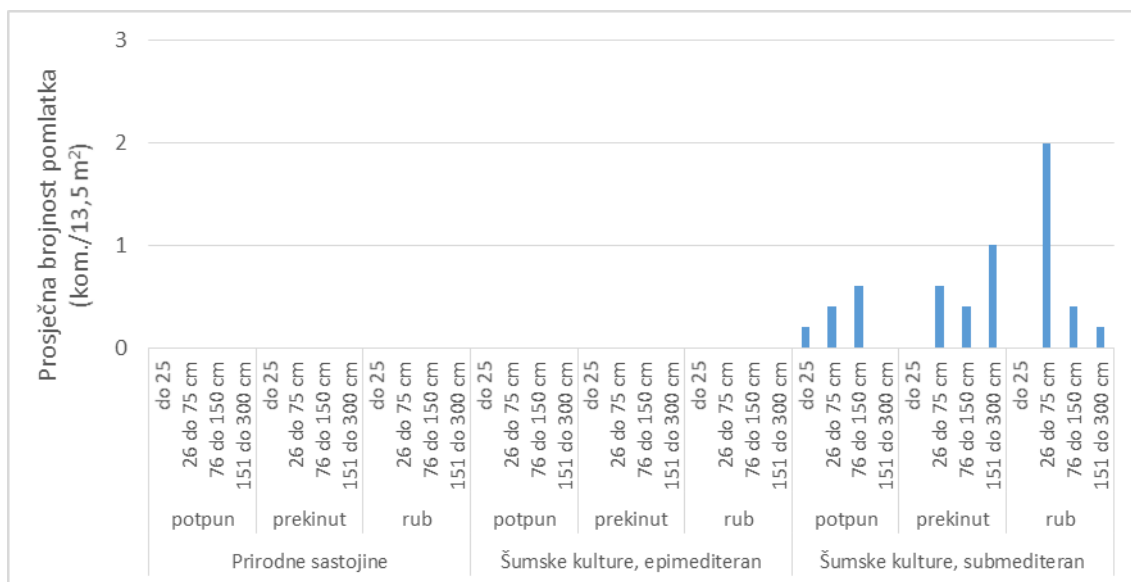
Slika 58. Prosječna brojnost pomlatka hrasta medunca na plohama po postanku, vegetacijskoj zoni, stupnju sklopa po visinskim klasama

Crni grab prisutan je u razvojnom stadiju pomlatka u svim stupnjevima sklopa i visinskim klasama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni i u rubnom stupnju sklopa u prirodnim sastojinama. U submediteranskoj vegetacijskoj zoni prisutan je u potpunom sklopu dok je sporadično prisutan u potpunom i prekinutom sklopu prirodnih sastojina i rubnom sklopu u submediteranskoj vegetacijskoj zoni. Crni grab nije prisutan u prekinutom sklopu u submediteranskoj vegetacijskoj zoni (Slika 59).



Slika 59. Prosječna brojnost pomlatka crnog graba na plohama po postanku, vegetacijskoj zoni, stupnju sklopa po visinskim klasama

Bjelograbić je prisutan samo u submediteranskoj vegetacijskoj zoni, ali kao i crni grab u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni s relativno malom brojnošću. U potpunom sklopu prisutan je do visine od 150 cm, a u prekinutom i rubnom sklopu nema ga u najnižoj visinskoj klasi do 25 cm, ali je prisutan u visinskoj klasi od 151 do 300 cm visine pomlatka (Slika 60.).



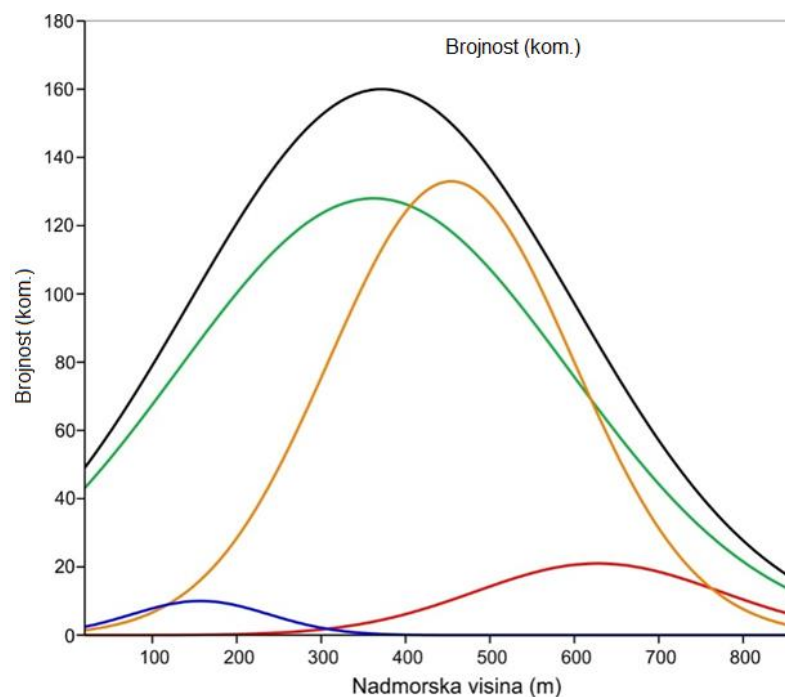
Slika 60. Prosječna brojnost pomlatka bjelograbića na plohama po postanku, vegetacijskoj zoni, stupnju sklopa po visinskim klasama

#### 3.4.4. Struktura pomlatka s obzirom na nadmorsku visinu i starost sastojina crnog bora

Na osnovu podataka sa svih plohica, sistematskih i dodatnih, uspoređena je brojnost pomlatka za pet vrsta drveća (crni jasen, hrast medunac, crni grab, bjelograbić i makljen) po nadmorskim visinama. Izrađene su krivulje brojnosti pomlatka s obzirom na nadmorsku visinu (Slika 61.) i izračunate vrijednosti najveće brojnosti na određenoj nadmorskoj visini (Tablica 11.).

Tablica 11. Najveća brojnost pomlatka s obzirom na nadmorsku visinu

Vrsta drveća	Crni jasen	Crni grab	Hrast medunac	Makljen	Bjelograbić
Nadmorska visina (m n. m.)	371	627	362	454	157
Brojnost pomlatka (kom.)	160	21	128	133	10



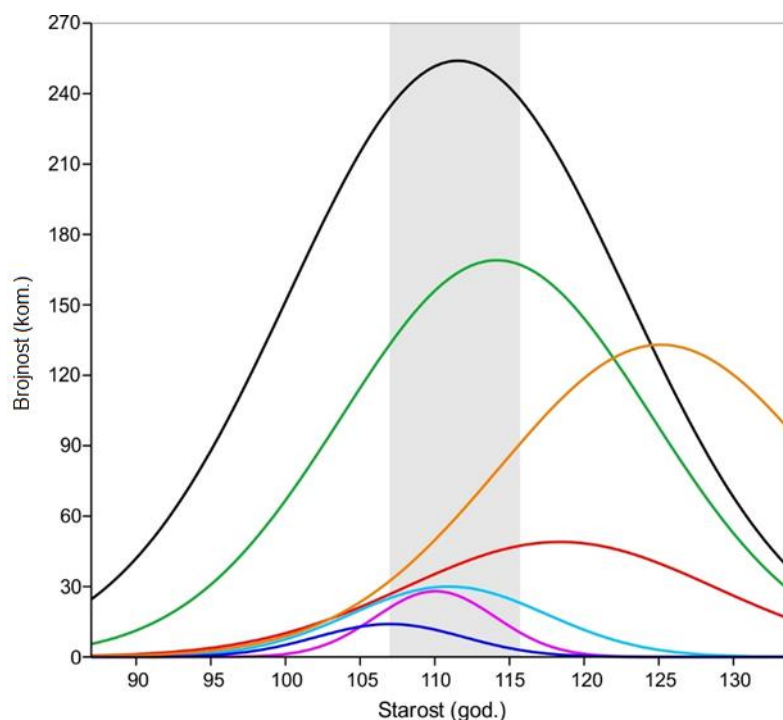
Slika 61. Brojnost pomlatka s obzirom na nadmorsku visinu (crna linija – crni jasen, zelena linija – hrast medunac, narančasta linija – maklen, crvena linija – crni grab, plava linija – bjelograbić)

Na osnovu podataka sa svih ploha, sistematskih i dodatnih, uspoređena je brojnost pomlatka za pet vrsta drveća (crni jasen, hrast medunac, crni grab, bjelograbić i maklen) po starosti sastojina crnog bora. Izrađene su krivulje brojnosti pomlatka s obzirom na starost sastojina crnog bora (Slika 62.) kao i vrijednosti najveće brojnosti za svaku od 7 vrsta drveća s obzirom na starost sastojina crnog bora (Tablica 12.).

Tablica 12. Najveća brojnost pomlatka s obzirom na starost sastojine crnog bora

Vrsta drveća	Hrast medunac	Crni jasen	Crni grab	Brijest	Klen	Bjelograbić	Maklen
Starost sastojine (god.)	114	112	118	110	110	107	125
Brojnost pomlatka (kom.)	169	254	49	28	30	14	133





Slika 62. Brojnost pomlatka s obzirom na starost sastojina crnoga bora (crna linija – crni jasen, zelena linija – hrast medunac, narančasta linija – maklen, crvena linija – crni grab, svjetloplava linija – klen, ljubičasta linija – brijest, plava linija – bjelograbić)

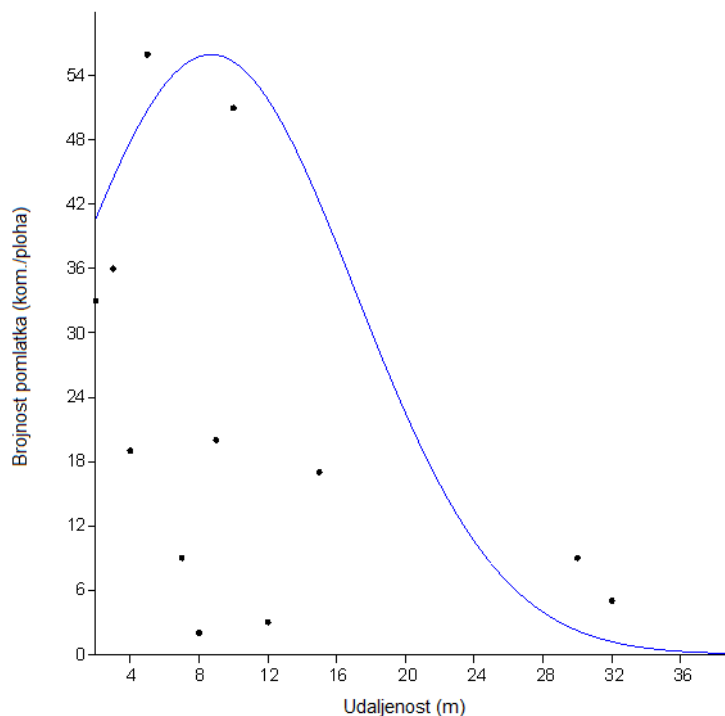
### 3.4.5. Pojavnost pomlatka hrasta medunca s obzirom na udaljenost od sjemenjaka hrasta medunca

Jedan od parametara koji su mjereni na svakoj plohi je udaljenost centra plohe od matičnih stabala hrasta medunca koji su fiziološki zrela i plodonose. Pretpostavka je bila da je pomladak na pokusnim plohama porijeklom s tih stabala. Na plohama je osim na 6 sistematski postavljenih ploha, ovisno o prisutnosti pomlatka hrasta medunca, mjereno i do 12 dodatnih ploha, ovisno o prisutnosti pomlatka hrasta medunca. Razlog postavljanja dodatnih ploha bio je dobiti veći uzorak površine s pomlatkom hrasta medunca. Kod 9 pokusnih ploha nije bilo stabala sjemenjaka hrasta medunca do 350 m udaljenosti od centra plohe. Te su plohe u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni. Od toga su 3 pokusne plohe u prirodnim sastojinama crnog bora, a 6 pokusnih ploha je u šumskim kulturama. Na 16 pokusnih ploha nalaze se stabla hrasta medunca koje plodonose, od toga je 12 u submediteranu. U slučaju 7 ploha stabla sjemenjaka hrasta medunca su na udaljenosti do 100 metara od centra plohe, a na većoj udaljenosti od 100 metara to je slučaj kod 7 ploha (Tablica 13).

Tablica 13. Udaljenost stabala sjemenjaka hrasta medunca od centra pokusne plohe

Redni broj	Oznaka	Predjel	Postanak sastojine	Vegetacijska zona (epi, sub)	Stupanj sklopa	Nadmorska visina (m n.v.)	Starost sastojine (god.)	Udaljenost sjemenjak hrasta medunca (m)
1	KEP	Tuhobić	šumska kultura	epi	potpun	550	126	15
2	KEK	Tuhobić	šumska kultura	epi	prekinut	560	126	32
3	KSP	Drivenik	šumska kultura	sub	potpun	125	110	55
4	KSR	Drivenik	šumska kultura	sub	rub	130	110	5
5	AEK	Hrmatine	prirodna	epi	prekinut	370		9
6	AEP	Hrmatine	prirodna	epi	potpun	320		112
7	AER	Hrmatine	prirodna	epi	rub	280		312
8	KEK	Krivi Put	šumska kultura	epi	prekinut	750	91	
9	KEP	Pernica	šumska kultura	epi	potpun	730	92	
10	AEP	Senjska Draga	prirodna	epi	potpun	250		
11	KER	Osmatračnica	šumska kultura	epi	rub	695	120	12
12	KEP	Osmatračnica	šumska kultura	epi	potpun	705	120	112
13	KEP	Orije	šumska kultura	epi	potpun	680	120	
14	KEK	Karlobag	šumska kultura	epi	prekinut	600	127	162
15	KER	Karlobag	šumska kultura	epi	rub	595	127	5
16	KEP	Karlobag	šumska kultura	epi	potpun	610	127	292
17	KEP	Oštarije	šumska kultura	epi	potpun	865	127	
18	KEK	Orije	šumska kultura	epi	prekinut	740	120	30
19	KER	Krstače	šumska kultura	epi	rub	730	87	39
20	AEK	Senjska Draga	prirodna	epi	prekinut	495		
21	KSK	Podugrinac	šumska kultura	sub	prekinut	170	106	7
22	KSP	Podugrinac	šumska kultura	sub	potpun	175	106	10
23	KSR	Podugrinac	šumska kultura	sub	rub	185	106	2
24	KER	Vinište	šumska kultura	epi	rub	450	134	3
25	KEK	Bile	šumska kultura	epi	prekinut	470	126	
26	KER	Bile	šumska kultura	epi	rub	460	126	
27	KSR	Rasadnik	šumska kultura	sub	rub	20	103	5
28	KSK	Rasadnik	šumska kultura	sub	prekinut	25	103	8
29	KSP	Rasadnik	šumska kultura	sub	potpun	20	103	62
30	KSP	Slani Potok	šumska kultura	sub	potpun	240	114	4
31	KSR	Slani Potok	šumska kultura	sub	rub	250	114	5
32	KSK	Slani Potok	šumska kultura	sub	prekinut	220	114	5
33	AER	Grobnik	prirodna	epi	rub	700		162
34	AEK	Grobnik	prirodna	epi	prekinut	690		262
35	AEP	Grobnik	prirodna	epi	potpun	685		
36	KSK	Drivenik	šumska kultura	sub	prekinut	100	110	2
37	KSR	Zoričići	šumska kultura	sub	rub	250	101	10
38	KSP	Zoričići	šumska kultura	sub	potpun	255	101	62
39	KSK	Zoričići	šumska kultura	sub	prekinut	260	101	7

Najveća pojavnost pomlatka hrasta medunca je na udaljenosti od 8,7 metara od stabla sjemenjaka hrasta medunca (Slika 63.). Ova zona najbrojnijeg pomlatka je očekivana iz razloga što je hrast medunac vrsta teškog sjemena, a vjerojatno gustoća krošnje sjemenjaka i smještaj sjemena na stablu smanjuje mogućnost pomlađenja u području bližem od 8 metara od stabla sjemenjaka.



Slika 63. Brojnost pomlatka hrasta medunca s obzirom na udaljenost od stabla sjemenjaka hrasta medunca

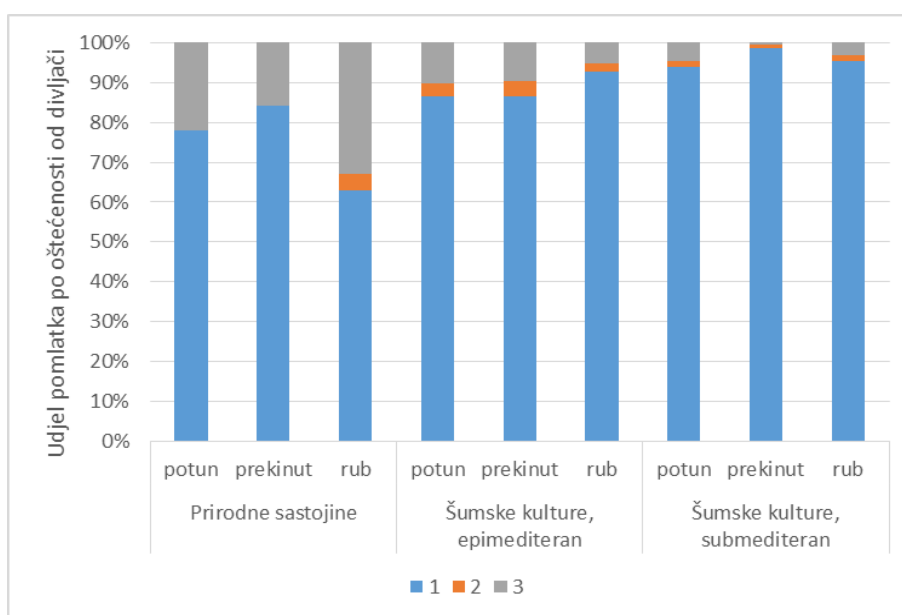
#### 3.4.6. Oštećenost pomlatka od divljači

U sastojinama crnog bora neoštećeno je od 77,8% pomlatka u prirodnim sastojinama do 95,7% pomlatka u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni. Oštećenost bočnih grančica je zanemariva i iznosi od 0,9% u prirodnim sastojinama do 2,7% u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni. Oštećenost vršnog izbojka najveća je u prirodnim sastojinama (21,3%), a najmanja u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni (3%), (Tablica 14.).

Tablica 14. Oštećenost pomlatka od divljači po postanku i vegetacijskoj zoni sastojina (1 – neoštećena, 2 – oštećene bočne grančice, 3 – oštećen terminalni izbojak)

Klasa oštećenosti	Prirodne sastojine	Šumske kulture epimediteran	Šumske kulture submediteran
	%		
1	77,8	89,7	95,7
2	0,9	2,7	1,3
3	21,3	7,6	3,0

Najviše neoštećenog pomlatka ima šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni prekinutog sklopa, a najmanje neoštećenog pomlatka je u prirodnim sastojinama, na rubovima. Oštećivanje bočnih grančica pomlatka najprisutnije je u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni prekinutog sklopa, manje prisutno je u submediteranskoj vegetacijskoj zoni u sva tri stupnja sklopa, a nema ga u prirodnim sastojinama osim u rubnom stupnju sklopa. Oštećivanje vršnog pupa pomlatka najprisutnije je u prirodnim sastojinama rubnog stupnja sklopa, dok je generalno u šumskim kulturama manje (Slika 64.).



Slika 64. Pomladak po klasama oštećenosti od divljači (1–neoštećeno, 2–oštećene bočne grančice, 3–oštećen terminalni izbojak)

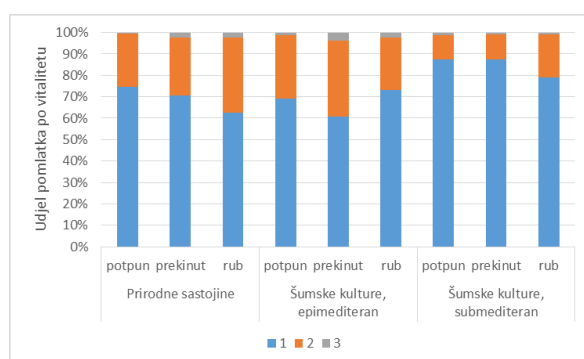
### 3.4.7. Vitalitet pomlatka

U prirodnim sastojinama zdravo je 70,1% stabalaca pomlatka, u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni 68,8% stabalaca pomlatka, a u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni 85,4% pomlatka. Najviše oštećenih stablaca je u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni (28,9%), a najmanje u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni (13,7%). Suhih stabalaca pomlatka ima relativno malo, 1,0% u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni do 2,3% u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni (Tablica 15.).

Tablica 15. Vitalitet pomlatka po postanku sastojina i vegetacijskoj zoni (1 – zdravo, 2 – oštećeno, 3 – suho stabalce)

Vitalitet	Prirodne sastojine	Šumske kulture epimediteran	Šumske kulture submediteran
	%		
1	70,1	68,8	85,4
2	28,0	28,9	13,7
3	1,9	2,3	1,0

Najveći udjel zdravih stabalaca je u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni prekinutog sklopa, a najmanji u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni prekinutog sklopa. Oštećenih stabalaca pomlatka najviše ima u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni prekinutog sklopa, a najmanje u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni potpunog i prekinutog stupnja sklopa. Suhih stabalaca pomlatka najviše ima u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni prekinutog sklopa (Slika 65.).



Slika 65. Vitalitet pomlatka po postanku, vegetacijskoj zoni i stupnju sklopa sastojina (1 – zdravo, 2 – oštećeno, 3 – suho stabalce)

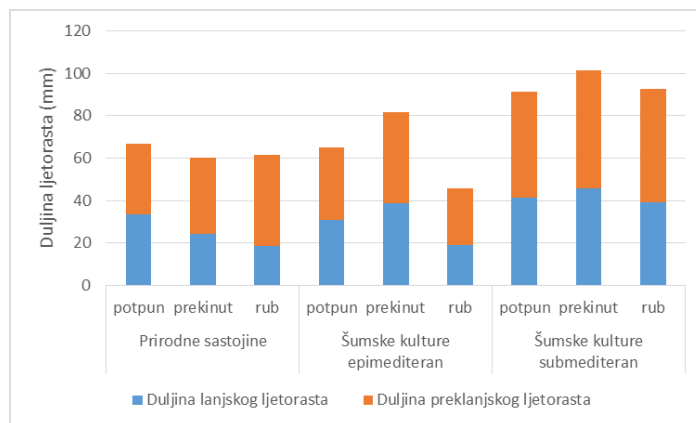
### 3.4.8. Duljina ljetorasta pomlatka hrasta medunca

Na pomlatku hrasta medunca je izmjerena duljina lanjskog (2014. god.) i preklanjskog ljetorasta (2013. god.). Utvrđena je prosječna duljina lanjskog ljetorasta na svim ploham 35 mm, a preklanjskog 43 mm. Najmanja prosječna duljina dvogodišnjeg ljetorasta hrasta medunca je u prirodnim sastojinama i iznosi ukupno 62 mm, zatim u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni gdje iznosi ukupno 65 mm. Najveća je prosječna duljina dvogodišnjeg ljetorasta u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni gdje iznosi ukupno 94 mm (Tablica 16.).

Tablica 16. Prosječna duljina lanjskog i preklanjskog ljetorasta pomlatka hrasta medunca

Sastojina	Duljina lanjskog ljetorasta	Duljina preklanjskog ljetorasta
	mm	
Prirodne sastojine	25	37
Šumske kulture epimediteran	30	35
Šumske kulture submediteran	42	52

Ukupna prosječna duljina dvogodišnjeg ljetorasta u prirodnim sastojinama je u sva tri stupnja sklopa podjednaka. U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni i u submediteranskoj vegetacijskoj zoni najveća je u prekinutom sklopu. Najmanja prosječna duljina lanjskog i preklanjskog ljetorasta kao i prosječna dvogodišnja duljina ljetorasta pomlatka hrasta medunca je u šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni rubnog stupnja sklopa (Slika 66.).



Slika 66. Prosječna duljina ljetorasta pomlatka hrasta medunca

### 3.5. Svjetlosni uvjeti u istraživanim sastojinama

U šumarskim istraživanjima se koriste hemisferne fotografije snimljene širokokutnim lećama kako bi se procijenila veličina otvorenosti sklopa, te količina i kvaliteta svjetla koja dopire do mladog naraštaja (Ostrogović i dr. 2010).

Analizom hemisfernih fotografija utvrđene su vrijednosti sljedećih parametara: indeks površine lista (LAI, eng. *leaf area index*), prosječno godišnje relativno difuzno svjetlo u sastojini (DLI, eng. *diffuse light index*), prosječno godišnje relativno izravno (direktno) svjetlo u sastojini (BLI, eng. *beam/direct light index*) i prosječno godišnje ukupno svjetlo u sastojini (GLI, eng. *global/gap light indeks*), (Tablica 17.). Vrijednosti DLI i BLI predstavljaju procjenu udjela količine izravnog i difuznog svjetla u sastojini u odnosu na količinu svjetla izvan sastojine (Anderson 1964). Podaci za svaku plohu dobiveni su kao aritmetička sredina podataka izmjenjenih na 6 sistematski postavljenih ploha (S1 – S6) na svakoj plohi, kako je opisano u poglavlju 2.5.

Tablica 17. Indeks površine lista (LAI), prosječno godišnje relativno difuzno svjetlo u sastojini (DLI), prosječno godišnje relativno izravno (direktno) svjetlo u sastojini (BLI) i prosječno godišnje ukupno svjetlo u sastojini (GLI) po pokusnim ploham

Redni broj	Oznaka	Predjel	Postanak sastojine	Vegetacijska zona (epi, sub)	Stupanj sklopa	LAI	DLI (%)	BLI (%)	GLI (%)
1	KEP	Tuhobić	šumska kultura	epi	potpun	1,57	22,23	24,80	23,67
2	KEK	Tuhobić	šumska kultura	epi	prekinut	1,19	32,47	33,33	33,01
3	KSP	Drivenik	šumska kultura	sub	potpun	1,73	19,83	17,52	18,53
4	KSR	Drivenik	šumska kultura	sub	rub	1,80	16,84	16,17	16,46
5	AEK	Hrnotine	prirodna	epi	prekinut	1,34	28,36	26,80	27,48
6	AEP	Hrnotine	prirodna	epi	potpun	1,56	22,86	23,65	23,30
7	AER	Hrnotine	prirodna	epi	rub	1,80	16,44	16,24	16,32
8	KEK	Krivi Put	šumska kultura	epi	prekinut	1,95	15,93	17,68	16,94
9	KEP	Pernica	šumska kultura	epi	potpun	1,54	22,54	17,96	19,90
10	AEP	Senjska Draga	prirodna	epi	potpun	1,97	15,22	9,86	12,19
11	KER	Osmatračnica	šumska kultura	epi	rub	1,73	18,78	21,02	20,06
12	KEP	Osmatračnica	šumska kultura	epi	potpun	1,52	23,67	24,08	23,90
13	KEP	Orije	šumska kultura	epi	potpun	1,52	22,62	21,69	22,08
14	KEK	Karlobag	šumska kultura	epi	prekinut	1,72	20,09	14,23	16,72
15	KER	Karlobag	šumska kultura	epi	rub	1,36	28,31	24,02	25,81
16	KEP	Karlobag	šumska kultura	epi	potpun	1,38	26,62	21,15	23,48
17	KEP	Oštarije	šumska kultura	epi	potpun	1,32	27,35	30,20	29,00
18	KEK	Orije	šumska kultura	epi	prekinut	2,07	13,12	13,77	13,49
19	KER	Krstače	šumska kultura	epi	rub	1,68	20,55	20,25	20,38
20	AEK	Senjska Draga	prirodna	epi	prekinut	1,81	17,20	14,62	15,72
21	KSK	Podugrinac	šumska kultura	sub	prekinut	1,99	15,28	15,24	15,25
22	KSP	Podugrinac	šumska kultura	sub	potpun	2,05	14,08	14,94	14,57
23	KSR	Podugrinac	šumska kultura	sub	rub	2,05	14,60	12,07	13,18
24	KER	Vinište	šumska kultura	epi	rub	1,68	21,85	21,83	21,84
25	KEK	Bile	šumska kultura	epi	prekinut	1,79	18,56	18,83	18,72
26	KER	Bile	šumska kultura	epi	rub	1,71	24,26	20,78	22,27
27	KSR	Rasadnik	šumska kultura	sub	rub	1,88	16,43	12,95	14,49
28	KSK	Rasadnik	šumska kultura	sub	prekinut	1,66	22,22	22,91	22,61
29	KSP	Rasadnik	šumska kultura	sub	potpun	1,60	24,43	22,08	23,12
30	KSP	Slani Potok	šumska kultura	sub	potpun	1,78	18,01	17,17	17,54
31	KSR	Slani Potok	šumska kultura	sub	rub	1,97	15,70	16,77	16,31
32	KSK	Slani Potok	šumska kultura	sub	prekinut	1,66	19,80	19,68	19,73
33	AER	Grobnik	prirodna	epi	rub	1,17	34,62	36,43	35,66
34	AEK	Grobnik	prirodna	epi	prekinut	1,37	30,62	26,14	28,04
35	AEP	Grobnik	prirodna	epi	potpun	1,27	32,04	33,26	32,79
36	KSK	Drivenik	šumska kultura	sub	prekinut	1,54	23,39	20,44	21,74
37	KSR	Zoričići	šumska kultura	sub	rub	1,72	20,03	21,89	21,09
38	KSP	Zoričići	šumska kultura	sub	potpun	1,81	17,58	19,42	18,61
39	KSK	Zoričići	šumska kultura	sub	prekinut	1,57	21,16	24,58	23,09



Deskriptivnom statističkom analizom utvrđeno je da je svjetlo na pokusnim plohama normalno distribuirano, bez ekstrema, na što ukazuju približno jednake vrijednosti aritmetičke sredine (21,43) i medijane (20,55) udjela prosječne godišnje količina difuznog svjetla (DLI) u sastojini u odnosu na količinu izvan sastojine, te vrijednosti aritmetičke sredine (20,68) i medijane (20,44) udjela prosječne godišnje količine izravnog svjetla (BLI) u sastojini u odnosu na količinu izvan sastojine.

Indeks površine lišća (LAI) na pokusnim plohama je od 1,17 (ploha 33–Grobnik) do 2,07 (ploha 18–Orije). Prosječni indeks površine lišća u prirodnim sastojinama je 1,54, a u šumskim kulturama 1,69. Prosječni indeks površine lišća na plohama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni je 1,58, a na plohama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni 1,79. Ovisno o uvjetima sklopa, u sastojinama s potpunim sklopom prosječni LAI je 1,62, u sastojinama s prekinutim sklopom LAI iznosi 1,67, a na plohama na rubu sastojina 1,71.

U prirodnim sastojinama crnog bora LAI je od 1,17 do 1,97. U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni LAI je u potpunom sklopu od 1,32 do 1,57, u prekinutom sklopu od 1,19 do 2,07, a u rubnom sklopu od 1,36 do 1,73. U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni vrijednosti LAI u potpunom sklopu su od 1,60 do 2,05, u prekinutom sklopu od 1,54 do 1,99, a u rubnom sklopu od 1,72 do 2,05.

Rezultati izmjere prosječnog godišnjeg relativnog difuznog svjetla u sastojini (DLI), prosječnog godišnjeg relativnog izravnog (direktnog) svjetla u sastojini (BLI) i prosječnog godišnjeg ukupnog svjetla u sastojini (GLI) su ujednačeni. U prirodnim sastojinama te su vrijednosti oko 24% (23,4 do 24,7%), dok su u umjetnim sastojinama oko 20% (20,0 do 20,6%), (Tablica 18.).

Tablica 18. Prosječni udjeli količine svjetla (DLI, BLI i GLI) u istraživanim sastojinama

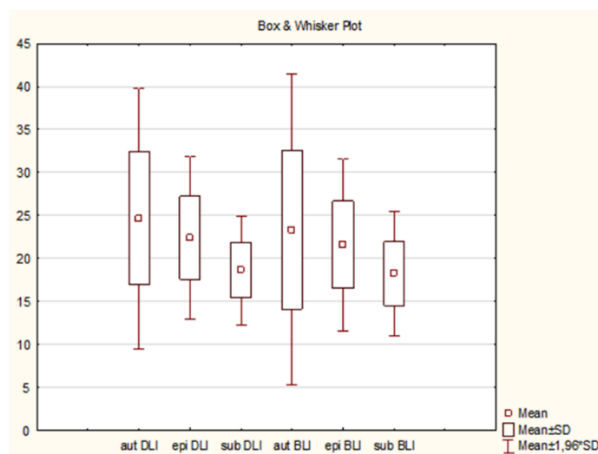
Sastojine po postanku	Broj ploha	DLI - prosjek ploha (%)	BLI - prosjek ploha (%)	GLI - prosjek ploha (%)
Prirodne sastojina	8	24,67	23,38	23,94
Šumske kulture	31	20,59	19,98	20,24

Prosječni udjeli količine svjetla u sastojinama (DLI, BLI, GLI) u odnosu na količinu svjetla izvan sastojine u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni veći su nego u submediteranskoj vegetacijskoj zoni. U epimediteranu su od 22,2 do 23,2%, a u submediteranu od 18,3 do 18,6% (Tablica 19.).

Tablica 19. Prosječni udjeli količina svjetla (DLI, BLI i GLI) po vegetacijskim zonama

Sastojine po vegetacijskoj zoni	Broj ploha	DLI - prosjek ploha (%)	BLI - prosjek ploha (%)	GLI - prosjek ploha (%)
Epimediteran	24	23,18	22,19	22,62
Submediteran	15	18,63	18,26	18,42

Prosječno godišnje relativnog difuznog svjetla u sastojini (DLI) i prosječnog godišnjeg relativnog izravnog (direktnog) svjetla u sastojini (BLI) opada od prirodnih sastojina preko šumskih kultura u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni do šumskih kultura u submediteranskoj vegetacijskoj zoni (Slika 67.).



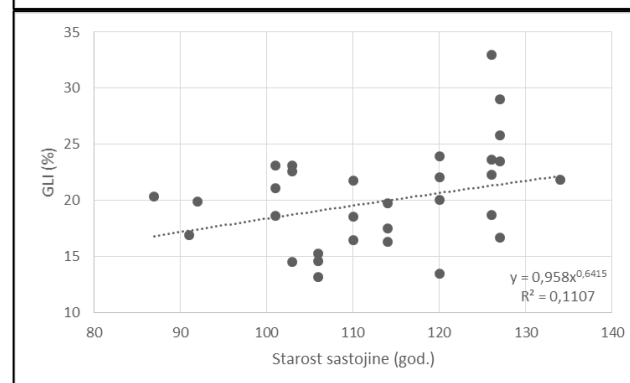
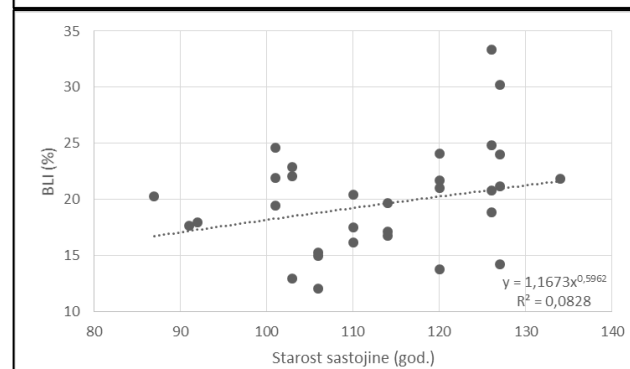
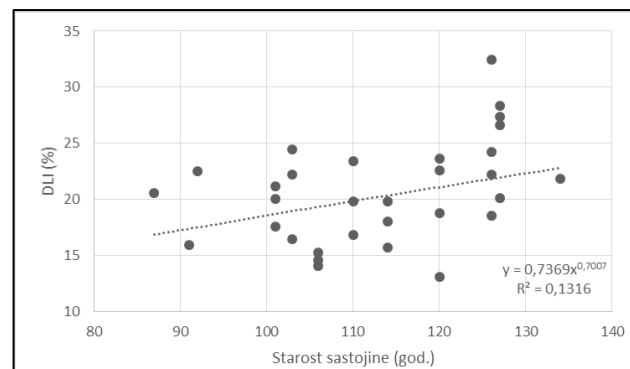
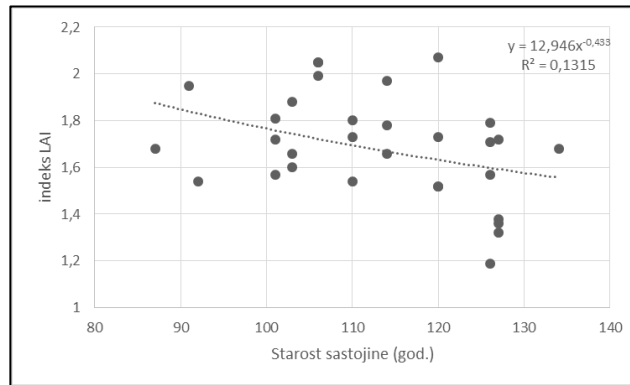
Slika 67. Prosječni udjeli količine difuznog i izravnog svjetla u sastojinama po postanku i vegetacijskim zonama u % (aut – prirodne sastojine, epi – umjetno podignute sastojine u epimediteranu, sub – umjetno podignute sastojine u submediteranu, DLI – prosječno godišnje difuzno svjetlo u sastojini, BLI – prosječno godišnje izravno svjetlo u sastojini)

Udjeli količine svjetla na 1,3 m visine u odnosu na količinu svjetla izvan sastojine u različitim uvjetima sastojinskog sklopa su sljedeći: prosječno godišnje relativno difuzno svjetlo u sastojini (DLI) iznosi od 21,27% do 22,08%, prosječno godišnje relativno izravno (direktno) svjetlo u sastojini (BLI) je od 20,63% do 21,4%, a prosječno godišnje ukupno svjetlo u sastojini (GLI) ima vrijednosti od 20,04% u prekinutom sklopu do 20,7% u potpunom sklopu (Tablica 20.).

Tablica 20. Prosječni udjeli količina svjetla (DLI, BLI i GLI) po stupnju sklopa sastojine

Sastojine po sklopu	Broj ploha	DLI - prosjek ploha (%)	BLI - prosjek ploha (%)	GLI - prosjek ploha (%)
potpun sklop	14	22,08	21,40	20,70
prekinut sklop	13	21,27	20,63	20,04
rub sastojine	12	21,62	20,96	20,32

Indeks površine lista (LAI) mjereno na 6 sistematskih ploha (S1–S6) u sastojini pokazuje trend da sa starošću sastojine crnog bora vrijednost indeks površine lista opada. Prosječno godišnje relativno difuzno svjetlo u sastojini (DLI) mjereno na 6 sistematskih ploha (S1–S6) s povećanjem starosti sastojine se povećava. Prosječno godišnje relativno izravno (direktno) svjetlo u sastojini (BLI) povećava se također s povećanjem starosti sastojine što za posljedicu ima i povećanje prosječno godišnje ukupno svjetlo u sastojini (GLI) s starošću sastojine (Slika 68.).



Slika 68. Trendovi smanjenja vrijednosti LAI i trendovi povećanja prosječne godišnje vrijednosti DLI, BLI i GLI s povećanjem starosti sastojine

### 3.6. Usporedba strukturnih i ekoloških elemenata

#### 3.6.1. Korelacijska analiza strukturnih i ekoloških elemenata

Usporedili smo korelacijske odnose strukturnih elemenata s ekološkim čimbenicima koji su mjereni na pokusnim plohama (Tablica 21.). Parametri koji su obrađivani ovom korelacijom su nadmorska visina, udaljenost hrasta sjemenjaka, starost sastojine, brojnost crnog bora na plohi, temeljnica crnog bora na plohi, drvena zaliha crnog bora na plohi, brojnost hrasta medunca na plohi, temeljnica hrasta medunca na plohi, drvena zaliha hrasta medunca na plohi, brojnost OTB na plohi, temeljnica OTB na plohi, drvena zaliha OTB na plohi, ukupna brojnost na plohi, ukupna temeljnica na plohi, ukupna drvena zaliha na plohi, brojnost pomlatka do 25 cm visine, brojnost pomlatka od 26 do 75 cm visine, brojnost pomlatka od 76 do 150 cm visine, brojnost pomlatka od 151 do 300 cm visine, ukupan broj pomlatka na plohicama, brojnost pomlatka (crni bor, hrast medunac, OTB, crni jasen, crni grab, bjelograbić), dominantna visina stabla crnog bora na pokusnim plohama, srednji promjer stabala plohe, srednja temeljnica stabla na plohi, srednje kubno stablo, visina krošnje, odnos visine stabla i krošnje (krošnjatost), brojnost podrasta (bjelograbić, crni grab, crni jasen, hrast medunac, OTB, ukupno), indeks površine lista (LAI), prosječno godišnje relativno difuzno svjetlo u sastojini (DLI), prosječno godišnje relativno izravno svjetlo u sastojini (BLI) i prosječno godišnje ukupno svjetlo u sastojini (GLI).

Potvrđeno je da temeljnica i volumen hrasta medunca na plohama, brojnost podrasta bjelograbića i crnog jasena na transektima te brojnost pomlatka hrasta medunca i bjelograbića na plohicama negativno koreliraju s povećanjem nadmorske visine.

Brojnost pomlatka i brojnost podrasta crnog graba pozitivno koreliraju s porastom nadmorske visine. Porast nadmorske visine pozitivno korelira i s količinom svjetla u sastojini dok LAI (indeks površine lista) negativno korelira s nadmorskom visinom.

Utvrđeno je da ukupna brojnost stabala na pokusnim plohama i LAI negativno koreliraju s dobi sastojine, dok pozitivnu korelaciju s povećanjem starosti sastojine imaju brojnost pomlatka OTB, srednji prsni promjer, srednja temeljnica i količina difuznog svjetla u sastojini (DLI).

Tablica 21. Korelacijski odnosi strukturnih i ekoloških elemenata

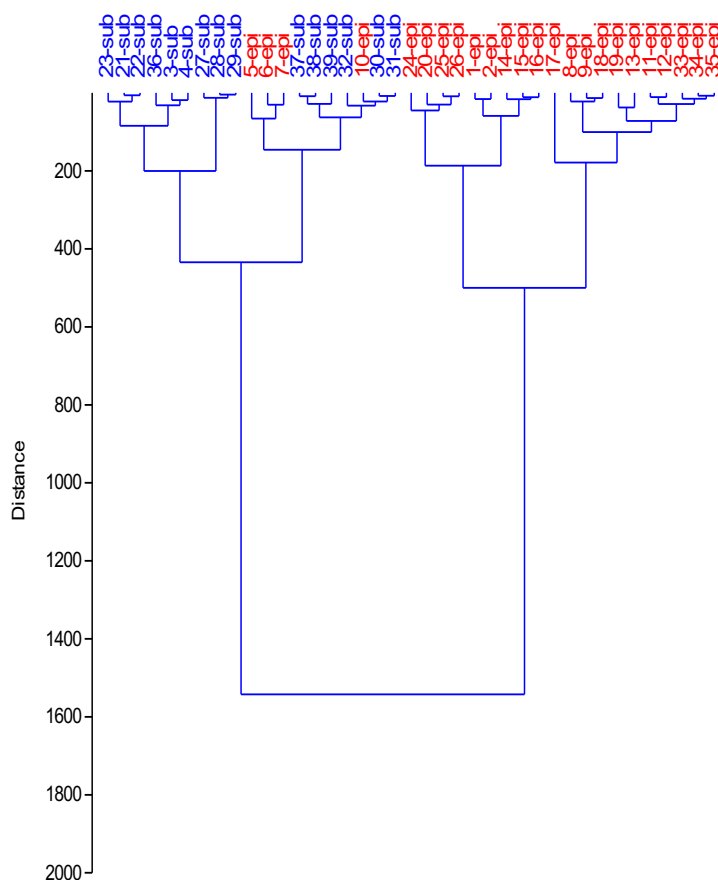
Varijable	Nadmorska visina	Klasa nadm. visine	Udaljenost hrast sjemenjak	Starost sastojine	Broj stabala na plohi crni bor (kom.)	Temeljnica crnog bora na plohi (m <sup>2</sup> )	Drvni volumen crnog bora na plohi (m <sup>3</sup> )	Broj stabala na plohi hrast medunac (kom.)	Temeljnica hrasta medunca na plohi (m <sup>2</sup> )	Drvni volumen hrasta medunca na plohi (m <sup>3</sup> )	Broj stabala na plohi OTB (kom.)	Temeljnica OTB na plohi (m <sup>2</sup> )	Drvni volumen OTB na plohi (m <sup>3</sup> )	Ukupni broj stabala na plohi (kom.)	Ukupna temeljnica na plohi (m <sup>2</sup> )	Ukupni drvni volumen na plohi (m <sup>3</sup> )
Nadmorska visina																
Klasa nadm. visine	<b>0,99</b>															
Udaljenost hrast sjemenjak	0,18	0,19														
Starost sastojine	0,31	0,30	0,24													
Broj stabala na plohi crni bor(kom.)	0,11	0,11	0,04	-0,08												
Temeljnica crnog bora na plohi(m <sup>2</sup> )	0,18	0,21	0,02	0,19	<b>0,63</b>											
Drvni volumen crnog bora na plohi (m <sup>3</sup> )	0,06	0,09	-0,05	0,12	<b>0,42</b>	<b>0,94</b>										
Broj stabala na plohi hrast medunac(kom.)	-0,30	-0,31	-0,27	0,04	-0,28	-0,28	-0,24									
Temeljnica hrasta medunca na plohi(m <sup>2</sup> )	<b>-0,36</b>	<b>-0,37</b>	-0,26	-0,04	-0,31	-0,28	-0,21	<b>0,85</b>								
Drvni volumen hrasta medunca na plohi (m <sup>3</sup> )	<b>-0,36</b>	<b>-0,36</b>	-0,22	-0,07	-0,28	-0,22	-0,15	<b>0,69</b>	<b>0,96</b>							
Broj stabala na plohi OTB (kom.)	0,03	0,01	-0,24	-0,29	<b>-0,62</b>	<b>-0,59</b>	<b>-0,47</b>	0,10	0,14	0,16						
Temeljnica OTB na plohi (m <sup>2</sup> )	0,01	0,00	-0,28	-0,15	<b>-0,66</b>	<b>-0,60</b>	<b>-0,49</b>	0,17	0,16	0,14	<b>0,91</b>					
Drvni volumen OTB na plohi (m <sup>3</sup> )	-0,03	-0,04	-0,30	-0,20	<b>-0,62</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,43</b>	0,18	0,20	0,20	<b>0,82</b>	<b>0,96</b>				
Ukupni broj stabala na plohi (kom.)	0,08	0,06	-0,28	<b>-0,41</b>	<b>0,56</b>	0,12	-0,01	0,03	-0,01	0,00	0,26	0,14	0,10			
Ukupna temeljnica na plohi (m <sup>2</sup> )	0,16	0,20	-0,07	0,19	<b>0,53</b>	<b>0,98</b>	<b>0,94</b>	-0,19	-0,17	-0,12	<b>-0,45</b>	<b>-0,43</b>	<b>-0,37</b>	0,16		
Ukupni drvni volumen na plohi (m <sup>3</sup> )	0,04	0,07	-0,09	0,10	<b>0,37</b>	<b>0,92</b>	<b>0,99</b>	-0,20	-0,14	-0,08	<b>-0,41</b>	<b>-0,42</b>	<b>-0,35</b>	0,00	<b>0,94</b>	
Brojnost pomlatka do visine 25 cm	-0,14	-0,13	0,03	0,13	-0,21	-0,26	-0,25	0,30	0,22	0,10	0,10	0,24	0,20	-0,07	-0,22	-0,24
Brojnost pomlatka od 26 - 75 cm	-0,05	-0,04	<b>0,35</b>	-0,26	0,13	-0,13	-0,21	0,08	0,03	-0,01	-0,02	-0,16	-0,19	0,18	-0,18	-0,24
Brojnost pomlatka od 76 - 150 cm	0,06	0,09	<b>0,47</b>	0,14	0,14	0,16	0,08	-0,01	-0,04	-0,03	-0,06	-0,14	-0,17	0,11	0,15	0,06
Brojnost pomlatka od 151 - 300 cm	-0,13	-0,12	0,29	0,27	-0,01	-0,09	-0,16	0,24	0,13	0,10	-0,07	-0,12	-0,12	-0,01	-0,12	-0,17
Ukupna brojnost pomlatka	-0,13	-0,11	0,23	0,09	-0,10	-0,22	-0,26	0,28	0,18	0,08	0,05	0,10	0,06	0,01	-0,21	-0,26
Brojnost pomlatka crni bor	0,20	0,22	-0,01	<b>-0,39</b>	-0,27	-0,26	-0,19	-0,09	-0,09	-0,07	<b>0,54</b>	<b>0,33</b>	0,24	0,18	-0,23	-0,18
Brojnost pomlatka hrast medunac	<b>-0,34</b>	-0,31	0,06	-0,13	0,21	0,11	0,09	-0,05	-0,02	-0,01	-0,18	-0,21	-0,18	0,08	0,08	0,08
Brojnost pomlatka OTB	0,03	0,04	-0,01	<b>0,36</b>	-0,24	-0,23	-0,23	<b>0,36</b>	0,20	0,04	0,06	0,31	0,28	-0,15	-0,17	-0,21
Brojnost pomlatka crni jasen	-0,14	-0,13	0,30	-0,18	-0,02	-0,19	-0,24	0,10	0,11	0,12	-0,03	-0,06	0,13	-0,21	-0,21	-0,25
Brojnost pomlatka crni grab	<b>0,48</b>	<b>0,47</b>	<b>0,42</b>	0,27	0,24	0,31	0,23	-0,21	-0,24	-0,24	-0,23	-0,29	<b>-0,36</b>	0,01	0,26	0,19
Brojnost pomlatka bjelogabić	<b>-0,41</b>	<b>-0,39</b>	-0,14	-0,25	0,00	-0,13	-0,10	<b>0,36</b>	0,24	0,14	-0,04	-0,03	0,01	0,06	-0,13	-0,09
Ukupna brojnost pomlatka	-0,13	-0,11	0,23	0,09	-0,10	-0,22	-0,26	0,28	0,18	0,08	0,05	0,10	0,06	0,01	-0,21	-0,26
Dominantna visina sastojine	-0,25	-0,21	-0,20	-0,10	-0,04	<b>0,56</b>	<b>0,79</b>	-0,09	0,00	0,07	-0,15	-0,18	-0,10	-0,23	<b>0,60</b>	<b>0,81</b>
Srednji promjer	0,10	0,15	0,09	<b>0,44</b>	0,13	<b>0,75</b>	<b>0,81</b>	-0,22	-0,19	-0,15	<b>-0,59</b>	<b>-0,49</b>	<b>-0,42</b>	<b>-0,50</b>	<b>0,72</b>	<b>0,80</b>
Srednja temeljnica	0,14	0,18	0,07	<b>0,44</b>	0,01	<b>0,69</b>	<b>0,78</b>	-0,21	-0,17	-0,14	<b>-0,48</b>	<b>-0,41</b>	<b>-0,35</b>	<b>-0,55</b>	<b>0,67</b>	<b>0,78</b>
Srednje kubno stablo	0,07	0,10	-0,01	0,31	0,01	<b>0,67</b>	<b>0,82</b>	-0,21	-0,16	-0,10	<b>-0,41</b>	<b>-0,38</b>	<b>-0,32</b>	<b>-0,46</b>	<b>0,66</b>	<b>0,82</b>
Visina krošnje	-0,02	-0,02	-0,14	-0,16	-0,24	0,11	<b>0,33</b>	0,07	0,24	0,30	0,05	0,08	0,19	-0,23	0,18	<b>0,38</b>
Odnos visine stabla i krošnje	0,13	0,09	-0,01	-0,03	<b>-0,45</b>	<b>-0,69</b>	<b>-0,64</b>	0,29	0,31	0,25	<b>0,39</b>	<b>0,43</b>	<b>0,40</b>	-0,10	<b>-0,65</b>	<b>-0,62</b>
Brojnost podrasta bjelogabić	<b>-0,54</b>	<b>-0,52</b>	-0,14	-0,33	-0,19	-0,13	-0,02	0,05	0,17	0,21	0,13	0,15	0,16	-0,09	-0,10	0,01
Brojnost podrasta crni grab	<b>0,42</b>	<b>0,41</b>	-0,08	0,21	-0,08	0,18	0,24	-0,25	-0,25	-0,22	0,13	0,03	-0,04	-0,04	0,18	0,23
Brojnost podrasta crni jasen	<b>-0,41</b>	<b>-0,42</b>	0,02	0,07	-0,05	-0,16	-0,18	0,05	0,16	0,20	-0,14	-0,18	-0,18	-0,19	-0,21	-0,19
Brojnost podrasta hrast medunac	-0,30	-0,30	-0,17	-0,24	-0,02	-0,03	0,00	<b>0,50</b>	0,27	0,10	-0,16	-0,19	-0,21	-0,05	-0,05	-0,01
Brojnost podrasta OTB	0,10	0,08	0,17	-0,12	-0,07	-0,20	-0,19	-0,05	-0,05	-0,03	-0,06	0,10	0,27	-0,16	-0,22	-0,18
Ukupna brojnost podrasta	<b>-0,37</b>	<b>-0,37</b>	-0,02	0,00	-0,17	-0,18	-0,12	-0,02	0,10	0,16	-0,05	-0,09	-0,07	-0,28	-0,21	-0,12
LAI	<b>-0,43</b>	<b>-0,42</b>	-0,27	<b>-0,37</b>	-0,20	-0,03	0,06	0,08	0,23	0,28	0,24	0,27	<b>0,33</b>	0,01	0,06	0,10
DLI	<b>0,41</b>	<b>0,40</b>	0,26	<b>0,41</b>	0,16	-0,02	-0,08	-0,09	-0,22	-0,27	-0,22	-0,26	-0,32	-0,06	-0,10	-0,13
BLI	<b>0,42</b>	<b>0,39</b>	0,13	0,33	0,22	0,06	0,00	-0,04	-0,19	-0,25	-0,27	-0,30	<b>-0,33</b>	-0,01	-0,02	-0,05
GLI	<b>0,42</b>	<b>0,40</b>	0,19	<b>0,38</b>	0,20	0,03	-0,03	-0,06	-0,21	-0,26	-0,26	-0,29	<b>-0,33</b>	-0,03	-0,06	-0,08

### 3.6.2. Klusterska analiza geomorfoloških čimbenika i svjetlosnih uvjeta u sastojinama

Razlike u nekim geomorfološkim čimbenicima i svjetlosnim uvjetima u sastojinama analizirane su pomoću klusterske analize. Geomorfološki čimbenici koji su analizirani su: nagib plohe, kamenitost plohe i nadmorska visina, zatim indeks površine lista, DLI, BLI i GLI od pokazatelja svjetlosnih uvjeta u sastojini. Iz dendrograma jasno su razdvojene dvije grupe pokusnih ploha obzirom na varijable uključene u analizu (Slika 69.).

Tablica 22. Varijable korištene za klustersku analizu

Varijabla	Broj ploha	Minimum	Maksimum	Aritmetička sredina	Standardna devijacija
Nagib plohe (%)	39	4	32	14	8
Kamenitost plohe (%)	39	0	50	10	15
Nadmorska visina (m. n. v.)	39	20	865	421	249
LAI	39	1,17	2,07	1,66	0,24
DLI (%)	39	13,12	34,62	21,43	5,46
BLI (%)	39	9,86	36,43	20,68	5,94
GLI (%)	39	12,19	35,66	21,00	5,60



Slika 69. Dendrogram hijerarhijske klusterske analize

Obzirom na rezultate klusterske analize možemo zaključiti da se na istraživanom području nalaze dva različita tipa staništa s obzirom na geomorfološke čimbenike i svjetlosne uvjete u sastojini. U klasteru 1 je 19 pokusnih ploha (15 iz submediteranske vegetacijske zone i 4 pokusne plohe iz epimediteranske vegetacijske zone: 5- Hrmotine, 6- Hrmotine, 7- Hrmotine i 10 - Senjska Draga). U klasteru 2 je 20 pokusnih ploha iz epimediteranske vegetacijske zone. Prosječne vrijednosti mjerenih varijabli za ova dva klastera prikazane su u

tablici 23. Dvije grupe klastera podjednake su veličine po broju pokusnih ploha i nema razlika u kamenitosti. Pokusne plohe iz klastera 1 nalaze se prosječno na nižim nadmorskim visinama i na većim nagibima. Prosječne količine svjetla u sastojinama (DLI, BLI i GLI) manje su u klasteru 1 za 4,5% u odnosu na klaster 2. Indeks površine lista veći je za 12% na pokusnim plohama u klasteru 1 u odnosu na indeks površine lista u klaster 2.

Tablica 23. Prosječne vrijednosti mjerenih varijabli prema klasterima

Klaster	Broj ploha	Nagib plohe (%)	Kamenitost plohe (%)	Nadmorska visina (m. n. v.)	LAI	DLI (%)	BLI (%)	GLI (%)
1	19	17	11	192	1,76	19,07	18,44	18,72
2	20	10	10	638	1,57	23,67	22,80	23,17

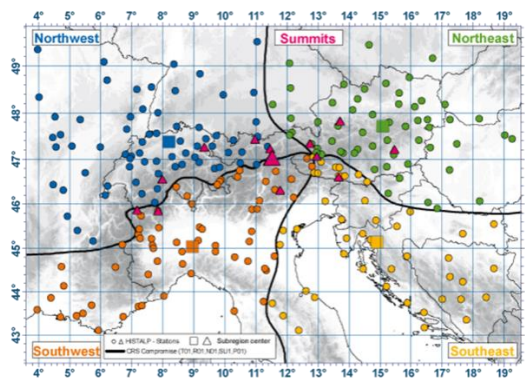


#### 4. RASPRAVA

Stanište ili životna sredina je određeno područje definirano lokalnim klimatskim, pedološkim, orografskim i biotskim uvjetima (Vukelić i Rauš 1998). Istraživano područje Hrvatskog primorja vrlo je raznoliko s gledišta stanišnih prilika. Raznolikost staništa povezana je s geografskim položajem, razvedenošću reljefa, geološkim, klimatskim i hidrografskim prilikama, ali i čovjekovim utjecajem. Svaki stanišni čimbenik izravno utječe na sve ekološke čimbenike o kojima ovisi život biljke (svjetlo, toplina, voda, kemijski i mehanički činitelji), ali istovremeno je bitan i povratni utjecaj biljke na stanište. Utjecaj biljke na stanište najizraženiji je kod pionirskih sastojina, kao što su šumske kulture crnog bora, gdje se promjene u stanišnim uvjetima događaju u relativno kratkom vremenskom razdoblju, jedne do dvije ophodnje sastojine. Za posljedicu imaju progresivnu dinamiku sastojina. Upravo na istraživanom području umjetno podignute sastojine crnog bora su imale snažan utjecaj na promjene stanišnih uvjeta. Posebno se može izdvojiti područje Senjske drage gdje je, osim poboljšavanja stanišnih uvjeta, uspješno sanirano bujično područje. Takvih uspješno saniranih manjih bujičnih područja na istraživanom području imamo na još nekoliko lokacija: Drivenik, Slani potok kod Grižana, Podugrinac kod Bribira, Rov kod Ledenica i Borova draga kod Svetog Jurja. Negativni antropogeni utjecaj na stanišne čimbenike u prošlosti je bio slab i očitavao se svojim posljedicama u dužem vremenskom razdoblju. Razvojem tehnologije postaje sve značajniji jer je vidljiv unutar jedne ljudske generacije posebice kao promjena klimatskih i hidroloških uvjeta. Kontinuiranim višestoljetnim ljudskim radom može se ublažiti negativne utjecaje nekih čimbenika i poboljšavati kvalitetu čimbenika koji su u deficitu i obično su ograničavajući za sukcesiju šumske vegetacije prema klimazonalnim zajednicama. Jedan od takvih zahvata bila je i planska akcija pošumljavanja krških područja koja nakon više od stotinu godina ima za posljedicu značajnu površinu pod starim, umjetno podignutim sastojinama crnog bora koje su u fazi fiziološke zrelosti. Osim šumskouzgojnih radova, pozitivan utjecaj na sukcesiju vegetacije imala je i depopulacija istraživanog područja te smanjenje negativnog utjecaja stoke.

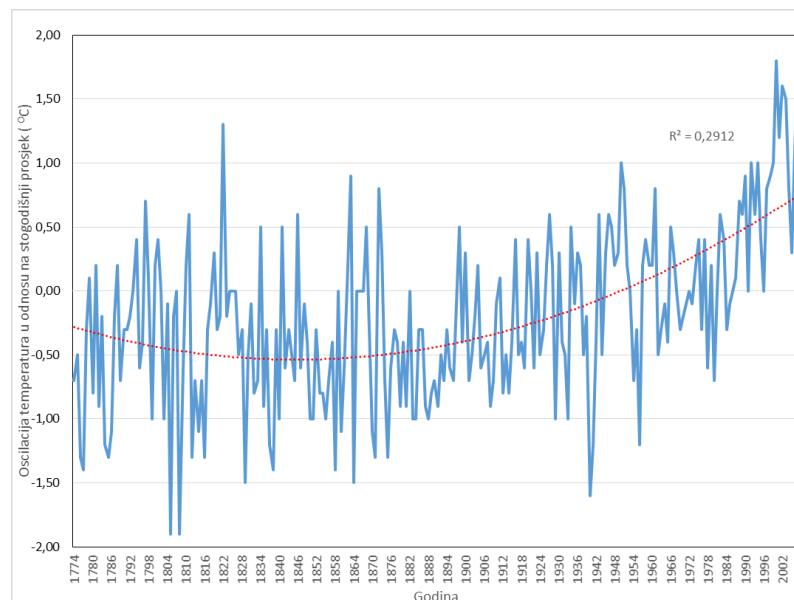
Od svih ekoloških čimbenika klimatski čimbenici su u posljednje vrijeme podložni najvećim promjenama, posebno toplina i voda. U sklopu Instituta za meteorologiju i geodinamiku iz Beča, Austrija, u razdoblju od 2002. do 2005. godine stvorena je u suradnji s regionalnim meteorološkim agencijama baza podataka HISTALP (*Historical Instrumental Climatological Surface Time Series of the Great Alpine Region*). Povijesni podaci prikazuju

se za 4 podregije (Slika 70.). Jedna od tih regija u jugoistočnom kvadrantu je i područje istraživanja ovog rada.

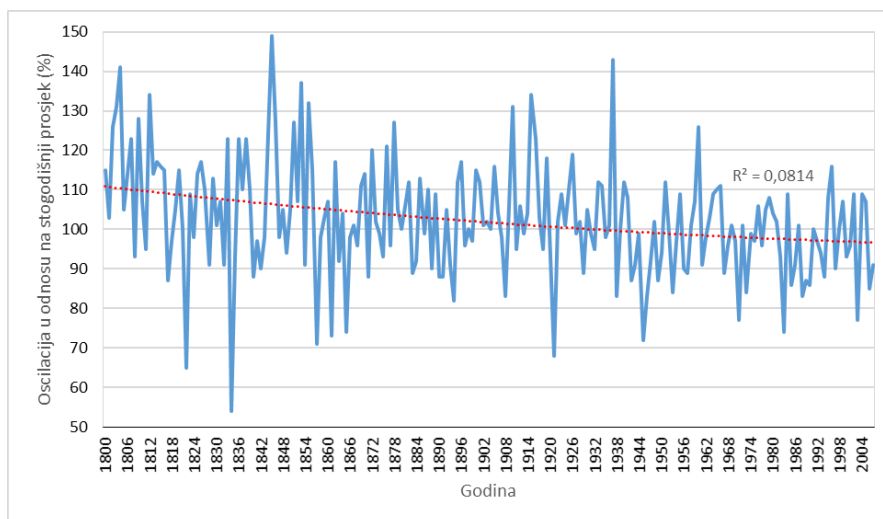


Slika 70. Podregije baze podataka HISTALP (izvor: [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at))

Za klimu jugoistočne regije Alpi u kojoj se nalazi i područje istraživanja doktorskog rada važan je trend prosječnih temperatura (Slika 71.) i trend oborina (Slika 72.). Dok za oborine možemo zaključiti da u posljednjih 200 godina imaju linearni trend smanjenja ukupnih godišnjih količina (smanjenje oko 15%), trend promjena temperatura u regiji od 50-tih godina 20. stoljeća eksponencijalno raste i predstavlja najveći stres za šume. U posljednjih 160 godina prosječna godišnja temperatura u odnosu na stogodišnji prosjek povećala se za 1,2 °C, a u zadnjih 70 godina za 0,7 °C.



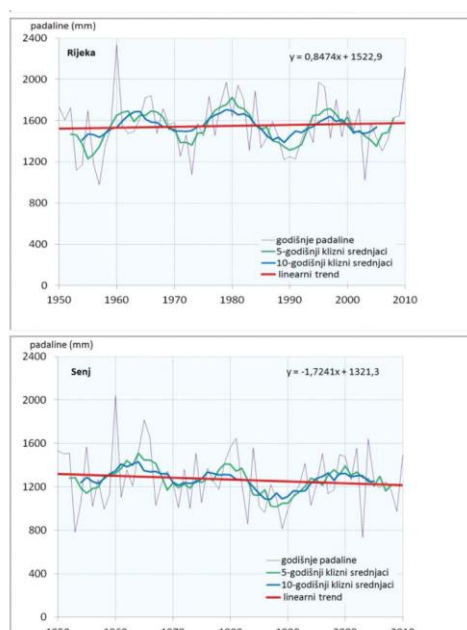
Slika 71. Oscilacije prosječnih godišnjih temperatura u odnosu na stogodišnji prosjek (1901. – 2000.) u jugoistočnoj regiji Alpa



Slika 72. Oscilacije prosječnih godišnjih oborina u odnosu na stogodišnji prosjek (1901. – 2000.) u jugoistočnoj regiji Alpa

Trendovi količine oborina u ovom dijelu Europe uglavnom prikazuju smanjenje količine (Romero i dr. 1998, Ventura i dr. 2002, Dore 2005, Cannarozzo 2006), što posljedično dovodi do aridifikacije Mediterana (Gao i Giorgi 2008).

Istraživanja Filipčića i dr. (2013) pokazuju da područje Hrvatske bilježi stagnaciju ili vrlo blagi pad količine oborina (Slika 73.). Izuzetak je područje Dubrovnika gdje je trend pada količina oborina značajniji. Ovakvi trendovi dugoročno bi mogli dovesti do negativnih posljedica. Na cijelom području mogu se uočiti cikličke promjene u količini oborina koje se razlikuju trajanjem i amplitudom unutar ciklusa.



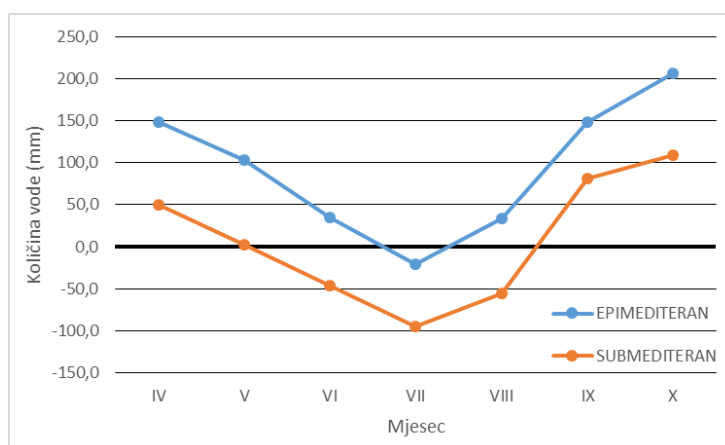
Slika 73. Godišnje količine oborina, 10-godišnji i 5-godišnji klizni srednjaci i linearni trendovi za razdoblje 1950. – 2010. za Rijeku i Senj (Filipčić i dr. 2013)

Trendovi oborina za Rijeku i Senj pokazuju da je sjeverni dio područja Hrvatskog primorja u povoljnijem položaju od južnog dijela što se tiče količina oborina.

Na području Sjevernog Velebita, na lokalitetu Borov vrh, uočen je značajan ( $P < 0,05$ ) pozitivan utjecaj oborina u ljetnom dijelu godine (svibanj – kolovoz) te negativan utjecaj visokih temperatura zraka od svibnja do kolovoza na radijalni prirast crnoga bora (Prugovečki 2017). Prema Morozovu (1940, cit. po Raušu 1987) sklop krošanja borovih šuma zadržava oko 20% oborina od cjelokupne količine oborina koje padaju na otvoreno tlo i time smanjuje dostupnu količinu vode u tlu potrebnu za fiziološku aktivnost drveća. Tako sastojine crnog bora u sredozemnim uvjetima iako generalno poboljšavaju stanišne uvjete i pozitivno utječu na pridolazak vrsta konačne šume imaju i negativan utjecaj u vidu smanjenja dostupne vlage u tlu. Za zajednice u kserotermnim uvjetima, osim količine oborina, važan je i raspored oborina tijekom godine, posebice u vegetacijskom razdoblju. U Hrvatskom primorju raspored oborina ima dva maksimuma. Jedan maksimum oborina javlja se u kasno proljeće kada je vegetacijsko razdoblje već gotovo na polovici, a drugi maksimum je u kasnu jesen kada je vegetacijsko razdoblje završilo. Takav oborinski režim stvara višak oborine u vrijeme mirovanja vegetacije, a u razdoblju razvoja vegetacije padne između 32% i 49% godišnje količine oborine (Seletković i dr. 2011). Na području Hrvatskog primorja ljetni sušni period

utvrđen je samo na meteorološkoj postaji Karlobag tako da su klimatski uvjeti povoljniji nego u eumediteranskoj vegetacijskoj zoni.

Jedan od pokazatelja dostupne vode biljkama je i razlika između količine oborina i potencijalne evapotranspiracije. Na istraživanom području, uzimajući prosječnu mjesečnu količinu oborina i prosječnu mjesečnu potencijalnu evapotranspiraciju za područje epimediteranske i submediteranske vegetacijske zone, vidljiv je deficit u vodnom režimu u submediteranu od lipnja do kolovoza i deficit u vodnom režimu u epimediteranu u srpnju (Slika 74.).

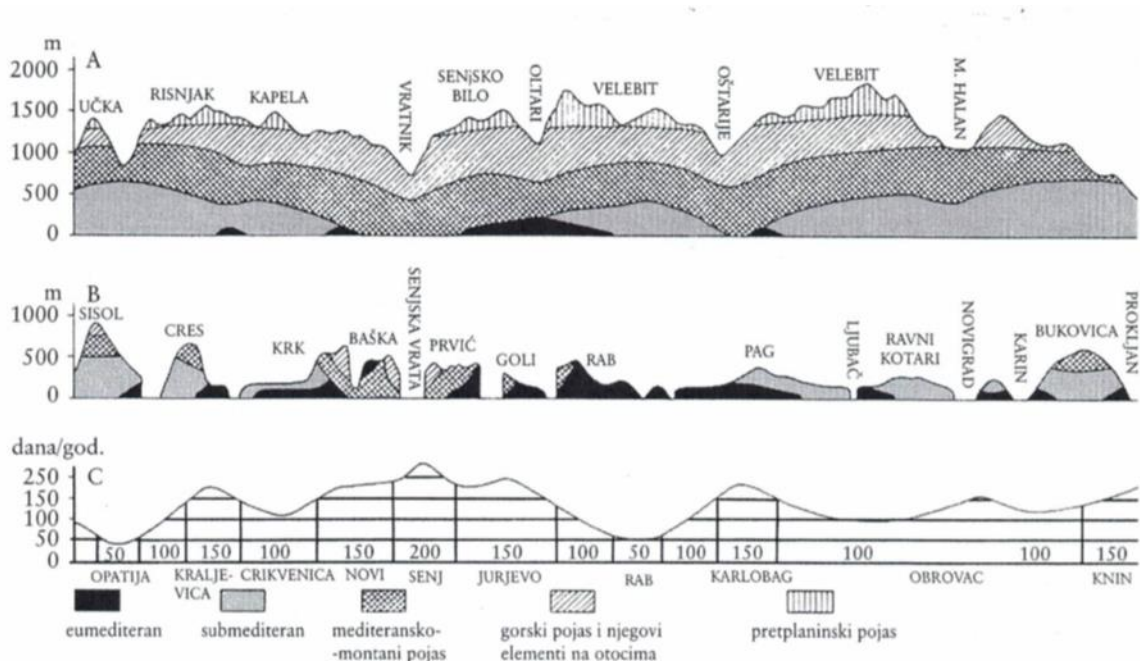


Slika 74. Razlika između prosječnih mjesečnih količina oborina i prosječne mjesečne potencijalne evapotranspiracije u vegetacijskom razdoblju

Bilancu vode na istočnom primorju Jadrana istraživao je Pandžić (1985) koristeći se Palmerovim postupkom (1965) izračunavanja komponenti bilance vode. Rezultati ove metode najviše ovisi o količini oborina i temperaturi (ali u suprotnom smislu), te o vrsti i dubini tla. Komponente za izračun bilance vode na istočnom Jadranu izrazito su periodičkog karaktera s ekstremnim vrijednostima u različitim godišnjim dobima (Pandžić 1985). Njegovi rezultati na primjeru mjeseca srpnja pokazuju da postoje područja skoro potpunog zasićenja (Gorski kotar) kao i područja s vrlo malim zalihama vode u tlu (jadranski otoci) što objašnjava bujnost vegetacije u gorskom dijelu u odnosu na priobalje i otoke. U istraživanju je pretpostavljeno da prevladavaju tri vrste tala: crvenica, smeđe tlo na vapnencu i crnica na vapnencu i da nema bitnijih razlika u kapacitetima navedenih vrsta tla međusobno. Rezultati su prezentirani za tri dubine tla (30 cm, 50 cm, 100 cm). U Primorju je uočeno da su rezerve vode u tlu dubine 30 cm tijekom ljeta male, a značajno se povećavaju kod većih dubina tla.

Jedan od klimatskih ekoloških čimbenika je i vjetar koji osim direktnog mehaničkog utjecaja (pozitivni utjecaj na oprašivanje i rasprostiranje sjemena, negativni utjecaj stvaranjem morfoloških deformacija stabala i mehanička oštećenja) ima i indirektni utjecaj na stanišne čimbenike, klimu i tlo. Na osnovu konstruiranih ruža vjetrova (Slika 14.) za korištene meteorološke postaje na području Hrvatskog primorja vidljiva je dominacija vjetrova pretežno sjeveroistočnog smjera (bura), dok je također značajnije zastupljen i jugoistočni vjetar (jugo). Lovrić (1980) navodi da bura nepovoljno djeluje na rasprostranjenost južnih vrsta i zajednica (Slika 75.), dok jugo potpomaže rasprostranjenost tih vrsta u kopno. Slijedom navedenog bura na istraživanom području spušta granicu epimediteranske vegetacijske zone prema moru. U Hrvatskom primorju kod Senja i Karlobaga epimediteranska vegetacijska zona spušta se do mora.

Utjecaj vjetrova na području Hrvatskog primorja značajno je utjecao i na raspored pokusnih ploha ovisno o vegetacijskoj zoni.



Slika 75. Pomak i poremećaji vegetacijskih pojava pod utjecajem bure (A i B), komparativni prostorni raspored dinamike kontinentalnih vjetrova N do E (C), (Lovrić 1980)

Horvatić (1963) je ukazao da su eumediteranska (vazdazelena) i submediteranska (listopadna) zona međusobno uže povezane nego submediteranska zona s kontinentalnim područjima eurosibirsko-sjevernoameričke regije. Također je istaknuta uska povezanost klimazonalnih (klimatogenih) zajednica eumediteranske i submediteranske zone i to

asocijacije *Orno-Quercetum ilicis* i asocijacije *Quercus-Carpinetum orientalis croaticum* uz zaključak kako te zajednice imaju veći broj zajedničkih vrsta.

Preduvjet povratka klimatogene šumske zajednice je formiranje šumskog tla sa svim njegovim obilježjima u određenim ekološkim uvjetima (Matić i dr. 1990). Upravo da bi se popravio pedološki čimbenik krajem 19. stoljeća prišlo se sustavnom pošumljavanju zemljišta na kojima je tlo izgubilo osobine šumskog tisućljetnim degradacijskim procesima (erozija, požari, brst, paša, nekontrolirana sječa i sl.). Osim tih degradacijskih procesa, odnosi pedogenetskih čimbenika uvjetuju vrlo sporu regeneraciju tla, a s time i spore progresivne silvidinamične procese. Vegetacija ima utjecaj uz ostale pedogenetske čimbenike (matični supstrat, klima, reljef, vrijeme) na formiranje tla (Dokučajev 1883). Za uspješan rast šumskog drveća ponajprije je potrebna dovoljna fiziološka dubina tla, a zatim su potrebne i njegove povoljne fizičke i kemijske značajke (Pernar 2017). Dugotrajno zadržavanje tla u početnoj fazi tvorbe, posebno na strmim dolomitnim padinama, omogućilo je opstanak prirodnih sastojina crnog bora (primjer ploha 33,34 i 35–Grobnik) na duže razdoblje jer ekološki uvjeti ne dozvoljavaju pojavu konkurentne vegetacije. Na području planine Obruč (Grobnik) riječ je o plitkoj rendzini na dolomitnoj podlozi koja je pod jakim utjecajem erozije i bujica vode što tlu ne dozvoljava daljnji razvoj i osigurava pedološke uvjete za dominaciju crnog bora.

Za stvaranje tla i razvitak biljnih zajednica posebno je važan listinac i drugi organski ostaci koji se raspadaju na tlu i čime se obnavlja organogenomineralni kompleks tla. Sloj listinca procesom mineralizacije mobilizira biljna hranjiva, zadržava vodu u tlu, sprečava isparavanje tla i utječe na toplinu tla (Vukelić i Rauš 1998). Meliorativna uloga sastojina crnog bora kao pionirske šume očituje se u protuerozijskom djelovanju, ali i povoljnom djelovanju na stanišne uvjete i to na edafske i mikroklimatske uvjete (Topić i dr. 2008, Topić i Butorac 2011). Progresivna sukcesija autohtone vegetacije prema Tomaševiću i dr. (2003) dokazuje meliorativnu ulogu sastojina crnog bora. Edafski čimbenik koji je prvi uočljiv u sastojinama crnog bora je povećanje organske mrtve prostirke (listinac) tj. organskog horizonta tla. Barčić (2007) na području Istre i Hrvatskog primorja na pokusnim plohama sastojina crnog bora utvrđuje prosječne količine šumske prostirke od 13,36 t/ha (najveća količina iznosi 30,89 t/ha, a najmanja 7,23 t/ha). U kserotermnim uvjetima raspadnje listinca je vrlo sporo i debeli sloj negativno utječe na pomlađenje sastojina, a ujedno povećava potencijalnu opasnost od požara.

Početak radova na pošumljavanju obilježio je osnutak branjevina koje su dobile naziv zbog zabrane ugonu stoke na takve površine. Nakon 50-tih godina prošlog stoljeća brojnost stoke opada na području Hrvatskog primorja i vegetacija je u progresiji. Posljednjih desetak godina, posebice u sjevernom dijelu Hrvatskog primorja, ponovno je značajan utjecaj stoke (konja), a povećava se i brojnost divljači (posebice jelena običnog) u epimediterskoj vegetacijskoj zoni. Ova pojava negativno utječe na progresivne silvidinamičke procese zbog oštećivanja podrasta i pomlatka. Na pokusnim plohama utvrđena su značajna oštećenja terminalnih i postranih izbojaka u sastojinama koje se smatraju zimovalištima za divljač (koriste ih i poludivlji konji). Navedena oštećenja vjerojatno su posljedica nedostatka hrane (ispaše) u ljetnom i zimskom razdoblju, ali i velike koncentracije jedinki stoke ili divljači. Zimovališta za divljač se smatraju enkave šumske vegetacije (sastojine crnog bora) unutar većih pašnjačkih i livadnih površina gdje se divljač zimi zadržava, a posebno su zastupljena u epimediterskoj vegetacijskoj zoni.

Crni bor na području Hrvatskog primorja uglavnom dolazi na vapnencima iako je zastupljen i na flišnoj podlozi. Pokusne plohe u prirodnim sastojinama i šumskim kulturama crnog bora u epimediterskoj vegetacijskoj zoni nalaze se na vapnenačkoj podlozi, dok flišnu podlogu nalazimo u submediteranskoj vegetacijskoj zoni. Na vapnencu osnovane sastojine crnog bora imaju za cilj poboljšanje stanišnih uvjeta za dolazak vrsta drveća konačne šume, dok je na flišnim podlogama prvi cilj zaustavljanje erozijskih procesa, a posljedično omogućiti dolazak vrsta drveća konačne šume.

U mediteranskim šumama, osim količine i dubine tla, jedan od limitirajućih čimbenika je i količina dostupne vode u tlu. Istraživanja Fornera i dr. (2018) provedena u nacionalnom parku Alto Tajo (Gudalajara, središnja Španjolska), na lokalitetu Armallones, pokazala su da ekstremne suše više utječu na vodni režim crnog bora (*Pinus nigra* ssp. *salzmannii* J. F. Arnold) nego na dvije vrste hrastova (*Quercus ilex* i *Quercus faginea*) koji su tolerantnije vrste drveća na sušu od crnog bora. Forner i dr. (2018) zaključuju da crni bor drastično smanjuje uzimanje vode u sušnom periodu u odnosu na hrastove, te time direktno utječe na kapacitet vezanja ugljika. Pritom crni bor koristi strategiju izbjegavanja suše s time da učinkovitije i ranije smanjuje fiziološku aktivnost kao odgovor na nestašicu vode u tlu (Rambal 1992) s ograničenom asimilacijom ugljika (Galiano i dr. 2011). Ova strategija učinkovita je u kraćim razdobljima nestašice vode. Za razliku od crnog bora, hrastovi koriste strategiju tolerancije na sušu gdje zadržavaju i dalje asimilaciju ugljika u dužem periodu suše



pod niskim vodnim potencijalom lišća (Rambal i dr. 2003), ali to vodi do većeg potencijalnog rizika od hidrauličkog pada sustava (Choat i dr. 2012).

Očekuje se da će sredozemne vrste drveća biti suočene sa sve dužim i oštrijim stresnim razdobljima u budućnosti zbog sve češćih i ekstremnih suša (IPCC 2014). Dok u srednjoročnim vremenskim rasponima šume umjerenog pojasa mogu imati i povećanje proizvodnosti zbog porasta prosječnih temperatura, u sredozemnim šumama se predviđa smanjenje proizvodnosti zbog povećanja sušnih razdoblja i šumskih požara (Schröter i dr. 2005, Lindner i dr. 2010, Charru i dr. 2017). Posebno su osjetljiva područja dodira dviju vegetacijskih regija, eurosibirsko-sjevernoameričke i mediteranske, odnosno gdje se dodiruju vegetacijski pojasevi i zone unutar iste vegetacijske regije (Anić i dr. 2020)

Nakon značajnijih pošumljavanja crnim borom i pokretanja progresivnih silvidinamičkih procesa krajem 19. i početkom 20. stoljeća, izostali su šumskouzgojni radovi njege šuma, a u drugoj polovici 20. stoljeća i šumskouzgojni radovi obnove šuma. Da bi donijeli zaključke o potrebi i načinu obnove starih sastojina crnog bora potrebno je bilo utvrditi u kakvom su strukturnom stanju, te kakvi su stanišni uvjeti i uvjeti pomlađivanja u njima.

Pokusne plohe na kojima su mjereni strukturni elementi postavljene su u prirodnim sastojinama epimediteranske vegetacijske zone i u šumskim kulturama epimediteranske i submediteranske vegetacijske zone. U submediteranskoj vegetacijskoj zoni na istraživanom području nema prirodnih sastojina crnog bora jer su ili iskrčene za izgradnju ili su nestale u procesu progresivne sukcesije odnosno zamijenjene sastojinama hrasta medunca i bjelograbića.

Kod prirodnih sastojina crnog bora potpunog sklopa uočava se da je proizvodni dio sastojine podjednako razvijen na sve tri plohe. Do razlika dolazi u pomoćnom dijelu sastojine gdje je na plohama 6–Hrmatine i 35–Grobnik (Prilog A.6 i Prilog A.35) značajnije prisutan crni bor dok je prisutnost OTB neznatna. Na plohi 10–Senjska Draga (Prilog A.10), u pomoćnom dijelu sastojine značajnije se pojavljuju elementi klimatogene šumske zajednice (crni jasen, crni grab i javor gluhač). Ukupna brojnost tih vrsta OTB na plohi 10–Senjska Draga je 640 kom./ha (70% ukupnog broja stabala), temeljnica je 12,48 m<sup>2</sup>/ha (34% ukupne temeljnice) i drvni volumen 42,88 m<sup>3</sup>/ha (23% ukupnog drvnog volumena). Održivost prirodne sastojine crnog bora na tom lokalitetu je upitna što je očekivano obzirom na prirodnu

silvidinamiku. Crni bor se može održati samo na ekstremnim staništima, gdje nije obavio svoju meliorativnu ulogu, pa mu ostale vrste drveća ne konkuriraju. Ukupna brojnost stabala na ovim plohama varira u rasponu od 816 kom./ha do 1.424 kom./ha. Temeljnica je u prosjeku 41,26 m<sup>2</sup>/ha, a drvena zaliha 203,04 m<sup>3</sup>/ha.

Šumske kulture crnog bora potpunog sklopa epimediteranske vegetacijske zone su horizontalnog oblika sklopa. Većina stabala je u proizvodnom dijelu sastojine. U pomoćnom dijelu sastojine pojavljuje mali broj stabala crnog bora u podstojnoj etaži. Vrste drveća konačne šume se pojavljuju pojedinačno, na tri od ukupno šest ploha. Brojnost stabala varira od 464 kom./ha do 1.248 kom./ha. Temeljnica je od 61,60 do 80,32 m<sup>2</sup>/ha, a drvena zaliha od 436,64 do 594,72 m<sup>3</sup>/ha. Jedini izuzetak s malom temeljnicom (52,32 m<sup>2</sup>/ha) i drvnom zalihom (301,92 m<sup>3</sup>/ha) je pokusna ploha 13–Orije (Prilog A.13) koja se nalazi na opožarenom i lošijem bonitetu staništa.

Šumske kulture potpunog sklopa u submediteranskoj vegetacijskoj zoni su vertikalnog oblika sklopa. Za razliku od sastojina u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, u pomoćnom dijelu sastojine nalazimo veći broj elemenata konačne šume, a pojavljuje se i glavna klimatogena vrsta hrast medunac. Brojnost stabala varira od 832 kom./ha do 1.136 kom./ha. Temeljnica je od 51,52 do 61,44 m<sup>2</sup>/ha, a drvena zaliha od 300,32 do 484,00 m<sup>3</sup>/ha. Jedini izuzetak je pokusna ploha 29–Rasadnik (Prilog A.29) s temeljnicom od 64,96 m<sup>2</sup>/ha i drvnom zalihom od 619,04 m<sup>3</sup>/ha jer je na dobrom i od bure zaštićenom staništu.

U prirodnim sastojinama crnog bora prekinutog sklopa u proizvodnom dijelu sastojine pojedinačno se pojavljuju stabla hrasta medunca i OTB, a pomoćni dio sastojine puno je bogatiji od sastojina potpunog sklopa. Prekinuti sklop posljedica je fiziološkog odumiranja stabala i negativnog djelovanja požara.

U epimediteranskoj vegetacijskoj zoni kod šumskih kultura prekinutog sklopa u pomoćnom dijelu sastojine, u podstojnoj etaži, pojavljuje se veći broj stabala OTB (crni grab, crni jasen, javor gluhač, lipa, maklen, obični jasen i obična bukva). Prisutnost hrasta medunca nije utvrđena. Uzrok izostanka hrasta medunca vjerojatno je posljedica nedostatka sjemenjaka u blizini, kao i činjenica da su njegove pratilice uzgojno jače. Prekinuti sklop tih sastojina posljedica je kasnih prorjeda koje su se počele provoditi tek 80-tih godina prošlog stoljeća.

U submediteranskoj vegetacijskoj zoni kod šumskih kultura prekinutog sklopa u pomoćnom dijelu sastojine, u podstojnoj etaži, pojavljuje se veći broj stabala OTB (crni jasen,

brijest, maklen, crni grab, klen i bagrem). Prisutnost hrasta medunca utvrđena je na svim plohama i u svim etažama tako da je poboljšanje stanišnih uvjeta kao i meliorativni učinak sastojina crnog bora već prvoj generaciji (ophodnji) očigledan. Prekinuti sklop tih sastojina posljedica je kasnih prorjeda koje su se počele provoditi tek 80-tih godina prošlog stoljeća.

Pokusne plohe na rubnim dijelovima prirodnih sastojina bilo je na terenu vrlo teško postaviti jer je rub takvih sastojina mnogo širi od veličine pokusnih ploha. Problem je predstavljalo i definiranje unutarnjeg i vanjskog dijela ruba sastojine. U sastojinama se u nuzgrednoj i podstojnoj etaži pojavljuju pojedinačna stabla crnog jasena, crnog graba, javora gluhača i mukinje. Vanjski dio ruba sastojine uglavnom se sastoji od vrsta drveća klimatogene šumske zajednice, ali ispod taksacijske granice od 10 cm prsnog promjera. Brojnost stabala varira od 688 kom./ha do 768 kom./ha. Temeljica je od 29,12 do 36,32 m<sup>2</sup>/ha, a drvena zaliha od 101,28 do 200,32 m<sup>3</sup>/ha.

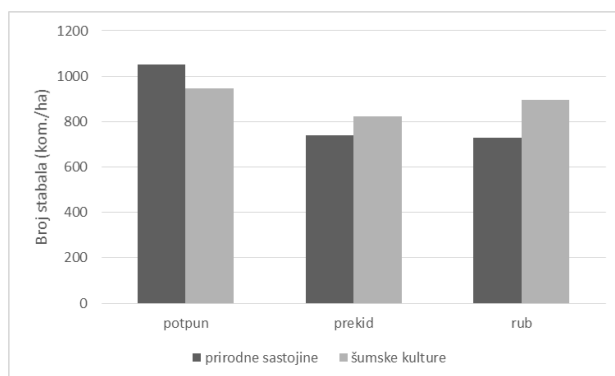
Na pokusnim plohama rubnog sklopa u šumskim kulturama epimediteranske vegetacijske zone proizvodni dio sastojine unutarnjeg dijela ruba sastojine sastoji se isključivo od stabala crnog bora. Vanjski dio ruba sastojine, u šumskim kulturama epimediteranske vegetacijske zone, sastoji se od vrsta drveća iz klimatogene šumske zajednice. Ovakva struktura vanjskog dijela ruba sastojine povezana je s poboljšanim ekološkim uvjetima u okolnom području sastojine crnog bora, koja su omogućili pridolazak listopadnih elemenata iz klimatogene šumske zajednice (crni jasen, crni grab, maklen) u vanjski dio ruba sastojine. Jedini izuzetak su plohe 15–Karlobag (Prilog A.15) i 26–Bile (Prilog A.26) na kojima je vanjski dio ruba sastojine i dalje ekstremno stanište (utjecaj vjetra i nedostatak vlage u tlu) na kojem je značajnije prisutan crni bor.

U rubnim uvjetima pokusnih ploha u šumskim kulturama submediteranske vegetacijske zone razvijen je vertikalni oblik sklopa. Uočljivo je da se elementi klimatogene šumske zajednice, hrast medunac i OTB, osim u slojevima drveća, pojavljuju i u podrastu i u pomlatku. To pokazuje da se obnova tih vrsta drveća događala u dva navrata. Prvi put prije tridesetak godina koliko procjenjujemo da su stara stabla podраста. Drugu obnovu predstavlja današnji pomladak hrasta medunca, crnog jasena i OTB. I dok u podstojnoj etaži ima crnog bora, u pomlatku ga nema što govori da je svoju pionirsku ulogu izvršio i pripremio stanište za pridolazak elemenata klimatogene šumske zajednice. Stanišni uvjeti nisu više povoljni za obnovu crnog bora.

Klusterskom analizom (Slika 69.) geomorfoloških čimbenika (nadmorska visina, nagib, kamenitost) i svjetlosnih uvjeta u sastojini (LAI – indeks površine lista, BLI – prosječno godišnje relativno izravno ili direktno svjetlo u sastojini, DLI – prosječno godišnje relativno difuzno svjetlo u sastojini i GLI – prosječno godišnje ukupno svjetlo u sastojini) plohe su grupirane u dva klastera koji se prilično podudaraju s fitogeografskom raščlambom šumske vegetacije istraživanog područja prema Trinajstiću (1986). Na Slici 69. uočava se da su četiri plohe (5–Hrnotine, 6–Hrnotine, 7–Hrnotine i 10–Senjska Draga) koje fitogeografski pripadaju epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, klusterskom analizom navedenih varijabli svrstane u klaster 1 (submediteranska zona). To je iz razloga što su prilikom klasterizacije nadmorska visina i svjetlosni uvjeti u sastojini imali najjači utjecaj na grupiranje pokusnih ploha u klaster. Navedene pokusne plohe usljed klimatskih čimbenika fitogeografski pripadaju u epimediteransku vegetacijsku zonu iako su na nižim nadmorskim visinama i u svjetlosnim uvjetima bližim submediteranskoj vegetacijskoj zoni.

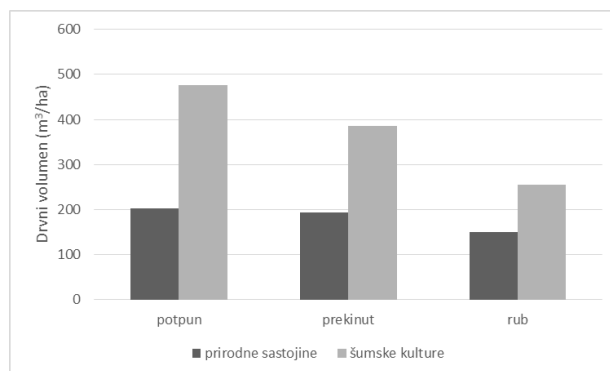
Od 39 pokusnih ploha na 28 ploha su čiste sastojine crnog bora dok su na 11 pokusnih ploha mješovite sastojine crnog bora i elemenata iz klimatogene šumske zajednice. U mješovitim sastojinama udjel tih elemenata većinom je 10 – 16%, najviše do 25% ukupnog drvnog volumena. Najviše mješovitih sastojina imamo na plohama u rubnom stupnju sklopa (7 pokusnih ploha), zatim u prekinutim uvjetima sklopa (3 pokusne plohe) i na jednoj pokusnoj plohi u potpunom sklopu.

U prosjeku se prirodne sastojine crnog bora i šumske kulture crnog bora ne razlikuju značajnije s obzirom na brojnost stabala po jedinici površine (Slika 76.).



Slika 76. Prosječna brojnost stabala na pokusnim plohama s obzirom na postanak i sklop sastojina

Značajno veći ukupni drvni volumeni u šumskim kulturama u odnosu na prirodne sastojine govore o bonitetu staništa (Slika 77.). Prirodne sastojine su se održale na zahtjevnijim staništima nižeg boniteta, dok su šumske kulture osnivane na neobraslim površinama višeg boniteta radi uspjeha pošumljavanja i ubrzavanja progresivne silvidinamike.



Slika 77. Prosječni ukupni drvni volumen na pokusnim plohama s obzirom na postanak i sklop sastojina

Dominantna visina još je jedan pokazatelj boniteta staništa. S obzirom na dominantne visine, prirodne sastojine rastu na ekstremnim staništima. Šumske kulture u epimediteranu su podignute uglavnom na pašnjačkim površinama i na neobraslom šumskom zemljištu, dok su šumske kulture u submediteranu podizane na područjima sanacija bujičnih tokova i na neobraslom šumskom zemljištu. Najveće dominantne visine u sva tri slučaja su na plohama potpunog sklopa (prosječno na plohama 15,8 m), zatim na plohama prekinutog sklopa (prosječno 14,8 m), a najmanje su na plohama na rubu sastojina (prosječno 13,6 m).

Na temelju dominantnih visina može se zaključiti da je bonitet šumskih kultura koje su osnovane na šumskom tlu i na šumskom tlu bujičnog toka viši nego na tlu pašnjaka i kamenjare. Prosječna dominantna visina prirodnih sastojina je 11,5 m, dok šumske kulture imaju prosječnu dominantnu visinu 15,6 m. Po namjeni zemljišta prije osnivanja šumskih kultura (4 kategorije) i dominantnim visinama sastojina možemo zaključiti da su najmanje produktivna tla kamenjara (prosječna dominantna visina 13,6 m), zatim pašnjaka (prosječna dominantna visina 14,4 m), slijede šumska tla bujičnog toka (prosječna dominantna visina 16,4 m), a najproduktivnije je šumsko tlo ranije obraslog šumskog zemljišta (prosječna dominantna visina 18,8 m). Do sličnih saznanja došli su i Navarro-González i dr. (2013) koji su proučavali pojavu povratka hrasta u borove šumske kulture, ovisno o intenzitetu prethodnog korištenja i namjeni zemljišta.

Krošnjatost stabala crnog bora povezana je sa sklopom sastojine. Najbolje čišćenje od donjih grana je u uvjetima potpunog sklopa, pa je tu krošnjatost najmanja. Krošnjatost je najveća u rubnom sklopu sastojina, zbog velike količine postranog svjetla. Prosječna krošnjatost u sastojinama potpunog sklopa je 0,33, u sastojinama prekinutog sklopa 0,36 i u sastojinama rubnog stupnja sklopa 0,41. Krošnjatost stabala prosječno je veća u prirodnim sastojinama (0,40) u odnosu na šumske kulture (0,35) što je povezano s gustoćom sastojina. Jedino odstupanje uočeno je kod prirodnih sastojina rubnog sklopa (0,37) gdje je krošnjatost manja u odnosu na potpuni (0,39) i prekinuti (0,45) sklop prirodnih sastojina. Povećanje krošnjatosti uočeno je kod sastojina s nižim visinama dominantnih stabala i nižim srednjim promjerom. Iz navedenog proizlazi da je krošnjatost u zrelim sastojinama crnog bora više ovisna o bonitetu staništa nego o gustoći sastojine. S obzirom da su predmet istraživanja zrele sastojine crnog bora u kojima je kulminacija prirasta prošla, a reakcija stabala na otvaranje sklopa je mala, krošnjatost je posljedica strukture sastojine u ranijim razvojnim stadijima.

Normalno i očekivano je da gustoća sastojine opada sa starošću sastojine, a temeljnica i drvni volumen rastu. Uspoređujući podatke o strukturi sastojine dolazi se do zaključka da se povećanjem temeljnica na pokusnim plohama povećavaju ukupni drvni volumen i gustoća sastojine. Također, povećanjem temeljnica povećavaju se i dominantne visine stabala u sastojini, srednji prsni promjer stabala u sastojini, a pada krošnjatost stabala. Navedeno je vjerojatno posljedica različitih boniteta staništa na kojima se nalaze zrele sastojine crnog bora. Rjeđe zrele sastojine crnog bora nalaze se na lošijim bonitetima, dok su gušće sastojine na boljim bonitetima što je vidljivo iz većih dominantnih visina stabala u sastojini.

Bezak i dr. (1989) prirasno-prihodnim tablicama za regularne šume crnog bora (ekološko-gospodarski tip II-D-20 i II-E-20) navode u starosti sastojine od 80 godina gustoću od 735 kom./ha, srednji prsni promjer 23,5 cm, dominantnu visinu 22,0 m, temeljnicu 31,9 m<sup>2</sup>/ha i drvni volumen od 316,1 m<sup>3</sup>/ha. U prirasno-prihodnim tablicama po Wiedemannu (1943) za umjerene prorede u crnom boru starosti 120 godina na IV. bonitetnom razredu navodi se gustoća od 681 kom./ha, srednji prsni promjer 22,9 cm, srednja visina sastojine 17,1 m, temeljnica 28,0 m<sup>2</sup>/ha i drvni volumen od 225 m<sup>3</sup>/ha. Na našim pokusnim plohama u prirodnim sastojinama prosječna gustoća sastojine je 852 kom./ha, srednji prsni promjer 21,6 cm, srednja visina 11,5 m, temeljnica 36,48 m<sup>2</sup>/ha, drvni volumen 186 m<sup>3</sup>/ha. Na pokusnim plohama u šumskim kulturama čija je prosječna starost 112 godina gustoća sastojine je 889 kom./ha, srednji prsni promjer 26,5 cm, srednja visina 15,6 m, temeljnica 54,08 m<sup>2</sup>/ha i drvni volumen 376 m<sup>3</sup>/ha. Na istraživanom području gustoća sastojina, temeljnica i ukupni drvni

volumeni su veći zbog izostanka proreda, no srednje visine sastojina su manje što je posljedica ekstremnosti staništa u odnosu na podatke iz prirasno-prihodnih tablica navedenih autora.

Istraživanja starih sastojina crnog bora su malobrojna iako crni bor može živjeti više stoljeća i moguće je pronaći sastojine u kojima su prisutne vrlo stara stabla (Fule i dr. 2008). Stare sastojine crnog bora, za razliku od gospodarenih sastojina, imaju veći prosječni prsni promjer i veći raspon debljinskih stupnjeva (Tíscar i Lucas-Borja 2016). Na istraživanom području izostanak šumskouzgojnih radova vidljiv je na osnovu raspona distribucije broja stabala i u epimediteranskoj i u submediteranskoj vegetacijskoj zoni (Slika 28.).

Heterogenost horizontalne (distribucija prsnih promjera) i vertikalne strukture (distribucija visina i višeslojnost) sastojine dovodi do većeg broja vrsta drveća u sastojini (Wang i dr. 2006) i pridonosi stabilnosti sastojine (Latham i dr. 1998). Upravo raspon prsnih promjera, kao i razvijena vertikalna struktura u šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni dovele su do većeg broja vrsta drveća u usporedbi sa šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni i u prirodnim sastojinama crnog bora.

Rezultati istraživanja pokazuju da je na većini pokusnih ploha uz proizvodni dio sastojine (dominantnu i nuzgrednu etažu) razvijen i pomoćni dio sastojine (podstojna etaža) s elementima klimatogene šumske zajednice. Izuzetak čine pokusne plohe 1–Tuhobić, 3–Drivenik, 9–Pernica, 12–Osmatračnica i 16–Karlobag potpunog sklopa, te pokusne plohe 2–Tuhobić i 18–Orije prekinutog sklopa gdje je u pomoćnom dijelu sastojine prisutan samo crni bor. Vjerojatno je ovakvo stanje na tim plohama uvjetovano prizemnim požarima koji su se dogodili u bliskoj prošlosti.

Rezultati analize prosječnih distribucija stabala po debljinskim stupnjevima u sastojinama crnog bora pokazuju da nema značajnijih razlika između sastojina u epimediteranskoj i submediteranskoj vegetacijskoj zoni iako su uzorci vrlo heterogeni po stanišnim uvjetima. Raspon distribucije broja stabala od 10 do 84 cm prsnog promjera navodi na zaključak o izostanku šumskouzgojnih radova u promatranim sastojinama. Opstojnost prirodnih sastojina crnog bora na istraživanom području moguća je samo na najekstremnijim staništima u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni gdje su požari rjeđi, a tlo ostaje nerazvijeno na dulje razdoblje. Anić (1957) spominje da je u submediteranskoj zoni većina prirodnih

borovih sastojina nestala uslijed požara, a i uzgojno jačih listopadnih vrsta koje onemogućavaju obnovu crnog bora.

Prisutnost podrasta u istraživanim sastojinama pokazuje da su se u prošlosti dogodili uvjeti za pridolazak vrsta drveća klimatogene šumske zajednice, ali brojnost i stanje podrasta pokazuje da stanišni uvjeti tada nisu bili dovoljno povoljni za početak njihove obilne prirodne obnove i prevođenje sastojinskog oblika. Podrast koji se pojavio uslijed povoljnih stanišnih uvjeta u sastojini smanjuje povoljan utjecaj otvaranja sklopa na pojavu pomlatka. Količina svjetla koja je sada u zoni pomlatka, osim o sklopu sastojine, ovisi i o nadmorskoj visini i gustoći podrasta, pa je prosječna ukupna količina svjetla (GLI) u prirodnim sastojinama 23,9%, u šumskim kulturama u epimediteranu 22,0%, a u šumskim kulturama u submediteranskoj zoni 18,4%.

Najveća brojnost i dendroraznolikost podrasta je u šumskim kulturama u submediteranu (3.973 kom./ha i 5 vrsta drveća) što upućuje na najbrže odrađenu meliorativnu ulogu crnog bora u poboljšanju stanišnih uvjeta. U prirodnim sastojinama prosječna brojnost podrasta je 3.280 kom./ha što upućuje da su prirodne sastojine crnog bora na istraživanom području promijenile stanišne uvjete koji su omogućili pridolazak vrsta drveća konačne šume, ali upitne kvalitete. Najmanja brojnost podrasta u šumskim kulturama u epimediteranu (2.853 kom./ha) ukazuje na sporije poboljšanje stanišnih uvjeta nego u šumskim kulturama u submediteranu tj. sporiji meliorativni učinak. Također, staništa na kojima su osnivane šumske kulture pogodnija su u submediteranu (šumsko tlo) nego u epimediteranu (pašnjaci).

Ocjenjujući kvalitetu podrasta (fenološki izgled podrasta), podrasta dobre kvalitete je na području istraživanja 65%, a srednje i loše kvalitete je 35% podrasta. Najviše kvalitetnog podrasta je u prirodnim sastojinama u stupnju rubnog sklopa (85%), u šumskim kulturama u epimediteranu na pokusnim plohama u prekinutom sklopu (85%) i u šumskim kulturama u submediteranu na pokusnim plohama potpunog sklopa (78%). Najviše lošeg i srednjekvalitetnog podrasta je u prirodnim sastojinama u potpunom sklopu (62%), u šumskim kulturama u epimediteranu na pokusnim plohama u potpunom sklopu (40%) i u šumskim kulturama u submediteranu na pokusnim plohama prekinutom sklopa (49%).

Grupiranjem pokusnih ploha u tri grupe ovisno o brojnosti podrasta dobivamo da grupa s najrjeđim podrastom (prosječno 1.520 kom./ha podrasta) ima svjetlosne uvjete s vrijednostima DLI 22,51%, BLI 21,73% i GLI 22,07%. Grupa pokusnih ploha s prosječno



2.987 kom./ha podrasta ima svjetlosne uvjete s vrijednostima DLI 23,68%, BLI 23,65% i GLI 23,66%, a grupa pokusnih ploha s najgušćim podrastom (prosječno 5.599 kom./ha podrasta) ima svjetlosne uvjete s vrijednostima DLI 18,10%, BLI 16,65% i GLI 17,82%.

Uspoređujući pokusne plohe po kvaliteti podrasta u prirodnim sastojinama najviše kvalitetnog podrasta ima u rubnom stupnju sklopa s prosječnom vrijednošću svjetlosnih uvjeta DLI 25,50%, BLI 26,30% i GLI 26,00%. U prirodnim sastojinama najlošija kvaliteta podrasta je u potpunom sklopu s prosječnom vrijednošću svjetlosnih uvjeta DLI 23,40%, BLI 22,30% i GLI 22,80%. Šumske kulture u epimediteranu najkvalitetniji podrast imaju u prekinutom sklopu s prosječnom vrijednošću svjetlosnih uvjeta DLI 20,00%, BLI 19,60% i GLI 19,80%, a najlošije kvalitete u potpunom sklopu s prosječnom vrijednošću svjetlosnih uvjeta DLI 24,20%, BLI 23,30% i GLI 23,70%. Šumske kulture u submediteranu najkvalitetniji podrast imaju u potpunom sklopu s prosječnom vrijednošću svjetlosnih uvjeta DLI 18,80%, BLI 18,20% i GLI 18,50%, a najlošije kvalitete je podrast u prekinutom sklopu s prosječnom vrijednošću svjetlosnih uvjeta DLI 20,40%, BLI 20,60% i GLI 20,50%.

Najznačajnija vrsta u podrastu je crni jasen. Crni grab se značajnije pojavljuje u šumskim kulturama u epimediteranu, a bjelogračić u šumskim kulturama u submediteranu. Pojavnost vrsta drveća u prirodnim sastojinama slična je šumskim kulturama u epimediteranu. Hrast medunac kao glavna vrsta konačne šume pojavljuje se u sloju podrasta samo u šumskim kulturama u submediteranu. Podrast koji se nalazi u šumskim kulturama crnog bora bez obzira na njihovu starost uglavnom je visine od 3 do 4 m. Pretpostavka je da nakon toga zbog izostanka šumskouzgojnih zahvata dolazi do propadanja podrasta. Razloge se može tražiti u činjenici da u prirodnim sastojinama crnog bora podrast također ima visine od 3 do 4 metra. To bi moglo biti predmet daljnjih istraživanja.

Prosječna brojnost pomlatka najveća je u prirodnim sastojinama crnog bora (42.222 kom./ha), zatim u šumskim kulturama u epimediteranu (34.074 kom./ha), a najmanja u šumskim kulturama u submediteranu (31.852 kom./ha).

Usporedbe sastojina crnog bora po nastanku u ove dvije vegetacijske zone i tri različite vrste sklopa (potpuni, prekinuti i rub sastojine) potvrđuju dosadašnje saznanje o utjecaju sklopa na pomlađivanje sastojina. Očit je i utjecaj podrasta na svjetlosne uvjete u pomlatku. Najveća brojnost pomlatka u prirodnim sastojinama je u prekinutom sklopu gdje su količine svjetla: DLI 25,4%, BLI 22,5% i GLI 23,7%. Najveća brojnost pomlatka u šumskim

kulturama epimediterana je u uvjetima potpunog sklopa gdje su količine svjetla: DLI 24,2%, BLI 23,3% i GLI 23,7%, dok je u submediteranu najveća brojnost pomlatka u rubnom sklopu gdje su količine svjetla: DLI 16,7%, BLI 16,0% i GLI 16,3%.

Općenito, u šumskim kulturama epimediterana i submediterana broj vrsta elemenata klimatogene šumske zajednice raste s otvorenosću sklopa u sloju pomlatka, dok u prirodnim sastojinama opada. To govori o ekstremnim uvjetima staništa prirodnih sastojina.

Grupiranjem pokusnih ploha u tri grupe ovisno o brojnosti pomlatka dobivamo da grupa s najrjeđim pomlatkom (prosječno 11.322 kom./ha) ima prosječne svjetlosne uvjete s vrijednostima DLI 23,33%, BLI 22,84% i GLI 22,06%. Grupa pokusnih ploha s prosječno 27.261 kom./ha pomlatka ima prosječne svjetlosne uvjete s vrijednostima DLI 18,37%, BLI 18,66% i GLI 18,54%, a grupa pokusnih ploha s najgušćim pomlatkom (prosječno 63.751 kom./ha) ima prosječne svjetlosne uvjete s vrijednostima DLI 22,58%, BLI 20,53% i GLI 21,41%. Svjetlosne uvjete grupe s najrjeđim pomlatkom ima grupa pokusnih ploha s najrjeđim podrastom. Ova korelacija posljedica je ekstremnih stanišnih uvjeta u kojima meliorativan učinak nije dovoljan, kao i pojave požara u prošlosti u navedenoj grupi pokusnih ploha. Svjetlosne uvjete grupe s najgušćim podrastom ima grupa pokusnih ploha sa srednjom gustoćom pomlatka. U ovom slučaju izostanak šumskouzgojnih radova njege šuma smanjuje vitalnost i kvalitetu vrsta drveća klimatogene šumske zajednice i u podrastu i u pomlatku, te usporava silvidinamičke procese u sastojini.

Iz Slike 62. se uočava da se pomladak najbrojnije pojavljuje u sastojinama raspona starosti od 105 do 120 godina. Hrast medunac najviše se pomlađuje u sastojinama crnog bora starim 114 godina. Na svim plohama, koje ulaze ili su u fazi obnove sastojina, pojavljuju se vrste drveća klimatogene šumske zajednice kao posljedica poboljšanja stanišnih uvjeta. Poboljšanje stanišnih uvjeta onemogućava prirodnu obnovu crnog bora. U uvjetima rubnog sklopa crni bor se pojavio u vanjskom dijelu ruba sastojine samo na plohi 26–Bile gdje su izrazito kserotermni uvjeti. Ovakvi rezultati upućuju na poticanje pomlađivanja vrstama drveća klimatogenih šumskih zajednica i izmjenu sastojinskog oblika. Čiste sastojine crnog bora treba prirodnom obnovom prevesti u prvoj fazi u mješovite sastojine crnog bora i crnog graba ili bjelograbića, ovisno o vegetacijskoj zoni, s primjesama ostalih vrsta OTB favorizirajući hrast medunac kao glavnu vrstu konačne šume. Problem supstitucije crnog bora hrastom meduncem je što se njegov pomladak pojavljuje i prisutan je do razvojnog stadija mlađeg pomlatka (do 50 cm visine), a tada vjerojatno uslijed izostanka njege nestaje.

Izostanak njege ogleda se u brojnosti uzgojno jačih vrsta klimatogene šumske zajednice (crni jasen). Osim crnog jasena po brojnosti u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni prevladava uzgojno jači pomladak crnog graba, a u submediteranskoj vegetacijskoj zoni pomladak bjelograbića. Pomladak hrasta medunca najveću pojavnost ima na udaljenosti od 8,7 m od sjemenjaka (Slika 63.). Ovaj rezultat je i očekivan s obzirom na projekcije krošanja stabala sjemenjaka i krupnoću žira. Uspješno pomlađivanje hrasta medunca povezano je s blizinom stabala hrasta medunca koja plodonose ili unosom dovoljnih količina sjemena ili sadnica u sastojinu.

Hrast medunac je heliofilna vrsta (Vukelić i Rauš 1998). Istraživanja o zahtjevima pomlatka hrasta medunca ili drugih mlađih stadija (ponika, mladika) na svjetlo nismo pronašli u literaturi. Pomladak svih listopadnih vrsta drveća u šumama Hrvatske, pa tako i hrasta medunca, veliku i nepromijenjenu zasjenu može izdržati do četvrte godine starosti. Ukoliko se količina svjetla koji pada na pomladak ne poveća, pomladak propada (Matić 1996). Usporedbe radi, hrastu lužnjaku je u prvim godinama života potrebna zaštita krošanja matičnih stabala (Dekanić 1979). Matić (1996) navodi da hrastov ponik mora biti zaštićen krošnjama stare sastojine da bi se smanjilo razvoj korovske vegetacije u prvim godinama života, o čemu ovisi njegova brojnost i opstanak.

Pojava vrsta drveća klimatogene šumske zajednice nije uvjetovana samo količinom svjetla u sastojini. Drugi ograničavajući faktori, također, značajno utječu na pojavu glavne klimatogene vrste hrasta medunca. Edafski čimbenici kao količina hraniva u tlu, količina dostupne vode u tlu i dubina tla također su ograničavajući čimbenici opstanka pomlatka hrasta medunca koji na pokusnim plohama odumire nakon visine od 50 cm.

Rezultati istraživanja pokazuju da je pomladak elemenata klimatogene šumske zajednice najbrojniji u sastojinama crnog bora starosti od 105 do 115 godina. Ovo upućuje da u starim sastojinama crnog bora na području Hrvatskog primorja, u kojima nisu vršeni šumskouzgojni radovi njege, najbolje vrijeme za početak obnove sastojine supstitucijom vrsta je u starosti sastojine od 110 godina. Najveća pojavnost pomlatka hrasta medunca je u šumskim kulturama u submediteranu potpunog sklopa gdje su količine svjetla: DLI 18,8%, BLI 18,2%, GLI 18,5%.

Lošija kvaliteta pomlatka u sastojinama crnog bora kojima se sada gospodari, po Carrasco i Badillo (2004), posljedica je neprovođenja šumskouzgojnih radova posljednjih 30

godina, kao i pregustog sklopa koji onemogućava pomlađivanje (Tíscar 2003). Na istraživanom području stanje pomlatka je lošije zbog izostanka šumskouzgojnih radova, ali je važno da je prisutno u sastojinama crnog bora jer time dokazujemo meliorativni učinak sastojina crnog bora.

Svjetlosni uvjeti u sastojini jedan su od najvažnijih čimbenika koji utječu na preživljavanje, rast i razvoj pomlatka. Zastor krošanja istodobno mora osigurati dovoljnu količinu svjetla pomlatku i ograničiti razvoj korova. Prema potrebi za svjetlom šumsko drveće na području istraživanja možemo podijeliti na dvije glavne grupe: vrste svjetla ili heliofite (hrast medunac, maklen) i vrste polusvjetla ili hemiheliofite (crni bor, crni grab, crni jasen, bjelograbić). Količina svjetla u sastojini je jedan od ekoloških čimbenika na koji se može utjecati šumskouzgojnim zahvatima. Slaba pojavnost vrsta drveća konačne šume hrasta medunca na svim pokusnim plohama uvjetovana je izostankom šumskouzgojnih radova koji reguliraju količinu svjetla u donjim etažama sastojine pa su se prve pojavile vrste polusvjetla.

Glavač (1987) navodi propusnost svjetla u starim sastojinama borova od 22 do 40%, dok je u hrastovim sastojinama s lišćem od 3 do 35%. Kobe i dr. (1995) smatraju da je poznavanje reakcije ponika i pomlatka na svjetlo ključno pri određivanju stupnja tolerancije pojedinih vrsta na zasjenu. Za hrast medunac nema dostupnih istraživanja o potrebnim količinama svjetla u razvojnim stadijima ponika, pomlatka i mladika. Ostrogović i dr. (2010) utvrdili su da mladi naraštaj hrasta lužnjaka u stadiju ponika i mlađeg pomlatka zauzima mikrostanište s nižim stupnjem svjetla (oko 16%), stariji pomladak nalazi se na mikrostaništu s nižim direktnim (24%) i višim difuznim stupnjem svjetla (26%), a mladik i korovska vegetacija mikrostaništa s višim stupnjem direktnog (35%) i difuznog svjetla (27 %). Količina svjetla u prirodnim sastojinama je najveća (GLI 23,94%), a u šumskim kulturama submediterana najmanja (GLI 18,42%). Na istraživanom području Hrvatskog primorja količina direktnog svjetla (BLI) je u epimediteranu 22,19%, a u submediteranu 18,26%. Prosječna količina difuznog svjetla (DLI) je u epimediteranu 23,18%, a u submediteranu 18,63%. Uz pretpostavku da su potrebne količine svjetla u navedenim razvojnim stadijima hrasta medunca i hrasta lužnjaka slični, istraživane sastojine u Hrvatskom primorju po količinama svjetla odgovaraju, po Ostrogović i dr. (2010), mikrostaništima sa svjetlosnim uvjetima između ponika i pomlatka. Jedan od smjerova za daljnja istraživanja je i utvrđivanje potreba za svjetlom u mlađim razvojnim stadijima hrasta medunca, bjelograbića, crnog graba i crnog jasena kao vrsta koje su cilj u sukcesiji. Uvid u skiofilnost vrsta klimazonalnih

zajednica u razvojnim fazama omogućava nam planiranje radova i jačinu otvaranja sklopova za prirodno pomlađenje.

Prostorna varijabilnost LAI-a povezana je s evapotranspiracijom i vlagom tla (Grier i Running, 1977; Jose i Gillespie, 1997). Tako na primjeru u Kataloniji (Španjolska) u sastojini crnog bora gustoće 732 stabla/ha LAI iznosi 1,31, a u sastojini crnog bora gustoće 1560 stabala/ha iznosi 1,32 u istim klimatskim okolnostima (Golley i Bellot 2012).

LAI je važan ekološki parametar povezan s vertikalnom i horizontalnom strukturom sastojine, a osobito gustoća sastojine i prostorni raspored stabala imaju važnu ulogu u sklopu sastojine i vrijednosti LAI indeksa (Tan i dr. 2011). Na području istraživanja u Hrvatskom primorju LAI se kreće od 1,17 do 2,07 i veoma je heterogeno raspoređen vezano uz grupiranje sastojina po kriterijima istraživanja pa se nije moglo doći do nekih zaključaka. Vjerojatno više ovisi o starosti sastojine (Slika 68.) i bonitetu staništa nego o postanku sastojine, vegetacijskoj zoni i sklopu sastojine.

Zbog nepovoljnih stanišnih uvjeta za pošumljavanje neobraslog proizvodnog šumskog zemljišta u Mediteranu se može uspješno koristiti mali broj vrsta drveća. S obzirom na ekološke zahtjeve i biološka svojstva, crni bor je najučestalija vrsta za pošumljavanje u epimediteranskoj i submediteranskoj vegetacijskoj zoni. Ima nezamjenjivu ulogu u zaustavljanju degradacije staništa i širenja različitih oblika erozije (Barčić i dr. 2011).

Na primorskim padinama Velebita i Velike Kapele, na ekstremnim staništima, sastojine crnog bora tvore trajne stadije. U takvim uvjetima dolazi i do prirodnog širenja borovih sastojina, najčešće u smjeru dominantnog vjetra. Na najekstremnijim staništima (grebeni, glavice, klisure) ove sastojine predstavljaju trajno zaštićene objekte jer jedino crni bor može opstati na takvim terenima.

U boljim ekološkim uvjetima posebnu pozornost u sastojinama crnog bora treba dati očuvanju šumskog tla i obnovi sastojine vrstama drveća klimatogene šumske zajednice. S obzirom da je sklop u takvim sastojinama gust potrebno je proredom omogućiti dolazak svjetla u donje etaže radi razvoja podstojne etaže koja će očuvati tlo i smanjiti mogućnost nastanka požara. U povoljnim ekološkim uvjetima u sastojine crnog bora prirodno ulaze vrste drveća klimatogene šumske zajednice, a poboljšani stanišni uvjeti tj. promjene u staništu onemogućavaju pojavu pomlatka crnog bora, te prirodnim putem dolazi do supstitucije sastojine crnog bora.

U sastojinama crnog bora tlo se postupno poboljšava i poprima svojstva koja omogućavaju pojavu vrsta drveća klimatogene šumske zajednice. Iz izmjerenih strukturnih elemenata na pokusnim plohama u zrelim sastojinama crnog bora koje imaju vertikalni oblik sklopa, razvijenu podstojnu etažu s vrstama drveća konačne šume hrasta medunca, prirodni pomladak vrsta drveća konačne šume hrasta medunca, te nemaju prirodni pomladak crnoga bora možemo po Korpelu i dr. (1991) reći da se u ontogenetskom razvoju šume ove sastojine nalaze u stadiju prijelazne šume. Navedeni prijelaz najčešće se odvija u jednoj generaciji. Na istraživanom području Hrvatskog primorja najveća pojavnost vrsta drveća klimatogene šumske zajednice u sastojini uočena je u sastojinama crnog bora starosti oko 110 godina.

Na zahtjevnijim staništima, gdje stanišni uvjeti ne omogućavaju pojavu i opstanak vrsta drveća klimatogene šumske zajednice, potrebno je u više generacija sastojina crnog bora pripremiti stanište za vrsta drveća klimatogene šumske zajednice. Neki stanišni uvjeti (kamenitost, izloženost staništa vjetru i suncu) na duži period zaustavljaju progresiju i možemo govoriti o trajnom stadiju sastojina crnog bora (prirodne sastojine). U tom slučaju sastojine crnog bora se mogu ponovno prirodno pomladiti crnim borom. Progresivnu dinamiku sastojina crnog bora mogu zaustaviti i šumski požari, brst i paša stoke koja deformira, oštećuje i hrani se preferirajući elemente medunčevih šuma.

U krajobrazu Hrvatskog primorja dominantne su upravo sastojine crnog bora jer se ističu visinom i drvnom zalihom u odnosu na ostale degradirane sastojine. Na čitavom području je vrlo malo očuvanih sastojina hrasta medunca. One rastu uglavnom uz izvore ili duž vodotoka, na staništima koja su zaštićena od bure i na dubokim tlima. Cilj šumskouzgojnih radova na kvalitetnijim tlima u Hrvatskom primorju, gdje su sastojine crnog bora odradile svoju ulogu poboljšavanja stanišnih uvjeta, je prirodna ili umjetna obnova sastojina vrstama drveća klimazonalne šume hrasta medunca. Na ekstremnim staništima s vrlo malo tla, manjkom vode u tlu i izloženim jakim udarima bure sastojine crnog bora trebaju predstavljati trajni stadij šume koji okolnim kamenjarima i surovim terenima daje pitomiji izgled.

Meliorativnim učinkom sastojina crnog bora (poboljšavanje karakteristika šumskog tla i ostalih stanišnih uvjeta) stvaraju se uvjeti za pojavu vrsta drveća konačne šume. Sadašnjim ekološki uvjeti koji vladaju u starim sastojinama crnog bora ne omogućavaju prirodno pomlađivanje crnim borom, te možemo smatrati da su umjetno podignute sastojine crnog bora odradile svoju meliorativnu ulogu.

Rezultati istraživanja upućuju na tri načina uzgajanja istraživanih šuma crnog bora:

1. Održavati sastojine crnog bora kao stadij pionirske šume na ekstremno lošim staništima. Takve su sastojine obično zaštitnog karaktera. U njima je provedba šumskouzgojnih radova onemogućena zakonskim propisima. Ako je riječ o sastojinama gospodarske namjene, treba ih redovito njegovati, a obnovu obaviti crnim borom, najbolje u kratkom pomladnom razdoblju, metodom oplodnih sječa u dva sijeka (naplodni sijek, dovršni sijek).

2. Šumskouzgojnim radovima njege podržavati stvaranje mješovite strukture sastojina kao stadija prijelazne šume, na kvalitetnijim staništima. Tu će nakon isteka ophodnje biti moguće prevođenje sastojine crnog bora u sastojinu hrasta medunca s pratilicama.

3. Prevođenje starih sastojina crnog bora u sastojine hrasta medunca s pratilicama (stadij konačne šume), na najpovoljnijim staništima, oplodnim sječama na malim površinama gdje je naglasak na očuvanju elemenata klimatogene šumske zajednice uklanjanju i potpunom uklanjanju stabala crnog bora uz minimalne štete na pomlatku.

Sadašnje stanje strukture sastojina crnog bora ukazuje na važnost provođenja šumskouzgojnih radova. Na istraživanom području takvi radovi ili su bili vrlo slabog intenziteta ili su izostali. Njihovim izostankom sastojine su bile prepuštene prirodnom razvoju pa u zrelim šumskim kulturama crnog bora imamo slično stanje strukture kao i u prirodnim sastojinama koje su u fazi prijelazne šume. Iako je, uglavnom, riječ o zaštitnim šumama u prošlosti su u planovima gospodarenja bili propisivani šumskouzgojni radovi koji nisu provedeni najčešće zbog neisplativosti. Promjene u promišljanjima o važnosti mediteranskih šumskih ekosustava dogodile su se 90-tih godina prošlog stoljeća kada se osiguravaju značajnija financijska sredstava za općekorisne funkcije šuma na krškom području. Istraživane sastojine tada su već bile u stadiju zrelih sastojina, ali bez provedenih ikakvih prethodnih šumskouzgojnih radova koji bi omogućili njihovu obnovu bez velikih stresova.

Primjer prirodne sastojine prijelaznog stadija je pokusna ploha 20–Senjska draga (Prilog A.20). Postupno pratilice iz klimatogene šumske zajednice, ponajprije crni jasen, te crni grab, uraštaju u podstojnu etažu sastojine, a onda vrlo polako, s odumiranjem crnog bora i u proizvodni dio sastojine. U podrastu dominiraju crni jasen i crni grab kao pratilice glavne vrste klimatogene zajednice. U pomlatku najznačajniji je udio crnog jasena, ali se pojavio i hrast medunac. Češće su to izbojci iz panja koji brže rastu, brojniji su i prilagodljiviji od biljaka iz sjemena. Njihova brojnost ovisi ne samo o meliorativnom učinku starih sastojina crnog bora, nego i stanišnim uvjetima koji su bili prije podizanja šumskih kultura, posebice

dubini i kvaliteti tla, namjeni korištenja zemljišta, te o količini vode u tlu u sušnim razdobljima godine uvjetovanih klimatskim promjenama.

Neprovođenjem šumskouzgojnih radova njege šume prorjedom na istraživanom području Hrvatskog primorja dobili smo slične strukturne elemente prirodnih sastojina i šumskih kultura. Gustoća prirodnih sastojina je 854 kom./ha, a šumskih kultura 889 kom./ha. Raspon distribucije prsnih promjera je od 10 do 84 cm i nema signifikantne razlike u distribuciji stabala između epimediterana i submediterana. Udjeli temeljnica i drvnih zaliha po etažama sastojine slični su u prirodnim sastojinama (Slika 31. i 32.) i šumskim kulturama (Slika 34., 35., 37. i 38.).

Prema Matiću i dr. (1997) uzgojni radovi u mediteranskim šumama obuhvaćaju pošumljavanje, njegu šuma i obnovu šuma. Prva skupina šumskouzgojnih radova na istraživanom je području očito uspješno odrađena, barem kada je riječ o istraživanim sastojinama. Druga skupina šumskouzgojnih radova odrađena je u malom broju istraživanih sastojina. Kod nekolicine sastojina obavljani su orezivanje donjih grana, čišćenje i prorjeđivanje, i to tek u posljednjih 30-tak godina. Veći dio sastojina već je trebao biti obnovljen, a među ciljevima ovog istraživanja je utvrditi način obnove sastojina u današnjim strukturnim uvjetima. U sadašnjim uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda šumskouzgojni radovi postaju sve kompleksniji jer osim provođenja potrebnih radova u sastojini treba voditi i brigu o njihovoj stabilnosti i otpornosti na neočekivane promjene u staništima.

Šume gospodarene po načelima zagrebačke škole uzgajanja šuma zadržavaju optimalnu prirodnu strukturu koje im osiguravaju bioraznolikost, stabilnost, maksimalnu proizvodnju, optimalno prirodno pomlađivanje i potrajnost (Anić i dr. 2020). U uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda utvrđena su temeljna načela prilagodbe šumskouzgojnih radova (Aniću i dr., 2020). Za mediteranske šume bitne su sljedeće prilagodbe:

1. podržavati prirodnu silvidinamiku,
2. očuvati površinu šuma i pošumljavati neobrasla proizvodna šumska tla,
3. sastojinske oblike prilagođavati stanišnim prilikama,
4. koncentrirati se na očuvanje šumskog tla, uspostaviti i održavati šumski red i higijenu šume,



5. degradirana šumska tla biološki sanirati pionirskim i prijelaznim vrstama drveća,
6. progale, plješine i manje površine unutar sastojina klimatogenih vrsta drveća, na kojima nije došlo do degradacije šumskog tla, ne obnavljati sadnicama pionirskih vrsta drveća,
7. smanjiti pomladne površine,
8. prilagoditi pomladno razdoblje,
9. intenzivirati šumskouzgojno planiranje,
10. redovito i intenzivno njegovati sastojine,
11. unaprijediti proizvodnju šumskog reprodukcijuskog materijala.

Brang i dr. (2014) za šume umjerenog pojasa Europe predlažu šumskouzgojne radove za formiranje otpornijih i prilagodljivijih sastojina koji se temelje na omjeru smjese, strukturi sastojine i gospodarenju koje će se brže prilagođavati stanišnim promjenama. U cilju smanjenja utjecaja sadašnjih i budućih klimatskih promjena na uzgajanje šuma utvrđeno je šest načela za povećanje kapaciteta prilagodljivosti u šumama umjerenog pojasa Europe (Brang i dr. 2014):

1. povećanje dendroraznolikosti sastojina stvaranjem mješovitih sastojina,
2. povećanje strukturne raznolikosti sastojina,
3. održavanje i povećavanje unutarvrstne genetske raznolikosti,
4. povećanje otpornosti stabala na biotski i abiotski stres,
5. prevođenje visokorizičnih sastojina,
6. održavanje umjerenog prirasta sastojina.

Šumskouzgojni radovi njege šume su obvezni tijekom života borove sastojine. To se posebice odnosi na njegu prorjedama u mladim, srednjodobnim i starijim sastojinama koje imaju za cilj, između ostaloga, povećati stupanj ekološke stabilnosti sastojina i poboljšavati prilike u tlu za obnovu vrstama drveća konačne šume hrasta medunca. Privremenim prekidom sklopa svakom prorjedom dovodimo više svjetla i topline koje utječu na poboljšanje stanja ishrane šumskog tla. Privremeni prekid sklopa mijenja i vodni režim povećanjem dotoka oborina na tlo.

Osim što prorjedama utječemo na količinu svjetla u donjim slojevima sastojine, sklop sastojine nakon prorjede regulira i balans vode u tlu (npr. štiti od prevelike evapotranspiracije, smanjuje utjecaj ekstremnih temperatura, popravljiva svojstva tla) što je sve važnije u uvjetima koji vladaju na Sredozemlju (Gómez-Aparicio i dr. 2009).

Prorjeđivanje je šumskouzgojni postupak njege šuma kojim se u sastojini obavlja pozitivni odabir. Prorjeđivanje sastojine počinje u razdoblju kulminacije visinskog prirasta i najizraženijega izlučivanja stabala u etaže. Tada se pojavljuje i odumiranje donjih grana te sušenje pojedinih stabala zbog prirodnoga izlučivanja koje nastaje zbog međusobne konkurencije i pomanjkanja životnoga prostora. Prorjedom treba postići poboljšanje vitalnosti kvalitetnih stabala odnosno onih koja su još u dobroj kondiciji, uz istodobnu njegu i zaštitu tla. U sastojinama crnog bora koje rastu u boljim stanišnim prilikama zamjetna je pojava prirodne obnove drvenastih vrsta iz klimatskozonske šumske zajednice hrasta medunca. Tu pojavu treba šumskouzgojnim radovima njege pomoći jer se tako povećavaju biološka raznolikost i ekološka stabilnost borovih sastojina, a olakšana je i prirodna obnova. Svaka prorjeda mora postupno pripremati sastojinu za uspješnu prirodnu obnovu. To posebice dolazi do izražaja u starijim sastojinama. U njima će se njega preklopiti s obnovom (Matić i dr. 2011).

Prorjede su najefikasniji šumskouzgojni rad kojim se osiguravaju općekorisne funkcije ovih sastojina.

Na temelju istraživanja Matića i dr. (2011) zaključeno je da neprovođenjem kvalitetnih prorjeda određenog intenziteta opada produktivnost i vitalitet sastojine. Provođenjem prorjeda stanje sastojine u kojoj bi ostala kvalitetnija, vitalnija i produktivnija stabla olakšala bi i samu obnovu sastojine. Intenzitet prorjede po Matiću (1989) bi trebao biti  $I = 1/n * 100$  ( $n$  – starost sastojine u desetljećima) čime se osigurava povećanje produktivnosti i vitalitet pozitivno odabranih stabala. Čiste sastojine crnog bora rano zatvaraju sklop stoga je bitno započeti s prorjedama u starosti sastojine od 30 godina i provoditi ih u redovitim turnusima svakih 10 godina. Neki autori predlažu turnus od 15 godina (Cameron 2002, Bruchert i Gardiner 2006). Cantiani i dr. (2010) ukazuju da sastojine crnog bora mogu imati koristi i od kasnih prorjeda (oko 45 godina starosti) jer nakon prorjede u dominantnoj etaži vrlo brzo zatvaraju sklop krošanja. Generalno, s povećanjem dobi sastojine opada biološki potencijal ili sposobnost reakcije šumskog drveća u sastojini na prorjedu (Anić 2007).

Optimalna je metoda prorjede koju je definirao Dekanić (1980). Zadani ukupni volumen prorjede sastoji se od dijela koji će se posjeći u proizvodnom dijelu sastojine i dijela koji će se posjeći u pomoćnom dijelu sastojine. Od ukupnoga volumena prorjede u proizvodnom dijelu sastojine se siječe najmanje onoliko koliko volumen toga dijela sastojine sudjeluje u volumenu cijele sastojine prije prorjede. U pomoćnom dijelu sastojine od

ukupnoga volumena prorjede se siječe najviše onoliko koliko volumen pomoćnog dijela sastojine sudjeluje u njezinu ukupnom volumenu prije prorjede. Ta načela osiguravaju da se od ukupne količine koja se mora posjeći prorjedom najveći dio prorijedi u krošnjama proizvodnoga djela sastojine pri čemu se pomaže odabranim stablima budućnosti. Zahvati u pomoćni dio sastojine su minimalni i sječe se samo ono što je bolesno, suhovrlo i prekobrojno.

Ovakva prorjeda koja je koncentrirana na proizvodni dio sastojine, a manje na pomoćni dio sastojine pospješuje razvoj vertikalnog oblika sklopa koji ima pozitivan učinak na pomlađivanje sastojine supstitucijom vrsta. Ujedno, visokim prorjedama utječemo na omjer smjese, kroz njegu vrsta drveća konačne šume koje su se pojavile u pomoćnom dijelu sastojine. Jedan od problema je dosadašnji izostanak gospodarenja ovim sastojinama tako da se stare sastojine crnog bora nalaze u stanju krhkog ekosustava jer je mogućnost brze prilagodbe na nagle promjene ograničena. Kontinuiranim prorjedama u mlađim sastojinama povećavamo otpornost sastojina na ekološke stresove. Njegu treba usmjeravati na poboljšanje uvjeta uzgojno slabijoj vrsti (hrast medunac), ali i podržavanje ostalih pratilica hrasta medunca ukoliko nema glavne vrste.

Provođenjem selektivnih prorjeda smanjuje se H/D odnos čime se povećava stabilnost i poboljšava struktura sastojine (Marchi i dr. 2018). Kao i za druge četinjače stabilni raspon H/D odnosa je od 60 do 90, pa H/D odnos kod crnog bora iznad 90 upozorava na mogućnost problema sa stabilitetom stabala. Ovaj odnos za mjerena stabla na istraživanom području iznosi od 13 do 88, a prosječno iznosi za cijelo područje istraživanja 45 što je ispod optimalnog stabilnog raspona H/D odnosa. Takav smanjen H/D odnos posljedica je loših stanišnih uvjeta, posebice nedostatka hranjiva i vode u tlu kao i utjecaja vjetra zbog kojega te stabla imaju potrebu za pojačanim stabilitetom.

Dinamiku šume pratimo od njenog nastanka, rasta i razvoja kroz tri stadija: stadij pionirske šume, stadij prijelazne šume i stadij konačne šume. U prvom stadiju gole neobrasle površine osvajaju jednogodišnje i višegodišnje zeljanice, grmlje i postupno pionirske vrste (heliofiti) koje povećavanjem skupina i grupa formiraju prvu šumu. Pionirske šume najčešće se sastoje od jedne vrste drveća i horizontalno su sklopljene. U drugom stadiju razvoja šume u sastojine pionirskih vrsta postupno ulaze poluheliofilne i poluskiofilne vrste, a kasnije i skiofilne vrste konačne šume. Prijelazne šume su mješovite i imaju vertikalni sklop gdje pionirske vrste čine gornju (nadstojnu) etažu, a ostale vrste čine donju (podstojnu) etažu. Na

kraju ontogenetskog razvoja pionirske vrste nestaju iz sastojina i formira se konačna šuma s vrstama konačnog (klimatogenog) drveća i njihovih prtilica. Sklop konačnih šuma je vertikalna, a omjer smjese je mješovit. Procesi ontogenetskog razvoja šume ne završavaju s konačnom šumom. Dinamični procesi se i u konačnim šumama odvijaju uslijed vanjskih utjecaja abiotskog i biotskog porijekla, te uslijed unutarnjih (samoregulacijskih) procesa u ekosustavu šume.

Sa šumskouzgojnog stajališta na istraživanom području možemo zaključiti da gotovo i nema sastojina hrasta medunca u optimalnom stanju i da je višestoljetna degradacija uslijed sječe, brsta i ispaše stoke, te požara dovela do degradacije do krajnjih stadija golog krša. U posljednjih 150 godina se na navedenim površinama odvijaju se dva prostorno odvojena procesa progresije. Jedan je uvjetovan uklanjanjem negativnih aktivnosti koje su dovele do degradacije staništa (ljudska djelatnost i prisutnost stoke), a za posljedicu ima prirodnu sukcesije pionirskih vrsta bjelogorice (najčešće crni jasen). Dok je drugi proces sukcesije vegetacije uzrokovan djelatnošću šumarske struke kroz pošumljavanja šumskim vrstama drveća najčešće crnim borom.

Obnovu starih borovih sastojina treba prilagoditi njihovu silvidinamičkom statusu i obaviti prirodnim, umjetnim ili kombiniranim načinom (Matić i dr. 2011). Uspjeh obnove ovisi i o zaštiti od abiotskih i biotskih utjecaja (požari, ispaša stoke – konja i divljači). Obnovom sastojine osigurava se nesmetan rast i razvoj pomlatku regulacijom svjetlosnih prilika na pomladnoj površini. Prema Gómez-Aparicio i dr. (2009), obnovom sastojine osim svjetla regulira se i bilanca vode u tlu, temperatura, evapotranspiracija i poboljšavaju se svojstva tla karakteristična za mediteranske uvjete.

Obnovom oplodnim sječama reducira se sklop u sastojini što za posljedicu ima promjenu stanišnih uvjeta. U odnosu na stanje prije sječe opada vlaga zraka, raste količina vlage u površinskom sloju tla, optimizira se bilanca vlage, raste količina topline, intenzivira se mikrobiološka aktivnost, optimiziraju se svjetlosne prilike za pomlađenje i raste količina prizemnog rašća (Anić 2007). Prejako otvaranje stare sastojine i nagli prekid sklopa, gdje je veliki intenzitet svjetla pogoduje prtilicama hrasta medunca i pionirskim vrstama koje nadjačavaju hrast u razvojnem stadiju ponika (Ostrogović i dr. 2010). Prisutnost sjemena hrasta medunca na pomladnoj površini uvjetovano je i blizinom stabala koja plodonose. Jedan od vektora koji pridonose širenju sjemena hrasta medunca je i šojka (*Garrulus garullus* L.)

koja je i glavni vektor širenja sjemena hrasta na kratkim i srednjim udaljenostima do 500 m od stabala sjemenjaka (Gomez 2003).

Jedan od izazova je i činjenica što su submediteranske sastojine crnog bora po Naturi 2000 svrstane u ciljane stanišne tipove koje je potrebno očuvati, tako da su u području Gorskog kotara i sjeverne Like predviđene za očuvanje tih stanišnih tipova. Kod određivanja načina zaštite uzima se u obzir da je crni bor dugovječna vrsta sa srednjim do brzim rastom, a i da je teško naći gospodarske sastojine starosti veće od 150 godina, kao i stara stabla crnog bora koja su prisutna u prirodnim sastojinama. Crni bor sazrijeva s 80 godina, često razvijajući plosnatu, okruglu ili široku krošnju (Van Haverbeke 1990). Pravilna zaštita po odredbama Nature 2000 podrazumijevala bi zadržavanje raznodobne vertikalne strukture sa stablima crnog bora različite dobi (MATT 2004) koja bi uključivala i vrlo stara stabla.

Ovakav pristup zaštite sastojina crnog bora moguć je samo na staništima gdje imamo prirodne sastojine crnog bora kao trajni stadij uslijed ekstremnih ekoloških uvjeta dok u umjetno podignutim sastojinama sa šumskouzgojnog stajališta kao i stajališta ontogenetskog razvoja šume pozitivnu sukcesiju prema klimazonalnim zajednicama bi trebalo pomoći šumskouzgojnim radovima.

Zbog sadašnjeg stanja istraživanih sastojina crnog bora u kojima su izostali šumskouzgojni radovi njege šuma ili su bili slabog intenziteta stvaranje mješovitih sastojina zahtjevan je postupak. Iako su stare sastojine crnog bora poboljšale i pripremile stanište za pridolazak vrsta drveća konačne šume uvjeti klimatskih promjena i prirodnih nepogoda uvjetuju oprezan pristup provedbi obnove prema klimazonalnoj šumi hrasta medunca. Samoregulacijski procesi koji se odvijaju u sastojinama u kojima nije provedena njega dovode do favoriziranja uzgojno jačih, sporednih, brzorastućih vrsta drveća, predrasta, krošnjatih i granatih stabala (Anić i dr. 2020). Takve sastojine slabe su kvalitete i vitaliteta, nestabilne sastojinske strukture i postaju nepripremljene za prirodno pomlađivanje (Anić i dr. 2020).

Opodne sječe starih sastojina crnog bora neminovno će izazvati oštećenja podrasta i pomlatka. Štete se mogu minimizirati strogom kontrolom smjerove obaranja i privlačenja, šumskouzgojnim radovima na malim površinama i obvezno provedbom njege pomlatka nakon dovršnog sijeka. Jedan od mogućih načina smanjenja šteta je i promjena tehnologija iskorištavanja (harvesteri i forvarderi, šumske žičare i sl.)

U Republici Hrvatskoj, sukladno Pravilniku o uređivanju šuma (Anonimus 2018), ophodnja sastojina crnog bora je 80 godina. Ophodnja ovisi o ciljevima gospodarenja, šumskouzgojnim svojstvima glavne vrste drveća i o stanišnim čimbenicima koji su u Pravilniku o uređivanju šuma propisani za cijelo područje Republike Hrvatske. Na istraživanom području šumske kulture crnog bora imaju uglavnom zaštitnu funkciju pa način njihove obnove i duljina pomladnog razdoblja najviše ovisi o postignutom meliorativnom učinku sastojina crnog bora.

S obzirom da je riječ o osjetljivim šumskim ekosustavima i da imaju višenamjensku funkciju i neprocjenjivu ulogu u pružanju općekorisnih funkcija čiste sječe ne dolaze u obzir jer je i svrha osnivanja sastojina crnog bora bila ublažavanja nepovoljnih ekoloških čimbenika koji bi ponovno nastali takvim načinom obnove i potencijalno doveli do degradacijskih procesa. Čiste sječe u bilo kojem obliku onemogućuju pomlađivanje glavne vrste – hrasta medunca (Anić 2003).

Tamo gdje šumska kultura ili prirodna borova sastojina nisu uspjele stvoriti povoljne stanišne prilike za povratak elemenata klimatogene hrastove zajednice, nužno je obnoviti matičnu, zrelu borovu sastojinu (Miklić i Anić 2018). Ukoliko u staroj sastojini crnog bora imamo dovoljnu brojnost pomlatka crnog bora provodimo prirodnu obnovu. Prirodno pomlađivanje crnim borom po Matiću i dr. (2011) provodi se oplodnim ili rubnim sječama na malim površinama. Istraživanja Anića i dr. (2013) u sastojinama dalmatinskog crnog bora pokazala su kako se obnovu takvih sastojina može obaviti pod zastorom krošanja starih stabala, oplodnim sječama, u kratkom pomladnom razdoblju, u dva sjeka. S ekološkog aspekta podjednaki su uvjeti pomlađivanja u uvjetima progoljenog sklopa i rubnim uvjetima sklopa pa se isti ekološki efekt može postići i rubnim sječama (Anić i dr. 2013). To se posebice odnosi na pojase uz trase infrastrukturnih objekata. Ovo je čest slučaj u borovim sastojinama koje rastu u ekstremnim stanišnim prilikama (strmine, popuzine), pa se duže vrijeme ne razvijaju prema prijelaznim šumama. U tim situacijama ponekad će biti potrebna i umjetna obnova sadnjom sadnica i sjetvom sjemena ili njega popunjavanjem. U takvim sastojinama posebnu pozornost treba posvetiti dugoročnoj zaštiti od požara jer na takvim ekstremnim staništima crni bor nema alternative.

Na staništima gdje je funkcija crnoborovih sastojina prvenstveno protiverozijska, šumskouzgojni radovi moraju biti usmjereni na stalno poboljšavanje vitalnosti i raznolikosti sastojine. Tu posebice dolazi do izražaja njega šuma prorjedom koja mora osigurati ekološku

stabilnost i biološku raznolikost sastojine. Obnova na malim površinama je neophodna, a njezin tempo usporen što će rezultirati dugim pomladnim razdobljem i raznodobnom strukturom (Miklić i Anić 2018).

Izuzetno, ukoliko stanišni uvjeti u staroj sastojini crnog bora nisu poboljšani dovoljno za kvalitetnu obnovu sastojine bilo crnim borom ili vrstama drveća klimatogene šumske zajednice trebalo bi obnovu provoditi slično sastojinama crnog bora protuerozijske funkcije s dugim pomladnim razdobljem.

Zahtjevniji stanišni uvjeti (degradirana šumska tla, strmine) i sporija silvidinamika sastojina mogu biti razlog duljeg pomladnog razdoblja u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, dok u submediteranskoj vegetacijskoj zoni gdje su stanišni uvjeti povoljniji i silvidinamika je brža, pomladno razdoblje može biti kraće. U prirodnim sastojinama treba preispitati opravdanost obnove uklanjanjem stare sastojine crnog bora s obzirom da crni bor može postići starost iznad 400 godina, a i ciljani stanišni tip je po Natura 2000.

Prevođenje sastojina crnog bora u klimazonalne zajednice s obzirom da je većina sastojina crnog bora prijelaznog i zaštitnog karaktera treba provoditi kao sa šumama posebne namjene. Sukcesiju vrsta drveća klimatogene šumske zajednice treba pomagati još tijekom njega šume da bi ubrzali konverziju sastojina. Anić i dr. (2009) za šume posebne namjene predvidjeli su primjenu oplodnih sječa na malim površinama u obliku krugova. Isti autor (Anić 2003) kao najpovoljniji način promjene sastojinskog oblika zrelih sastojina crnog bora preporuča oplodne sječe na malim površinama u obliku krugova. Postupak treba početi formiranjem inicijalnih jezgri listopadnih vrsta iz šume hrasta medunca koje će se osloboditi sklopa borova i postupno proširivati sukladno šumskouzgojnom planu. Na ovaj način stvara se kvalitetna i stabilna mlada sastojina, a podržava se i biološka raznolikost. Ovi radovi trebaju se provoditi na pedološki najboljim terenima i ovisi o nizu ekoloških čimbenika i ravnoteži njihovih odnosa koji osiguravaju uspjeh obnove. Provođenje oplodnih sječa u krugovima (u radu uvjeti simulirani prekinutim sklopom) s aspekta ekoloških čimbenika bolje je od oplodnih sječa u prugama (u radu uvjeti simulirani rubnim sklopom) jer se uočava da u rubnom sklopu značajno dominira crni jasen kao pionirska vrsta dok je u prekinutom sklopu omjer listača puno povoljniji. Tamo gdje ne postoje pomladne jezgre, a uvjeti se tla ocjenjuju povoljnima, potrebno je otvaranjem malih površina, sječom borova u skupinama, dovesti više svjetla na tlo i intenzivirati mineralizaciju, humifikaciju i biološku pedoaktivnost. To će rezultirati pojavom pomlatka pratilica iz klimatogene šumske zajednice. Na takvim se

mjestima mogu unositi žir ili hrastove sadnice. Tako će se, uz prirodnu sukcesiju elemenata klimatogenih šumskih zajednica, osigurati dobra obnova temeljne vrste drveća (Matić i dr. 2011). Za uspjeh obnove ključna je brojnost pomlađenja pa ukoliko ona nije postignuta prirodnim pomlađivanjem kao dodatni rad nameće se unošenje sadnica ili sijanje sjemena ovisno o mogućnostima.

U istraživanim sastojinama razvijen je sloj podrasta i sloj pomlatka pa je potrebno prilikom obnove odlučiti koji sloj predstavlja buduću sastojinu. Sloj podrasta u istraživanim sastojinama crnog bora je prosječne gustoće od 3.280 do 3.973 kom./ha i ovaj sloj u sastojini nije bio predmet šumskouzgojnih radova njege (njege pomlatka pod zastorom). Sloj pomlatka ima prosječnu gustoću u sastojinama crnog bora po nastanku i vegetacijskoj zoni od 31.852 do 42.222 kom./ha. Nedovoljna brojnost podrasta, izostanak njege podrasta, velika brojnost pomlatka, te potencijalno velike štete na podrastu prilikom uklanjanja stare sastojine kao sastojinu budućnosti pretpostavljaju sloj pomlatka. Sloj podrasta može poslužiti kao zaštita pomlatka od nepovoljnih ekoloških čimbenika (sunce, mraz) i kao regulator priljeva svjetla na pomladnu površinu do osamostaljenja pomlatka (Anić 2007).

Po Matiću (1994) u mladim hrastovim šumskim zajednicama koji osigurava dobru gospodarsku, ekološku i socijalnu budućnost optimalan broj biljaka je oko 40 000 kom/ha i optimalnim odnosom hrasta i graba od 80%: 20% s stajališnim prostorom biljke od 0,25 m<sup>2</sup>.

U pomladnom razdoblju po istom autoru na pomladnoj površini bi se trebalo naći 500 do 700 kg sjemena sijanog omaške ili 250 do 450 kg sađenog pod motiku. Sadnjom sadnicama Matić (1994) preporučuje 10 000 do 15 000 kom/ha.

Ovisno o konfiguraciji terena i otvorenosti sastojina šumskim komunikacijama ova dva načina oplodnih sječa (krugovi ili pruge) mogu imati prednosti jedni pred drugima jer je osnovni cilj ovakvih sječa otvoriti inicijalne grupe pomlatka sa što manje mehaničkih oštećenja. Cijeli proces obnove sastojine treba prilagoditi brojnosti inicijalnih pomladnih jezgri tako da pomladno razdoblje bude optimalno s obzirom na stanje stare sastojine i mladog naraštaja. Posebnu pozornost u Hrvatskom primorju treba pridodati smjeru dominantnog vjetera, kao i dosadašnjem smjeru prirodnog širenja pomlađenja.

U Italiji obnova sastojina crnog bora na privatnim posjedima (47% ukupne površine šuma u Italiji) najčešće je provođena sječom na krugove (krpe) uz umjetnu obnovu bjelogoričnim vrstama (jasen, javor, hrast), dok je u šumama u državnom posjedu obnova



provođena sječom na većim površinama na pruge ili krugove s ciljem da potaknu prirodnu obnovu vrsta drveća konačne šume (Chiavetta i dr., 2015).

Marchi i dr. (2018) za razliku od dosadašnjeg koncepta prevođenja sastojina crnog bora ka klimazonalnim zajednicama supstitucijom čistim sječama i umjetnom obnovom listopadnih vrsta smatraju da je isti cilj moguće postići i selektivnim prorjedama i postepenom supstitucijom čak i u starijim umjetno podignutim sastojinama vodeći pritom brigu o utjecaju šumskouzgojnih zahvata na opće korisne funkcije šuma.

## 5. ZAKLJUČCI

Istraživanje šumskouzgojnih značajki starih sastojina crnog bora u Hrvatskom primorju obuhvatilo je prirodne sastojine i šumske kulture u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni i šumske kulture u submediteranskoj vegetacijskoj zoni. Istraživanje je imalo za cilj ustanoviti u istraživanim sastojinama: strukturu, vitalitet i silvidinamiku; ekološke prilike; strukturu podrasta; strukturu, kakvoću i razvoj pomlatka; utjecaj svjetla na strukturu i razvoj pomlatka; način obnove sastojina. Postavljeno je pet hipoteza. Temeljem obavljenog istraživanja donose se zaključci s obzirom na postavljene ciljeve istraživanja i hipoteze.

### **H1. Crni bor je vrsta drveća pogodna za pošumljavanje s obzirom na ekološke uvjete područja istraživanja.**

Rezultati istraživanja potvrđuju ovu hipotezu. Meliorativni učinak starih sastojina crnog bora sa šumskouzgojnog gledišta je potpun. U podstojnoj etaži, u podrastu i pomlatku svih sastojina utvrđeno je više vrsta drveća koje ulaze u sastav konačne šume hrasta medunca ili klimatogene šumske zajednice istraživanog područja. Pojava istih vrsta drveća utvrđena je i u rubnim uvjetima istraživanih sastojina.

Stare sastojine crnog bora danas rastu u stanišnim prilikama koje su promijenjene u odnosu na doba kada su osnivane pošumljavanjem. Njihova stabilnost je smanjena zbog izostanka šumskouzgojnih radova njege.

Nema značajnih strukturnih razlika između sastojina crnog bora u epimediteranu i submediteranu. Sve su to vertikalno strukturirane stare sastojine. Proizvodni dio sastojina (dominantna i nuzgredna etaža) zauzima crni bor. U podstojnoj etaži uglavnom se nalaze vrste drveća iz klimatogenih šumskih zajednica s pokojim potisnutim stablom crnog bora. U etaži izlučenih sušaca uglavnom se pojavljuju potisnuta i odumrla stabla crnog bora koja su zaostala zbog izostanka šumskouzgojnih radova.

Budućnost prirodnih sastojina crnog bora je upitna jer su svojim pozitivnim meliorativnim djelovanjem poboljšale stanišne uvjete do te mjere da obnova crnim borom zbog uzgojno jačih vrsta drveća konačne šume hrasta medunca nije moguća. Prirodne sastojine crnog bora mogu se zadržati samo na vrlo ekstremnim odnosno i dalje degradiranim staništima uvjetovanim plitkim tlima, nedostatkom vode i izloženosti buri.

## **H2. Crni bor osigurava progresivnu silvidinamiku.**

Crni bor osigurava progresivnu silvidinamiku što potvrđuju struktura sastojine, struktura podrasta i pomlatka u kojima dominiraju vrste drveća iz konačne šume. U šumskim kulturama u submediteranskoj vegetacijskoj zoni gdje su stanišni uvjeti nešto povoljniji brža je progresivna silvidinamika. Tu su sastojine crnog bora osnivane na kvalitetnijim obešumljenim šumskim tlima zbog smirivanja erozivnih procesa. U strukturi sastojine veća je zastupljenost vrste drveća konačne šume u proizvodnom i pomoćnom dijelu sastojine. Najveća je prosječna brojnost podrasta (3.973 kom./ha) i broj vrsta u podrastu (4 vrste), te je najveći broj vrsta u pomlatku (5 vrsta), kao i pojavnost pomlatka hrasta medunca (max. 8.889 kom./ha). U epimediteranskoj vegetacijskoj zoni pošumljavanja su obavljana na pašnjacima i kamenitijim terenima koja su imale značajke šumskih tala niže plodnosti, te su progresivni silvidinamični procesi sporiji što se očituje u nešto manjoj prisutnosti elemenata konačne šume hrasta medunca u strukturi sastojine, podrasta i pomlatka. Progresivnu silvidinamiku potvrđuje činjenica da pomlatka crnog bora nema na pokusnim plohama.

## **H3. Stare sastojine imaju prijelazni silvidinamički karakter.**

Istraživanja su potvrdila postavljenu hipotezu kako istraživane sastojine imaju prijelazni silvidinamički karakter. Dvoslojni raspored stabala na pokusnim plohama, vertikalna struktura sastojine, pojava pomlatka vrsta drveća konačne šume hrasta medunca i izostanak prirodnog pomlađenja crnim borom potvrđuje da je riječ o stadiju prijelazne šume u ontogenetskom razvoju šume. Vertikalna struktura ima razvijenu glavnu etažu zrelih stabala crnog bora i podstojnu etažu vrsta drveća konačne šume hrasta medunca i potisnutih stabala crnog bora. U prirodnim sastojinama pojavljuje se prosječno 4 vrste drveća u sloju pomlatka. Šumske kulture epimediteranske i submediteranske vegetacijske zone u sloju pomlatka imaju prosječno 5 vrsta drveća konačne šume.

Rezultati usporedbe prosječnih distribucije broja stabala po debljinskim stupnjevima u sastojinama crnog bora pokazuju da nema značajnijih razlika između distribucije stabala po debljinskim stupnjevima sastojina u epimediteranskoj i submediteranskoj vegetacijskoj zoni iako su uzorci vrlo heterogeni po ekološkim uvjetima u kojima sastojine crnog bora u Hrvatskom primorju pridolaze.

Vrlo slično stanje strukture sastojina i pomlađenja bez obzira na sklop i starost sastojina je posljedica izostanka šumskouzgojnih radova njege, a posebno prorjeda koje pojačavaju stabilnost sastojine i pripremaju sastojinu za obnovu.

Glavna vrsta konačnih šuma u Hrvatskom primorju, hrast medunac, najzastupljeniji je u šumskim kulturama crnog bora u submediteranskoj vegetacijskoj zoni gdje se pojavljuje u proizvodnom dijelu sastojine, pomoćnom dijelu sastojine, te u sloju podrasta i pomlatka. U šumskim kulturama u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni hrast medunac se pojavljuje u pomoćnom dijelu sastojine (samo u rubnim uvjetima sklopa) i u sloju pomlatka. U prirodnim sastojinama crnog bora se pojavljuje u pomoćnom dijelu sastojine (samo u prekinutom sklopu), sloju podrasta (samo u prekinutom sklopu) i u sloju pomlatka.

Pad brojnosti pomlatka pratilica glavne vrste iznad 75 cm visine i pomlatka hrasta medunca iznad 50 cm rezultat je neprovođenja njege pomlatka uz favoriziranje uzgojno slabijeg pomlatka hrasta medunac i oplodnih sječa (uklanjanja zastora stare sastojine) koje reguliraju količinu svjetla.

#### **H4. Svjetlosne prilike u sastojini značajno utječu na gustoću i razvoj pomlatka klimatogene vrste drveća.**

Svjetlosne uvjeti su jedan od najvažnijih čimbenika koji utječu na preživljenje pomlatka. Izostankom šumskouzgojnih radova njege u starim sastojinama crnog bora svjetlosne prilike mijenjale su se samo kao posljedica starenja sastojina ili uslijed prirodnih nepogoda. Na istraživanom području količine svjetla u sastojinama crnog bora povećavaju se s povećanjem starosti sastojine, te sada stare prirodne sastojine i šumske kulture crnog bora na istraživanom području propuštaju dovoljne količine svjetla za početak prirodne obnove i prirodni pridolazak pomlađenja. Povoljne svjetlosne uvjete i ostale ekološke čimbenike potvrđuje brojnost pomlatka (prosječno 34.148 kom./ha) i vitalitet (75% zdravih jedinki) pomlatka u starim sastojinama crnog bora. Pomladak se brojno pojavljuje bez obzira na sklop sastojine jer sastojine crnog bora propuštaju dovoljne količine svjetla u sva tri stupnja sklopa.

Već ranije u starim sastojinama crnog bora pojavljivali su se povoljni svjetlosni uvjeti za pomlađivanje na mikrolokacijama što potvrđuje pojava vrsta drveća konačne šume u pomoćnom dijelu sastojine i u sloju podrasta. Izostankom njege tih grupa pomlađenja sadašnje stanje vrsta drveća konačne šume u pomoćnom dijelu sastojine i u sloju podrasta nije zadovoljavajuće kvalitetom i brojnošću da bi bilo nositelj nove šumske sastojine. Podrast se

formira u visinama od 3 – 4 metra u svim istraživanim sastojinama i teško urašta u pomoćni dio sastojine, što je vjerojatno posljedica izostanka njege navedenog pomlađenja i regulacije svjetlosnih uvjeta.

Najveća pojavnost pomlatka vrsta drveća konačne šume hrasta medunca, a posebno hrasta medunca po starosti sastojine je u sastojinama starosti od 110 do 120 godina gdje su količine svjetla: DLI 21%, BLI 20% i GLI 20%, a najveća pojavnost pomlatka hrasta medunca po nastanku, vegetacijskoj zoni i sklopu je u šumskim kulturama u submediteranu potpunog sklopa gdje su količine svjetla: DLI 18,8%, BLI 18,2%, GLI 18,5%. U strukturi pomlatka istraživanih sastojina najzastupljeniji je crni jasen, a slijede ga crni grab u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni i bjelograbić u submediteranskoj vegetacijskoj zoni.

#### **H5. Prirodna obnova sastojina može se ostvariti pod zastorom krošanja starih stabala.**

Prirodna obnova crnog bora u istraživanim starim sastojinama gotovo je nemoguća zbog poboljšanih stanišnih uvjeta u korist vrsta drveća iz klimatogene šumske zajednice. Te su vrste na istraživanim staništima danas uzgojno jače u odnosu na crni bor. Obnova sastojina treba ići u smjeru stvaranja mješovitih sastojina hrasta medunca, crnog graba i crnog jasena u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni odnosno hrasta medunca, bjelograbića i crnog jasena u submediteranskoj vegetacijskoj zoni.

Prirodna obnova istraživanih sastojina crnog bora supstitucijom u klimatogenu šumsku zajednicu može se ostvariti pod zastorom krošanja starih stabala, metodom oplodnih sječa na malim površinama, u obliku krugova ili pruga, ovisno o konfiguraciji terena i pojavi prirodnog pomlatka. Pritom treba voditi brigu o očuvanju prirodnog pomlatka kao buduće sastojine i sloja podrasta kao zaštite za pomladnu površinu. Stara stabla treba izvlačiti kroz nepomlađene dijelove sastojina zbog smanjivanja mehaničkog oštećenja pomlatka. Pomladne jezgre (krugovi ili pruge) mogu biti površine pod zastorom krošanja koje imaju pripremljene stanišne uvjete za obnovu, dobro pomlađene površine i progaljena mjesta na kojima mikrostanišni uvjeti dopuštaju obnovu. Ukoliko glavne vrste konačne šume hrasta medunca nema u pomlatku u dovoljnoj brojnosti potrebno je izvršiti sjetvu žira ili sadnju sadnica uz kasniju intenzivnu njegu pomlatka hrasta medunca na pomladnim jezgrama zbog uzgojno jačih vrsta drveća u pomlatku. Pomladne jezgre ili čitave sastojine koje su u obnovi, ukoliko je prisutna povećana brojnost stoke ili divljači, potrebno je zaštititi nekom vrstom ograde.

Na nižim bonitetima staništa i na većim nagibima trebalo bi nakon dovršnog sijeka ostavljati do 25 vitalnih pričuvaka crnog bora po hektaru ovisno o širini krošnje. Zbog očuvanja šumskog tla i osiguravanja obraslosti tla šumskom vegetacijom ovi pričuvci predstavljaju zaštitu staništa od klimatskih promjena i prirodnih nepogoda na koje mlada sastojina još nije prilagođena i spremna.

Na istraživanom području Hrvatskog primorja nema starih sastojina u kojima crni bor nije obavio meliorativnu funkciju. Na takvim staništima gdje meliorativna učinak nije zadovoljavajući trebala bi se provoditi prirodna obnova crnim borom. Prirodna obnova crnim borom trebala bi se provesti oplodnom sječom u dva sjeka (naplodni i dovršni) u kratkom pomladnom razdoblju ili rubnom sječom na ravnim terenima. U slučaju slabog uspjeha prirodnog pomlađenja potrebno je izvršiti rad popunjavanja sjetvom sjemena ili sadnjom sadnica crnog bora.

## 6. LITERATURA

1. Amodei, T., F. Guibal, B. Fady, 2013: Relationships between climate and radial growth in blackpine (*Pinus nigra* Arnold ssp. *salzmannii* (Dunal) Franco) from the south of France. *Annals of Forest Science*, 70: 41–47.
2. Anderson, M. C., 1964: Studies of woodland light climate: I. The photographic computation of light conditions. *Journal of Ecology*, 52(1): 27–41.
3. Andreu, L., E. Gutierrez, M. Macias, M. Ribas, O. Bosch, J. J. Camarero, 2007: Climate increases regional tree-growth variability in Iberian pine forests. *Global Change Biology*, 13: 1–12.
4. Anić, I., 2003: Promjena sastojinskog oblika prirodnim pomlađivanjem na primjeru šumske kulture crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) u Senjskoj dragi. *Šumarski list*, posebno izdanje, 127(13): 41–50.
5. Anić, I., 2007: Uzgajanje šuma I. Interna skripta, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 95 str.
6. Anić, I., 2009: Uzgajanje šuma II. Interna skripta, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 82 str.
7. Anić, I., M. Oršanić, 2009: Prirodno pomlađivanje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na malim površinama. U: S. Matić (ur.), *Šume hrast lužnjaka u promjenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima*, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 39–52.
8. Anić, I., S. Mikac, I. Šarić, 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.
9. Anić, I., M. Oršanić, S. Matić, 2020: Uzgajanje šuma u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda. U: I. Anić (ur.), *Zbornik radova sa znanstvenog skupa Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda*, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 161–180.

10. Anić, M., 1942: Šume Hrvatske. Zemljopis Hrvatske, Zagreb, str. 539–558.
11. Anić, M., 1957: Crni bor u sjevernom Velebitu. Glasnik za šumske pokuse, 13: 461–507.
12. Anonimus, 2008: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Kotor Planina za razdoblje od 2008. do 2017. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
13. Anonimus, 2008a: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Oštrovica za razdoblje od 2008. do 2017. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
14. Anonimus, 2008b: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Senjska draga za razdoblje od 2008. do 2017. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
15. Anonimus, 2008c: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Starigrad za razdoblje od 2008. do 2017. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
16. Anonimus, 2009: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Potplanina za razdoblje od 2009. do 2018. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
17. Anonimus, 2010: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Biljevine za razdoblje od 2010. do 2019. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
18. Anonimus, 2010a: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Drinak za razdoblje od 2010. do 2019. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
19. Anonimus, 2010b: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Greben za razdoblje od 2010. do 2019. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
20. Anonimus, 2011: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Radinje za razdoblje od 2011. do 2020. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
21. Anonimus, 2013: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Grabarje Brisnice za razdoblje od 2013. do 2022. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
22. Anonimus, 2013a: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Volarice za razdoblje od 2013. do 2022. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.



23. Anonimus, 2017: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Južne karlobaške šume za razdoblje od 2017. do 2026. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
24. Anonimus, 2017a: Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Sjeverne kalobaške šume za razdoblje od 2017. do 2020. godine, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
25. Anonimus, 2017b: Šumskogospodarska osnova (2016.-2025.god.), Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, 874 str.
26. Balen, J., 1926: Pošumljavanje krša i goleti. Pola stoljeća šumarstva 1876. – 1926., Zagreb, str. 332–354.
27. Balen, J., 1928: O klimatskim faktorima na kršu i njihovom odnosu prema vještačkom zašumljavanju. Šumarski list, 52(12): 463–478.
28. Balen, J., 1931: Naš goli krš. Zaklada tiskare narodnih novina, Zagreb, 311 str.
29. Barbéro, M, R. Losiel, P. Queézel, D. M. Richardson, F. Romane, 1998: Pines of the mediterranean basin. U: Richardson, D. M. (ur.): ecology and biogeography of pinus. Cambridge University Press, Cambridge, 527 str.
30. Barčić, D., 2003: Meliorativne značajke borovih kultura u stanišnim prilikama otoka Raba. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 98 str.
31. Barčić, D., 2007: Odnosi stanišnih čimbenika u sastojinama crnoga bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) u Hrvatskom primorju i u Istri. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 114 str.
32. Barčić, D., V. Hršak, Ž. Španjol, 2006: The ameliorative effects of pine cultures on forest sites on the island of Rab in Southwest Croatia. Forest Ecology and Management, 237: 39–46.
33. Barčić, D., Ž. Španjol, R. Rosavec, 2006a: Uloga borovih kultura u zaustavljanju degradacije staništa na mediteranskom kršu. Glasnik za šumske pokuse, pos. izd. 5, 191–200.
34. Beck v. Mannagetta, G., 1901: Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. Leipzig, str. 56, 229, 231 i 235.

35. Bensettiti, F., J.-C. Rameau, H. Chevallier, 2001: „Cahiers d’habitats“ Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d’interet communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers. Ur.: La Documentation française, Paris, 2 volumena: 339 str. i 423 str.
36. Bernetti, G., 1995: Selvicoltura speciale. Utet libri, Torino, 416 str.
37. Bertović, S., A. Ž. Lovrić, 1987: Šumske zajednice Jugoslavije. Šumarska enciklopedija, Jugoslavenski leksikografski zavod, II. izdanje, 3: 395–404.
38. Bertović, S., D. Cestar, V. Hren, J. Martinović, 1967: Prilog poznavanju proizvodnih mogućnosti tala u Hrvatskom primorju. Zemljište i biljka, 16(1–3): 621–629.
39. Bertović, S., J. Martinović, 1987: Odnos tla i vegetacije. U: Šumarska enciklopedija, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 3, str. 489–491.
40. Bezak, K., D. Cestar, V. Hren, Z. Kovačević, J. Martinović, Z. Pelcer, 1989: Uputstva za izradu karte ekološko-gospodarskih tipova brdskog i nizinskog područja (II) SR Hrvatske, Radovi šumskog instituta, 24(79): 1–119.
41. Blečić, V., 1967: Gymnospermae. Catalogus Florae Jugoslaviae, 1–2: 8–9.
42. Bogdan, S., D. Kajba, M. Ivanković, J. Gračan, 2011: Očuvanje genetske raznolikosti crnoga bora (*Pinus nigra* Arnold). U: Matić, S. (ur.), Šume hrvatskoga Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 352–355.
43. Borzan, Ž., 2001: Imenik drveća i grmlja. Hrvatske šume, p.o., Zagreb, Zagreb, 485 str.
44. Bouchon, J., 1987: Etat de la recherche relative aux dégâts forestiers dus aux tempêtes (State of the art of research on forest damage caused by storms). Revue Forestière Française, 39 (4): 301–312.
45. Brang, P., P. Spathelf, J. B. Larsen, J. Bauhus, A. Bončina, C. Chauvin, L. Drössler, C. Garcíá-Güemes, C. Heiri, G. Kerr, M. J. Lexer, B. Mason, F. Mohren, U. Mühlethaler, S. Nocentini, M. Svoboda, 2014: Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. Forestry, 87: 492–503.

46. Braun-Blanquet, J., 1964: Pflanzensoziologie – Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Wien New York, 865 str.
47. Bruchert, F., B. Gardiner, 2006: The effect of wind exposure on the tree aerial architecture and biomechanics of Sitka spruce (*Picea sitchensis*, Pinaceae). American Journal of Botany 93 (10): 1512-1521.; doi: 10.3732/ajb.93.10.1512
48. Brus, R., 2004: Drevesne vrste na Slovenskem. Mladinska knjiga, Ljubljana, 399 str.
49. Bussotti, F., 2002: Seed dispersal in pines. U: Richardson, D. M. (ur.): Ecology and biogeography of Pinus, C.A.B. International, CABI Publishing, Cambridge, str. 281–293.
50. Cameron, A. D., 2002: Importance of early selective thinning in the development of long-term stand stability and improved log quality: a review. Forestry, 75(1): 25–35.; doi: 10.1093/forestry/75 .1.25
51. Cannarozzo, M., L.V. Noto, F. Viola, 2006: Spatial distribution of rainfall trends in Sicily (1921–2000), physics and chemistry of the Earth. Parts A/B/C, 31(18): 1201–1211.
52. Cantiani, P., M. Plutino, E. Amorini, 2010: Effects of silvicultural treatment on the stability of black pine plantations. Annals of Silvicultural Research 36: 49–58.; doi: 10.12899/asr-819
53. Cantiani, P., U. Chiavetta, 2015: Estimating the mechanical stability of *Pinus nigra* Arn. using an alternative approach across several plantations in central Italy. iForest, 8: 846–852.
54. Cantiani, P., M. A. Marchi, 2017: Spatial dataset of forest mensuration collected in black pine plantations in central Italy. Annals of Forest Science, 74: 50.
55. Carnicer, J., M. Coll, P. Xavier, M. Ninyerola, J. Vayreda, J. Peñuelas, 2013: Large-scale recruitment limitation in Mediterranean pines: the role of *Quercus ilex* and forest successional advance as key regional drivers. Global Ecology and Biogeography, 23(3): 371–384.
56. Carrasco, M.D., V. Badillo, 2004: 6<sup>o</sup> Revisión y 9<sup>o</sup> Plan Especial del Proyecto de Ordenación del grupo de montes ‘Poyo de Santo Domingo’ (Ja-11007-Ja), en el Parque

Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 524 str.

57. Castro, J., R. Zamora, J. A. Hódar, J. M. Gómez, 2004: Seedling establishment of a boreal tree species (*Pinus sylvestris*) at its southernmost distribution limit: consequences of being in a marginal Mediterranean habitat. *Journal of Ecology*, 92: 266–277.
58. Cerro, A., M.E. Lucas, E. Martínez, F.R. López, M. Andrés, F.A. García, R. Navarro, 2009: Influence of stand density and soil treatment on the Spanish Black Pine (*Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii*) regeneration in Spain. *Investigacion Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 18: 167–180.
59. Cerveraa, T. J. Pinob, J. Marullc, R. Padród, E. Tello, 2016: Understanding the long-term dynamics of forest transition: From deforestation to afforestation in a Mediterranean landscape (Catalonia, 1868–2005). *Land Use Policy*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.10.006>
60. Charru, M., I. Seynave, J.-C. Hervé, R. Bertrand, J.-D. Bontemps, 2017: Recent growth changes in Western European forests are driven by climate warming and structured across tree species climatic habitats. *Annals of Forest Science*, 74: 33.
61. Choat, B., S. Jansen, T. J. Brodribb, H. Cochard, S. Delzon, R. Bhaskar, S. J. Bucci, T. S. Feild, S. M. Gleason, U. G. Hacke, A. L. Jacobsen, F. Lens, H. Maherali, J. Martinez-Vilalta, S. Mayr, M. Mencuccini, P. J. Mitchell, A. Nardini, J. Pittermann, R. B. Pratt, J. S. Sperry, M. Westoby, I. J. Wright, A. E. Zanne, 2012: Global convergence in the vulnerability of forests to drought. *Nature*, 491 (7426): 752.
62. Ciancio, O., F. Iovino, G. Menguzzato, A. Nicolaci, S. Nocentini, 2006: Structure and growth of a small group selection forest of calabrian pine in Southern Italy: a hypothesis for continuous cover forestry based on traditional silviculture. *Forest Ecology and Management*, 224: 229–234.
63. Connell, J. H., 1971: On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animal sand in rain forest trees. U: P. J. Den Boer, G. Gradwell (ur.), *Dynamics of populations*, PUDOC, Wageningen, str. 298–312.

64. Critchfield, W. B., E. L. Little, 1966: Geographical distribution of the pines of the World. USDA Forest Service, Washington, Miscellaneous Publication 991, 97 str.
65. Dakskobler, I., 1991: Gozd bukve in jesenske vilovine – *Seslerio automnalis-Fagetum* (Ht. 1950) M. Wraber (1957) 1960 v submediteransko-predalpskem območju Slovenije. *Scopolia*, Ljubljana, 24: 1–53.
66. Degen, A., 1936: Flora Velebitica. Vol. 1. Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest, 642–643.
67. Dekanić, I., 1964: Metodi intenzivnog proređivanja sastojina visokog uzrasta. Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar, Dokumentacija za tehnologiju i tehniku u šumarstvu, knj. 46, Beograd, 79 str.
68. Dekanić, I., 1979: Uzgojne mjere i proizvodnja u nekim prirodnim sastojinama i kulturama euroameričkih topola slavonskog područja. *Šumarski list*, 103(7–8): 299–332.
69. Dekanić, I., 1980: Način i intenzitet proreda u šumi hrasta lužnjaka i običnog graba. Slavonska šuma, Vinkovci, 120 str.
70. Diaci, J., J. J. Thormann, U. Kolar, 1999: Meritve sončnega sevanja v gozdu – II. Metode na osnovi projekcij hemisphere neba i krošenj. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 60: 177–210.
71. Diminić, D., 1994: Prilog poznavanju mikoriza borovih kultura u Istri. *Glasnik za šumske pokuse*, 30: 21–60.
72. Diminić, D., 1996: Gljiva *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko st Sutton na borovima sjevernojadranskog područja. *Šumarski list*, 120 (11–12): 463–468.
73. Diminić, D., 2001: Utjecaj fitopatogenih gljiva u zdravstvenom stanju kultura crnoga bora u Hrvatskoj. U: Matić, S., A. P. B. Krpan, J. Gračan (ur.), *Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, str. 269–276.

74. Dokučajev, V. V., 1883: Ruski černozem. Izvješće Slob. kralj. ek. društva. Prikaz u: Poljinov, B. B. (ur.), 1949: V. V. Dokučajev, Izabrana djela. Akad. nauka SSSR, Moskva, str. 249–316.
75. Domac, R., 1958: Rasprostranjenost i sastav šuma dalmatinskog crnoga bora (*Pinus dalmatica* Vis. s. l.) u području Biokova. Acta Botanica Croatica, 17: 177–179.
76. Domac, R., 1962: Šume dalmatinskog crnog bora (*Pinus dalmatica* Vis. s. l.) na Biokovu. Acta Botanica Croatica, 1(20-21): 203–223.
77. Domac, R., 1965: Die Wälder der Dalmatinischen Schwarzföhre (*Pinus nigra* Arn. *subsp. dalmatica* Vis s.l.) in Jugoslawien. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 36: 103–116.
78. Domac, R., 1966: Die Wälder der Dalmatinischen Schwarzföhre (*Pinus dalmatica* Vis. s. l.) in Jugoslawien. Angewandte Pflanzensoziologie, 8–9: 129–132.
79. Dore, M. H. I., 2005: Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know?. Environment international, 31(8): 1167–1181.
80. EUFROGEN, 2009: European forest genetic resources programme. <<http://www.eufrogen.org/species/pinus-nigra/>>. Pristupljeno: 12.02.2018.
81. Fekete, L., T. Blattny, 1914: Die Verbreitung der forstlich wichtigen Bäume und Sträucher im Ungarischen Staate I–II. Joerges, Schemnitz.
82. Fernandes, T. J. G., A. D. Del Campo, R. Herrera, A. J. Molina, 2016: Simultaneous assessment, through sap flow and stable isotopes, of water use efficiency (WUE) in thinned pines shows improvement in growth, tree-climate sensitivity and WUE, but not in WUEi. Forest Ecology and Management, 361: 298–308.
83. Filipčić, A., D. Orešić, M. Maradin, 2013: Promjene količina padalina u Hrvatskoj od sredine 20. stoljeća do danas. Geoadria, 18(1): 29–39.
84. Firm, D., T. A. Nagel, J. Diaci, 2009: Disturbance history and dynamics of an old-growth mixed species mountain forest in the Slovenian Alps. Forest Ecology and Management, 257: 1893–1901.

85. Forestry Compendium, 2000: Global Module. CAB International Wallingford, Oxon. <<http://www.fao.org/forestry/>>. Pristupljeno: 10.09.2017.
86. Forner A, F. Valladares, I. Aranda, 2018: Mediterranean trees coping with severe drought: avoidance might not be safe. *Environmental and Experimental Botany*, 155: 529–540, <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.08.006>
87. Franjić, J., Ž. Škvorc, 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 432 str.
88. Fukarek, P., 1958: Prilog poznavanju crnog bora (*Pinus nigra* Arn. s. l.). Radovi Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 3(3): 3–91.
89. Fulé, P.Z., M. Ribas, E. Gutiérrez, R. Vallejo, M. W. Kaye, 2008: Forest structure and fire history in an old *Pinus nigra* forest, eastern Spain. *Forest Ecology and Management*, 255: 1234–1242.
90. Fyllas, N. M., D. G. Panayiotis, A. Y. Troumbis, 2008: Regeneration dynamics of a mixed Mediterranean pine forest in the absence of fire. *Forest ecology and management*, 256: 1552–1559.
91. Galiano, L., J. Martínez-Vilalta, F. Lloret, 2011: Carbon reserves and canopy defoliation determine the recovery of Scots pine 4 yr after a drought episode. *New Phytologist*, 190: 750–759.
92. Gao, X., F. Giorgi, 2008: Increased aridity in the Mediterranean region under greenhouse gas forcing estimated from high resolution simulations with a regional climate model. *Global and Planetary Change*, 62(3–4): 195–209.
93. Gaussen, H., V. H. Heywood, A. O. Charter, 1993: *Pinus* L. U: Tutin, I. G., V. H. Heywood, N. A. Burges, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb (ur.), *Flora Europaea*, Cambridge University Press, Cambridge, edicija 2, str. 42.
94. Gea-Izquierdo, G., P. Cherubini, I. Cánellas, 2011: Tree-rings reflect the impact of climate change on *Quercus ilex* L. along a temperature gradient in Spain over the last 100 years. *Forest Ecology and Management*, 262(9): 1807–1816.

95. Génova, M., D. Martinez-Morillas, 2002: Estudio dendroecológico de *Pinus nigra* en Checa (Guadalajara). *Ecologia*, 16:83–95.
96. Giorgi, F., P. Lionello, 2008: Climate change projections for the Mediterranean region. *Global Planetary Change*, 63: 90–104.
97. Glavač, V., 1987: Svjetlo. Šumarska enciklopedija, Jugoslavenski leksikografski zavod, II. izdanje, 3: 325-327.
98. Goglia, A., 1917: Zakon šumski od 3.XII.1852, Uredovna zbirka šumarskih propisa. Zagreb, 31 str.
99. Golley, F.B., J. Bellot, 2012: Rural Planning from an Enviromental Systems Perspective. Springer Science & Business Media, Amherst, MA, USA, 377 str.
100. Gomez, J. M., 2003: Spatial patterns in long-distance dispersal of *Quercus ilex* acorns by jays in a heterogeneous landscape. *Ecography*, 26: 573-584.
101. Gómez-Aparicio, L., J. M. Gómez, R. Zamora, 2005: Microhabitats shift rank in suitability for seedling establishment depending on habitat type and climate. *Journal of Ecology*, 93: 1194–1202.
102. Gómez-Aparicio, L., M. A. Zavala, F. J. Bonet, R. Zamora, 2009: Are pine plantations valid tools for restoring Mediterranean forests? An assessment along abiotic and biotic gradients. *Ecological Applications*, 19: 2124–2141.
103. Gračanin, M., 1951: Pedologija, III dio, Sistematika tala. Sveučilište u Zagrebu, 298 str.
104. Grier, C.C., S. W. Running, 1977: Leaf area of mature Northwestern coniferous forests: relation to site water balance. *Ecology*, 58: 893-899.
105. Guevara-Escobar, A., J. Tellez, E. Gonzales-Sosa, 2005: Use of digital photography for analysis of canopy closure. *Agroforestry Systems*, 65: 175–185.
106. Hamilton, G. J., J. M. Christie, 1971: Forest Management Tables (metric). Forestry Commission Booklet 34, H.M. Stationery Office, London, 201 str.



107. Horvat, A., 1963: Umjetno pošumljavanje. Šumarska enciklopedija, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 2: 39–42.
108. Horvat, I., 1956: Zanimljiv nalaz samonikle borove šume pod Obručem. Biološki glasnik, 9: 43–50.
109. Horvat, I., 1959: Sistematski odnosi termofilnih hrastovih i borovih šuma jugoistočne Europe. Biološki glasnik, 12: 1–40.
110. Horvatić, S., 1928: Karakteristike flore i vegetacije krša. Šumarski list, 52: 3–23.
111. Horvatić, S., 1939: Pregled vegetacije otoka Raba sa gledišta biljne sociologije. Prirodoslovna istraživanja JAZU, Zagreb, 22:1–96.
112. Horvatić, S., 1957: Biljnogeografsko raščlanjenje krša. Krš Jugoslavije, Split, str. 35–65.
113. Horvatić, S., 1963: Biljnogeografski položaj i raščlanjenje našeg primorja u svjetlu suvremenih fitocenoloških istraživanja. Acta Botanica Croatica, 22: 27–81.
114. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC). U: Pachauri R.K., Meyer L.A., IPCC, Geneva, Switzerland, 151 str.
115. Ivančević, V., 1978: Posebna namjena šuma crnog bora Senjske drage. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 94 str.
116. Ivančević, V., 1995: Šume i šumarstvo dijela hrvatskog primorskog krša tijekom XIX. I XX. stoljeća. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 179 str.
117. Ivančević, V., 1998: Pošumljavanje dijela krša sjevernog hrvatskog primorja u 19. i 20. stoljeću. Zbornik prirodoslovnih istraživanja riječkog područja, Prirodoslovni muzej Rijeka, Rijeka, str. 397–409.
118. Ivančević, V., 2003: 125. obljetnica osnutka Kraljevskog nadzorništva za pošumljenje krasa krajiškog područja – inspektorata za pošumljavanje krševa, goleti i uređenje

- bujica u Senju, naše najstarije šumarske krške organizacije, 1878. – 2003. godine. Šumarski list, posebno izdanje, 127(13): 3–22.
119. Ivančević, V., 2011: Šumarstvo primorskog krša u 19. i 20. stoljeću. U: Matić, S. (ur.), Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 51–55.
120. Janzen, D. H., 1970: Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist*, 104: 501–528.
121. Jelaska, S. D., 2004: Analysis of canopy closure in the dinaric Silver Fir-Beech forests (*Omphalodo-Fagetum*) in Croatia using hemispherical photography. *Hacquetia*, 3(2): 43–49.
122. Jose, S., A. R. Gillespie, 1997: Leaf area-productivity relationships among mixed-species hardwood communities of the central hardwood region. *Forest Science*, 43(1): 56–64.
123. Kauders, A., 1933: Rasprostranjenost i uzgoj šuma u području primorskog krša Slavonske banovine, *Šumarski list*, 57(3): 190–202.
124. Kauders, A., 1961: Jedan od prvih istraživača hrvatskog primorskog krša; *Šumarski list*, 85(7–8): 291–297.
125. Keeley, J. E., P. H. Zedler, 1998: Evolution of life histories in *Pinus*. U: Richardson, D. M. (ur.), *Ecology and Biogeography of Pinus*, Cambridge University Press, Cambridge, str. 219–250.
126. Keren, S., R. Motta, Z. Govedar, R. Lučić, M. Medarević, J. Diaci, 2014: Comparative structural dynamics of the Janj Mixed old-growth mountain forest in Bosnia and Herzegovina: are conifers in a long-term decline?. *Forests*, 5: 1243–1266.
127. Kobe, R. K., S. W. Pacala, A. Silander, C. D. Canham, 1995: Juvenile tree survivorship as a component of shade tolerance. *Ecological Applications*, 5(1): 517–532.
128. Koch, F., 1932: Geološka karta Kraljevine Jugoslavije „Senj – Otočac“, M 1 : 75 000. Geološki institut Kraljevine Jugoslavije, Beograd.

129. Köppen, W., 1918: Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Clasificación de climas según temperatura, precipitación y ciclo estacional.). Petermanns Geographische Mitteilungen, str. 64, 193–203, 243–248.
130. Köppen, W., R. Geiger, 1936: Das geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie (Band I, Teil C), Berlin, 44 str.
131. Korpel, Š., J. Penaz, M. Saniga, V. Tesar, 1991: Pestovanie lesa. Priroda, Bratislava, 472 str.
132. Kosović, B., 1914: Prvi šumarski stručni opis i nacrt šuma na Velebitu i Velikoj Kapeli od Dalmatinske medje do Mrkoplja i Ogulina. Šumarski list, 38(1): 4–16.
133. Kouba, Y., J. J. Camarero, C. L. Alados, 2012: Roles of land-use and climate change on the establishment and regeneration dynamics of Mediterranean semi-deciduous oak forests. *Forest Ecology and Management*, 274: 143–150.
134. Kröel-Dulay, G., J. Ransijn, I. Schmidt, C. Beier, P. De Angelis, G. de Dato, J. Dukes, B. Emmett, M. Estiarte, J. Garadnai, J. Kongstad, E. Lang, K. Larsen, D. Liberati, R. Ogaya, T Riis-Nielsen, A. Smith, A. Sowerby, A. Tietema, J. Penuales, 2015: Increased sensitivity to climate change in undisturbed ecosystems. *Nature Community* 6 (6682), <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms7682> (on-line preview).
135. Kušan, F., 1961: Važnost domaćih borova za razvitak vegetacije u Hrvatskoj. *Botanički glasnik*, 14:23–76.
136. Kušan, F., B. Klapka, 1964: Ein sonderbarer Tannenwald auf dem Biokovo in Dalmatien. *Informationes botanicae*, Zagreb, 3: 20–28.
137. Latham, P.A., H. R. Zuuring, D. W. Coble, 1998: A method for quantifying vertical forest structure. *Forest Ecology and Management*, 104: 157–170.
138. Lechuga, V., V. Carraro, B. Viñegla, J. A. Carreira, J. C. Linares, 2017: Managing drought-sensitive forests under global change. Low competition enhances long-term growth and water uptake in *Abies pinsapo*. *Forest Ecology and Management*, 406: 72–82.

139. Leege, L. M., P. G. Murphy, 2001: Ecological effect of the non-native *Pinus Nigra* on sand dune communities. *Canadian Journal of Botany*, 79: 429–437.
140. Leibundgut, H., (Prijevod: Dafis, S.), 1970: The forest tending (Die Waldpflege). Aristotle University of Thessaloniki, Grčka, 172 str.
141. Levanič, T, J. Gricar, P. Hafner, R. Krajnc, S. Jagodić, H. Gärtner, I. Heinrich, G. Helle (ur.), 2010: TRACE - Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology. Vol. 8: Proceedings of the DENDROSYMPOSIUM 2009, 16.–19.04.2009, Otočec, Slovenia. GFZ Potsdam, Scientific Technical Report STR 10/05, Potsdam, str. 104–109.
142. Levanič, T., I. Popa, S. Poljanšek, C. Nechita, 2012: A 323-year long reconstruction of drought for SW Romania based on black pine (*Pinus Nigra*) tree-ring widths. *International Journal of Biometeorology*, 57(5): 703–714.
143. Liber, Z., 2000: Filogenetski i taksonomski odnosi populacija crnoga bora (*Pinus nigra* Arnold) u Hrvatskoj. Doktorski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 123 str.
144. Liber, Z., T. Nikolić, B. Mitić, 2002: Intra- and interpopulation relationship and taxonomic status of *Pinus nigra* Arnold in Croatia according to morphology and anatomy of leaves. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 71(2): 141–147.
145. Liber, Z., T. Nikolić, B. Mitić, Z. Šatović, 2003: RAPD markers and black pine (*Pinus nigra* Arnold) interspecies taxonomy. Evidence from the study of nine populations. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 72(3): 249–257.
146. Linares, J.C., A. Delgado-Huertas, J. A. Carreira, 2011: Climatic trends and different drought adaptive capacity and vulnerability in a mixed *Abies pinsapo*–*Pinus halepensis* forest. *Climatic Change*, 105: 67–90.
147. Lindner, M., M. Maroschek, S. Netherer, A. Kremer, A. Barbati, J. Garcia-Gonzalo, R. Seidl, S. Delzon, P. Corona, M. Kolström, 2010: Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259: 698–709.

148. Lovrić, A. Ž., 1980: Bura. Šumarska enciklopedija, II izdanje, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, svezak 1, str. 225–228.
149. LZ, 2013: Leksikografski zavod Miroslav Krleža, <<http://www.proleksis.lzmk.hr>>. Pristupljeno: 12.04.2019.
150. Malbohan, E., 1892: Hrvatsko-primorski kras i pošumljenje istoga u području bivše Vojne krajine. Šumarski list, 16(5): 211–220.
151. Marchi, M., A. Paletto, P. Cantiani, E. Bianchetto, I. De Meo, 2018: Comparing Thinning System Effects on Ecosystem Services Provision in Artificial Black Pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) Forests. Forests, 9: 188.; doi:10.3390/f9040188
152. Marić, L., 1936: Amfibolski porfirit sa Vratnika nad Senjom. Glasnik hrvatskog prirodoslovnog društva, 41–48: 149–155.
153. Martín-Benito, D., M. del Rio, I. Cañellas, 2010: Black pine (*Pinus nigra* Arn.) growth divergence along a latitudinal gradient in Western Mediterranean mountains. Annals of Forest Science, 67(4): 401, <https://doi.org/10.1051/forest/2009121>
154. Martinović, J., 2003: Gospodarenje šumskim tlama u Hrvatskoj. Šumarski institut, Jastrebarsko i Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, 527 str.
155. Martinović, J., Z. Kovačević, 1984: Kulturno tehnološke promjene u šumskim tlama na kršu Hrvatske. Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko, izvanredno izdanje, 2: 115–122.
156. Marull, J., E. Tello, P. Wilcox, F. Coll, M. Pons, P. Warde, N. Valldeperas, A. Ollés, 2014: Recovering the landscape history behind a Mediterranean edge environment (The Congost Valley Catalonia, 1854–2005): the importance of agroforestry systems in biological conservation. Applied Geography, 54: 1–17.
157. Matić, S., 1986: Šumske kulture alepskog bora i njihova uloga u šumarstvu Mediterana. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, 2: 125–145.
158. Matić, S., 1989: Intenzitet prorede i njegov utjecaj na stabilnost, proizvodnost i pomlađivanje sastojina hrasta lužnjaka. Glasnik za šumske pokuse, 25: 261–278.

159. Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš, 1990: Model za njegu i obnovu park šume Čikat na Lošinju. Šumarski list, 114(6–8): 213–225.
160. Matić, S., 1994: Prilog poznavanju broja biljaka i količine sjemenaza kvalitetno pomlađivanje i pošumljavanje, Šumarski list, 118 (3-4): 71-79.
161. Matić, S., 1996: Uzgojni radovi na obnovi i njezi sastojina hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. U: Klepac, D. (ur.), Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima i Hrvatske šume p.o. Zagreb, Vinkovci-Zagreb, str. 167–212.
162. Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 1997: Podizanje, njega i obnova šuma kao temeljni preduvjet ekološkog, društvenog i gospodarskog napretka Mediterana, Šumarski list, 121(9-10): 463-472.
163. Matić, S., 2011: Uvod. U: Matić, S. (ur.), Šume hrvatskog Sredozemlja. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 11–17.
164. Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, S. Mikac, 2011: Uzgajanje šuma hrvatskog Sredozemlja. U: Matić, S. (ur.), Šume hrvatskog Sredozemlja. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 375–386.
165. Matić, S., I. Anić, J. Čavlović, 2015: Stanje i perspektive potrajnog gospodarenja šumama u Hrvatskoj. Okrugli stol Pravna zaštita šuma, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za državnu upravu, pravosuđe i vladavinu prava, Modernizacija prava, Zagreb, knjiga 28, str. 21–34.
166. MATT, 2004: Manuale per la gestione dei siti Natura 2000. Direzione Protezione della Natura, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, Italy.
167. Mayer, B., 1992: Šumska tla Republike Hrvatske pri kraju XX. Stoljeća. U: Rauš, Đ. (ur.): Šume u Hrvatskoj, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb i Hrvatske šume, p. o. Zagreb, str. 19–33.
168. McDowell, N., W. T. Pockman, C. D. Allen, D. D. Breshears, N. Cobb, T. Kolb, J. Plaut, J. Sperry, A. West, D. G. Williams, E.A. Yezzer, 2008: Mechanisms of plant

survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? *New Phytologist* 178: 719–739.

169. Meschini A., Longhi G., 1955: Le pinete di pino laricio. Loro conservazione e loro miglioramento. U: Atti del Congresso Nazionale di Selvicoltura per il Miglioramento e la Conservazione dei Boschi Italiani, vol. I, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, 199–226.
170. Meštrović, Š., S. Matic, V. Topić, 2011: Zakoni, propisi, uredbe i karte u povijesti šuma hrvatskoga Sredozemlja. U: S. Matic (ur.), Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 25-39.
171. Mikac, S., D. Raženberger, I. Anić, J. Diaci, 2008: Regeneration in canopy gaps of the dinaric beech-fir virgin forests. *Glasnik za Šumske Pokuse, Zagreb*, 42: 29-41.
172. Miklič, B., I. Anić, 2018: Šume crnog bora na području grada Senja, stanje i prijedlozi za obnovu, *Prirodoslovlje*, 18(1–2): 105–120.
173. Millar, C., N. Stephenson, S. Stephens, 2007: Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications*, 17: 2145–2151.
174. Moriondo, M., P. Good, R. Durao, M. Bindi, C. Giannakopoulos, J. Corte-Real, 2006: Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate Research*, 31: 85–95.
175. Navarro-Cerrillo, R. M., R. Sánchez-Salguero, C. Rodriguez, J. Duque Lazo, J. M. Moreno-Rojas, G. Palacios-Rodriguez, J. J. Camarero, 2019: Is thinning an alternative when trees could die in response to drought? The case of planted *Pinus nigra* and *P. Sylvestris* stands in southern Spain. *Forest Ecology and Management*, 433: 313–324.
176. Navarro-Cerrillo, R.M., R. Sánchez-Salguero, R. Herrera, C. Ceacero Ruiz, J. Moreno-Rojas, R. Delgado Manzanedo, J. López-Quintanilla, 2016: Contrasting growth and water use efficiency after thinning in mixed *Abies pinsapo*–*Pinus pinaster*–*Pinus sylvestris* forests. *Journal of Forest Science*, 62 (2): 53–64.

177. Navarro-González, I., A. Pérez-Luque, F. Bonet, R. Zamora, 2013: The weight of the past: land-use legacies and recolonization of pine plantations by oak trees. *Ecological Applications*, 23(6): 1267–1276.
178. Niinemets, U., F. Valladares, 2006: Tolerance to shade, drought and waterlogging of temperate, northern hemisphere trees and shrubs. *Ecological Monographs*, 76: 521–547.
179. Nilsson, S.G., M. Niklasson, J. Hedin, G. Aronsson, J. M. Gutowski, P. Linder, G. Mikusinski, H. Ljungberg, T. Ranius, 2003: Erratum to ‘Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forests’. *Forest Ecology and Management*, 178: 355–370.
180. NN, 80/13: Zakon o zaštiti prirode. *Narodne novine*, 80, Zagreb, 2013
181. NN, 88/14: Pravilnik o popisu stanišnih tipova, karti staništa te ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima. *Narodne novine*, 88, Zagreb, 2014
182. NN, 97/18: Pravilnik o uređivanju šuma. *Narodne Novine*, 97, Zagreb, 2018
183. Nobis, M., U. Hunziker, 2005: Automatic thresholding for hemispherical canopy-photographs based on edge detection. *Agricultural and Forest Meteorology*, 128: 243–250.
184. Ordóñez, G. J. L., 2004: Analisis y modelizacion del reclutamiento de *Pinus nigra* en zonas afectadas por grandes incendios. *Doktorski rad*, Sveučilište u Barceloni, Barcelona, 54 str.
185. Orlić, S., 1983: Rezultati komparativnog uzgoja nekih domaćih i stranih vrsta četinjača. *Šumarski list*, 107(3–4): 207–216.
186. Ostrogović, M. Z., K. Sever, I. Anić, 2010: Utjecaj svjetla na prirodno pomlađivanje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Park-šumi Maksimir u Zagrebu. *Šumarski list*, 134(3–4): 115–123.
187. Otero, I., J. Marull, E. Tello, G. Diana, M. Pons, F. Coll, M. Boada, 2015: Land abandonment, landscape, and biodiversity: questioning the restorative character of the forest transition in the Mediterranean. *Ecology and Society*, 20(2): 1–7.



188. Paletto, A., I. De Meo, G. Grilli, N. Nikodinoska, 2017: Selective and traditional forest management options for black pine forests in Central Italy: Effects on ecosystem services. *Annals of Forest Science*, 60: 313–326.
189. Palmer, C. W., 1965: Meteorological drought. U. S. Department of commerce, Research paper no. 45, Washington.
190. Pandžić, K., 1985: Bilanca vode na istočnom primorju Jadrana. *Hrvatski meteorološki časopis*, 20(20): 21–29.
191. Peltola, H., J. Miina, I. Rouvinen, S. Kellomäki, 2002: Effect of early thinning on the diameter growth distribution along the stem of Scots pine. *Silva Fennica*, 36: 813–825.
192. Penzar, I., B. Penzar, 2000: Agrometeorologija. Školska knjiga, Zagreb, 209 str.
193. Pernar, N., 2017: Tlo, nastanak, značajke, gospodarenje. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 799 str.
194. Petrella, S., F. Bulgarini, F. Cerfolli, M. Polito, C. Teofili, 2005: Libro rosso degli habitat d'Italia della rete Natura 2000. WWF Italia ONLUS, Rim, 134. str.
195. Pintarić, K., 1969: Njega šuma (skripta). Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo.
196. Pintarić, K., 1999: Analiza strukture i kvaliteta prirodnog koljika crnog bora. *Šumarski list*, 123(11–12): 533–541.
197. Piovesan, G., A. di Filippo, A. Alessandrini, F. Biondi, B. Schirone, 2005: Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth *Fagus* forest in the Apennines. *Journal of Vegetation Science*, 16: 13–28.
198. Piovesan, G., F. Biondi, A. Di Filippo, A. Alessandrini, M. Maugeri, 2008: Drought-driven growth reduction in old beech (*Fagus sylvatica*) forests of the central Apennines, Italy. *Global Change Biology*, 14: 1265–1281.
199. Poljanšek, S., D. Balliant, T. A. Nagel, T. Levanič, 2012: A 435-year-long european black pine (*Pinus nigra*) chronology for the central-western Balcan region. *Tree-ring research*, 68(1): 31–44.

200. Prpić, B., H. Jakovac, 2003: Nadzorništvo – inspektorat u Senju na stranicama Šumarskog lista. Šumarski list, posebno izdanje 127(13): 106–110.
201. Prpić, B., I. Tikvić, M. Idžojić, Z. Seletković, 2011: Ekološka konstitucija, općekorisne funkcije i ugroženost šuma. U: Matic, S. (ur.): Šume Hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 243–269.
202. Prugovečki, D., 2017: Istraživanje dinamike rasta crnog bora (*Pinus nigra* Arnold) na području Nacionalnog parka Sjeverni Velebit. diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
203. Puerta-Piñero, C., 2010: Intermediate spatial variations on acorn predation shapes Holm oak establishment within a Mediterranean landscape context. *Plant Ecology*, 210: 213–224.
204. Puerta-Piñero, C., J. M. Gómez, F. Valladares, 2007: Irradiance and oak seedling survival and growth in a heterogeneous environment. *Forest Ecology and Management*, 242: 462–469.
205. Rambal S., 1992: *Quercus ilex* facing water stress: a functional equilibrium hypothesis. U: Terradas, J. (ur.): *Quercus ilex* L. ecosystems: function, dynamics and management. Springer Netherlands, str. 147–153.
206. Rambal, S., J. M. Ourcival, R. Joffre, F. Mouillot, Y. Nouvellon, M. Reichstein, A. Rocheteau, 2003: Drought controls over conductance and assimilation of a Mediterranean evergreen ecosystem: scaling from leaf to canopy. *Global Change Biology*, 9: 1813–1824.
207. Rauš, Đ., 1987: Šumarska fitocenologija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 313 str.
208. Rauš, Đ. (ur.), 1992: Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet u Sveučilišta Zagrebu i Hrvatske šume p.o. Zagreb, Zagreb, 348 str.
209. Rauš, Đ., I. Trinajstić, J. Vukelić, J. Medvedović, 1992: Biljni svijet hrvatskih šuma. U: Rauš, Đ. (ur.), Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, p.o. Zagreb, Zagreb, str. 33–77.

210. Rauš, Đ., Ž. Španjol, Z. Šikić, 1995: Sukcesija šuma crnog bora na trajnoj pokusnoj plohi br. 50 u NP Paklenica. Simpozij povodom 45. godišnjice NP Paklenica, Paklenički zbornik, 1: 119–128.
211. Retana, J., J. M. Espelta, M. Gracia, M. Riba, 1999: Seedling recruitment. U: F. Roda, J. Retana, C. A. Gracia, J. Bellot (ur.), Ecology of Mediterranean evergreen oak forests, Springer-Verlag, Berlin, str. 89–103.
212. Romero, R., J. A. Guijarro, C. Ramis, S. Alonso, 1998: A 30-year (1964-1993) daily rainfall data base for the Spanish Mediterranean regions: first exploratory study. International Journal of Climatology, 18: 541–560.
213. Sánchez-Salguero, R., J. J. Camarero, M. Dobbertin, Á. Fernández-Cancio, A. Vilà-Cabrera, R.D. Manzanedo, R. M. Navarro-Cerrillo, 2013: Contrasting vulnerability and resilience to drought-induced decline of densely planted vs. natural rear-edge *Pinus nigra* forests. Forest Ecology and Management, 310: 956–967.
214. Sánchez-Salguero, R., J.C. Linares, J. J. Camarero, J. Madrigal-González, A. Hevia, Á. Sánchez-Miranda, J.A. Ballesteros-Cánovas, R. Alfaro-Sánchez, A.I. García-Cervigón, C. Bigler, 2015: Disentangling the effects of competition and climate on individual tree growth: a retrospective and dynamic approach in Scots pine. Forest Ecology and Management, 358: 12–25.
215. Sánchez-Salguero, R., R. M. Navarro-Cerrillo, J. J. Camarero, A. Fernández-Cancio, 2012: Selective drought-induced decline of pine species in southeastern Spain. Climatic Change, 113: 767–785.
216. Scheffer, M., S. Carpenter, J. A. Foley, C. Folke, B. Walker, 2001: Catastrophic shifts in ecosystems. Nature 413 (6856), 591.
217. Schröter, D., W. Cramer, R. Leemans, I. C. Prentice, M. B. Araújo, N. W. Arnell, A. Bondeau, H. Bugmann, T. R. Carter, C. A. Gracia, 2005: Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. Science, 310: 1333–1337.
218. Seckendorff, A. 1881: Beiträge zur Kenntniss der Schwarzföhre (*Pinus austriaca* Hoss). I, Wien, 35 str.

219. Seletković, Z., I. Tikvić, M. Vučetić, D. Ugarković, 2011: Klimatska obilježja i vegetacija sredozemne Hrvatske. U: Matic, S. (ur.), Šume hrvatskoga Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 142–156.
220. Seletković, Z., Z. Katušin, 1992: Klima Hrvatske. U: Rauš, Đ. (ur.), Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, p.o. Zagreb, Zagreb, str. 13–18.
221. Sheffer, E., 2012: A review of the development of Mediterranean pine-oak ecosystems after land abandonment and afforestation: are they novel ecosystems?. *Annals of Forest Science*, 69(4): 429–443.
222. Sheffer, E., C. D. Canham, J. Kigel, A. Perevolotsky, 2013: Landscape-scale density-dependent recruitment of oaks in planted forests: more is not always better. *Ecology*, 94(8): 1718–1728.
223. Šafar J., 1962: Problem proizvodnosti kultura crnog bora u submediteranskoj zoni. *Šumarski list*, 86 (1–2): 32–40.
224. Šikić, Z., 1987: Vegetacija i trajne plohe u nacionalnom parku Paklenica. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
225. Škorić, A., 1986: Postanak, razvoj i sistematika tla. Posebno izdanje Poljoprivredne znanstvene smotre 2, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 172 str.
226. Španjol, Ž., D. Barčić, R. Rosavec, D. Ugarković, 2006: Amelirative role of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) in the regeneration of climatozonal vegetation. *Periodicum biologorum*, 6(108): 655–662.
227. Šulek, B., 1866: Korist i gojenje šumah osobito u trojednoj kraljevini, Narodna tiskara dra. Ljudevita Gaja, Zagreb, 219 str.
228. Tan, S. A., R. Salim, K. A. Hamzah, M. R. Mamat, 2011: Correlation of forest canopy and forest ecological structures in a logged over forest. *The Malaysian Forester*, 74: 31–36.
229. Thanasis, G., T. Zagas, T. Tsitsoni, P. Ganatsas, P. Papapetrou, 2007: Stand development and structural analysis of planted *Pinus nigra* stands in northern Greece.

- U: Kungolos, A. (ur.), International Conference on Environmental, Management, Engineering, Planning and Economics, 24. - 28. 06. 2007, str. 507–514.
230. Thimonier, A., I. Sedivy, P. Schleppe, 2010: Estimating leaf area index in different types of mature forest stands in Switzerland: a comparison of methods. *European Journal of Forest Research*, 129: 543–562.
231. Thornthwaite, C. W. 1948: An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38 (1): 55–94.; doi:10.2307/210739.
232. Tíscar, P. A., 2003: Condicionantes y limitaciones de la regeneración natural en un pinar oromediterráneo de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*. *Investigacion Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 12: 55–64.
233. Tiscar, P. A., J. C. Linares, 2011: *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* forests from southeast Spain: Using structure and process information to guide management. U: Frisiras, C. T. (ur.): *Pine Forests: Types, Threats and Management*, Nova Science Publishers, 11:1–27.
234. Tíscar, P. A., M. E. Lucas-Borja, 2016: Structure of old-growth and managed stands and growth of old trees in a Mediterranean *Pinus nigra* forest in southern Spain. *Forestry*, 89: 201–207., doi:10.1093/forestry/cpw002.
235. Tokár, F., 1989: Štruktúra, kvalita a produkcia nezmiešanej kmeňoviny borovice čiernej (*Pinus nigra* ARNOLD) v pohorí Tríbeč. *Lesnícky časopis*, 35: 165–173.
236. Tokár, F., E. Krekulová, 2005: Structure, quality, production, LAI and dendrochronology of 100 years old Austrian pine (*Pinus nigra* ARNOLD) stand. *Journal of Forest Science*, 51: 67–76.
237. Tomao, A., J. Antonio, J. Martínez, D. Aragón, 2017: Is silviculture able to enhance wild forest mushroom resources? Current knowledge and future perspectives. *Forest Ecology and Management*, 402: 102–114.
238. Tomašević, A., B. Kulić, Ž. Španjol, T. Kružić, 2003: Razvoj sastojine i meliorativna uloga kulture crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) na području šumskog predjela Lonja-Biljin, šumarije Rijeka. *Šumarski list* 127(11–12): 579–596.

239. Topić, V., 1979: Efekti različitih melioracijskih mjera na kršu u okolici Sinja. Magistarski rad, Šumarski fakultet Beograd, 76 str.
240. Topić, V., 1988: Upotrebljivost nekih autohtonih i alohtonih šumskih vrsta kod pošumljavanja submediteranskog krškog područja Dalmacije. Disertacija, Šumarski fakultet Beograd, 172 str.
241. Topić, V., 1995: Utjecaj šumske vegetacije na suzbijanje erozije u bujičnim slivovima mediteranskog područja Hrvatske. Šumarski list, 119(9–10): 299–303.
242. Topić, V., 1999: Melioracijski učinci šumskih kultura na kršu u odnosu na pedosferu. Šumarski list, 123(9–10): 411–422.
243. Topić, V., 2003: Šumska vegetacija na kršu kao značajan čimbenik zaštite tala od erozije. Šumarski list, 127(13): 51–63.
244. Topić, V., I. Anić, L. Butorac, 2008: Effects of stands of Black pine (*Pinus nigra* Arn.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) on the protection of soil from erosion. Ekologia, Bratislava, 27(3): 287–299.
245. Topić, V., L. Butorac, 2011: Protuerozijska, hidrološka i vodozaštitna uloga sredozemnih šuma. U: S. Matić (ur.), Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 307–325.
246. Trinajstić, I., 1971: Novi prilog flori otoka Korčule. Acta Botanica Croatica, 30: 157–161.
247. Trinajstić, I., 1976: O utjecaju fitogeografskih granica na stupanj antropogene degradacije klimazonalne šumske vegetacije jadranskog primorja Jugoslavije. Zbornik radova savjetovanja Uloga šume i šumske vegetacije u zaštiti čovjekove okoline u odnosu na Jadransko područje, Zadar, str. 496–504.
248. Trinajstić, I., 1977: Osnovne značajke biljnog pokrova otoka Hvara i njegov fitogeografski položaj u okviru europskog dijela Sredozemlja. Poljoprivreda i šumarstvo, Titograd, 23(4): 1–36.

249. Trinajstić, I., 1979: Die pflanzensoziologische und planzengeografische Bedeutung der Hopfenbuche (*Ostria carpinifolia* Scop.) in der Vegetation Kroatiens. Ostalp. - Din. Ges. Vegetkde, Trieste, 24–27.
250. Trinajstić, I., 1986: Fitogeografsko raščlanjenje šumske vegetacije istočnojadranskog sredozemnog područja – polazna osnovica u organizaciji gospodarenja mediteranskim šumama. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, 2: 53–67.
251. Trinajstić, I., 1986a: Šume dalmatinskog crnog bora – *Pinus nigra* Arnold subsp. *dalmatica* (Vis.) Franco – sredozemnog područja Hrvatske. Poljoprivreda i šumarstvo, Titograd, 32(1): 37–48.
252. Trinajstić, I., 1987: Sintaksonomski pregled biljnih zajednica planine Biokova. Acta Biocovica, 4: 143–174.
253. Trinajstić, I., 1990: Šumska vegetacija otoka Brača. Glasnik za šumske pokuse, 26: 183–205.
254. Trinajstić, I., 1995: Plantgeographical division of forest vegetation of Croatia. Annales Forestales, 20: 37–66.
255. Trinajstić, I., 1996: Sukcesija vegetacije na požarištima šuma crnike i crnog jasena as. *Orno-Quercetum ilicis* u Hrvatskoj. Šumarski list, 120(1–2): 3–7.
256. Trinajstić, I., 1998: Nomenklaturno-sintaksonomska revizija submediteranskih šuma crnoga bora (*Pinus nigra* Arnold) u Hrvatskoj. Šumarski list, 122(3–4): 147–154.
257. Tućan, F., 1907: Naše kamenje. Zemljopis Hrvatske, II dio, Zagreb, str. 31.
258. Urbieto, I. R., L. V. García, M. A. Zavala, T. Marañón, 2011: Mediterranean pine and oak distribution in southern Spain: is there a mismatch between regeneration and adult distribution?. Journal of Vegetation Science, 22: 18–31.
259. Vallauri, R. D., J. Aronson. M. Barbero, 2002: An analysis of forest restoration 120 years after reforestation on badlands in the Southwestern Alps. Restoration Ecology, 10(1): 16–26.

260. Van Haverbeke, D.F., 1990: *Pinus nigra* Arnold European black pine. U: Burns, R. M., B. H. Honkala: *Silvics of North America. Volume 1. Conifers. Agriculture Handbook 654.* Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1: 395-404.
261. Vander Wall, S. B., 2001: The evolutionary ecology of nut dispersal. *Botanical Review*, 67: 74–117.
262. Ventura, F., P. Rossi Pisa, E. Ardizzoni, 2002: Temperature and precipitation trends in Bologna (Italy) from 1952 to 1999. *Atmospheric Research*, 61(3): 203–214.
263. Vidaković, M., 1953: Prilog poznavanju anatomije iglica nekih srodnih borova. *Glasnik za šumske pokuse*, 3: 163–179.
264. Vidaković, M., 1955: Značenje anatomske građe iglica kod svojta crnog bora u Jugoslaviji. *Šumarski list*, 79(7–8): 244–253.
265. Vidaković, M., 1957: Oblici crnog bora u Jugoslaviji na temelju anatomije iglica. *Glasnik za šumske pokuse*, 13: 111–148.
266. Vidaković, M., 1960: Značenje češera, sjemenki i njihovih krilaca za sistematiku i za određivanje provenijencije crnog bora. *Glasnik za šumske pokuse*, 14: 383–437.
267. Vidaković, M., 1993: Četinjače – morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske i Hrvatske šume, p.o., Zagreb, Zagreb, 741 str.
268. Vidaković, M., J. Franjić, 2004: Golosjemenjače. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 823 str.
269. Visiani, R., 1842: *Flora Dalmatica 1.* Apud Fridericum Hofmeister, Lipsiae.
270. Vučetić, M., V. Vučetić, 2002: *Vrijeme na Jadranu: meteorologija za nautičare.* Fabra, Zagreb, 129 str.
271. Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 310 str.



272. Vukelić, J., I. Trinajstić, D. Baričević, 2011: Šumska vegetacija hrvatskog Sredozemlja. U: Matic, S. (ur.), Šume hrvatskog Sredozemlja. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 193–205.
273. Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet i Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 403 str.
274. Walter, H., 1955: Vegetationszonen und Klima, Stuttgart.
275. Wang, D. H., S. C. Tang, C. M. Chiu, 2006: Impact four years after thinning on the growth and stand structure of *Taiwania* plantation in the Liukuei experimental forest. *Taiwan Journal of Forest Science*, 21: 339–351.
276. Wessely, J.; 1877: Kras hrvatske krajine i kako da se spasi za tiem kraško pitanje uploške; *Šumarski list*, 2(2): 57–110.
277. Whisenant, S. G., 1999: Repairing damaged wildlands: a processoriented, landscape-scale approach. Cambridge University Press, Cambridge, 312 str.
278. Widermann, E., 1943: Ertragstafel Kiefer mäßige Durchforstung in: *Hilfstafeln für die Forsteinrichtung*, Auflage 1990, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 334 str.
279. Zaghi, D., 2008: Management of Natura 2000 habitats. 9530 \*(Sub)-Mediterranean pine forests with endemic black pines. *Tehničko Izvješće 24/24*, Europska Komija
280. Zavala, M. A., E. Zea, 2004: Mechanisms maintaining biodiversity in Mediterranean pine-oak forests: insights from a spatial simulation model. *Plant Ecology*, 171: 197–207.
281. Zavala, M. A., J. M. Espelta, J. Caspersen, J. Retana, 2011: Interspecific differences in sapling performance with respect to light and aridity gradients in Mediterranean pine-oak forests: implications for species coexistence. *Canadian Journal of Forest Research*, 41: 1432–1444.
282. Zebec, V., M. Crnjaković, N. Pernar, 2011: Mineraloško-petrološko-geološki aspekt stijenskog supstrata Istre, Primorja i Dalmacije. U: Matic, S. (ur.), Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 115–123.

## Prilog A – Struktura sastojina

**Prilog A.1.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 1, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 12.06.2015.)

Ploha: 1 Predjel: Tuhobić Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 19% Ekspozicija: I Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 10% Nadmorska visina: 550 m n.v.  
 Koordinate: 5 469 721; 5 017 300

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno				
		Dominantna etaža (A)			Nuzgredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)							
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )		
Crni bor	<10													0	0,00	0,00		
	11 - 20													0	0,00	0,00		
	21 - 30							2	0,12	0,93			1	0,05	0,30	3	0,17	1,23
	31 - 40	3	0,31	2,93	1	0,05	0,38	1	0,10	0,88				5	0,46	4,19		
	41 - 50	9	1,47	14,58	8	0,80	7,11							17	2,27	21,69		
	51 - 60	4	0,95	9,86										4	0,95	9,86		
	61 - 70													0	0,00	0,00		
	>70													0	0,00	0,00		
Ukupno	16	2,73	27,37	9	0,85	7,49	3	0,22	1,81			1	0,05	0,30	29	3,85	36,97	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00		
	11 - 20													0	0,00	0,00		
	21 - 30													0	0,00	0,00		
	31 - 40													0	0,00	0,00		
	41 - 50													0	0,00	0,00		
	51 - 60													0	0,00	0,00		
	61 - 70													0	0,00	0,00		
	>70													0	0,00	0,00		
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00			
Sveukupno	16	2,73	27,37	9	0,85	7,49	3	0,22	1,81			1	0,05	0,30	29	3,85	36,97	
Po hektaru	256	43,68	437,92	144	13,60	119,84	48	3,52	28,96			16	0,80	4,80	464	61,60	591,52	

**Prilog A.2.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha2, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 12.06.2015.)

Ploha: 2 Predjel: Tuhobić Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 13% Ekspozicija: SI Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 20% Nadmorska visina: 560 m n.v.  
 Koordinate: 5 469 791; 5 017 186

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno				
		Dominantna etaža (A)			Nuzgredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)							
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )		
Crni bor	<10													0	0,00	0,00		
	11 - 20												1	0,02	0,14	1	0,02	0,14
	21 - 30												2	0,09	0,82	4	0,23	2,04
	31 - 40	1	0,12	1,13	2	0,07	0,61	1	0,07	0,61				4	0,42	3,86		
	41 - 50	12	1,99	18,79	1	0,15	1,39							13	2,14	20,18		
	51 - 60	3	0,73	6,95										3	0,73	6,95		
	61 - 70													0	0,00	0,00		
	>70													0	0,00	0,00		
Ukupno	16	2,84	26,87	4	0,44	4,03	2	0,15	1,31	3	0,11	0,96	25	3,54	33,17			
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00		
	11 - 20													0	0,00	0,00		
	21 - 30													0	0,00	0,00		
	31 - 40													0	0,00	0,00		
	41 - 50													0	0,00	0,00		
	51 - 60													0	0,00	0,00		
	61 - 70													0	0,00	0,00		
	>70													0	0,00	0,00		
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00			
OTB ( crni grab, lipa)	<10													0	0,00	0,00		
	11 - 20												3	0,07	0,25	3	0,07	0,25
	21 - 30													0	0,00	0,00		
	31 - 40													0	0,00	0,00		
	41 - 50													0	0,00	0,00		
	51 - 60													0	0,00	0,00		
	61 - 70													0	0,00	0,00		
	>70													0	0,00	0,00		
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	0,07	0,25	3	0,07	0,25			
Sveukupno	16	2,84	26,87	4	0,44	4,03	2	0,15	1,31	6	0,18	1,21	28	3,61	33,42			
Po hektaru	256	45,44	429,92	64	7,04	64,48	32	2,40	20,96	96	2,88	19,36	448	57,76	534,72			

**Prilog A.3.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 3, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 18.06.2015.)

Ploha:3 Predjel: Drivenik Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 7% Ekspozicija: razne Tlo: rendžina Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 125 m n.v.  
 Koordinate: 5 472 912; 5 010 637

Vrsta drveća	Debljinski razred	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		cm	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )
Crni bor	<10							8	0,22	0,94				0	0,00	0,00
	11 - 20										4	0,07	0,26	12	0,29	1,20
	21 - 30	17	1,05	6,39	14	0,65	3,50	6	0,24	1,29				37	1,94	11,18
	31 - 40	10	0,80	5,21	2	0,16	1,09							12	0,96	6,30
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	27	1,85	11,60	16	0,81	4,59	14	0,46	2,23	4	0,07	0,26	61	3,19	18,68	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (brijest)	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20										3	0,03	0,09	3	0,03	0,09
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	0,03	0,09	3	0,03	0,09	
Sveukupno	27	1,85	11,6	16	0,81	4,59	14	0,46	2,23	7	0,10	0,35	64	3,22	18,77	
Po hektaru	432	29,6	185,6	256	12,96	73,44	224	7,36	35,68	112	1,60	5,60	1024	51,52	300,32	

**Prilog A.4.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 4, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 18.06.2015.)

Ploha: 4 Predjel: Drivenik Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 12% Ekspozicija: SI Tlo: rendžina Kamenitost plohe: 25% Nadmorska visina: 130 m n.v.  
 Koordinate: 5 472 856; 5 010 531

Vrsta drveća	Debljinski razred	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		cm	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20										2	0,05	0,32	2	0,05	0,32
	21 - 30	9	0,59	4,01	7	0,34	2,32	4	0,20	1,35				20	1,13	7,68
	31 - 40	9	0,82	5,71										9	0,82	5,71
	41 - 50	2	0,32	2,18										2	0,32	2,18
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	20	1,73	11,90	7	0,34	2,32	4	0,20	1,35	2	0,05	0,32	33	2,32	15,89	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				2	0,06	0,29	1	0,03	0,15				3	0,09	0,44
	21 - 30	2	0,12	0,73	1	0,05	0,28	1	0,05	0,28				4	0,22	1,29
	31 - 40	1	0,08	0,46										1	0,08	0,46
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	3	0,20	1,19	3	0,11	0,57	2	0,08	0,43	0	0,00	0,00	8	0,39	2,19	
OTB (bagrem, brijest)	<10													1	0,01	0,02
	11 - 20							7	0,13	0,55	8	0,08	0,29	15	0,21	0,84
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	7	0,13	0,55	9	0,09	0,31	16	0,22	0,86	
Sveukupno	23	1,93	13,09	10	0,45	2,89	13	0,41	2,33	11	0,14	0,63	57	2,93	18,94	
Po hektaru	368	30,88	209,44	160	7,20	46,24	208	6,56	37,28	176	2,24	10,08	912	46,88	303,04	

**Prilog A.5.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 5, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 23.06.2015.)

Ploha: 5 Predjel: Hrmotine Postanak: prirodna sastojina Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 28% Ekspozicija: JZ Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 5% Nadmorska visina: 370 m n.v.  
 Koordinate: 5 495 465; 4 976 822

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20	1	0,03	0,14	2	0,06	0,29	1	0,01	0,04	1	0,01	0,04	5	0,11	0,51
	21 - 30	14	0,77	4,01	4	0,18	0,93							18	0,95	4,94
	31 - 40	9	0,85	4,79										9	0,85	4,79
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	24	1,65	8,94	6	0,24	1,22	1	0,01	0,04	1	0,01	0,04	32	1,91	10,24	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20							7	0,11	0,33	4	0,06	0,19	11	0,17	0,52
	21 - 30	1	0,04	0,14	1	0,04	0,14							2	0,08	0,28
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	1	0,04	0,14	1	0,04	0,14	7	0,11	0,33	4	0,06	0,19	13	0,25	0,80	
OTB (crni grab, maklen, mukinja)	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20							8	0,12	0,33	1	0,01	0,03	9	0,13	0,36
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	8	0,12	0,33	1	0,01	0,03	9	0,13	0,36	
Sveukupno	25	1,69	9,08	7	0,28	1,36	16	0,24	0,70	6	0,08	0,26	54	2,29	11,40	
Po hektaru	400	27,04	145,28	112	4,48	21,76	256	3,84	11,20	96	1,28	4,16	864	36,64	182,40	

**Prilog A.6.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 6, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 23.06.2015.)

Ploha: 6 Predjel: Hrmotine Postanak: prirodna sastojina Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 21% Ekspozicija: JZ Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 320 m n.v.  
 Koordinate: 5 495 326; 4 976 625

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				4	0,10	0,47	3	0,08	0,38				7	0,18	0,85
	21 - 30	19	1,07	5,54	4	0,18	0,90	1	0,04	0,18				24	1,29	6,62
	31 - 40	12	1,07	5,74										12	1,07	5,74
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	31	2,14	11,28	8	0,28	1,37	4	0,12	0,56	0	0,00	0,00	43	2,54	13,21	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (crni jasen, crni grab, javor gluhać)	<10													1	0,01	0,02
	11 - 20				2	0,03	0,09	5	0,05	0,17				7	0,08	0,26
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	2	0,03	0,09	6	0,06	0,19	0	0,00	0,00	8	0,09	0,28	
Sveukupno	31	2,14	11,28	10	0,31	1,46	10	0,18	0,75	0	0,00	0,00	51	2,63	13,49	
Po hektaru	496	34,24	180,48	160	4,96	23,36	160	2,88	12,00	0	0,00	0,00	816	42,08	215,84	

**Prilog A.7.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 7, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 23.06.2015.)

Ploha: 7 Predjel: Hrmotine Postanak: prirodna sastojina Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 28% Ekspozicija: SZ Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 5% Nadmorska visina: 280 m n.v.  
 Koordinate: 5 495 148; 4 976 553

Vrsta drveća	Debljinski razred	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		cm	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20		8	0,23	0,72	6	0,10	0,31	6	0,11	0,33			20	0,44	1,36
	21 - 30		23	1,09	3,94									23	1,09	3,94
	31 - 40		3	0,26	0,96									3	0,26	0,96
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		34	1,58	5,62	6	0,10	0,31	6	0,11	0,33	0	0,00	0,00	46	1,79	6,26
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
OTB (crni grab, javor gluhac)	<10													1	0,01	0,02
	11 - 20				1	0,02	0,05	1	0,01	0,02				1	0,02	0,05
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	1	0,02	0,05	1	0,01	0,02	0	0,00	0,00	2	0,03	0,07
Sveukupno		34	1,58	5,62	7	0,12	0,36	7	0,12	0,35	0	0,00	0,00	48	1,82	6,33
Po hektaru		544	25,28	89,92	112	1,92	5,76	112	1,92	5,60	0	0,00	0,00	768	29,12	101,28

**Prilog A.8.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 8, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 24.06.2015.)

Ploha: 8 Predjel: Krivi Put Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 6% Ekspozicija: JZ Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 15% Nadmorska visina: 750 m n.v.  
 Koordinate: 5 495 576; 4 988 379

Vrsta drveća	Debljinski razred	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		cm	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				1	0,03	0,17							1	0,03	0,17
	21 - 30		6	0,35	2,23	2	0,08	0,48						8	0,43	2,71
	31 - 40		13	1,36	9,52									13	1,36	9,52
	41 - 50		3	0,41	2,86									3	0,41	2,86
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		22	2,12	14,61	3	0,11	0,65	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	25	2,23	15,26
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
OTB (crni grab, javor gluhac, obični jasen, lipa i bukva)	<10							4	0,03	0,10				4	0,03	0,10
	11 - 20				5	0,11	0,56	15	0,26	1,27				20	0,37	1,83
	21 - 30				1	0,04	0,24	1	0,04	0,20				2	0,08	0,44
	31 - 40				1	0,08	0,47	1	0,08	0,52				2	0,16	0,99
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	7	0,23	1,27	21	0,41	2,09	0	0,00	0,00	28	0,64	3,36
Sveukupno		22	2,12	14,61	10	0,34	1,92	21	0,41	2,09	0	0,00	0,00	53	2,87	18,62
Po hektaru		352	33,92	233,76	160	5,44	30,72	336	6,56	33,44	0	0,00	0,00	848	45,92	297,92

**Prilog A.9.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 9, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 24.06.2015.)

Ploha: 9 Predjel: Pernica Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 15% Ekspozicija: J Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 730 m n.v.  
 Koordinate: 5 494 154; 4 991 063

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno				
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)							
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )		
Crni bor	<10													0	0,00	0,00		
	11 - 20				7	0,17	1,19	5	0,12	0,85			4	0,08	0,50	16	0,37	2,54
	21 - 30	36	1,94	13,92	8	0,32	2,28	1	0,04	0,26						45	2,30	16,46
	31 - 40	16	1,41	10,11												16	1,41	10,11
	41 - 50															0	0,00	0,00
	51 - 60															0	0,00	0,00
	61 - 70															0	0,00	0,00
	>70															0	0,00	0,00
Ukupno		52	3,35	24,03	15	0,49	3,47	6	0,16	1,11		4	0,08	0,50	77	4,08	29,11	
Hrast medunac	<10															0	0,00	0,00
	11 - 20															0	0,00	0,00
	21 - 30															0	0,00	0,00
	31 - 40															0	0,00	0,00
	41 - 50															0	0,00	0,00
	51 - 60															0	0,00	0,00
	61 - 70															0	0,00	0,00
	>70															0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (cmi grab)	<10															0	0,00	0,00
	11 - 20												1	0,01	0,03	1	0,01	0,03
	21 - 30															0	0,00	0,00
	31 - 40															0	0,00	0,00
	41 - 50															0	0,00	0,00
	51 - 60															0	0,00	0,00
	61 - 70															0	0,00	0,00
	>70															0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00		1	0,01	0,03	1	0,01	0,03	
Sveukupno		52	3,35	24,03	15	0,49	3,47	6	0,16	1,11		5	0,09	0,53	78	4,09	29,14	
Po hektaru		832	53,6	384,48	240	7,84	55,52	96	2,56	17,76		80	1,44	8,48	1248	65,44	466,24	

**Prilog A.10.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 10, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 24.06.2015.)

Ploha: 10 Predjel: Senjska Draga Postanak: prirodna sastojina Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 32% Ekspozicija: S Tlo: rendzina Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 250 m n.v.  
 Koordinate: 5 497 245; 4 980 676

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno				
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)							
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )		
Crni bor	<10															0	0,00	0,00
	11 - 20															0	0,00	0,00
	21 - 30	6	0,34	1,90												6	0,34	1,90
	31 - 40	10	0,97	6,07												10	0,97	6,07
	41 - 50	1	0,16	1,10												1	0,16	1,10
	51 - 60															0	0,00	0,00
	61 - 70															0	0,00	0,00
	>70															0	0,00	0,00
Ukupno		17	1,47	9,07	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00		0	0,00	0,00	17	1,47	9,07	
Hrast medunac	<10															0	0,00	0,00
	11 - 20															0	0,00	0,00
	21 - 30															0	0,00	0,00
	31 - 40															0	0,00	0,00
	41 - 50															0	0,00	0,00
	51 - 60															0	0,00	0,00
	61 - 70															0	0,00	0,00
	>70															0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (cmi jasen, cmi grab, javor gluhac)	<10															0	0,00	0,00
	11 - 20	2	0,02	0,06	6	0,13	0,48	24	0,34	1,06		2	0,03	0,08	34	0,52	1,68	
	21 - 30				5	0,22	0,86					1	0,04	0,14	6	0,26	1,00	
	31 - 40															0	0,00	0,00
	41 - 50															0	0,00	0,00
	51 - 60															0	0,00	0,00
	61 - 70															0	0,00	0,00
	>70															0	0,00	0,00
Ukupno		2	0,02	0,06	11	0,35	1,34	24	0,34	1,06		3	0,07	0,22	40	0,78	2,68	
Sveukupno		19	1,49	9,13	11	0,35	1,34	24	0,34	1,06		3	0,07	0,22	57	2,25	11,75	
Po hektaru		304	23,84	146,08	176	5,60	21,44	384	5,44	16,96		48	1,12	3,52	912	36,00	188,00	

**Prilog A.11.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debeljinskim razredima i etažama (ploha 11, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 25.06.2015.)

Ploha: 11 Predjel: Osmatračnica Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 14% Ekspozicija: Z Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 695 m n.v.  
 Koordinate: 5 496 930; 4 9735 365

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30	4	0,28	1,51	6	0,31	1,65							10	0,59	3,16
	31 - 40	11	1,07	6,08										11	1,07	6,08
	41 - 50	4	0,56	3,34										4	0,56	3,34
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	19	1,91	10,93	6	0,31	1,65	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	25	2,22	12,58	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20							2	0,03	0,09				2	0,03	0,09
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	2	0,03	0,09	0	0,00	0,00	2	0,03	0,09	
OTB (crni jasen, crni grab, maklen, brijest)	<10							4	0,03	0,08				4	0,03	0,08
	11 - 20				1	0,03	0,10	40	0,63	2,04				41	0,66	2,14
	21 - 30							2	0,08	0,29				2	0,08	0,29
	31 - 40							1	0,01	0,02				1	0,01	0,02
	41 - 50							1	0,01	0,05				1	0,01	0,05
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	1	0,03	0,10	48	0,76	2,48	0	0,00	0,00	49	0,79	2,58	
Sveukupno	19	1,91	10,93	7	0,34	1,75	50	0,79	2,57	0	0,00	0,00	76	3,04	15,25	
Po hektaru	304	30,56	174,88	112	5,44	28,00	800	12,64	41,12	0	0,00	0,00	1216	48,64	244,00	

**Prilog A.12.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debeljinskim razredima i etažama (ploha 12, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 25.06.2015.)

Ploha: 12 Predjel: Osmatračnica Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 5% Ekspozicija: Z Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 705 m n.v.  
 Koordinate: 5 497 007; 4 975 450

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20										1	0,02	0,11	1	0,02	0,11
	21 - 30	8	0,51	3,60	8	0,43	3,00	1	0,07	0,50				17	1,01	7,10
	31 - 40	25	2,40	17,79	2	0,16	1,14							27	2,56	18,93
	41 - 50	8	1,23	9,40										8	1,23	9,40
	51 - 60	1	0,20	1,63										1	0,20	1,63
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	42	4,34	32,42	10	0,59	4,14	1	0,07	0,50	1	0,02	0,11	54	5,02	37,17	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
Sveukupno	42	4,34	32,42	10	0,59	4,14	1	0,07	0,50	1	0,02	0,11	54	5,02	37,17	
Po hektaru	672	69,44	518,72	160	9,44	66,24	16	1,12	8,00	16	0,32	1,76	864	80,32	594,72	

**Prilog A.13.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debeljinskim razredima i etažama (ploha 13, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 25.06.2015.)

Ploha: 13 Predjel: Orije Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 8% Ekspozicija: I Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 50% Nadmorska visina: 680 m n.v.  
 Koordinate: 5 496 139; 4 971 035

Vrsta drveća	Debljinski razred	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		cm	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20	1	0,03	0,18	5	0,15	0,82	6	0,09	0,59	1	0,02	0,11	13	0,29	1,70
	21 - 30	12	0,62	3,62	10	0,44	2,61	3	0,12	0,73				25	1,18	6,96
	31 - 40	16	1,55	8,88										16	1,55	8,88
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60	1	0,20	1,17										1	0,20	1,17
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		30	2,40	13,85	15	0,59	3,43	9	0,21	1,32	1	0,02	0,11	55	3,22	18,71
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
OTB (crni grab)	<10							1	0,01	0,02				1	0,01	0,02
	11 - 20							2	0,04	0,14				2	0,04	0,14
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	0,05	0,16	0	0,00	0,00	3	0,05	0,16
Sveukupno		30	2,4	13,85	15	0,59	3,43	12	0,26	1,48	1	0,02	0,11	58	3,27	18,87
Po hektaru		480	38,4	221,6	240	9,44	54,88	192	4,16	23,68	16	0,32	1,76	928	52,32	301,92

**Prilog A.14.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debeljinskim razredima i etažama (ploha 14, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 26.06.2015.)

Ploha: 14 Predjel: Karlobag Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 12% Ekspozicija: S Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 5% Nadmorska visina: 600 m n.v.  
 Koordinate: 5 509 762; 4 931 108

Vrsta drveća	Debljinski razred	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		cm	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				2	0,04	0,17							2	0,04	0,17
	21 - 30	9	0,55	2,93	4	0,20	0,99							13	0,75	3,92
	31 - 40	11	1,11	6,37										11	1,11	6,37
	41 - 50	3	0,48	2,76										3	0,48	2,76
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		23	2,14	12,06	6	0,24	1,16	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	29	2,38	13,22
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
OTB (maklen, crni jasen, crni grab)	<10										1	0,01	0,02	1	0,01	0,02
	11 - 20							5	0,11	0,32	2	0,03	0,08	7	0,14	0,40
	21 - 30							3	0,12	0,37				3	0,12	0,37
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	8	0,23	0,69	3	0,04	0,10	11	0,27	0,79
Sveukupno		23	2,14	12,06	6	0,24	1,16	8	0,23	0,69	3	0,04	0,10	40	2,65	14,01
Po hektaru		368	34,24	192,96	96	3,84	18,56	128	3,68	11,04	48	0,64	1,60	640	42,40	224,16



**Prilog A.15.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 15, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 26.06.2015.)

Ploha: 15 Predjel: Karlobag Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 12% Ekspozicija: SZ Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 3% Nadmorska visina: 595 m n.v.  
 Koordinate: 5 509 689; 4 931 131

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				4	0,12	0,45	5	0,06	0,18	1	0,01	0,03	10	0,19	0,66
	21 - 30	12	0,68	2,99										12	0,68	2,99
	31 - 40	6	0,59	2,97										6	0,59	2,97
	41 - 50										1	0,13	0,72	1	0,13	0,72
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	18	1,27	5,96	4	0,12	0,45	5	0,06	0,18	2	0,14	0,75	29	1,59	7,34	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20							5	0,08	0,17				5	0,08	0,17
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	5	0,08	0,17	0	0,00	0,00	5	0,08	0,17	
OTB (crni grab, maklen, crni jasen)	<10							4	0,03	0,05				4	0,03	0,05
	11 - 20							25	0,32	0,68				25	0,32	0,68
	21 - 30							1	0,06	0,17				1	0,06	0,17
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	30	0,41	0,90	0	0,00	0,00	30	0,41	0,90	
Sveukupno	18	1,27	5,96	4	0,12	0,45	40	0,55	1,25	2	0,14	0,75	64	2,08	8,41	
Po hektaru	288	20,32	95,36	64	1,92	7,20	640	8,80	20,00	32	2,24	12,00	1024	33,28	134,56	

**Prilog A.16.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 16, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 26.06.2015.)

Ploha: 16 Predjel: Karlobag Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 11% Ekspozicija: S Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 610 m n.v.  
 Koordinate: 5 510 625; 4 931 986

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				6	0,28	1,90	1	0,04	0,24				10	0,50	3,38
	21 - 30	3	0,18	1,24										23	2,32	16,61
	31 - 40	22	2,21	15,82	1	0,11	0,79							14	2,04	14,96
	41 - 50	14	2,04	14,96										0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	39	4,43	32,02	7	0,39	2,69	1	0,04	0,24	0	0,00	0,00	47	4,86	34,95	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
Sveukupno	39	4,43	32,02	7	0,39	2,69	1	0,04	0,24	0	0,00	0,00	47	4,86	34,95	
Po hektaru	624	70,88	512,32	112	6,24	43,04	16	0,64	3,84	0	0,00	0,00	752	77,76	559,20	

**Prilog A.17.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 17, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 26.06.2015.)

Ploha: 17 Predjel: Oštarije Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 14% Ekspozicija: S Tlo: crnica Kamenitost plohe: 1% Nadmorska visina: 865 m n.v.  
 Koordinate: 5 510 625; 4 931 986

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10															
	11 - 20				5	0,15	0,79	3	0,08	0,46	3	0,06	0,27	0	0,00	0,00
	21 - 30	22	1,20	6,95	3	0,14	0,79	2	0,09	0,54	1	0,04	0,25	11	0,29	1,52
	31 - 40	25	2,30	13,49										28	1,47	8,53
	41 - 50	4	0,59	3,56										25	2,30	13,49
	51 - 60													4	0,59	3,56
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	51	4,09	24,00	8	0,29	1,58	5	0,17	1,00	4	0,10	0,52	68	4,65	27,10	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (mukinja)	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30	1	0,05	0,19										1	0,05	0,19
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	1	0,05	0,19	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,05	0,19	
Sveukupno	52	4,14	24,19	8	0,29	1,58	5	0,17	1,00	4	0,10	0,52	69	4,70	27,29	
Po hektaru	832	66,24	387,04	128	4,64	25,28	80	2,72	16,00	64	1,60	8,32	1104	75,20	436,64	

**Prilog A.18.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 18, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.06.2015.)

Ploha: 18 Predjel: Orije Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 5% Ekspozicija: SZ Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 740 m n.v.  
 Koordinate: 5 495 528; 4 969 680

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				1	0,03	0,19				2	0,05	0,29	3	0,08	0,48
	21 - 30	5	0,32	2,38	5	0,27	1,93				1	0,05	0,37	11	0,64	4,68
	31 - 40	24	2,36	19,31										24	2,36	19,31
	41 - 50	16	2,49	21,99										16	2,49	21,99
	51 - 60	3	0,74	6,86										3	0,74	6,86
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	48	5,91	50,54	6	0,30	2,12	0	0,00	0,00	3	0,10	0,66	57	6,31	53,32	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
Sveukupno	48	5,91	50,54	6	0,30	2,12	0	0,00	0,00	3	0,10	0,66	57	6,31	53,32	
Po hektaru	768	94,56	808,64	96	4,80	33,92	0	0,00	0,00	48	1,60	10,56	912	100,96	853,12	

**Prilog A.19.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 19, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 10.09.2015.)

Ploha: 19 Predjel: Krstače Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 16% Ekspozicija: SZ Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 35% Nadmorska visina: 730 m n.v.  
 Koordinate: 5 497 910; 4 971 514

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30	4	0,22	1,42										4	0,22	1,42
	31 - 40	6	0,57	3,77										6	0,57	3,77
	41 - 50	2	0,34	2,44										2	0,34	2,44
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	12	1,13	7,63	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (crni grab, crni jasen)	<10							7	0,06	0,14				7	0,06	0,14
	11 - 20							51	0,62	2,00				51	0,62	2,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	58	0,68	2,14	0	0,00	0,00	58	0,68	2,14	
Sveukupno	12	1,13	7,63	0	0,00	0,00	58	0,68	2,14	0	0,00	0,00	70	1,81	9,77	
Po hektaru	192	18,08	122,08	0	0,00	0,00	928	10,88	34,24	0	0,00	0,00	1120	28,96	156,32	

**Prilog A.20.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 20, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.06.2015.)

Ploha: 20 Predjel: Senjska Draga Postanak: prirodna sastojina Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 15% Ekspozicija: SZ Tlo: rendzina Kamenitost plohe: 15% Nadmorska visina: 495 m n.v.  
 Koordinate: 5 496 565; 4 980 316

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				8	0,20	0,87	5	0,10	0,43	1	0,03	0,14	14	0,33	1,44
	21 - 30				2	0,08	0,39	1	0,01	0,02				3	0,09	0,41
	31 - 40	3	0,32	1,76										3	0,32	1,76
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60	1	0,28	1,61										1	0,28	1,61
	61 - 70	3	0,99	5,79										3	0,99	5,79
	81-90	1	0,54	3,23										1	0,54	3,23
Ukupno	8	2,13	12,39	10	0,28	1,26	6	0,11	0,45	1	0,03	0,14	25	2,55	14,24	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (crni grab, javor gluhac, crni jasen)	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				2	0,03	0,14	14	0,16	0,61				16	0,19	0,75
	21 - 30				2	0,10	0,45							2	0,10	0,45
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	4	0,13	0,59	14	0,16	0,61	0	0,00	0,00	18	0,29	1,20	
Sveukupno	8	2,13	12,39	14	0,41	1,85	20	0,27	1,06	1	0,03	0,14	43	2,84	15,44	
Po hektaru	128	34,08	198,24	224	6,56	29,60	320	4,32	16,96	16	0,48	2,24	688	45,44	247,04	

**Prilog A.21.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 21, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 02.07.2015.)

Ploha: 21 Predjel: Podugrinac Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 15% Ekspozicija: SI Tlo: crvenica Kamenitost plohe: 35% Nadmorska visina: 170 m n.v.  
 Koordinate: 5 479 956; 5 002 502

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				2	0,03	0,19	4	0,10	0,70	2	0,03	0,19	8	0,16	1,08
	21 - 30	11	0,63	4,32	8	0,41	2,80	1	0,04	0,25				20	1,08	7,37
	31 - 40	11	1,04	7,16										11	1,04	7,16
	41 - 50	3	0,44	3,01										3	0,44	3,01
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	25	2,11	14,49	10	0,44	2,99	5	0,14	0,95	2	0,03	0,19	42	2,72	18,62	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				1	0,02	0,07							1	0,02	0,07
	21 - 30	1	0,05	0,19										1	0,05	0,19
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	1	0,05	0,19	1	0,02	0,07	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	2	0,07	0,26	
OTB (crni grab, crni jasen, brijest)	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				3	0,06	0,24	6	0,11	0,48	1	0,01	0,05	10	0,18	0,77
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	3	0,06	0,24	6	0,11	0,48	1	0,01	0,05	10	0,18	0,77	
Sveukupno	26	2,16	14,68	14	0,52	3,30	11	0,25	1,43	3	0,04	0,24	54	2,97	19,65	
Po hektaru	416	34,56	234,88	224	8,32	52,80	176	4,00	22,88	48	0,64	3,84	864	47,52	314,40	

**Prilog A.22.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 22, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 02.07.2015.)

Ploha: 22 Predjel: Podugrinac Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 10% Ekspozicija: SJ Tlo: crvenica Kamenitost plohe: 30% Nadmorska visina: 175 m n.v.  
 Koordinate: 5 479 933; 5 002 598

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				4	0,11	0,75	2	0,05	0,31	2	0,04	0,23	8	0,20	1,29
	21 - 30	30	1,69	13,25	3	0,13	1,01	1	0,04	0,28				34	1,86	14,54
	31 - 40	14	1,30	10,42	1	0,08	0,62							15	1,38	11,04
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	44	2,99	23,67	8	0,32	2,38	3	0,09	0,59	2	0,04	0,23	57	3,44	26,87	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30				1	0,05	0,30							1	0,05	0,30
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	1	0,05	0,30	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,05	0,30	
OTB (bjelogabič, crni jasen, bagrem, crni grab)	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20							3	0,03	0,10	4	0,04	0,14	7	0,07	0,24
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	0,03	0,10	7	0,06	0,20	10	0,09	0,30	
Sveukupno	44	2,99	23,67	9	0,37	2,68	6	0,12	0,69	9	0,10	0,43	68	3,58	27,47	
Po hektaru	704	47,84	378,72	144	5,92	42,88	96	1,92	11,04	144	1,60	6,88	1088	57,28	439,52	

**Prilog A.23.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 23, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 02.07.2015.)

Ploha: 23 Predjel: Podugrinac Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 15% Ekspozicija: SI Tlo: crvenica Kamenitost plohe: 10% Nadmorska visina: 185 m n.v.  
 Koordinate: 5 479 866; 5 002 656

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno				
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)							
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )		
Crni bor	<10													0	0,00	0,00		
	11 - 20													0	0,00	0,00		
	21 - 30													0	0,00	0,00		
	31 - 40	10	1,07	8,44										10	1,07	8,44		
	41 - 50	6	0,92	7,87										6	0,92	7,87		
	51 - 60													0	0,00	0,00		
	61 - 70													0	0,00	0,00		
	>70													0	0,00	0,00		
Ukupno	16	1,99	16,31	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	16	1,99	16,31
Hrast medunac	<10							2	0,03	0,11								
	11 - 20																	
	21 - 30				1	0,06	0,34											
	31 - 40				2	0,20	1,28											
	41 - 50				1	0,13	0,85											
	51 - 60																	
	61 - 70																	
	>70																	
Ukupno	0	0,00	0,00	4	0,39	2,47	2	0,03	0,11	0	0,00	0,00	6	0,42	2,58			
OTB (bjelogabič, crni jasen, crni grab, bagrem)	<10				1	0,03	0,16	23	0,30	1,33								
	11 - 20																	
	21 - 30																	
	31 - 40																	
	41 - 50																	
	51 - 60																	
	61 - 70																	
	>70																	
Ukupno	0	0,00	0,00	1	0,03	0,16	24	0,31	1,36	0	0,00	0,00	25	0,34	1,52			
Sveukupno	16	1,99	16,31	5	0,42	2,63	26	0,34	1,47	0	0,00	0,00	47	2,75	20,41			
Po hektaru	256	31,84	260,96	80	6,72	42,08	416	5,44	23,52	0	0,00	0,00	752	44,00	326,56			

**Prilog A.24.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 24, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 09.09.2015.)

Ploha: 24 Predjel: Vinište Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 15% Ekspozicija: Z Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 35% Nadmorska visina: 450 m n.v.  
 Koordinate: 5 489 892; 4 996 938

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30				1	0,05	0,24	3	0,20	1,18						
	31 - 40	5	0,58	3,41	1	0,08	0,45									
	41 - 50	5	0,72	4,27												
	51 - 60															
	61 - 70															
	>70															
Ukupno	10	1,30	7,68	2	0,13	0,69	3	0,20	1,18	0	0,00	0,00	15	1,63	9,55	
Hrast medunac	<10							1	0,01	0,01						
	11 - 20															
	21 - 30							5	0,13	0,42	3	0,06	0,17	8	0,19	0,59
	31 - 40															
	41 - 50															
	51 - 60															
	61 - 70															
	>70															
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	6	0,14	0,43	3	0,06	0,17	9	0,20	0,60	
OTB (maklen, crni jasen)	<10							1	0,01	0,01						
	11 - 20				1	0,03	0,10	1	0,01	0,02						
	21 - 30				3	0,17	0,69	7	0,36	1,43						
	31 - 40				1	0,08	0,33									
	41 - 50															
	51 - 60															
	61 - 70															
	>70															
Ukupno	0	0,00	0,00	5	0,28	1,12	9	0,38	1,46	0	0,00	0,00	14	0,66	2,58	
Sveukupno	10	1,3	7,68	7	0,41	1,81	18	0,72	3,07	3	0,06	0,17	38	2,49	12,73	
Po hektaru	160	20,8	122,88	112	6,56	28,96	288	11,52	49,12	48	0,96	2,72	608	39,84	203,68	

**Prilog A.25.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 25, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 09.09.2015.)

Ploha: 25 Predjel: Bile Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 6% Ekspozicija: JZ Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 2% Nadmorska visina: 470 m n.v.  
 Koordinate: 5 492 230; 4 991 157

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				1	0,03	0,17	2	0,05	0,28				3	0,08	0,45
	21 - 30	6	0,39	2,30	6	0,27	1,64						12	0,66	3,94	
	31 - 40	17	1,73	10,48									17	1,73	10,48	
	41 - 50												0	0,00	0,00	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	23	2,12	12,78	7	0,30	1,81	2	0,05	0,28	0	0,00	0,00	32	2,47	14,87	
Hrast medunac	<10												0	0,00	0,00	
	11 - 20												0	0,00	0,00	
	21 - 30												0	0,00	0,00	
	31 - 40												0	0,00	0,00	
	41 - 50												0	0,00	0,00	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (crni grab, crni jasen)	<10												0	0,00	0,00	
	11 - 20				3	0,04	0,13	8	0,12	0,41			11	0,16	0,54	
	21 - 30												0	0,00	0,00	
	31 - 40												0	0,00	0,00	
	41 - 50												0	0,00	0,00	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	0	0,00	0,00	3	0,04	0,13	8	0,12	0,41	0	0,00	0,00	11	0,16	0,54	
Sveukupno	23	2,12	12,78	10	0,34	1,94	10	0,17	0,69	0	0,00	0,00	43	2,63	15,41	
Po hektaru	368	33,92	204,48	160	5,44	31,04	160	2,72	11,04	0	0,00	0,00	688	42,08	246,56	

**Prilog A.26.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 26, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 09.09.2015.)

Ploha: 26 Predjel: Bile Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 5% Ekspozicija: Z Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 2% Nadmorska visina: 460 m n.v.  
 Koordinate: 5 492 173; 4 991 202

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20							23	0,39	2,00				23	0,39	2,00
	21 - 30	7	0,46	2,74	4	0,16	0,95	3	0,14	0,75			14	0,76	4,44	
	31 - 40	11	1,11	6,56				1	0,08	0,46			12	1,19	7,02	
	41 - 50	1	0,17	0,98									1	0,17	0,98	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	19	1,74	10,28	4	0,16	0,95	27	0,61	3,21	0	0,00	0,00	50	2,51	14,44	
Hrast medunac	<10												0	0,00	0,00	
	11 - 20												0	0,00	0,00	
	21 - 30												0	0,00	0,00	
	31 - 40												0	0,00	0,00	
	41 - 50												0	0,00	0,00	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (crni grab, crni jasen)	<10												1	0,01	0,02	
	11 - 20							1	0,01	0,03			1	0,01	0,03	
	21 - 30												0	0,00	0,00	
	31 - 40												0	0,00	0,00	
	41 - 50												0	0,00	0,00	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,01	0,03	1	0,01	0,02	2	0,02	0,05	
Sveukupno	19	1,74	10,28	4	0,16	0,95	28	0,62	3,24	1	0,01	0,02	52	2,53	14,49	
Po hektaru	304	27,84	164,48	64	2,56	15,20	448	9,92	51,84	16	0,16	0,32	832	40,48	231,84	

**Prilog A.27.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 27, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 10.09.2015.)

Ploha: 27 Predjel: Rasadnik Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 28% Ekspozicija: SZ Tlo: crvenica Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 20 m n.v.  
 Koordinate: 5 476 738; 5 004 465

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20							1	0,02	0,08				1	0,02	0,08
	21 - 30	1	0,07	0,47	2	0,13	0,85	2	0,09	0,52	1	0,05	0,32	6	0,34	2,16
	31 - 40	5	0,52	3,81							1	0,10	0,74	6	0,62	4,55
	41 - 50	4	0,62	4,94										4	0,62	4,94
	51 - 60	1	0,26	2,28										1	0,26	2,28
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	11	1,47	11,50	2	0,13	0,85	3	0,11	0,60	2	0,15	1,06	18	1,86	14,01	
Hrast medunac	<10							1	0,01	0,02				1	0,01	0,02
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,01	0,02	0	0,00	0,00	1	0,01	0,02	
OTB (bjelogabić, maklen, crni grab, crni jasen, brijest)	<10							2	0,02	0,03				2	0,02	0,03
	11 - 20							17	0,28	0,99	2	0,03	0,11	19	0,31	1,10
	21 - 30							4	0,21	1,00				4	0,21	1,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	23	0,51	2,02	2	0,03	0,11	25	0,54	2,13	
Sveukupno	11	1,47	11,5	2	0,13	0,85	27	0,63	2,64	4	0,18	1,17	44	2,41	16,16	
Po hektaru	176	23,52	184	32	2,08	13,60	432	10,08	42,24	64	2,88	18,72	704	38,56	258,56	

**Prilog A.28.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 28, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 10.09.2015.)

Ploha: 28 Predjel: Rasadnik Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 29% Ekspozicija: Z Tlo: crvenica Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 25 m n.v.  
 Koordinate: 5 476 839; 5 004 666

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30	8	0,47	3,28	3	0,13	0,81				2	0,12	0,82	13	0,72	4,91
	31 - 40	16	1,49	10,82							1	0,09	0,63	17	1,58	11,45
	41 - 50	4	0,60	4,43										4	0,60	4,43
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	28	2,56	18,53	3	0,13	0,81	0	0,00	0,00	3	0,21	1,45	34	2,90	20,79	
Hrast medunac	<10							1	0,01	0,02				1	0,01	0,02
	11 - 20							1	0,01	0,03				1	0,01	0,03
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	2	0,02	0,05	0	0,00	0,00	2	0,02	0,05	
OTB (crni grab, maklen)	<10							1	0,01	0,02				1	0,01	0,02
	11 - 20							1	0,02	0,05				1	0,02	0,05
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	2	0,03	0,07	0	0,00	0,00	2	0,03	0,07	
Sveukupno	28	2,56	18,53	3	0,13	0,81	4	0,05	0,12	3	0,21	1,45	38	2,95	20,91	
Po hektaru	448	40,96	296,48	48	2,08	12,96	64	0,80	1,92	48	3,36	23,20	608	47,20	334,56	

**Prilog A.29.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 29, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 10.09.2015.)

Ploha: 29 Predjel: Rasadnik Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 27% Ekspozicija: Z Tlo: crvenica Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 20 m n.v.  
 Koordinate: 5 476 700; 5 004 392

Vrsta drveća	Debljinski razred	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		cm	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													1	0,03	0,25
	21 - 30	4	0,28	2,60	7	0,39	3,58							3	0,16	1,49
	31 - 40	19	1,91	19,04	1	0,08	0,75							20	1,99	19,79
	41 - 50	7	1,01	10,41										7	1,01	10,41
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	30	3,20	32,05	8	0,47	4,33	0	0,00	0,00	4	0,19	1,74	42	3,86	38,12	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (bjelogabić, crni grab, maklen, hrast crnika)	<10							4	0,03	0,07				4	0,03	0,07
	11 - 20							14	0,17	0,50				14	0,17	0,50
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	18	0,20	0,57	0	0,00	0,00	18	0,20	0,57	
Sveukupno	30	3,2	32,05	8	0,47	4,33	18	0,20	0,57	4	0,19	1,74	60	4,06	38,69	
Po hektaru	480	51,2	512,8	128	7,52	69,28	288	3,20	9,12	64	3,04	27,84	960	64,96	619,04	

**Prilog A.30.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 30, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 11.09.2015.)

Ploha: 30 Predjel: Slani Potok Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 11% Ekspozicija: Z Tlo: rendzina Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 240 m n.v.  
 Koordinate: 5 477 736; 5 007 056

Vrsta drveća	Debljinski razred	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		cm	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				1	0,03	0,20							2	0,05	0,36
	21 - 30	7	0,41	3,11	6	0,33	2,46							2	0,08	0,57
	31 - 40	23	2,25	18,23	1	0,08	0,62							24	2,33	18,84
	41 - 50	2	0,26	2,28										2	0,26	2,28
	51 - 60	1	0,22	1,96										1	0,22	1,96
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	33	3,15	25,58	8	0,44	3,28	0	0,00	0,00	4	0,13	0,92	45	3,72	29,78	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20							1	0,01	0,03				1	0,01	0,03
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,01	0,03	0	0,00	0,00	1	0,01	0,03	
OTB (brijest)	<10							2	0,02	0,02				2	0,02	0,02
	11 - 20							4	0,06	0,42				4	0,06	0,42
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	6	0,08	0,44	0	0,00	0,00	6	0,08	0,44	
Sveukupno	33	3,147	25,575	8	0,44	3,28	7	0,09	0,47	4	0,13	0,92	52	3,81	30,25	
Po hektaru	528	50,352	409,2	128	7,02	52,42	112	1,46	7,55	64	2,08	14,78	832	60,91	483,95	



**Prilog A.31.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 31, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 11.09.2015.)

Ploha: 31 Predjel: Slani Potok Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 7% Ekspozicija: razne Tlo: rendzina Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 250 m n.v.  
 Koordinate: 5 477 805; 5 007 067

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno			
		Dominantna etaža (A)			Nuzgredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)						
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	
Cmi bor	<10												0	0,00	0,00		
	11 - 20	2	0,04	0,21	1	0,03	0,17					3	0,04	0,15	6	0,11	0,53
	21 - 30	3	0,20	1,32	5	0,23	1,42	2	0,09	0,54				10	0,52	3,28	
	31 - 40	13	1,35	9,71	2	0,19	1,35							15	1,54	11,06	
	41 - 50	6	0,89	6,78										6	0,89	6,78	
	51 - 60	4	0,95	7,54										4	0,95	7,54	
	61 - 70													0	0,00	0,00	
	>70													0	0,00	0,00	
Ukupno	28	3,43	25,56	8	0,45	2,94	2	0,09	0,54	3	0,04	0,15	41	4,01	29,19		
Hrast medunac	<10							1	0,01	0,02				1	0,01	0,02	
	11 - 20	2	0,02	0,06	1	0,02	0,09	6	0,08	0,27				9	0,12	0,42	
	21 - 30	2	0,10	0,48										2	0,10	0,48	
	31 - 40													0	0,00	0,00	
	41 - 50													0	0,00	0,00	
	51 - 60													0	0,00	0,00	
	61 - 70													0	0,00	0,00	
	>70													0	0,00	0,00	
Ukupno	4	0,12	0,54	1	0,02	0,09	7	0,09	0,29	0	0,00	0,00	12	0,23	0,92		
OTB (cmi grab, brijest, klen)	<10												0	0,00	0,00		
	11 - 20	3	0,05	0,16				3	0,03	0,09				6	0,08	0,25	
	21 - 30	1	0,04	0,16										1	0,04	0,16	
	31 - 40													0	0,00	0,00	
	41 - 50													0	0,00	0,00	
	51 - 60													0	0,00	0,00	
	61 - 70													0	0,00	0,00	
	>70													0	0,00	0,00	
Ukupno	4	0,09	0,32	0	0,00	0,00	3	0,03	0,09	0	0,00	0,00	7	0,12	0,41		
Sveukupno	36	3,64	26,42	9	0,47	3,03	12	0,21	0,92	3	0,04	0,15	60	4,36	30,52		
Po hektaru	576	58,24	422,72	144	7,52	48,48	192	3,36	14,72	48	0,64	2,40	960	69,76	488,32		

**Prilog A.32.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 32, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 11.09.2015.)

Ploha: 32 Predjel: Slani Potok Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 14% Ekspozicija: J Tlo: rendzina Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 220 m n.v.  
 Koordinate: 5 477 632; 5 007 339

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Cmi bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20	1	0,03	0,18	8	0,19	1,07	2	0,03	0,15	2	0,02	0,09	13	0,27	1,48
	21 - 30	7	0,39	2,63	2	0,08	0,45				1	0,07	0,47	10	0,53	3,56
	31 - 40	7	0,76	5,60										9	0,98	7,13
	41 - 50	2	0,33	2,47							2	0,22	1,53	2	0,33	2,47
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	17	1,50	10,89	10	0,27	1,51	2	0,03	0,15	5	0,31	2,09	34	2,11	14,64	
Hrast medunac	<10							1	0,01	0,02				1	0,01	0,02
	11 - 20				3	0,07	0,38	6	0,08	0,37				9	0,15	0,75
	21 - 30				2	0,08	0,42							2	0,08	0,42
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	5	0,15	0,80	7	0,09	0,39	0	0,00	0,00	12	0,24	1,19	
OTB (brijest, bagrem, cmi jasen)	<10							1	0,01	0,02	1	0,01	0,02	2	0,02	0,05
	11 - 20	3	0,09	0,49	6	0,12	0,58	11	0,14	0,57				20	0,35	1,65
	21 - 30				2	0,09	0,53							2	0,09	0,53
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	3	0,09	0,49	8	0,21	1,11	12	0,15	0,60	1	0,01	0,02	24	0,45	2,22	
Sveukupno	20	1,592	11,379	23	0,62	3,42	21	0,27	1,13	6	0,31	2,11	70	2,80	18,04	
Po hektaru	320	25,472	182,064	368	9,97	54,74	336	4,27	18,10	96	5,01	33,79	1120	44,72	288,69	

**Prilog A.33.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 33, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.10.2015.)

Ploha: 33 Predjel: Grobnik Postanak: prirodna sastojina Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 8% Ekspozicija: SZ Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 700 m n.v.  
 Koordinate: 5 458 792, 5 031 714

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10															
	11 - 20				9	0,22	1,04	11	0,17	0,70				0	0,00	0,00
	21 - 30				7	0,33	1,79							20	0,39	1,74
	31 - 40	7	0,83	4,88										7	0,83	4,88
	41 - 50	4	0,65	3,89										4	0,65	3,89
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		11	1,48	8,77	16	0,55	2,83	11	0,17	0,70	0	0,00	0,00	38	2,20	12,30
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
OTB (mukinja, crni grab, crni jasen)	<10							5	0,07	0,22				0	0,00	0,00
	11 - 20													5	0,07	0,22
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	5	0,07	0,22	0	0,00	0,00	5	0,07	0,22
Sveukupno		11	1,48	8,77	16	0,55	2,83	16	0,24	0,92	0	0,00	0,00	43	2,27	12,52
Po hektaru		176	23,68	140,32	256	8,80	45,28	256	3,84	14,72	0	0,00	0,00	688	36,32	200,32

**Prilog A.34.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 34, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.10.2015.)

Ploha: 34 Predjel: Grobnik Postanak: prirodna sastojina Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 4% Ekspozicija: Z Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 690 m n.v.  
 Koordinate: 5 458 700, 5 031 601

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10							1	0,01	0,04				1	0,01	0,04
	11 - 20				1	0,03	0,16	14	0,26	1,44	2	0,03	0,14	17	0,32	1,74
	21 - 30	1	0,07	0,36	4	0,20	1,09	1	0,04	0,20				6	0,31	1,65
	31 - 40	4	0,43	2,23										4	0,43	2,23
	41 - 50	4	0,63	3,23										4	0,63	3,23
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		9	1,13	5,82	5	0,23	1,25	16	0,31	1,68	2	0,03	0,14	32	1,70	8,89
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20							1	0,02	0,05				1	0,02	0,05
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,02	0,05	0	0,00	0,00	1	0,02	0,05
OTB (mukinja, crni grab, crni jasen, jarebika)	<10				1	0,01	0,03	1	0,01	0,02				2	0,02	0,05
	11 - 20							6	0,09	0,27	1	0,01	0,05	7	0,10	0,32
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	1	0,01	0,03	7	0,10	0,29	1	0,01	0,05	9	0,12	0,37
Sveukupno		9	1,13	5,82	6	0,24	1,28	24	0,43	2,02	3	0,04	0,19	42	1,84	9,31
Po hektaru		144	18,08	93,12	96	3,84	20,48	384	6,88	32,32	48	0,64	3,04	672	29,44	148,96

**Prilog A.35.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 35, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.10.2015.)

Ploha: 35 Predjel: Grobnik Postanak: prirodna sastojina Vegetacijska zona: epimediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 5% Ekspozicija: JI Tlo: kalkokambisol Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 685 m n.v.  
 Koordinate: 5 458 679; 5 031 485

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10				10	0,23	0,98	1	0,01	0,03	4	0,03	0,11	5	0,04	0,14
	11 - 20				15	0,64	2,85	25	0,33	1,39	7	0,08	0,35	42	0,64	2,72
	21 - 30	3	0,17	0,77	1	0,11	0,50						18	0,81	3,62	
	31 - 40	10	1,00	4,59									11	1,11	5,09	
	41 - 50	1	0,16	0,74									1	0,16	0,74	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	14	1,33	6,10	26	0,98	4,33	26	0,34	1,42	11	0,11	0,46	77	2,76	12,31	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (crni jasen, crni grab, mukinja)	<10				1	0,02	0,08	1	0,01	0,02	1	0,01	0,02	2	0,02	0,04
	11 - 20				1	0,04	0,13	8	0,10	0,29				9	0,12	0,37
	21 - 30												1	0,04	0,13	
	31 - 40												0	0,00	0,00	
	41 - 50												0	0,00	0,00	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	0	0,00	0,00	2	0,06	0,21	9	0,11	0,31	1	0,01	0,02	12	0,18	0,54	
Sveukupno	14	1,33	6,1	28	1,04	4,54	35	0,45	1,73	12	0,12	0,48	89	2,94	12,85	
Po hektaru	224	21,28	97,6	448	16,64	72,64	560	7,20	27,68	192	1,92	7,68	1424	47,04	205,60	

**Prilog A.36.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 36, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 28.10.2015.)

Ploha: 36 Predjel: Drivenik Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: prekinut  
 Nagib plohe: 15% Ekspozicija: I Tlo: rendzina Kamenitost plohe: 0% Nadmorska visina: 100 m n.v.  
 Koordinate: 5 472 951; 5 010 180

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10				1	0,03	0,18	6	0,16	0,93	4	0,06	0,29	0	0,00	0,00
	11 - 20				14	0,76	5,42	5	0,21	1,40	2	0,10	0,73	11	0,25	1,40
	21 - 30	1	0,06	0,42										22	1,13	7,97
	31 - 40	15	1,44	10,97				1	0,08	0,58				16	1,52	11,55
	41 - 50	4	0,61	5,08										4	0,61	5,08
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	20	2,11	16,47	15	0,79	5,60	12	0,45	2,91	6	0,16	1,02	53	3,51	26,00	
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30				1	0,05	0,26							1	0,05	0,26
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	0	0,00	0,00	1	0,05	0,26	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,05	0,26	
OTB (brijest, klen)	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				2	0,05	0,28	11	0,16	0,70				13	0,21	0,98
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40	1	0,08	0,55										1	0,08	0,55
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno	1	0,08	0,55	2	0,05	0,28	11	0,16	0,70	0	0,00	0,00	14	0,29	1,53	
Sveukupno	21	2,19	17,02	18	0,89	6,14	23	0,61	3,61	6	0,16	1,02	68	3,85	27,79	
Po hektaru	336	35,04	272,32	288	14,24	98,24	368	9,76	57,76	96	2,56	16,32	1088	61,60	444,64	

**Prilog A.37.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 37, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 28.10.2015.)

Ploha: 37 Predjel: Zorički Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: rub  
 Nagib plohe: 7% Ekspozicija: Z Tlo: crvenica Kamenitost plohe: 25% Nadmorska visina: 250 m n.v.  
 Koordinate: 5 478 436; 5 003 368

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10															
	11 - 20				1	0,03	0,14	3	0,07	0,46	6	0,10	0,57	10	0,20	1,17
	21 - 30	11	0,59	3,39	6	0,27	1,56	3	0,14	0,80	1	0,05	0,29	21	1,05	6,04
	31 - 40	3	0,26	1,50							1	0,08	0,44	4	0,34	1,94
	41 - 50	3	0,45	2,54									3	0,45	2,54	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	17	1,30	7,43	7	0,30	1,70	6	0,21	1,26	8	0,23	1,30	38	2,04	11,69	
Hrast medunac	<10															
	11 - 20							8	0,14	0,34				8	0,14	0,34
	21 - 30							1	0,04	0,10				1	0,04	0,10
	31 - 40												0	0,00	0,00	
	41 - 50												0	0,00	0,00	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	9	0,18	0,44	0	0,00	0,00	9	0,18	0,44	
OTB (crni jasen)	<10							1	0,01	0,02				1	0,01	0,02
	11 - 20							3	0,05	0,12				3	0,05	0,12
	21 - 30												0	0,00	0,00	
	31 - 40												0	0,00	0,00	
	41 - 50												0	0,00	0,00	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	4	0,06	0,14	0	0,00	0,00	4	0,06	0,14	
Sveukupno	17	1,3	7,43	7	0,30	1,70	19	0,45	1,84	8	0,23	1,30	51	2,28	12,27	
Po hektaru	272	20,8	118,88	112	4,80	27,20	304	7,20	29,44	128	3,68	20,80	816	36,48	196,32	

**Prilog A.38.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 38, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.07.2016.)

Ploha: 38 Predjel: Zorički Postanak: šumska kultura Vegetacijska zona: submediteran Stupanj sklopa: potpun  
 Nagib plohe: 8% Ekspozicija: J Tlo: crvenica Kamenitost plohe: 15% Nadmorska visina: 255 m n.v.  
 Koordinate: 5 478 466; 5 003 352

Vrsta drveća	Debljinski razred cm	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgedna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Crni bor	<10															
	11 - 20				6	0,16	1,05	11	0,25	1,61	3	0,06	0,39	20	0,48	3,05
	21 - 30	22	1,31	9,48	10	0,45	3,21	2	0,07	0,50	1	0,05	0,37	35	1,87	13,56
	31 - 40	12	1,08	8,27									12	1,08	8,27	
	41 - 50	3	0,41	3,35									3	0,41	3,35	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	37	2,79	21,10	16	0,61	4,26	13	0,32	2,11	4	0,11	0,75	70	3,83	28,23	
Hrast medunac	<10															
	11 - 20												0	0,00	0,00	
	21 - 30												0	0,00	0,00	
	31 - 40												0	0,00	0,00	
	41 - 50												0	0,00	0,00	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
OTB (crni grab)	<10															
	11 - 20							1	0,01	0,02				1	0,01	0,02
	21 - 30												0	0,00	0,00	
	31 - 40												0	0,00	0,00	
	41 - 50												0	0,00	0,00	
	51 - 60												0	0,00	0,00	
	61 - 70												0	0,00	0,00	
	>70												0	0,00	0,00	
Ukupno	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,01	0,02	0	0,00	0,00	1	0,01	0,02	
Sveukupno	37	2,791	21,102	16	0,61	4,26	14	0,33	2,13	4	0,11	0,75	71	3,84	28,25	
Po hektaru	592	44,656	337,632	256	9,76	68,21	224	5,33	34,14	64	1,73	12,06	1136	61,47	452,05	

**Prilog A.39.** Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima i etažama (ploha 39, površina 25 x 25 m ili 625 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.07.2016.)

Ploha: 39

Predjel: Zoričići

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Nagib plohe: 18%

Ekspozicija: J

Tlo: crvenica

Kamenitost plohe: 50%

Nadmorska visina: 260 m n.v.

Koordinate: 5 478 500; 5 003 375

Vrsta drveća	Debljinski razred	Proizvodni dio sastojine						Pomoćni dio sastojine						Ukupno		
		Dominantna etaža (A)			Nuzgredna etaža (B)			Podstojna etaža (C)			Sušci (D)					
		cm	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N (kom.)	G (m <sup>2</sup> )
Crni bor	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				4	0,11	0,62	6	0,15	0,84	3	0,05	0,25	13	0,31	1,71
	21 - 30	17	1,05	6,62	14	0,62	3,91	1	0,04	0,22				32	1,70	10,74
	31 - 40	13	1,11	7,30										13	1,11	7,30
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		30	2,16	13,92	18	0,73	4,53	7	0,19	1,06	3	0,05	0,25	58	3,12	19,75
Hrast medunac	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20				1	0,02	0,06	1	0,01	0,02				2	0,03	0,09
	21 - 30													0	0,00	0,00
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	1	0,02	0,06	1	0,01	0,02	0	0,00	0,00	2	0,03	0,09
OTB (maklen)	<10													0	0,00	0,00
	11 - 20													0	0,00	0,00
	21 - 30							3	0,13	0,37				3	0,13	0,37
	31 - 40													0	0,00	0,00
	41 - 50													0	0,00	0,00
	51 - 60													0	0,00	0,00
	61 - 70													0	0,00	0,00
	>70													0	0,00	0,00
Ukupno		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	0,13	0,37	0	0,00	0,00	3	0,13	0,37
Sveukupno		30	2,157	13,919	19	0,75	4,59	11	0,33	1,45	3	0,05	0,25	63	3,29	20,21
Po hektaru		480	34,512	222,704	304	12,03	73,41	176	5,26	23,22	48	0,78	3,97	1008	52,59	323,30

## Prilog B – Struktura pomlatka

**Prilog B.1.** Struktura pomlatka (ploha 1, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 12.06.2015.)

Ploha: 1

Predjel: Tuhobić

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	1		1		2	1481
OTB		2	1		3	2222
Crni jasen		1			1	741
Crni grab		1			1	741
Bjelograbić					0	0
Ukupno	1	4	2	0	7	
Po hektaru	741	2963	1481	0		5185

**Prilog B.2.** Struktura pomlatka (ploha 2, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 12.06.2015.)

Ploha: 2

Predjel: Tuhobić

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB		2			2	1481
Crni jasen		1	2		3	2222
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
Ukupno	0	3	2	0	5	
Po hektaru	0	2222	1481	0		3704

**Prilog B.3.** Struktura pomlatka (ploha 3, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 18.06.2015.)

Ploha: 3

Predjel: Drivenik

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	38	4			42	31111
OTB	7	4			11	8148
Crni jasen	36	15	10	6	67	49630
Crni grab		1			1	741
Bjelograbić		2	2		4	2963
Ukupno	81	26	12	6	125	
Po hektaru	60000	19259	8889	4444		92593

**Prilog B.4.** Struktura pomlatka (ploha 4, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 18.06.2015.)

Ploha: 4

Predjel: Drivenik

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	5				5	3704
OTB		2			2	1481
Crni jasen	16	13	5	3	37	27407
Crni grab					0	0
Bjelograbić			1		1	741
Ukupno	21	15	6	3	45	
Po hektaru	15556	11111	4444	2222		33333

**Prilog B.5.** Struktura pomlatka (ploha 5, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 23.06.2015.)

Ploha: 5

Predjel: Hrmatine

Postanak: prirodna sastojina

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	4	1			5	3704
OTB	37	20			57	42222
Crni jasen	31	13	3	8	55	40741
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
Ukupno	72	34	3	8	117	
Po hektaru	53333	25185	2222	5926		86667

**Prilog B.6.** Struktura pomlatka (ploha 6, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 23.06.2015.)

Ploha: 6

Predjel: Hrmatine

Postanak: prirodna sastojina

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	8				8	5926
OTB	12	14	6	1	33	24444
Crni jasen	9	17	6	1	33	24444
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
Ukupno	29	31	12	2	74	
Po hektaru	21481	22963	8889	1481		54815

**Prilog B.7.** Struktura pomlatka (ploha 7, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 23.06.2015.)

Ploha: 7

Predjel: Hrmotine

Postanak: prirodna sastojina

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	2				2	1481
OTB		2		1	3	2222
Crni jasen	13	13	5	7	38	28148
Crni grab		3	1	1	5	3704
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>48</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>11111</b>	<b>13333</b>	<b>4444</b>	<b>6667</b>		<b>35556</b>

**Prilog B.8.** Struktura pomlatka (ploha 8, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 24.06.2015.)

Ploha: 8

Predjel: Krivi Put

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB	7	7	2		16	11852
Crni jasen	5	3	1	1	10	7407
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>8889</b>	<b>7407</b>	<b>2222</b>	<b>741</b>		<b>19259</b>

**Prilog B.9.** Struktura pomlatka (ploha 9, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 24.06.2015.)

Ploha: 9

Predjel: Pernica

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	1				1	741
OTB	4	3	1		8	5926
Crni jasen	1	2			3	2222
Crni grab	3	2			5	3704
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>6667</b>	<b>5185</b>	<b>741</b>	<b>0</b>		<b>12593</b>



**Prilog B.10.** Struktura pomlatka (ploha 10, plohe S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 24.06.2015.)

Ploha: 10

Predjel: Senjska Draga

Postanak: prirodna sastojina

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB	14	8	2		24	17778
Crni jasen	1				1	741
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>11111</b>	<b>5926</b>	<b>1481</b>	<b>0</b>		<b>18519</b>

**Prilog B.11.** Struktura pomlatka (ploha 11, plohe S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 25.06.2015.)

Ploha: 11

Predjel: Osmatračnica

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB	5	4	1		10	7407
Crni jasen	8	3	2	2	15	11111
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>9630</b>	<b>5185</b>	<b>2222</b>	<b>1481</b>		<b>18519</b>

**Prilog B.12.** Struktura pomlatka (ploha 12, plohe S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 25.06.2015.)

Ploha: 12

Predjel: Osmatračnica

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	13	3			16	11852
OTB	1		1	1	3	2222
Crni jasen		2		1	3	2222
Crni grab		4	1	1	6	4444
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>10370</b>	<b>6667</b>	<b>1481</b>	<b>2222</b>		<b>20741</b>

**Prilog B.13.** Struktura pomlatka (ploha 13, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 25.06.2015.)

Ploha: 13

Predjel: Orije

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB		2	1	1	4	2963
Crni jasen	2	2			4	2963
Crni grab		5			5	3704
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>1481</b>	<b>6667</b>	<b>741</b>	<b>741</b>		<b>9630</b>

**Prilog B.14.** Struktura pomlatka (ploha 14, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 26.06.2015.)

Ploha: 14

Predjel: Karlobag

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	2				2	1481
OTB	9	9	4	4	26	19259
Crni jasen	6	15	10	7	38	28148
Crni grab				1	1	741
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>67</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>12593</b>	<b>17778</b>	<b>10370</b>	<b>8889</b>		<b>49630</b>

**Prilog B.15.** Struktura pomlatka (ploha 15, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 26.06.2015.)

Ploha: 15

Predjel: Karlobag

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB	27	5	3		35	25926
Crni jasen	8	1	5	5	19	14074
Crni grab	4		2	5	11	8148
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>39</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>65</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>28889</b>	<b>4444</b>	<b>7407</b>	<b>7407</b>		<b>48148</b>

**Prilog B.16.** Struktura pomlatka (ploha 16, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 26.06.2015.)

Ploha: 16

Predjel: Karlobag

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac		2			2	1481
OTB	6	9	13	2	30	22222
Crni jasen	25	17	13	9	64	47407
Crni grab	2	2	3	1	8	5926
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>12</b>	<b>104</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>24444</b>	<b>22222</b>	<b>21481</b>	<b>8889</b>		<b>77037</b>

**Prilog B.17.** Struktura pomlatka (ploha 17, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 26.06.2015.)

Ploha: 17

Predjel: Oštarije

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB	1	1			2	1481
Crni jasen	1	2	1		4	2963
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>1481</b>	<b>2222</b>	<b>741</b>	<b>0</b>		<b>4444</b>

**Prilog B.18.** Struktura pomlatka (ploha 18, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.06.2015.)

Ploha: 18

Predjel: Orije

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	1		1		2	1481
OTB	4	3	3		10	7407
Crni jasen		2	2		4	2963
Crni grab	1	3	4	3	11	8148
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>27</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>4444</b>	<b>5926</b>	<b>7407</b>	<b>2222</b>		<b>20000</b>

**Prilog B.19.** Struktura pomlatka (ploha 19, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 10.09.2015.)

Ploha: 19

Predjel: Krstače

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	4				4	2963
OTB		1			1	741
Crni jasen	33	27	6	2	68	50370
Crni grab		1			1	741
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>37</b>	<b>29</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>74</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>27407</b>	<b>21481</b>	<b>4444</b>	<b>1481</b>		<b>54815</b>

**Prilog B.20.** Struktura pomlatka (ploha 20, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.06.2015.)

Ploha: 20

Predjel: Senjska Draga

Postanak: prirodna sastojina

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	2				2	1481
OTB	7	3		1	11	8148
Crni jasen	31	8	6	6	51	37778
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>40</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>64</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>29630</b>	<b>8148</b>	<b>4444</b>	<b>5185</b>		<b>47407</b>

**Prilog B.21.** Struktura pomlatka (ploha 21, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 02.07.2015.)

Ploha: 21

Predjel: Podugrinac

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	6				6	4444
OTB	6	6	2		14	10370
Crni jasen	34	37	11	10	92	68148
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>46</b>	<b>43</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>112</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>34074</b>	<b>31852</b>	<b>9630</b>	<b>7407</b>		<b>82963</b>

**Prilog B.22.** Struktura pomlatka (ploha 22, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 02.07.2015.)

Ploha: 22

Predjel: Podugrinac

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB		1			1	741
Crni jasen	10	10	8	9	37	27407
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>38</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>7407</b>	<b>8148</b>	<b>5926</b>	<b>6667</b>		<b>28148</b>

**Prilog B.23.** Struktura pomlatka (ploha 23, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 02.07.2015.)

Ploha: 23

Predjel: Podugrinac

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	6				6	4444
OTB	2				2	1481
Crni jasen	9	7	2	3	21	15556
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>29</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>12593</b>	<b>5185</b>	<b>1481</b>	<b>2222</b>		<b>21481</b>

**Prilog B.24.** Struktura pomlatka (ploha 24 plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 09.09.2015.)

Ploha: 24

Predjel: Vinište

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	6				6	4444
OTB	122	1		1	124	91852
Crni jasen	8				8	5926
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>136</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>138</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>100741</b>	<b>741</b>	<b>0</b>	<b>741</b>		<b>102222</b>

**Prilog B.25.** Struktura pomlatka (ploha 25, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 09.09.2015.)

Ploha: 25

Predjel: Bile

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	8	2			10	7407
OTB	6	2	1	1	10	7407
Crni jasen	8	4	1		16	11852
Crni grab				1	1	741
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>37</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>16296</b>	<b>5926</b>	<b>1481</b>	<b>3704</b>		<b>27407</b>

**Prilog B.26.** Struktura pomlatka (ploha 26, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 09.09.2015.)

Ploha:26

Predjel: Bile

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB	1				1	741
Crni jasen		6	1	7	14	10370
Crni grab			1	1	2	1481
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>741</b>	<b>4444</b>	<b>1481</b>	<b>5926</b>		<b>12593</b>

**Prilog B.27.** Struktura pomlatka (ploha 27, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 10.09.2015.)

Ploha: 27

Predjel: Rasadnik

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	4				4	2963
OTB	1				1	741
Crni jasen		1			1	741
Crni grab					0	0
Bjelograbić			1	1	2	1481
<b>Ukupno</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>3704</b>	<b>741</b>	<b>741</b>	<b>741</b>		<b>5926</b>

**Prilog B.28.** Struktura pomlatka (ploha 28, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 10.09.2015.)

Ploha: 28

Predjel: Rasadnik

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	2				2	1481
OTB	3	1		1	5	3704
Crni jasen	4	3			7	5185
Crni grab					0	0
Bjelograbić		2			2	1481
Ukupno	9	6	0	1	16	
Po hektaru	6667	4444	0	741		11852

**Prilog B.29.** Struktura pomlatka (ploha 29, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 10.09.2015.)

Ploha: 29

Predjel: Rasadnik

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	12				12	8889
OTB	8	5	4		17	12593
Crni jasen	15	6	1		22	16296
Crni grab					0	0
Bjelograbić	1			1	2	1481
Ukupno	36	11	5	1	53	
Po hektaru	26667	8148	3704	741		39259

**Prilog B.30.** Struktura pomlatka (ploha 30, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 11.09.2015.)

Ploha: 30

Predjel: Slani Potok

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	6	2			8	5926
OTB		6		1	7	5185
Crni jasen	3	3		9	15	11111
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
Ukupno	9	11	0	10	30	
Po hektaru	6667	8148	0	7407		22222

**Prilog B.31.** Struktura pomlatka (ploha 31, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 11.09.2015.)

Ploha: 31

Predjel: Slani Potok

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB		3	1	1	5	3704
Crni jasen	6	13	7	4	30	22222
Crni grab						
Bjelograbić					0	0
Ukupno	6	16	8	5	35	
Po hektaru	4444	11852	5926	3704		25926

**Prilog B.32.** Struktura pomlatka (ploha 32, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 11.09.2015.)

Ploha: 32

Predjel: Slani Potok

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	4	1			5	3704
OTB	2	2		1	5	3704
Crni jasen	6	8	10	8	32	23704
Crni grab						
Bjelograbić			1	4	5	3704
Ukupno	12	11	11	13	47	
Po hektaru	8889	8148	8148	9630		34815

**Prilog B.33.** Struktura pomlatka (ploha 33, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.10.2015.)

Ploha: 33

Predjel: Grobnik

Postanak: prirodna sastojina

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	2				2	1481
OTB			1	1	2	1481
Crni jasen	2	3	3	1	9	6667
Crni grab	1	4	3	1	9	6667
Bjelograbić					0	0
Ukupno	5	7	7	3	22	
Po hektaru	3704	5185	5185	2222		16296



**Prilog B.34.** Struktura pomlatka (ploha 34, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.10.2015.)

Ploha: 34

Predjel: Grobnik

Postanak: prirodna sastojina

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	4				4	2963
OTB		4	3		7	5185
Crni jasen	21	18		2	41	30370
Crni grab		2		1	3	2222
Bjelograbić					0	0
Ukupno	25	24	3	3	55	
Po hektaru	18519	17778	2222	2222		40741

**Prilog B.35.** Struktura pomlatka (ploha 35, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.10.2015.)

Ploha: 35

Predjel: Grobnik

Postanak: prirodna sastojina

Vegetacijska zona: epimediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB		11	3	1	15	11111
Crni jasen	7	18	8	2	35	25926
Crni grab		1			1	741
Bjelograbić					0	0
Ukupno	7	30	11	3	51	
Po hektaru	5185	22222	8148	2222		37778

**Prilog B.36.** Struktura pomlatka (ploha 36, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 28.10.2015.)

Ploha: 36

Predjel: Drivenik

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	7				7	5185
OTB	3	4	1	1	9	6667
Crni jasen	2	3			5	3704
Crni grab					0	0
Bjelograbić		1	1	1	3	2222
Ukupno	12	8	2	2	24	
Po hektaru	8889	5926	1481	1481		17778

**Prilog B.37.** Struktura pomlatka (ploha 37, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 28.10.2015.)

Ploha: 37

Predjel: Zoričići

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: rub

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	5	4	1		10	7407
OTB	3	3	3	1	10	7407
Crni jasen	1	3	2	1	7	5185
Crni grab				1	1	741
Bjelograbić		10			10	7407
<b>Ukupno</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>38</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>6667</b>	<b>14815</b>	<b>4444</b>	<b>2222</b>		<b>28148</b>

**Prilog B.38.** Struktura pomlatka (ploha 38, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.07.2016.)

Ploha: 38

Predjel: Zoričići

Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

Stupanj sklopa: potpun

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac	18	2			20	14815
OTB	10	6	1		17	12593
Crni jasen	17	11	4		32	23704
Crni grab	2				2	1481
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>47</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>71</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>34815</b>	<b>14074</b>	<b>3704</b>	<b>0</b>		<b>52593</b>

**Prilog B.39.** Struktura pomlatka (ploha 39, plovice S1 do S6, površina 13,5 m<sup>2</sup>, datum izmjere 27.07.2016.)

Ploha: 39

Predjel: Zoričići

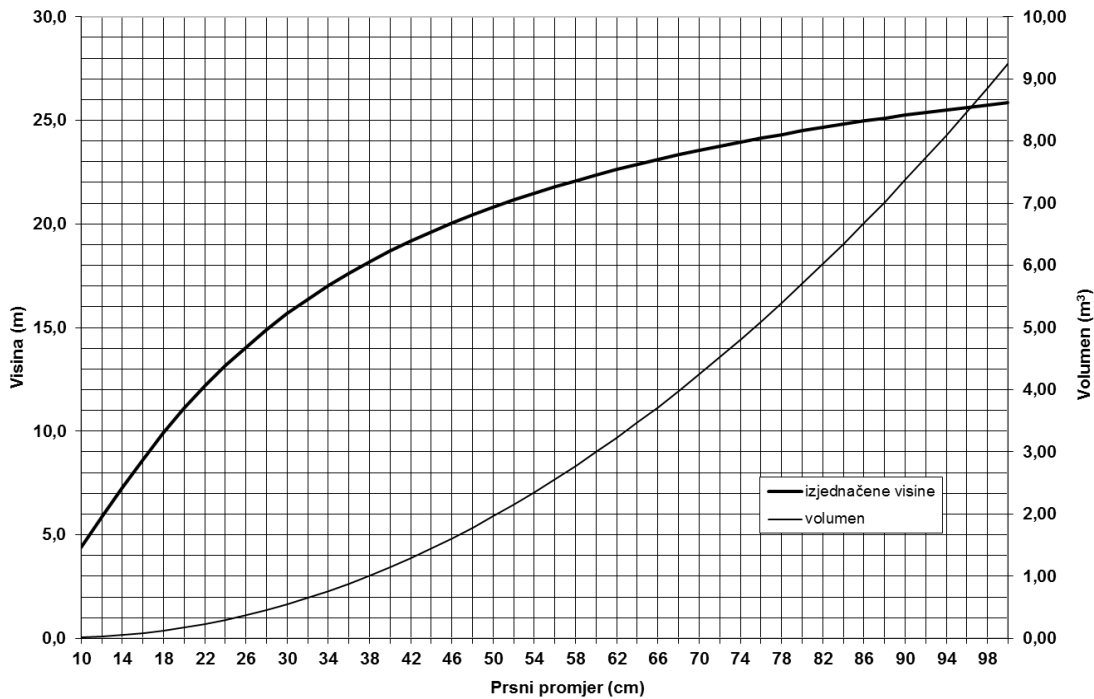
Postanak: šumska kultura

Vegetacijska zona: submediteran

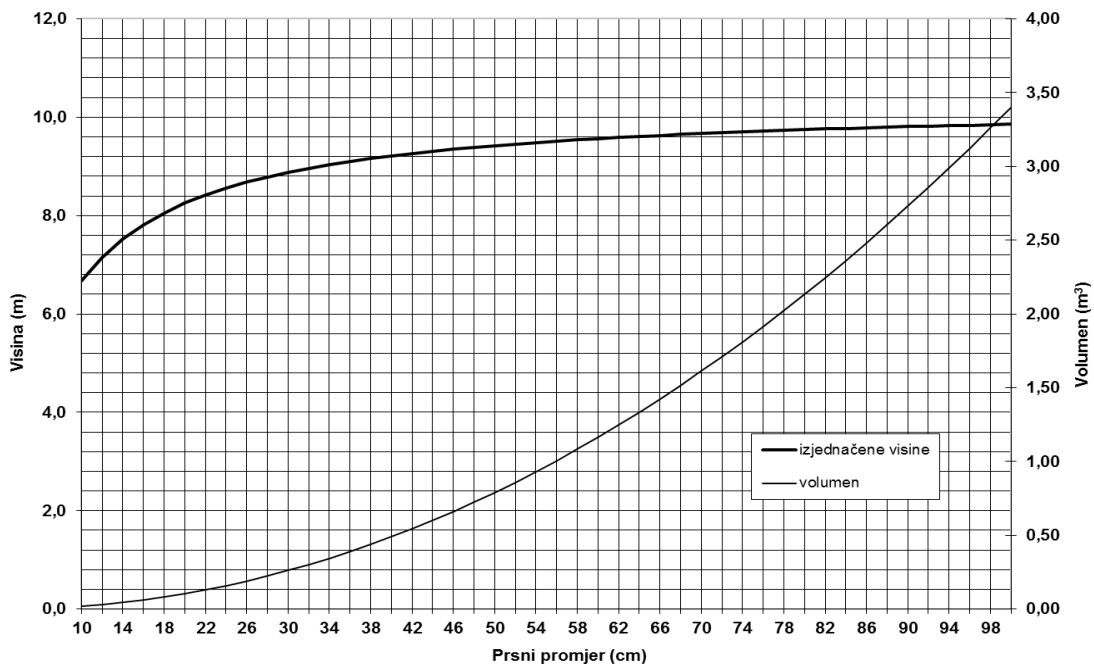
Stupanj sklopa: prekinut

Vrsta drveća	Visinske klase (cm)				Ukupno	Po hektaru
	-25	26 - 75	76 - 150	151 - 300		
Crni bor					0	0
Hrast medunac					0	0
OTB	2	1	1	2	6	4444
Crni jasen		6	1	1	8	5926
Crni grab					0	0
Bjelograbić					0	0
<b>Ukupno</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	
<b>Po hektaru</b>	<b>1481</b>	<b>5185</b>	<b>1481</b>	<b>2222</b>		<b>10370</b>

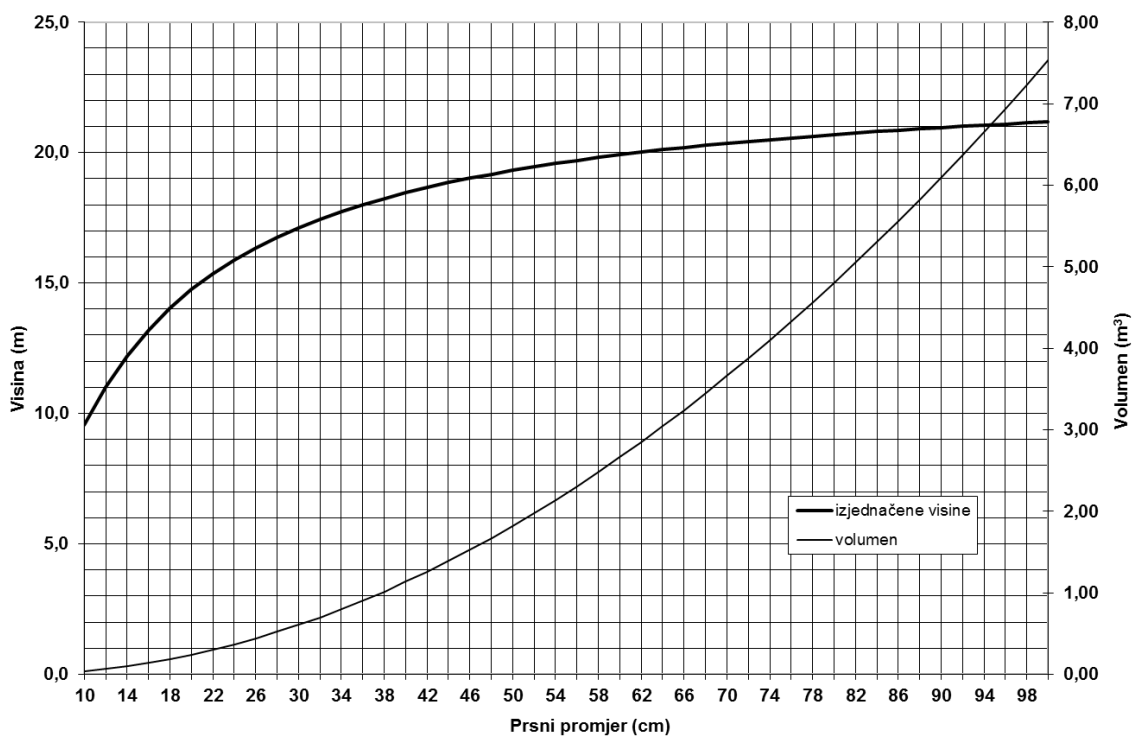
## Prilog C – Visinske krivulje i volumni nizovi (tarife)



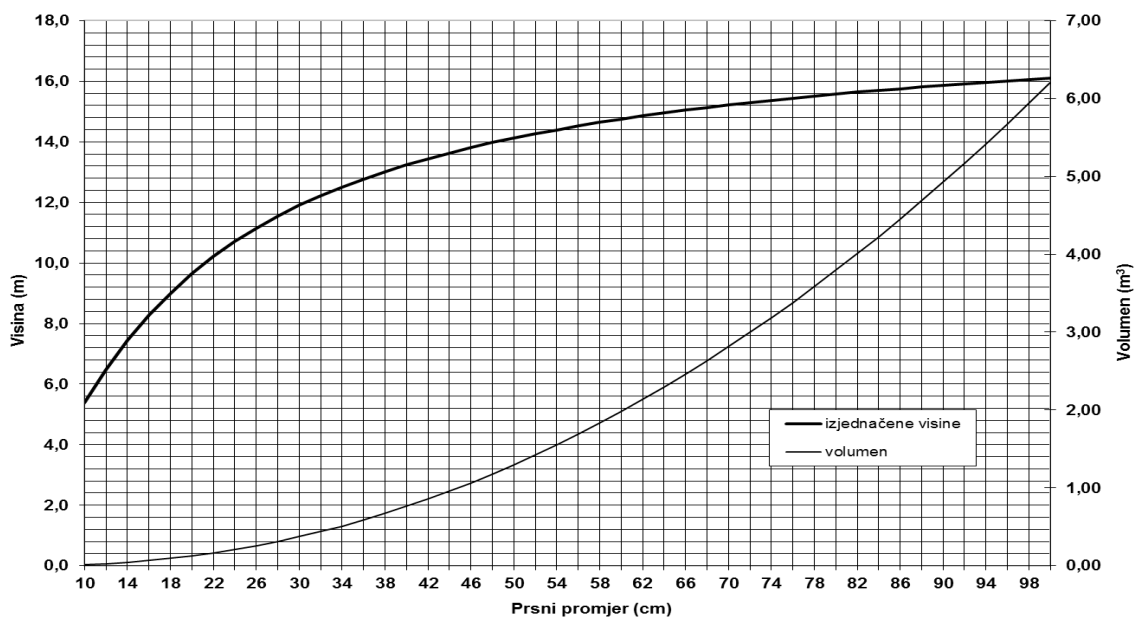
**Prilog C.1.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 1 (predjel: Tuhobić, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



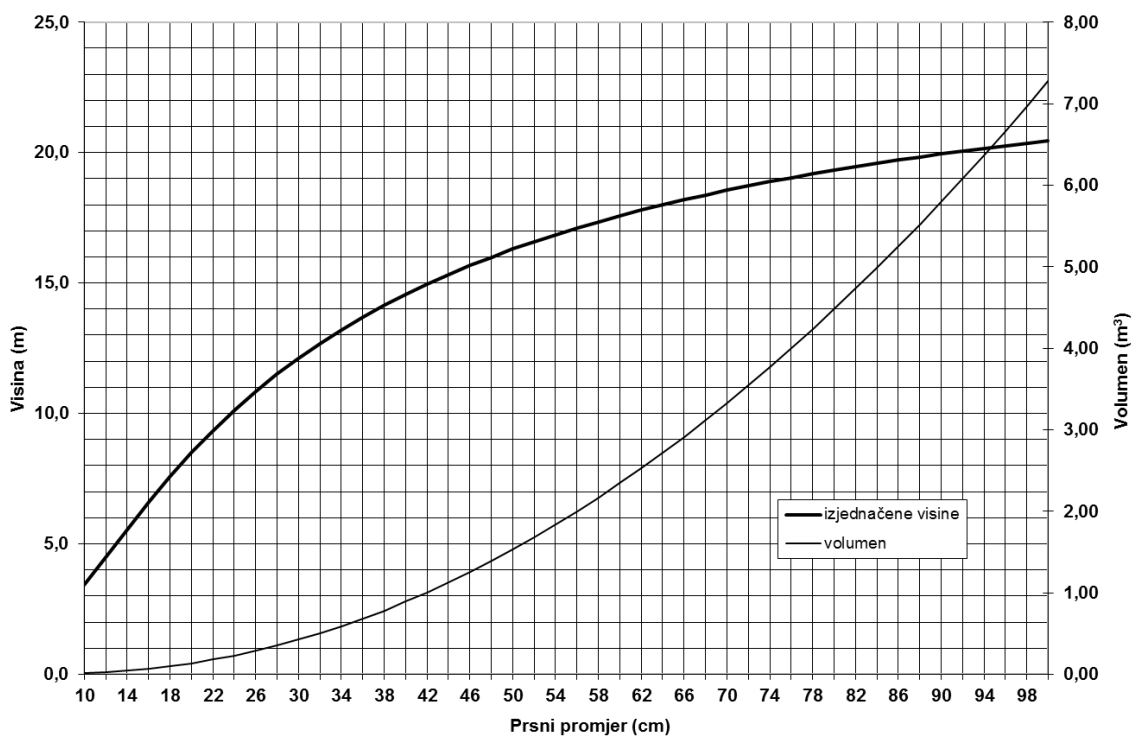
**Prilog C.1.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 1 predjel: Tuhobić, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



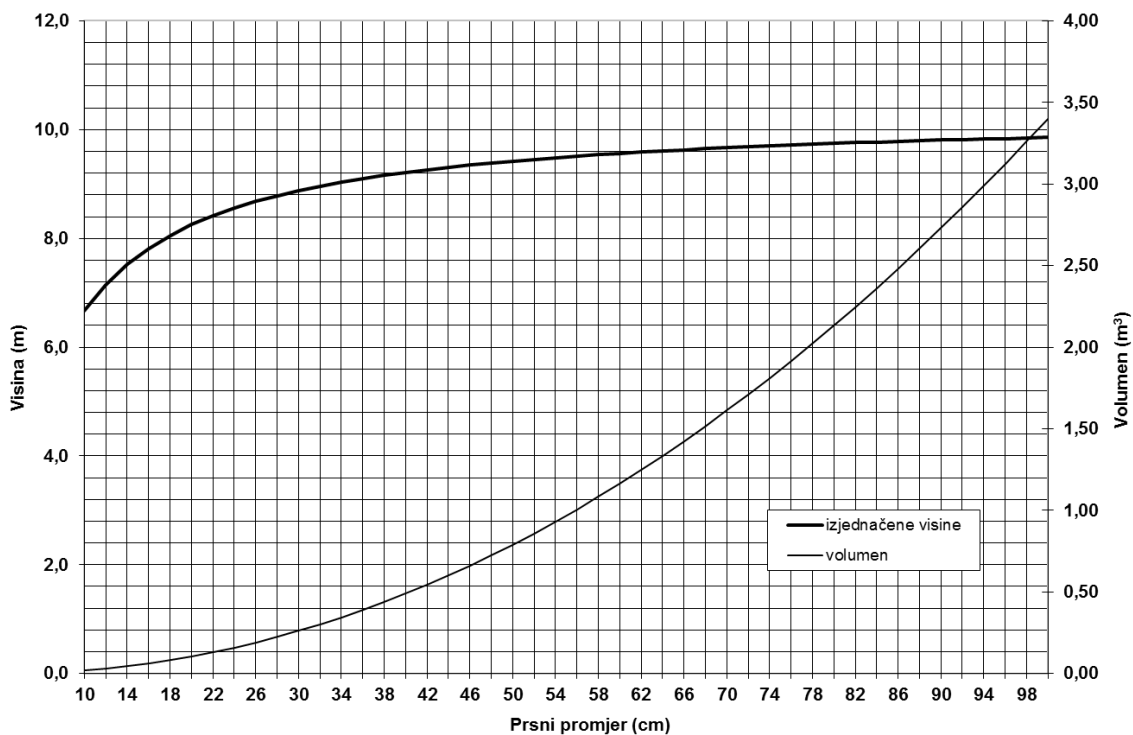
**Prilog C.2.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 2 (predjel: Tuhobić, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



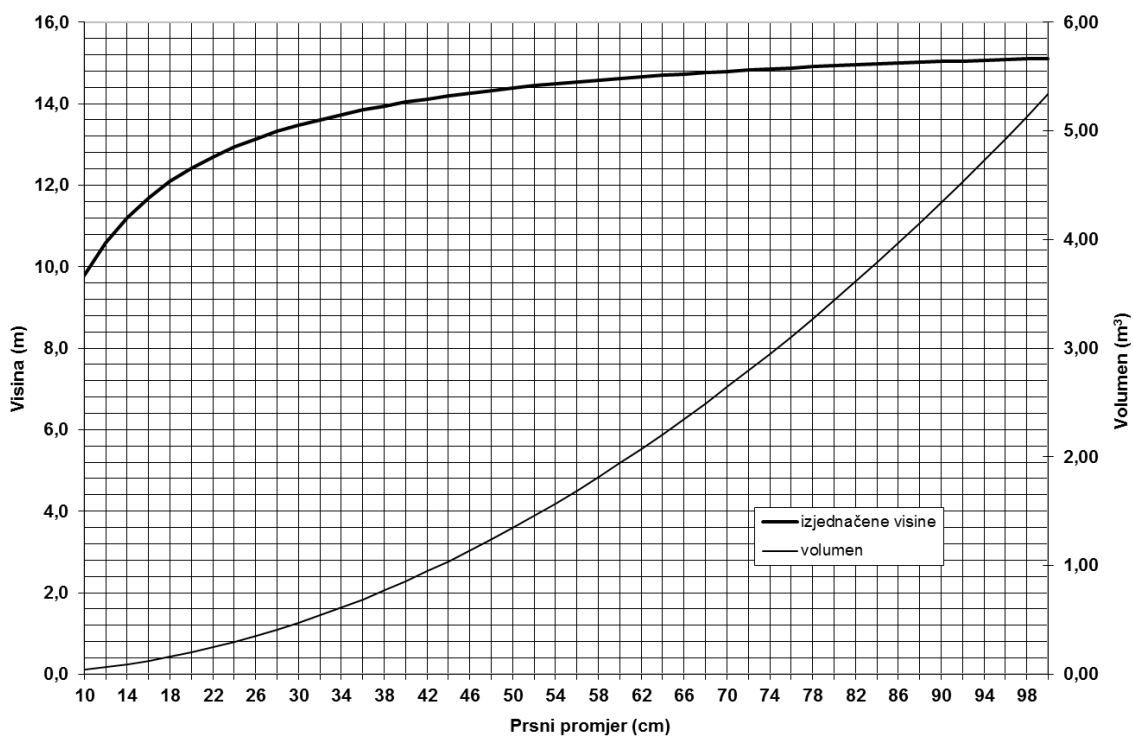
**Prilog C.2.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 2 (predjel: Tuhobić, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



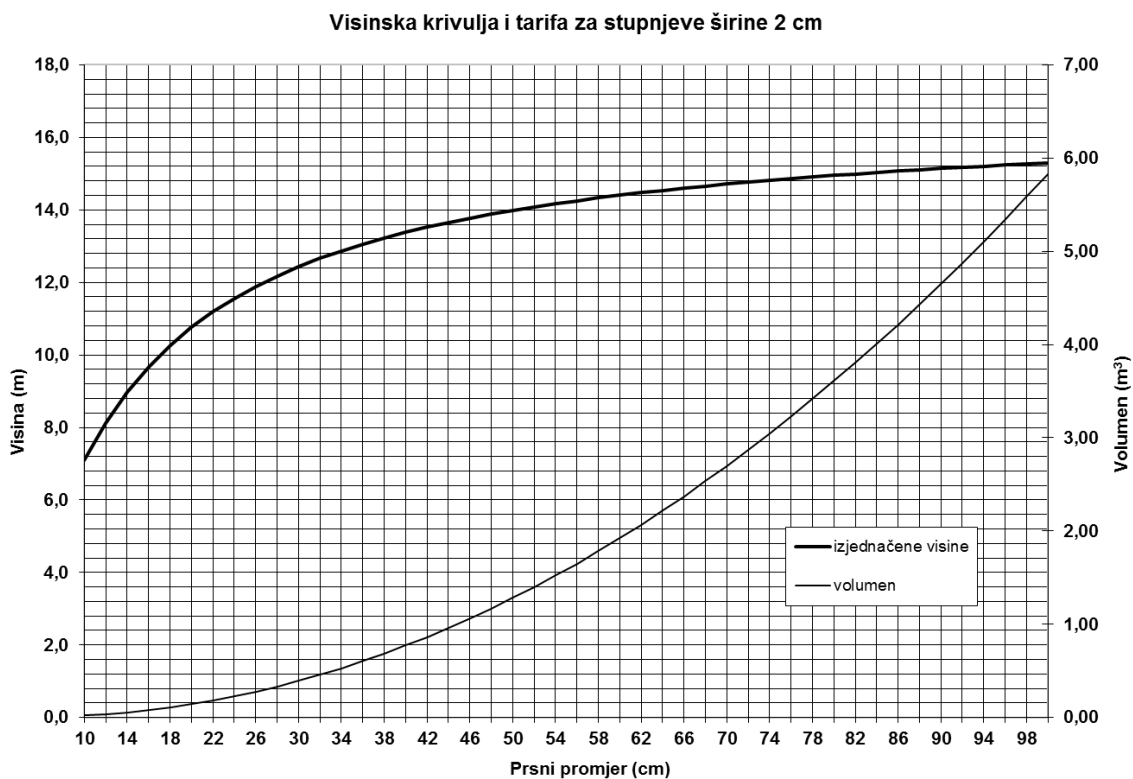
**Prilog C.3.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 3 (predjel: Drivenik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)



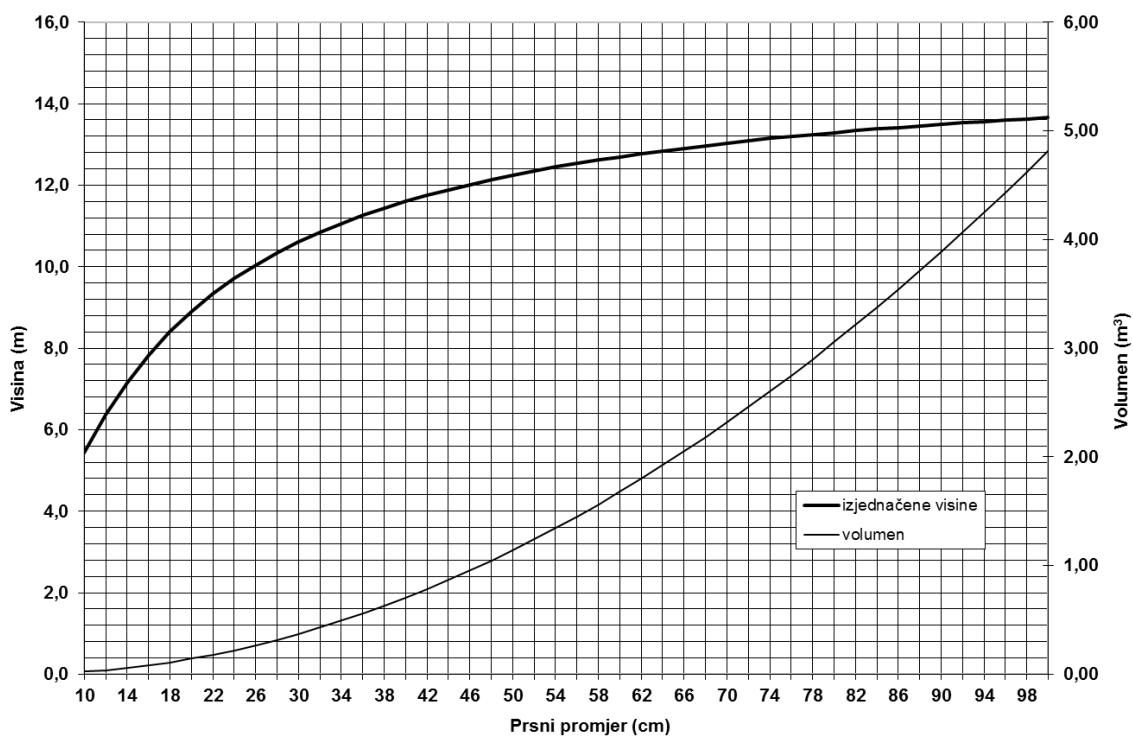
**Prilog C.3.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 3 (predjel: Drivenik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)



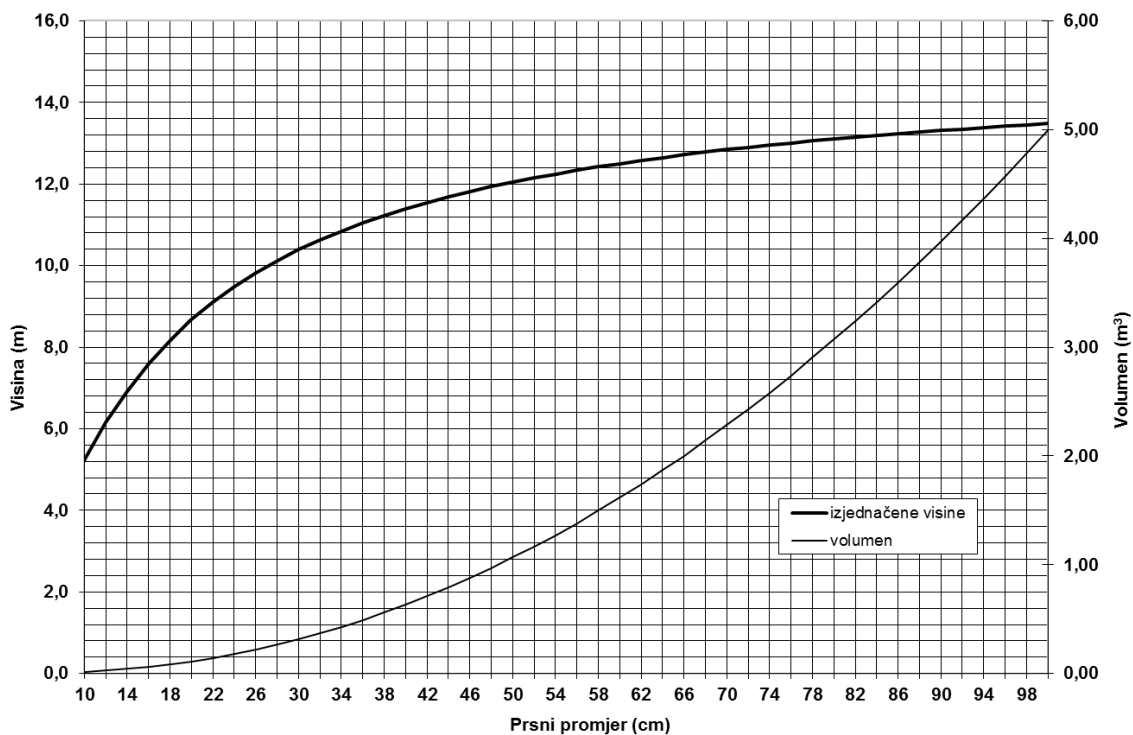
**Prilog C.4.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 4 (predjel: Drivenik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)



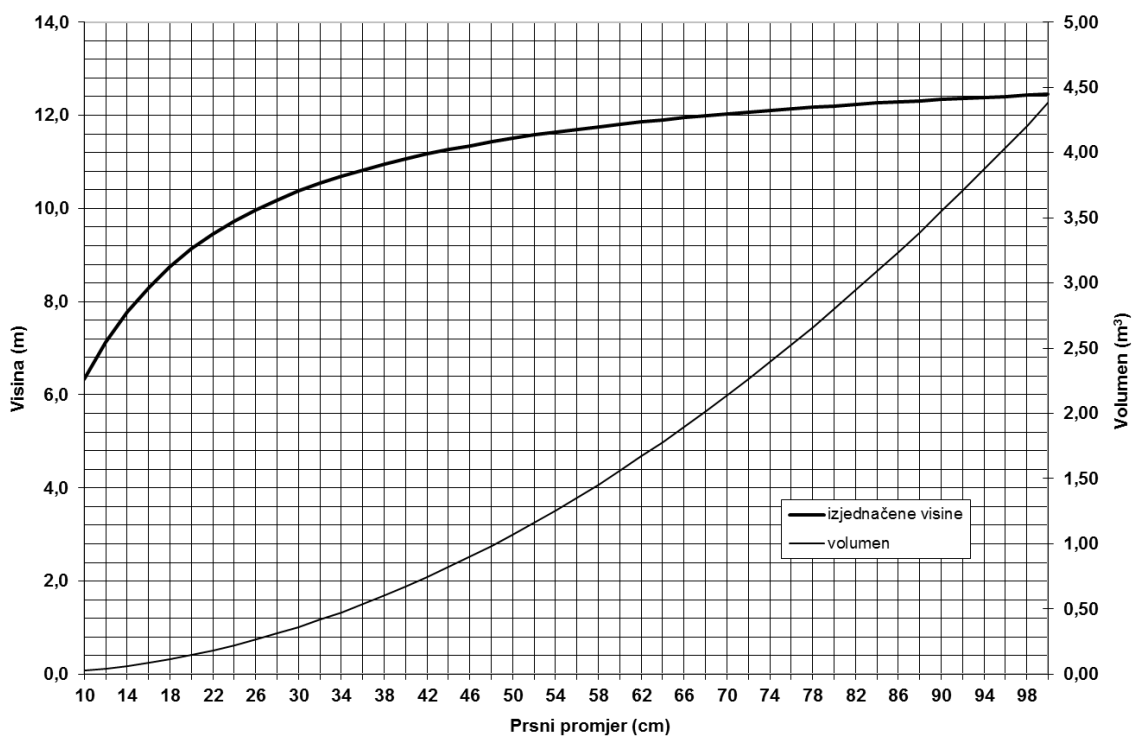
**Prilog C.4.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 4 (predjel: Drivenik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)



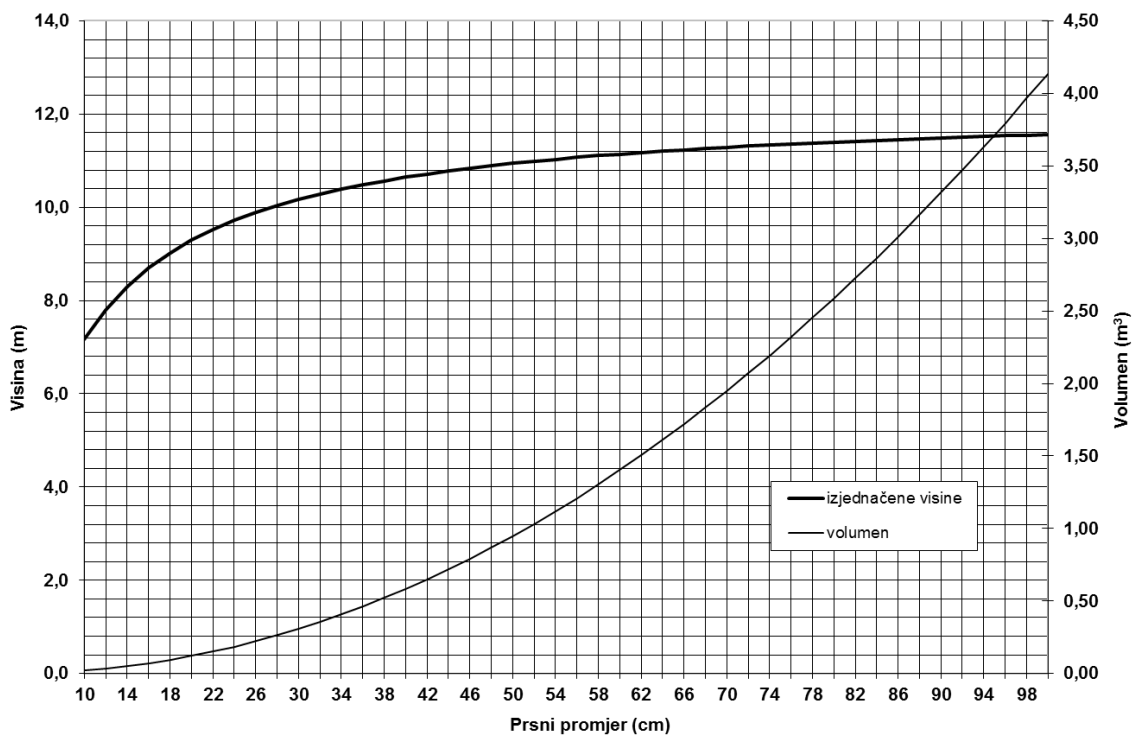
**Prilog C.5.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 5 (predjel: Hrmatine, postanak: prirodna sastojina, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



**Prilog C.5.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 5 (predjel: Hrmatine, postanak: prirodna sastojina, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)

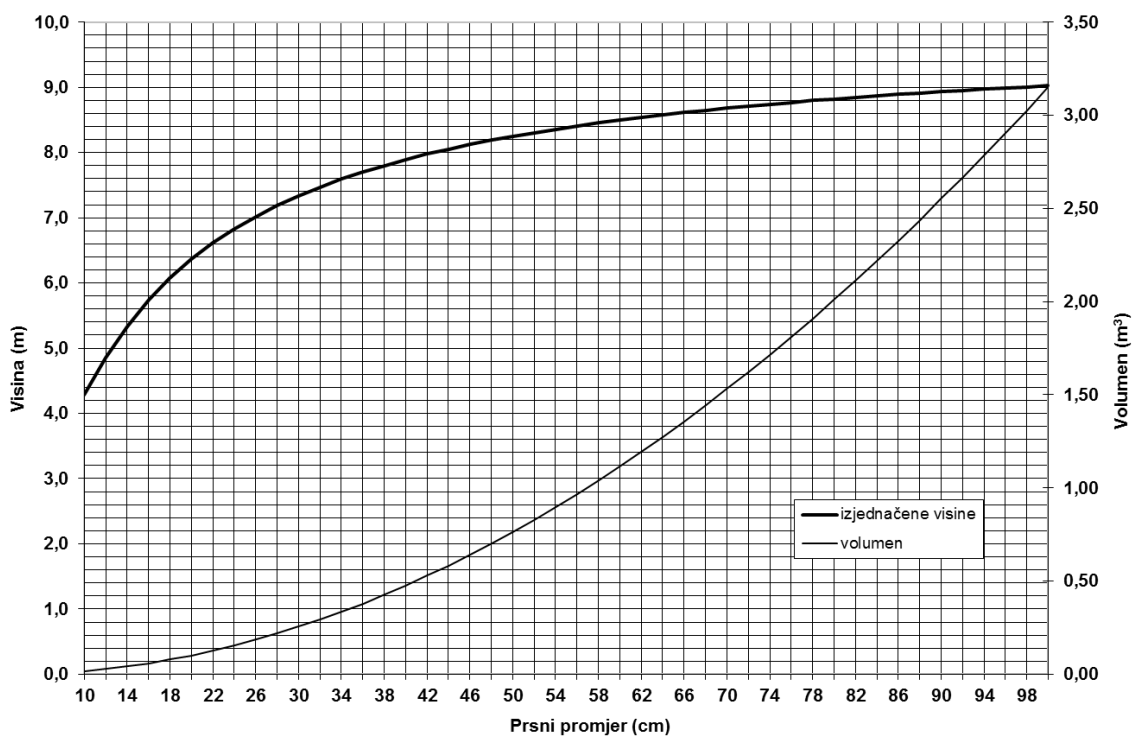


**Prilog C.6.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 6 (predjel: Hrmotine, postanak: prirodna sastojina, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)

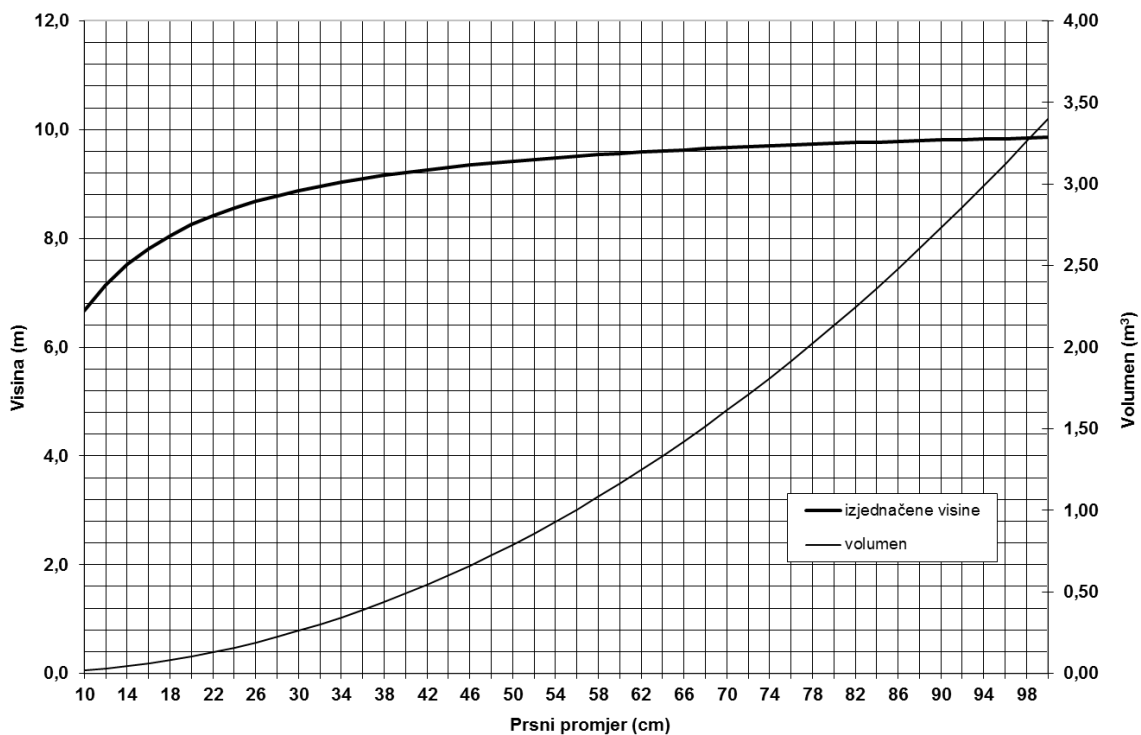


**Prilog C.6.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 6 (predjel: Hrmotine, postanak: prirodna sastojina, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)

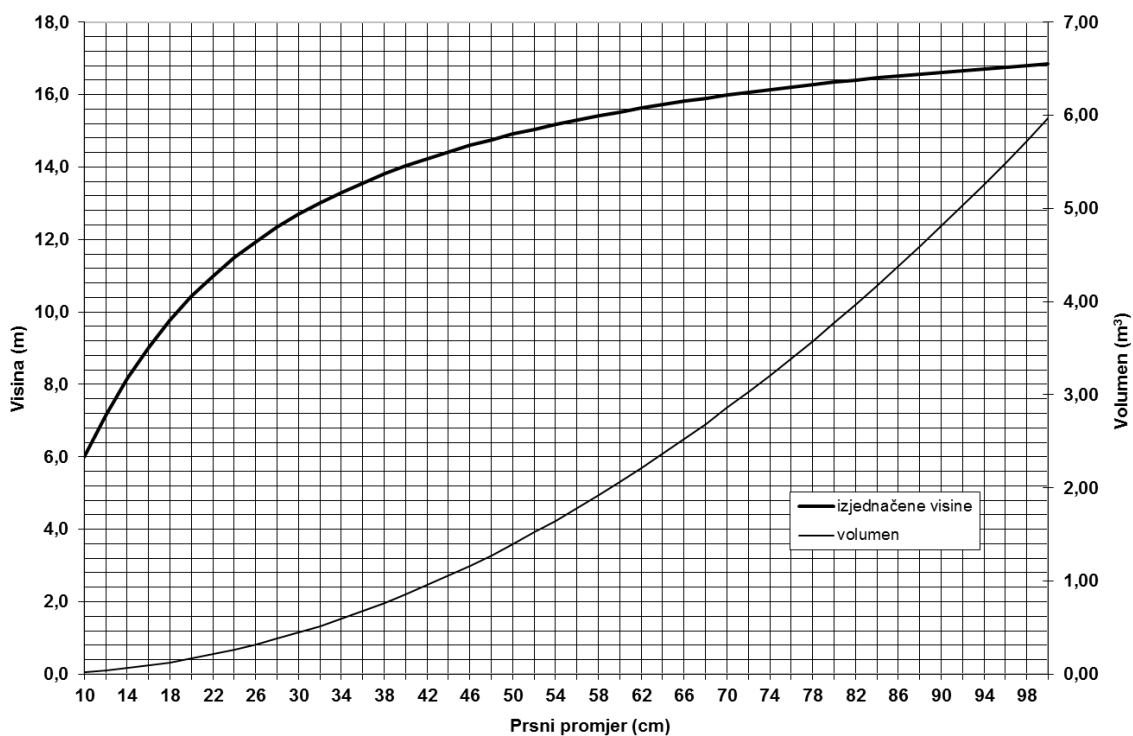




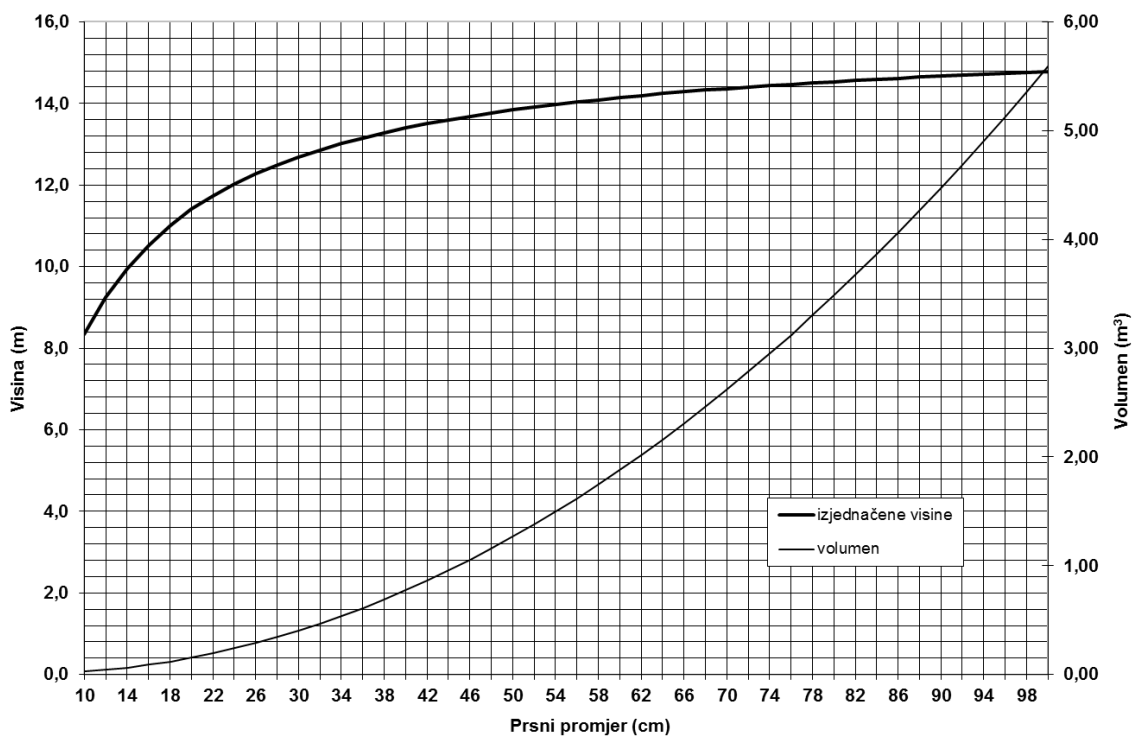
**Prilog C.7.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 7 (predjel: Hrmotine, postanak: prirodna sastojina, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



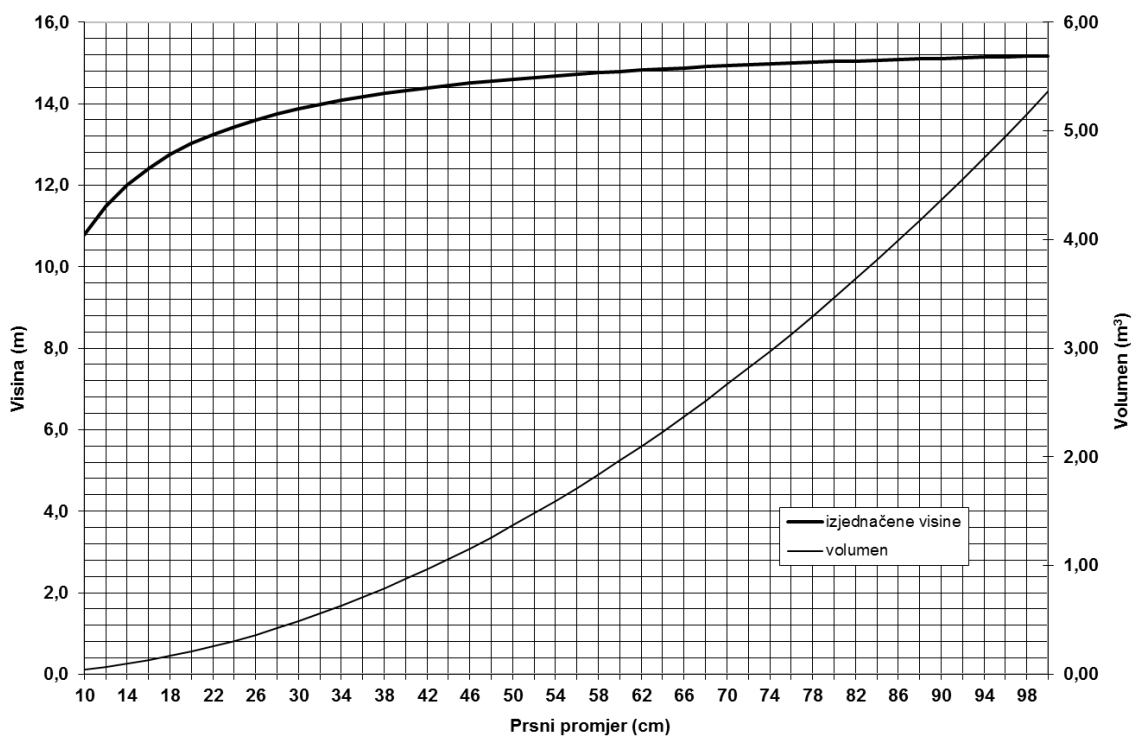
**Prilog C.7.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 7 (predjel: Hrmotine, postanak: prirodna sastojina, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



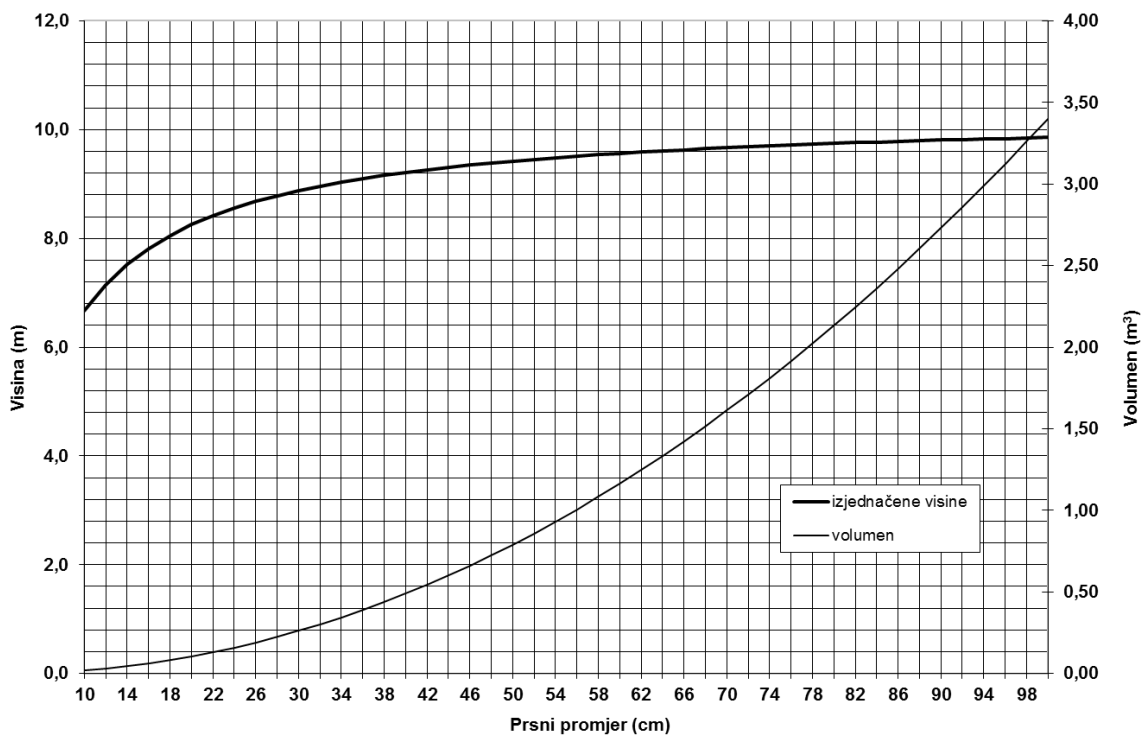
**Prilog C.8.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 8 (predjel Krivi Put:, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



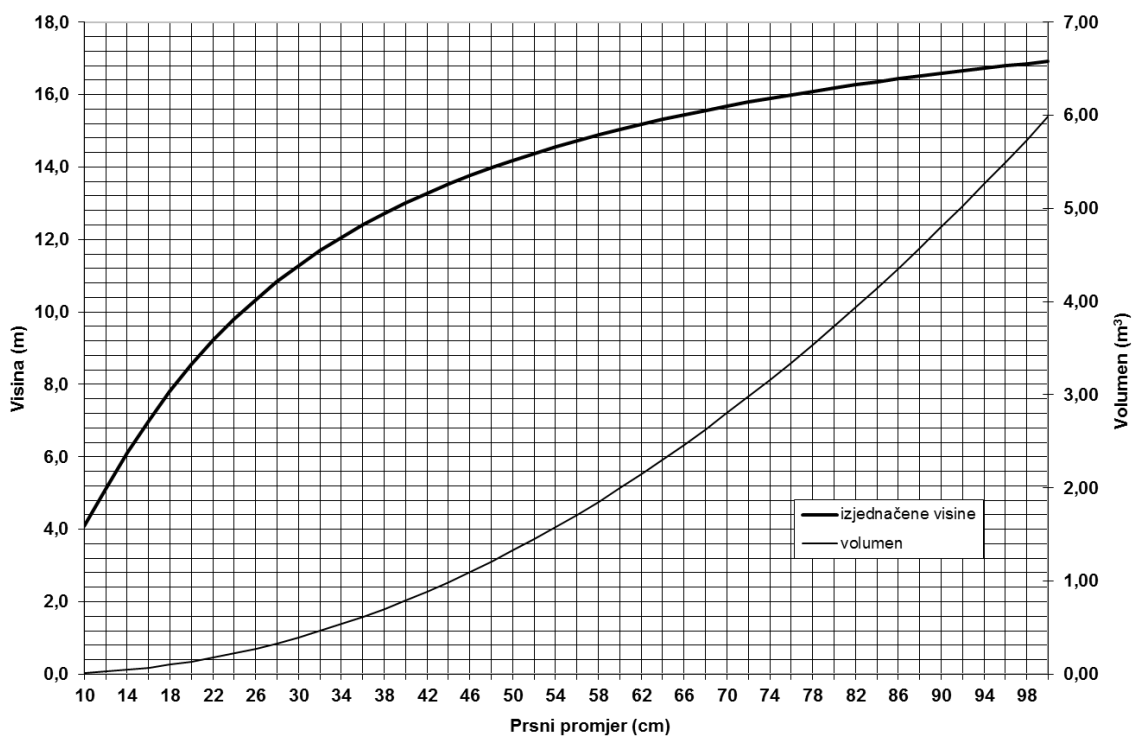
**Prilog C.8.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 8 (predjel Krivi Put:, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



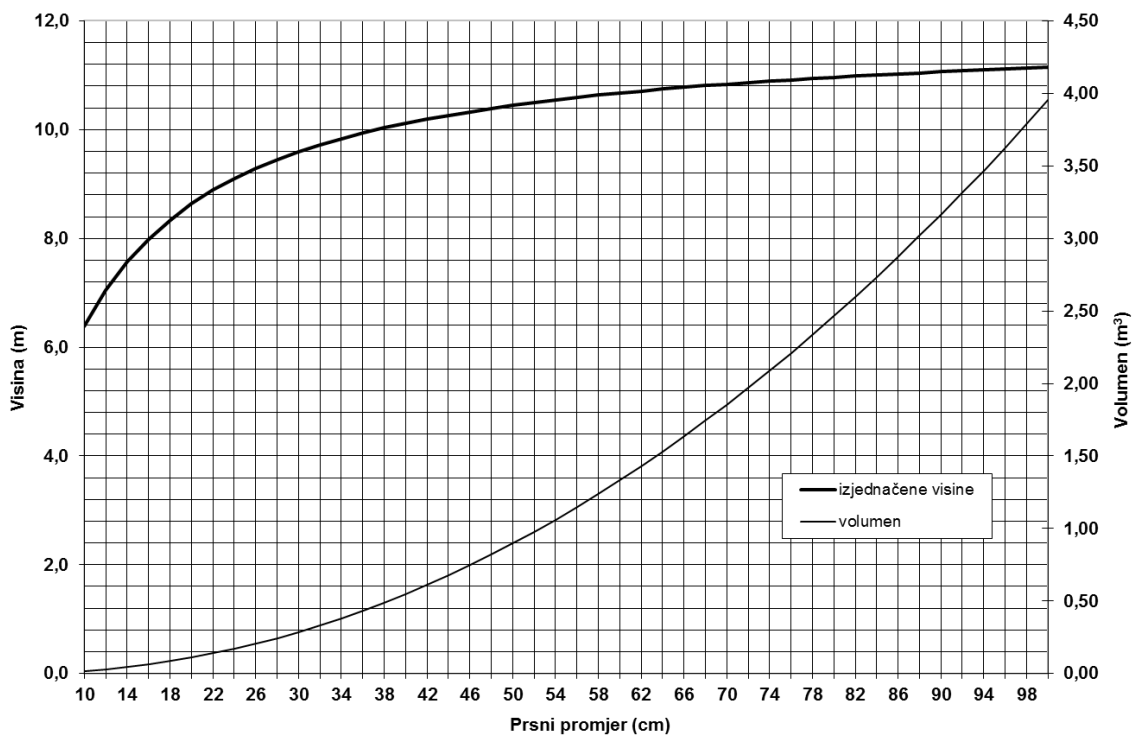
**Prilog C.9.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 9 (predjel: Pernica, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



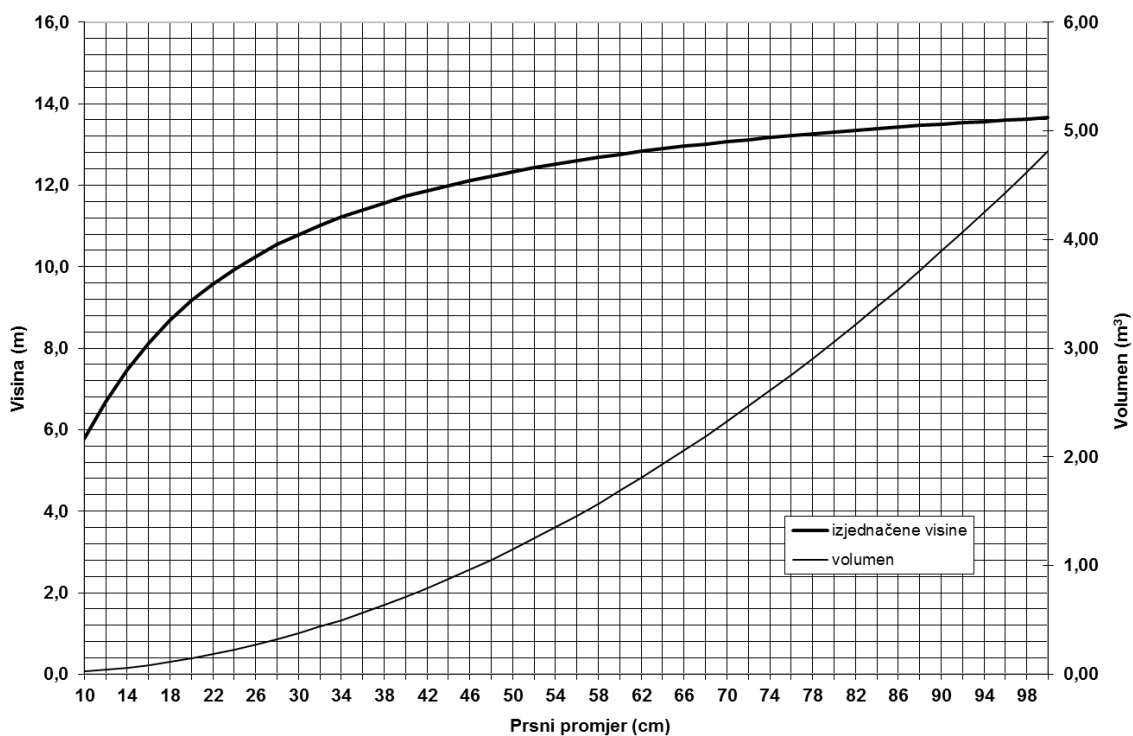
**Prilog C.9.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 9 (predjel: Pernica, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



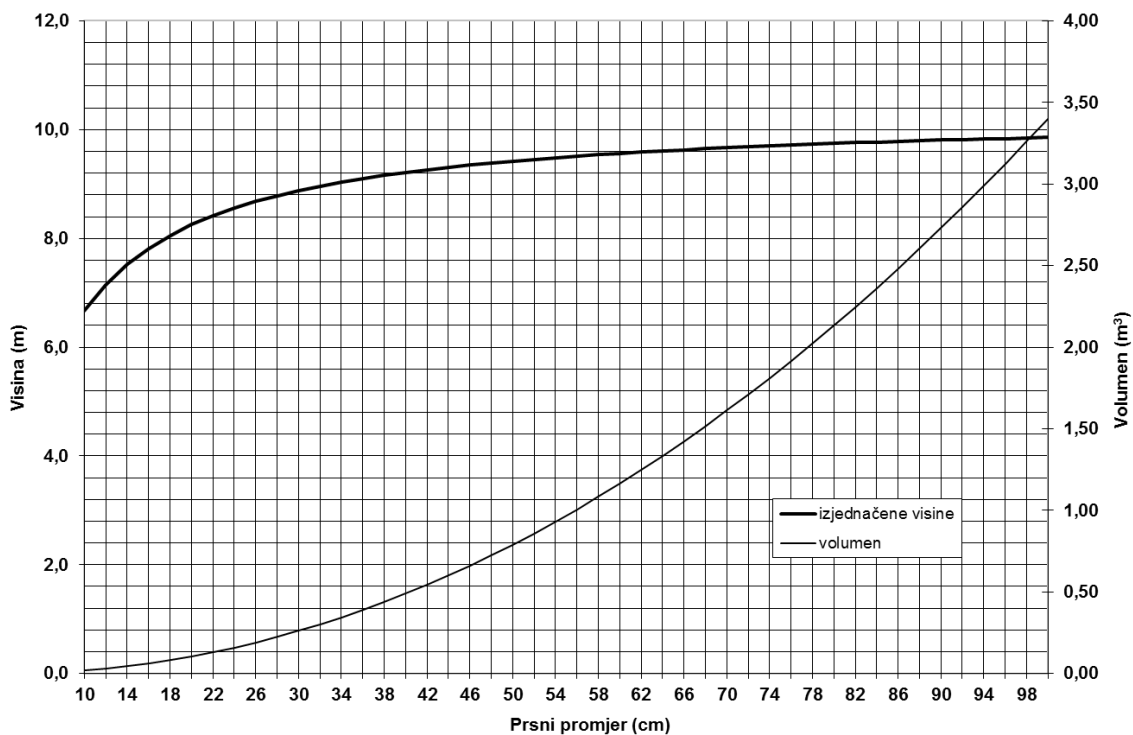
**Prilog C.10.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 10 (predjel: Senjska Draga, postanak: prirodna sastojina, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



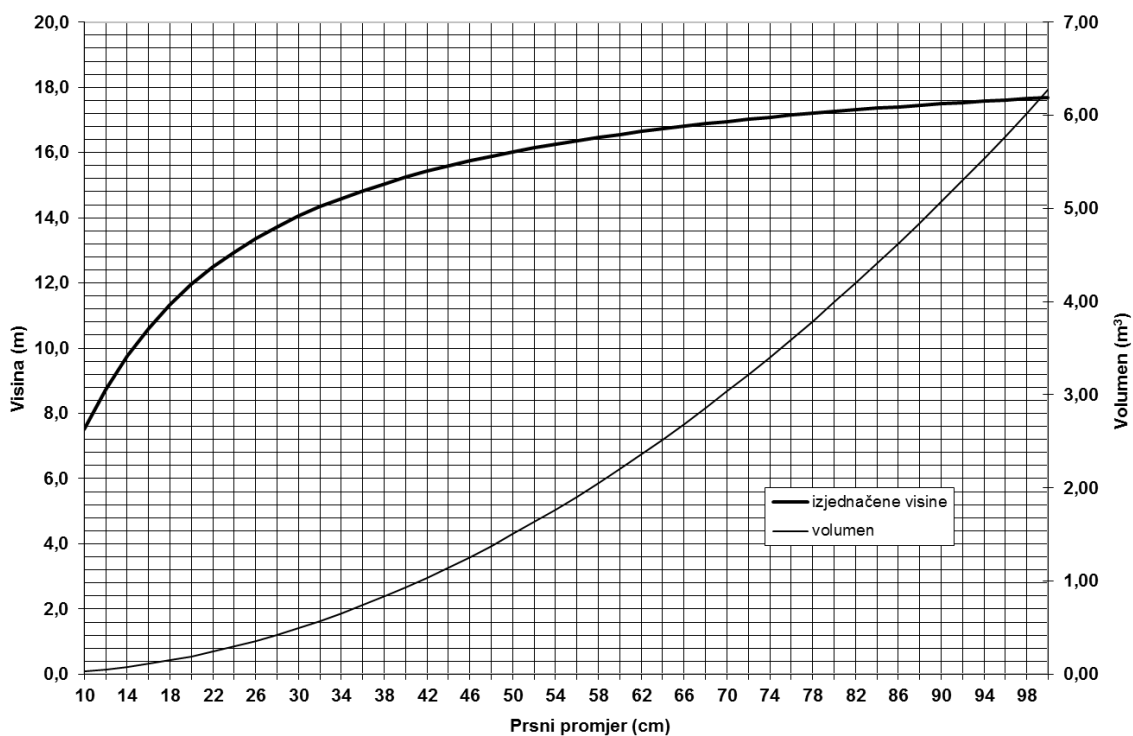
**Prilog C.10.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 10 (predjel: Senjska Draga, postanak: prirodna sastojina, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



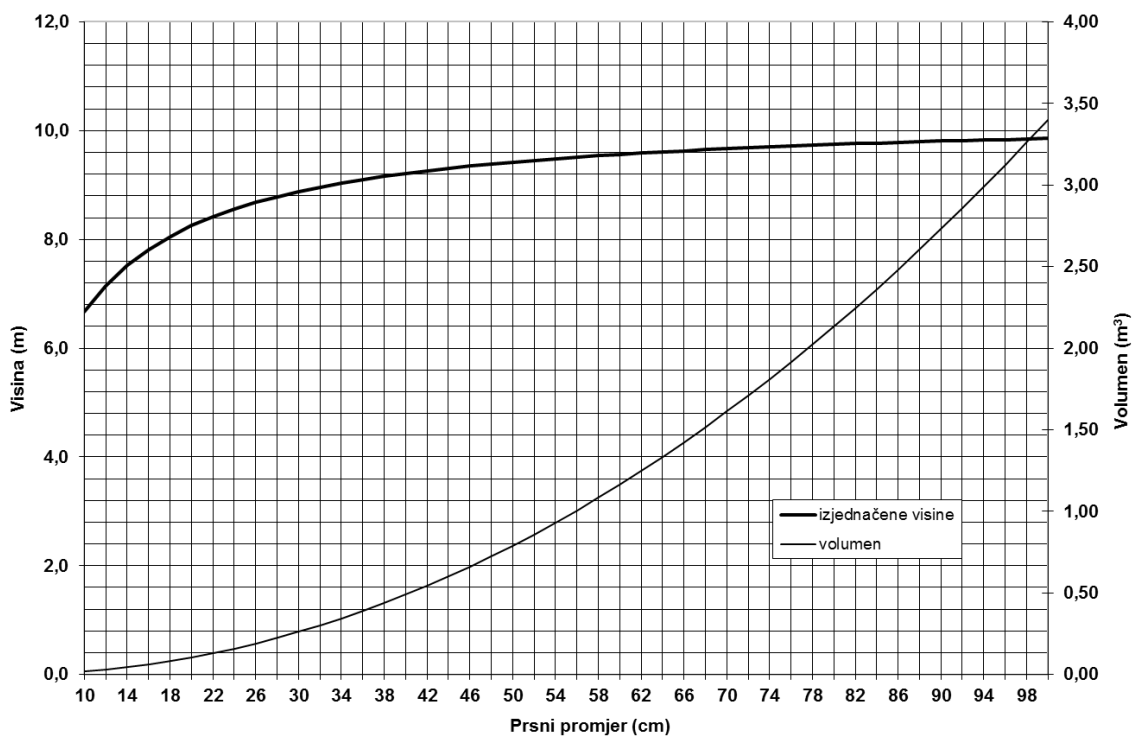
**Prilog C.11.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 11 (predjel: Osmatračnica, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



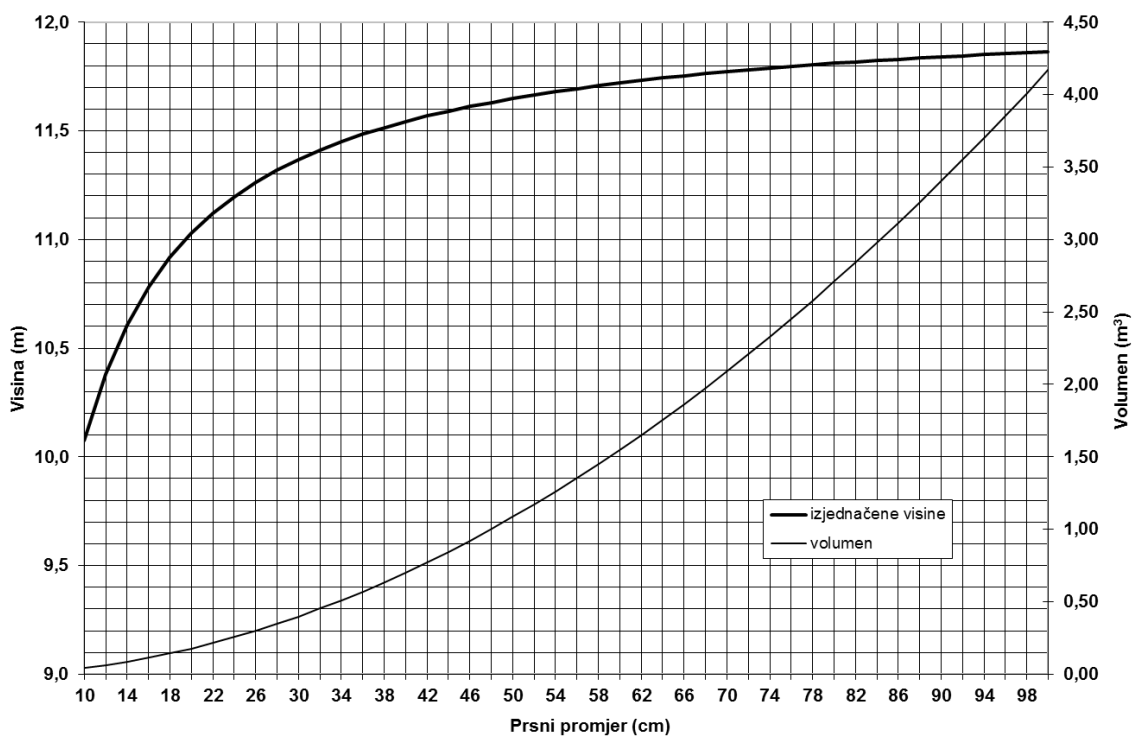
**Prilog C.11.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 11 (predjel: Osmatračnica, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



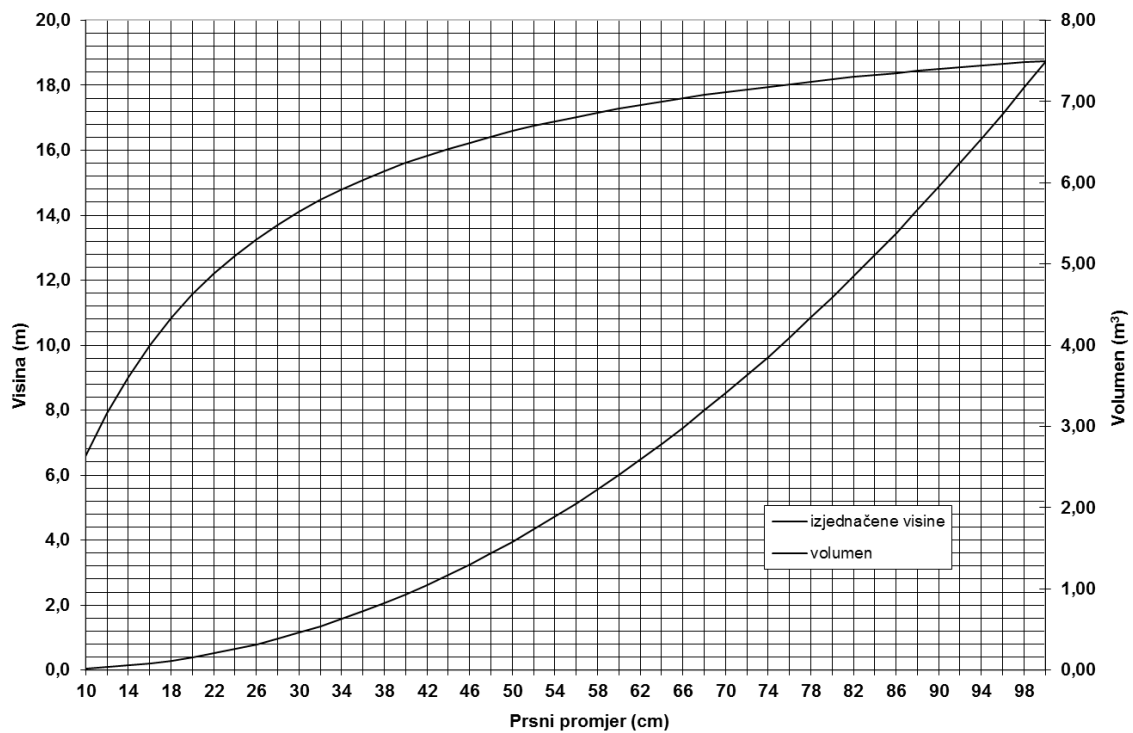
**Prilog C.12.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 12 (predjel: Osmatračnica, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



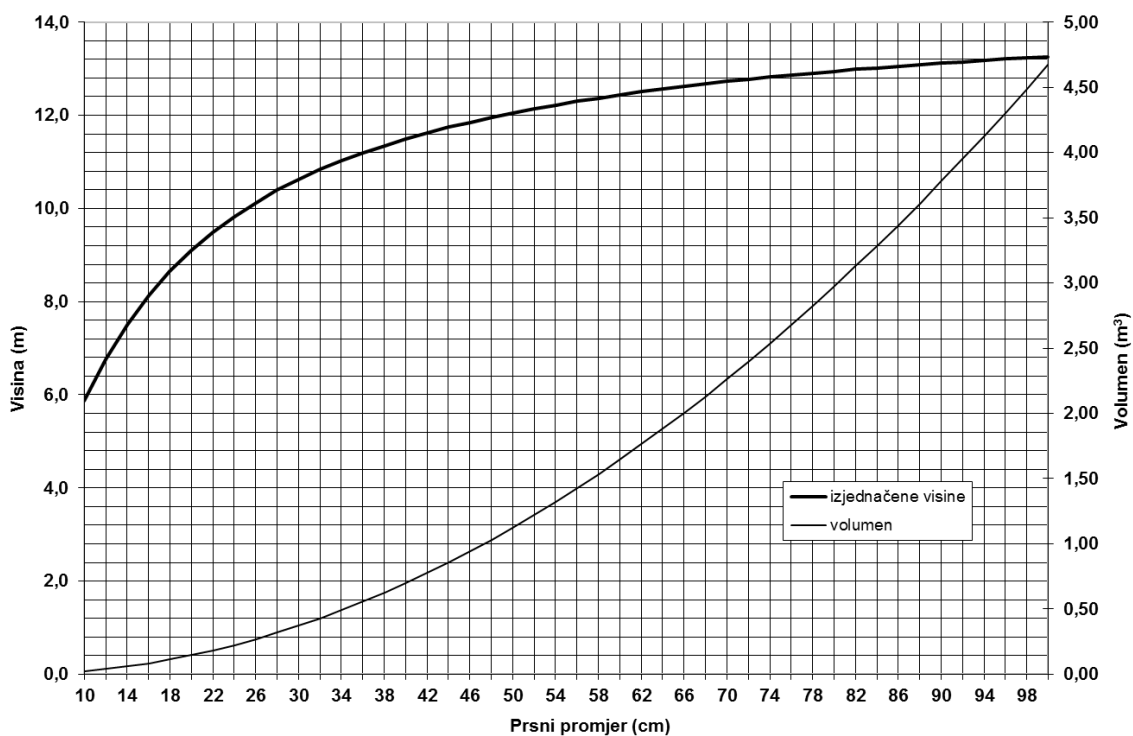
**Prilog C.12.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 12 (predjel: Osmatračnica, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



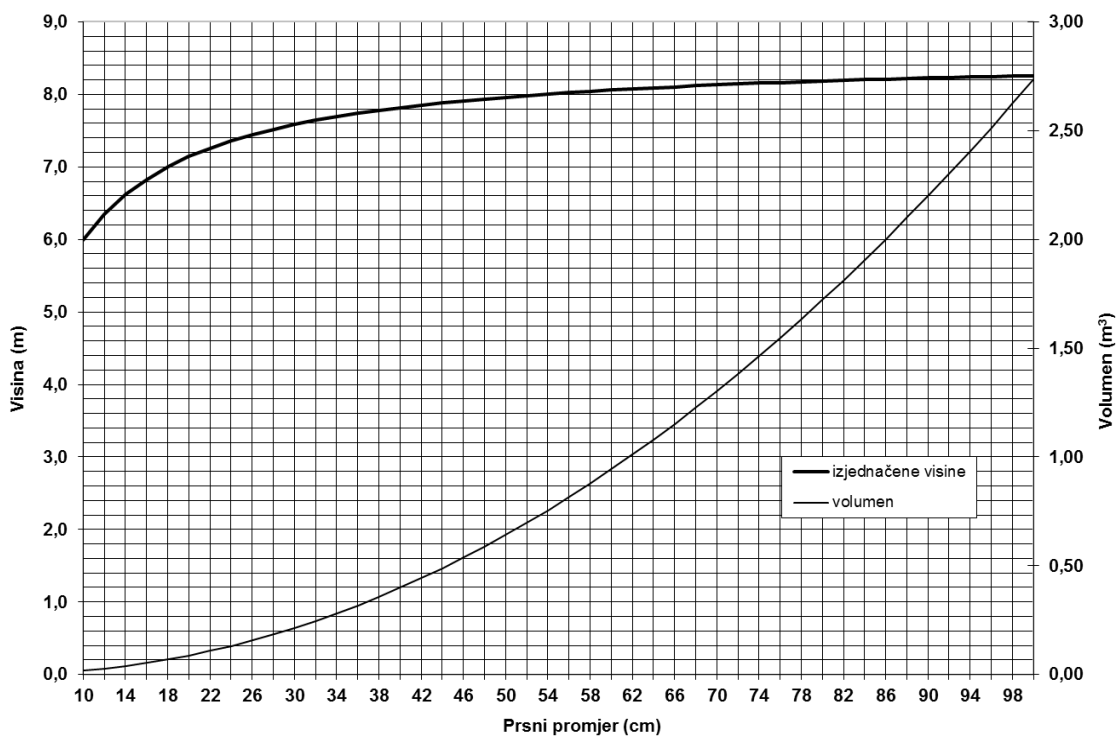
**Prilog C.13.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 13 (predjel: Orije, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



**Prilog C.13.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 13 (predjel: Orije, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)

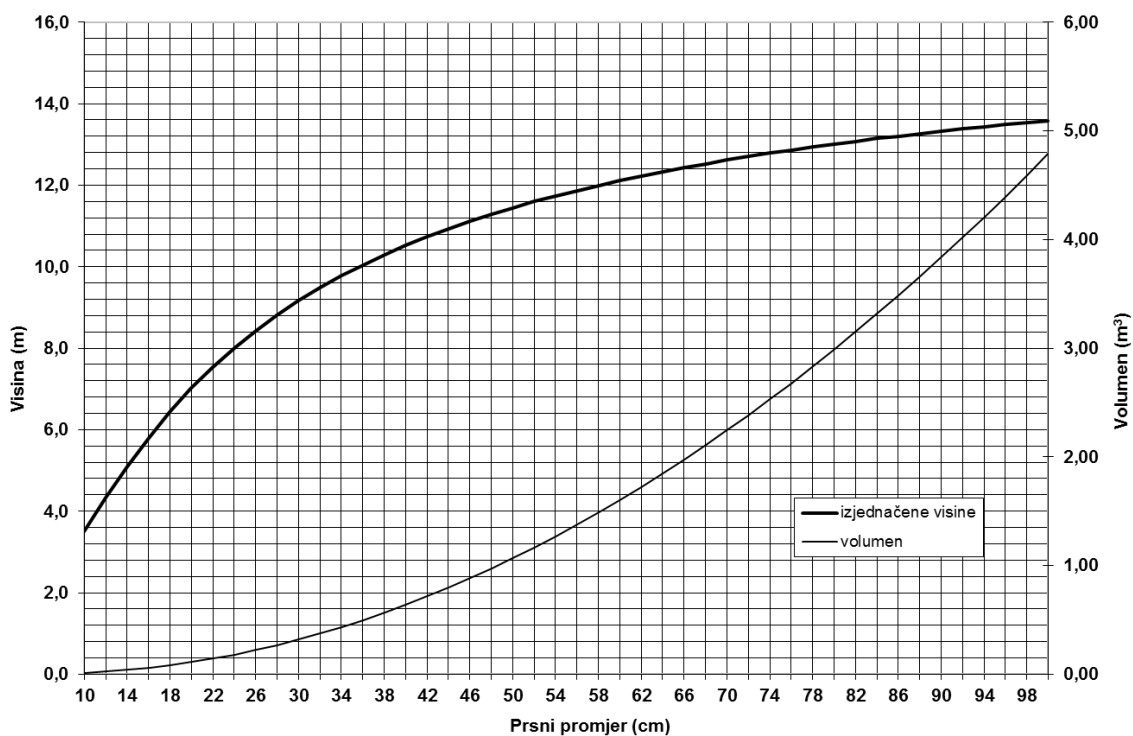


**Prilog C.14.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 14 (predjel: Karlobag, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)

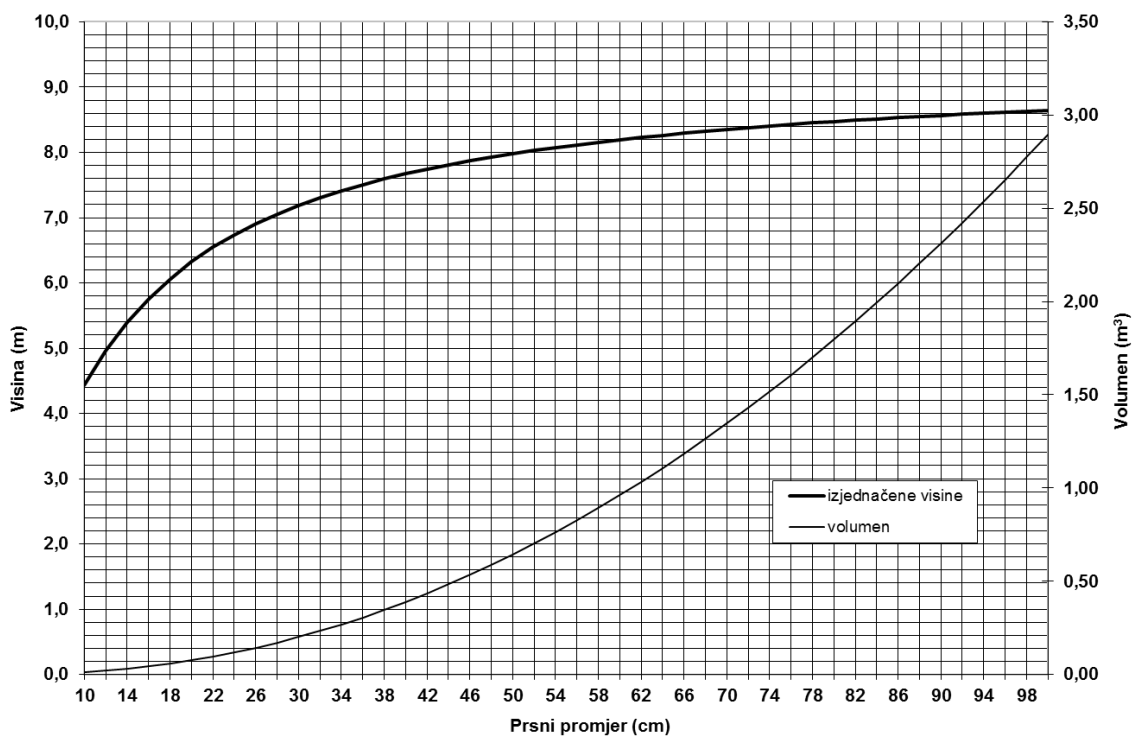


**Prilog C.14.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 14 (predjel: Karlobag, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)

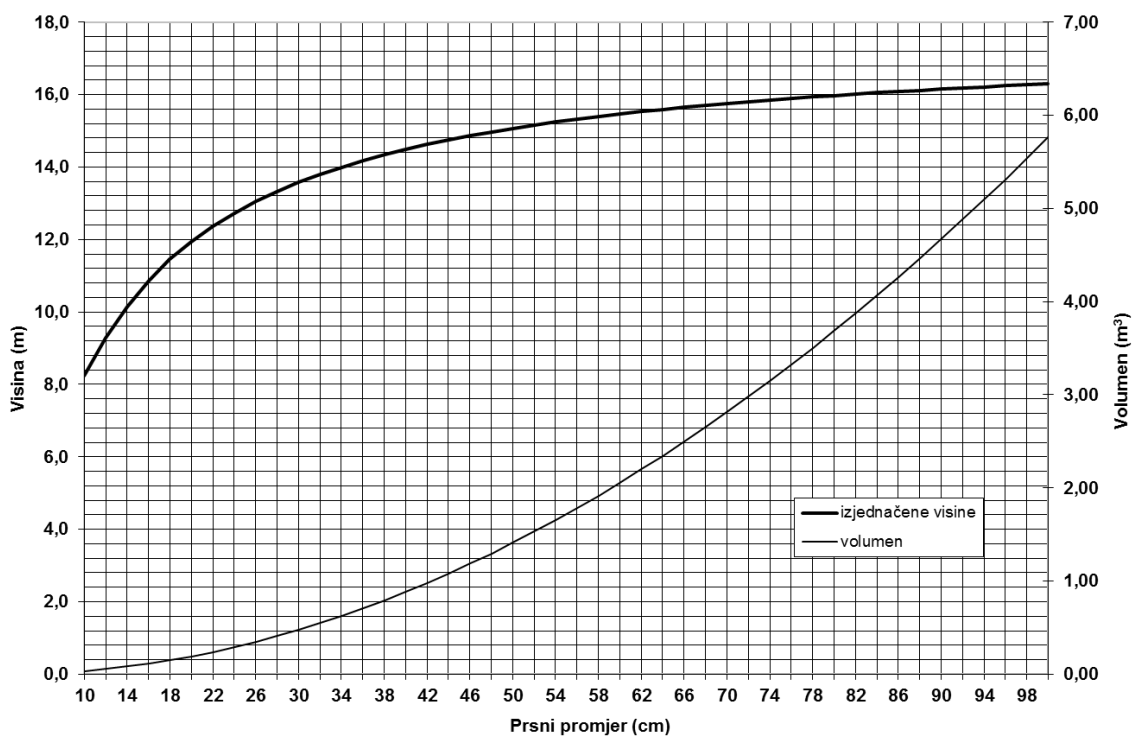




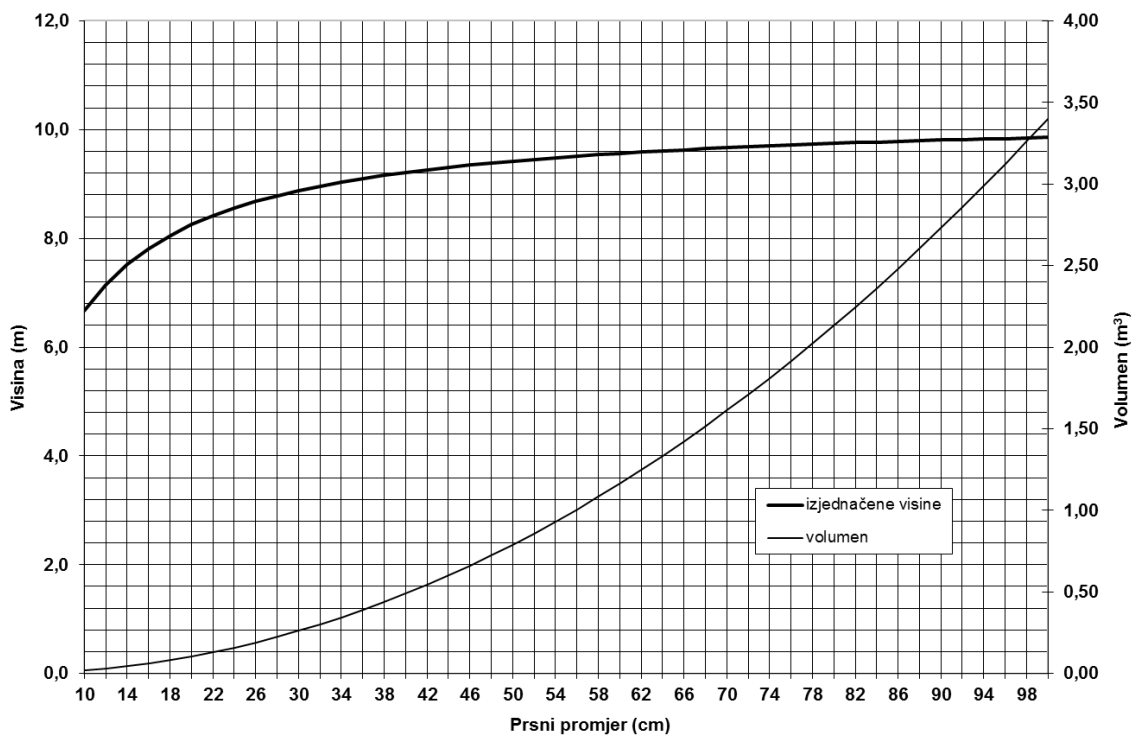
**Prilog C.15.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 15 (predjel: Karlobag, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



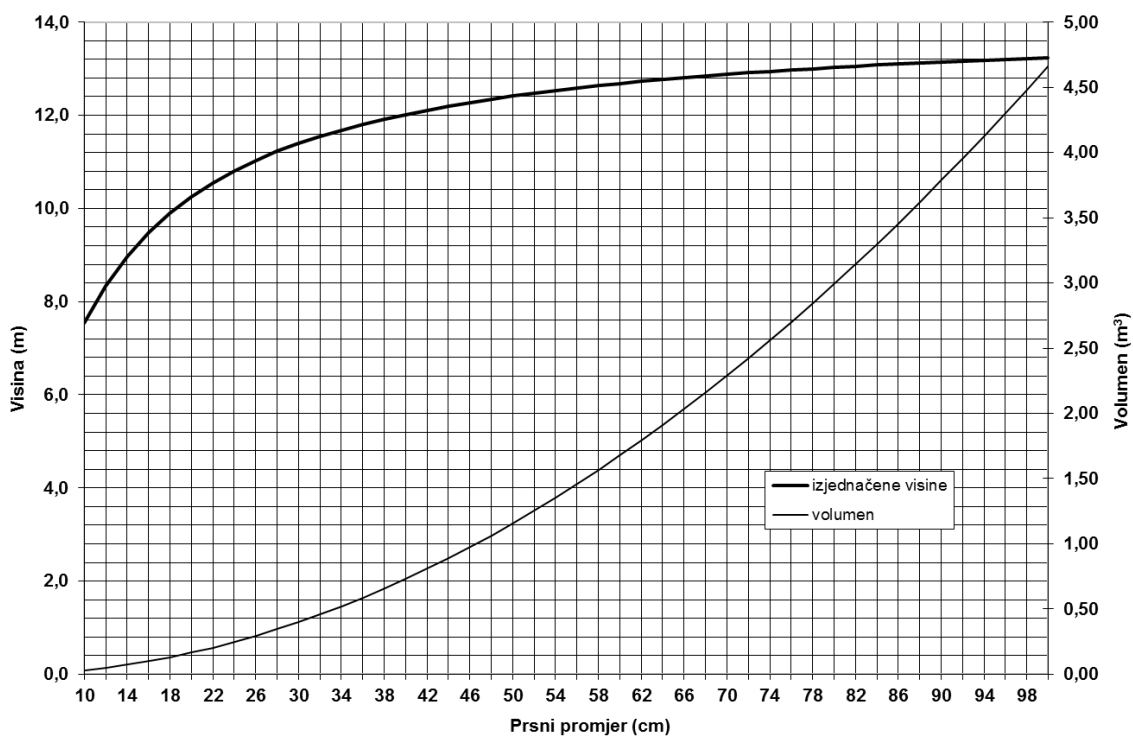
**Prilog C.15.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 15 (predjel: Karlobag, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



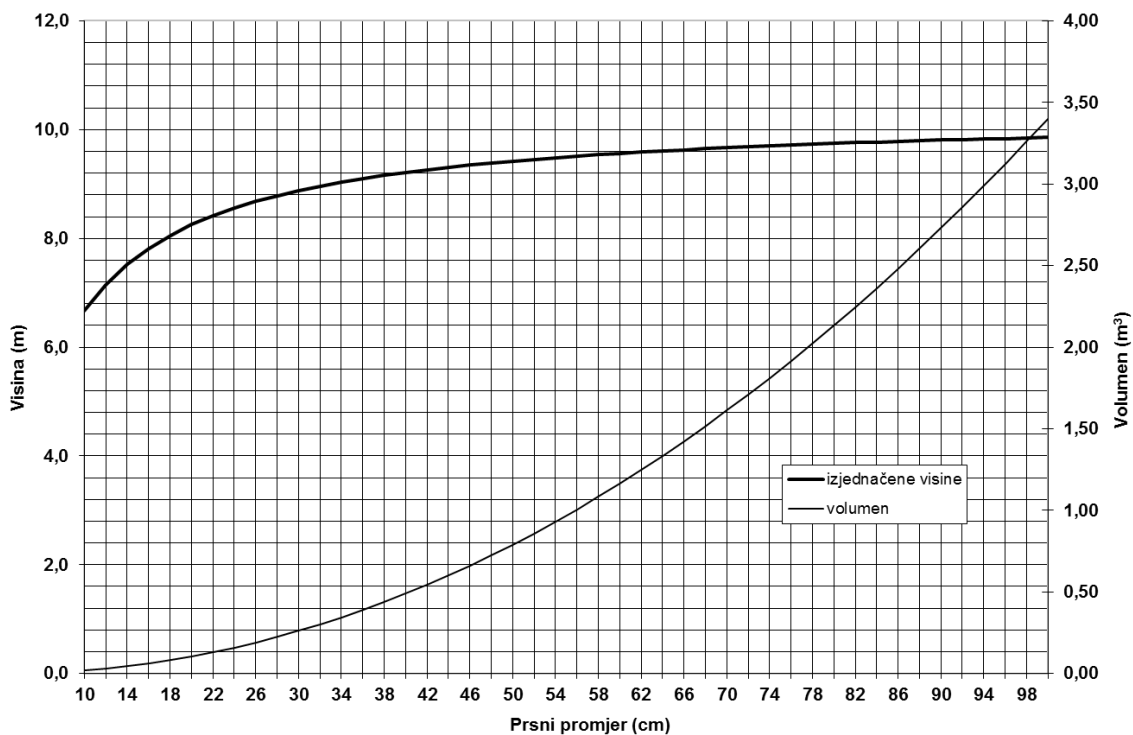
**Prilog C.16.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 16 (predjel: Karlobag, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



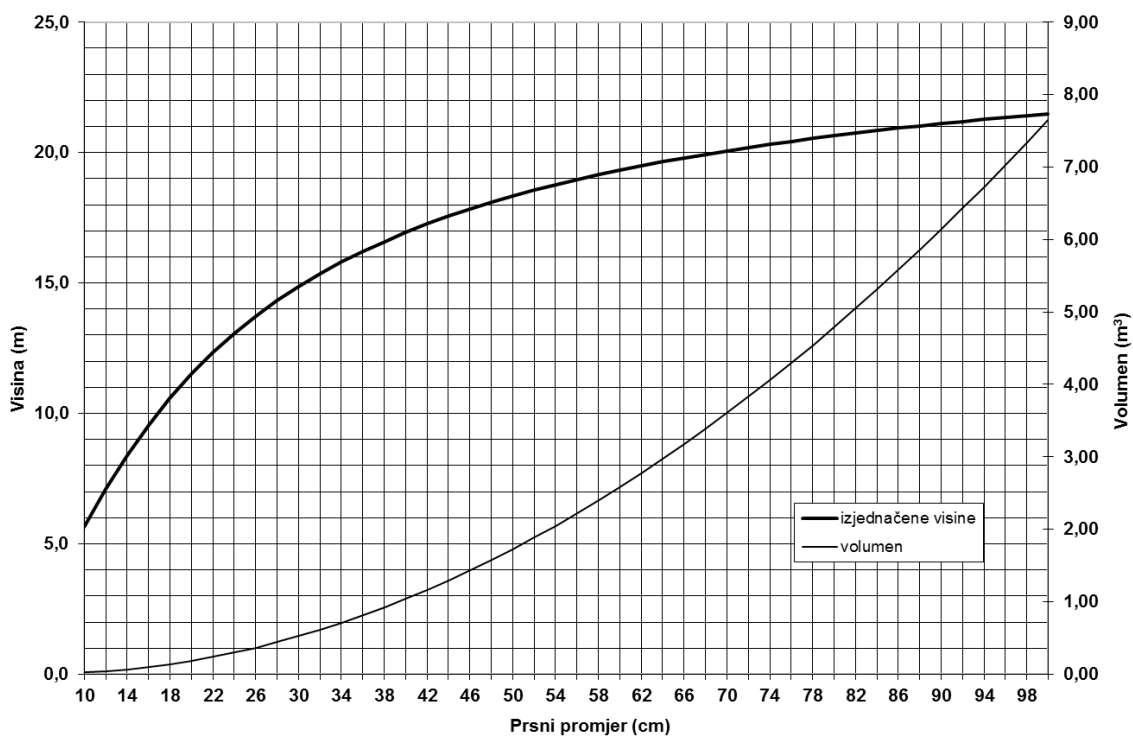
**Prilog C.16.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 16 (predjel: Karlobag, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



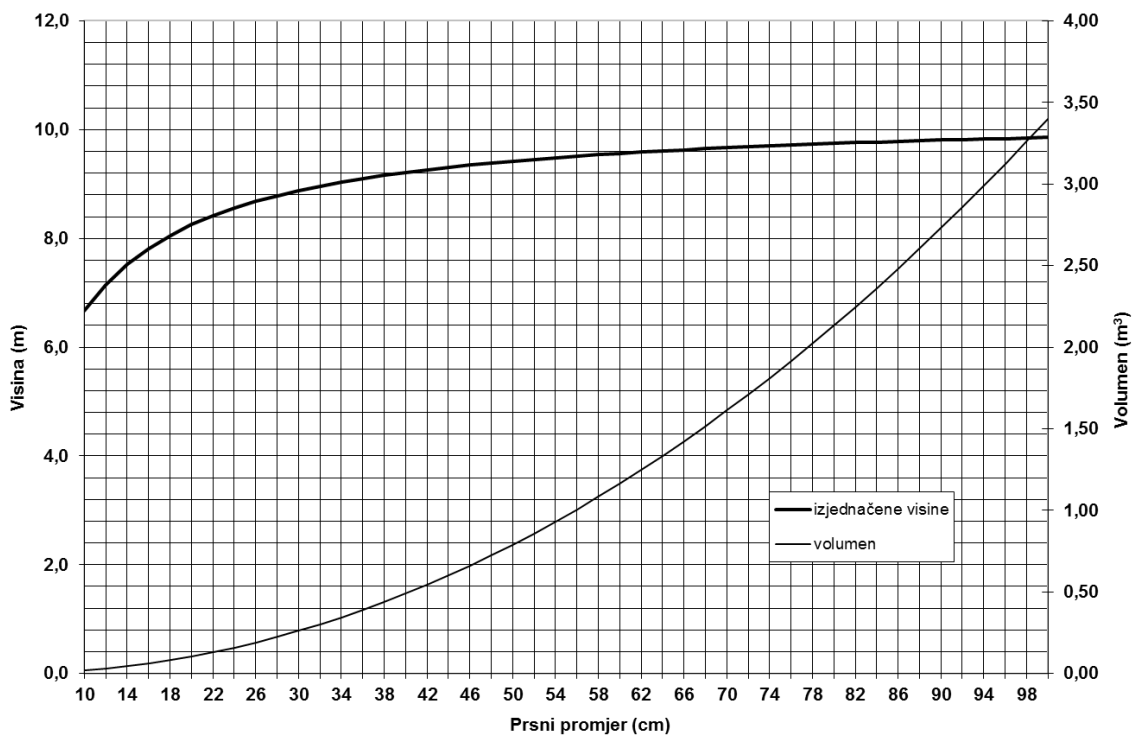
**Prilog C.17.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 17 (predjel: Oštarije, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



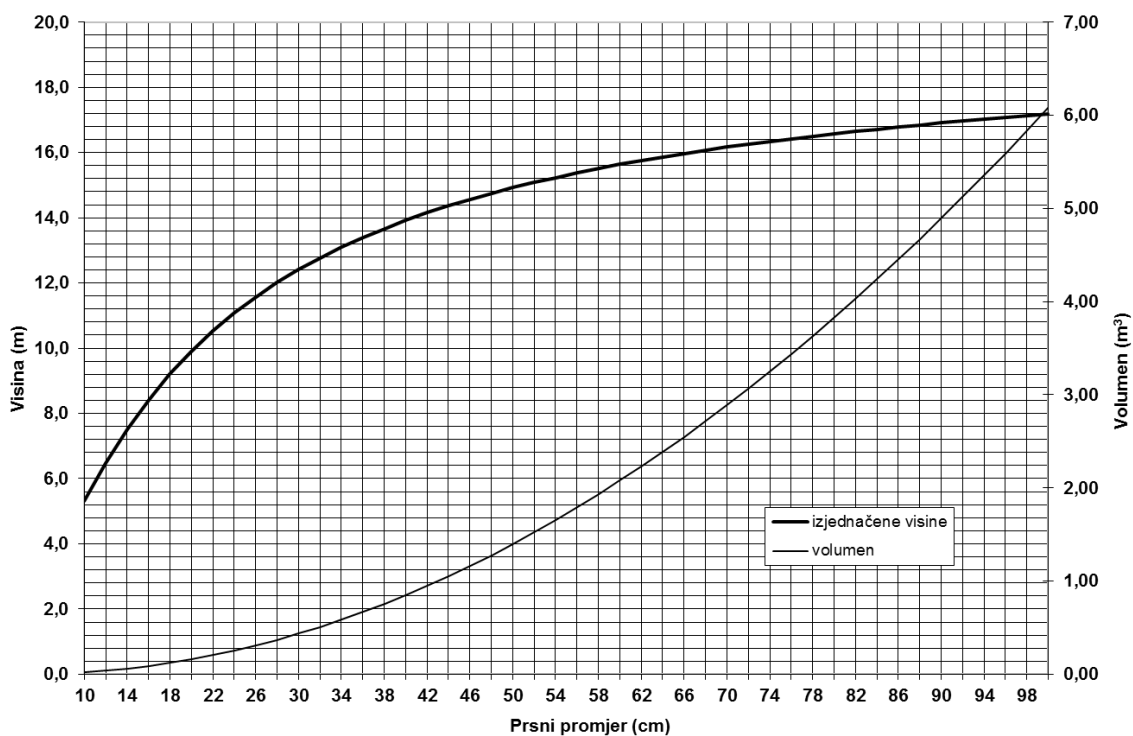
**Prilog C.17.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 17 (predjel: Oštarije, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



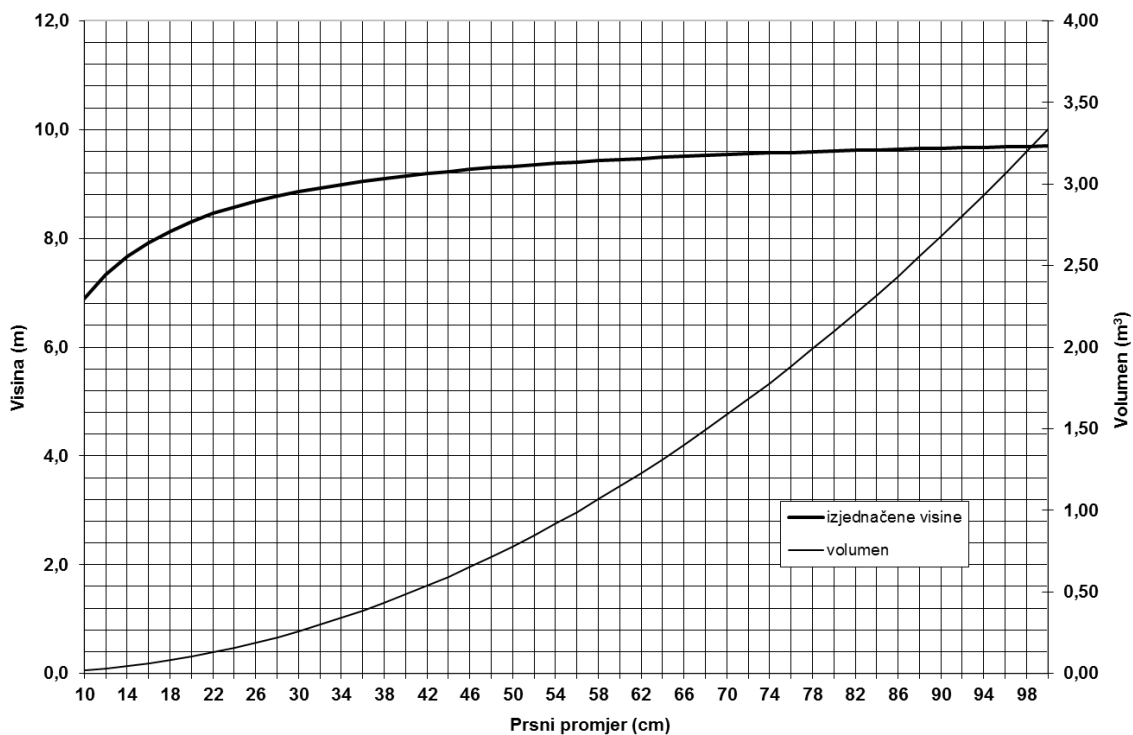
**Prilog C.18.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 18 (predjel: Orije, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



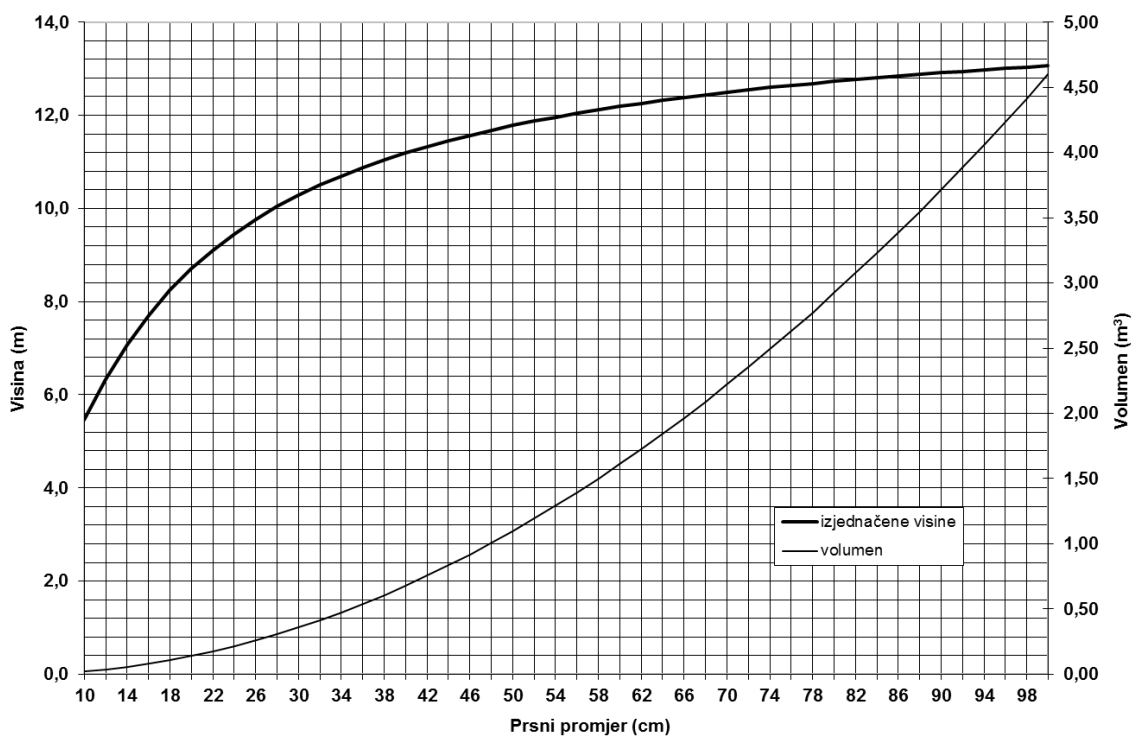
**Prilog C.18.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 18 (predjel: Orije, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



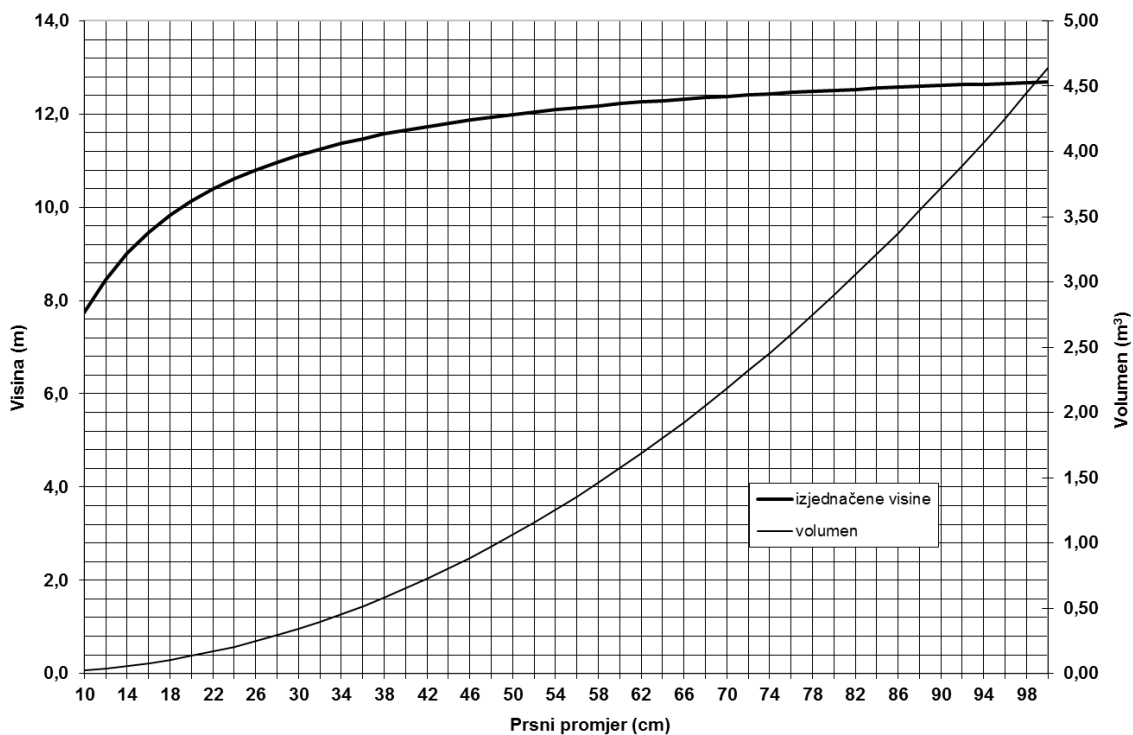
**Prilog C.19.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 19 (predjel: Krstače, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



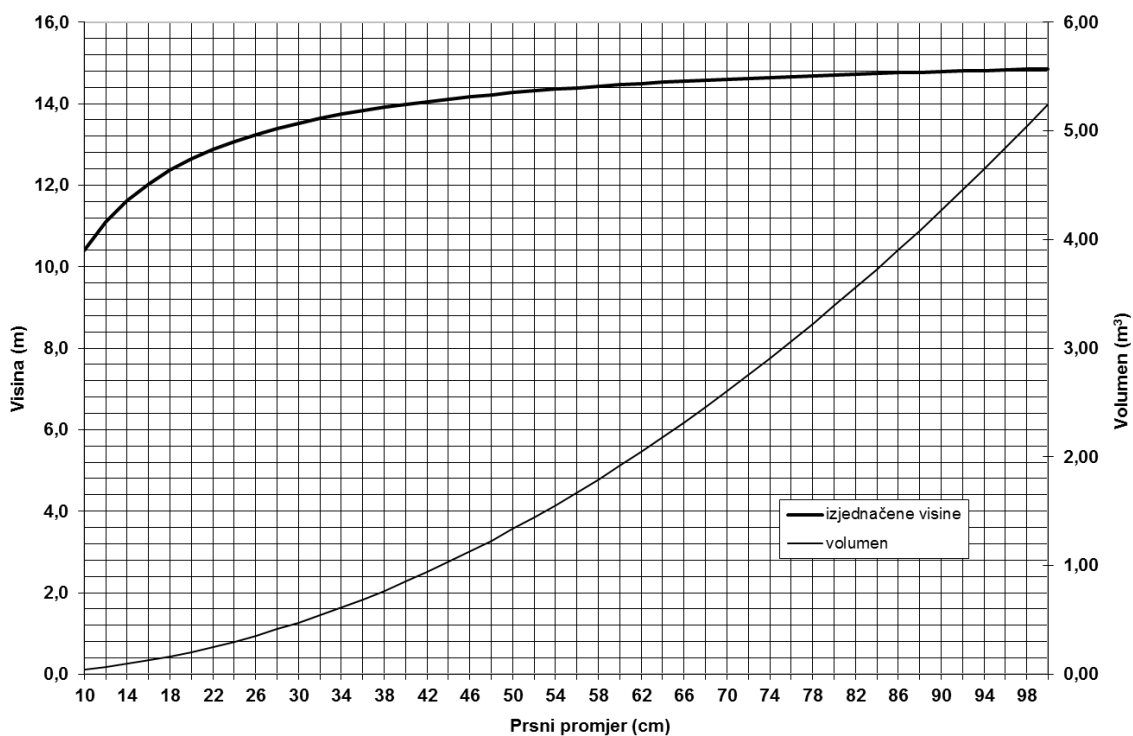
**Prilog C.19.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 19 (predjel: Krstače, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



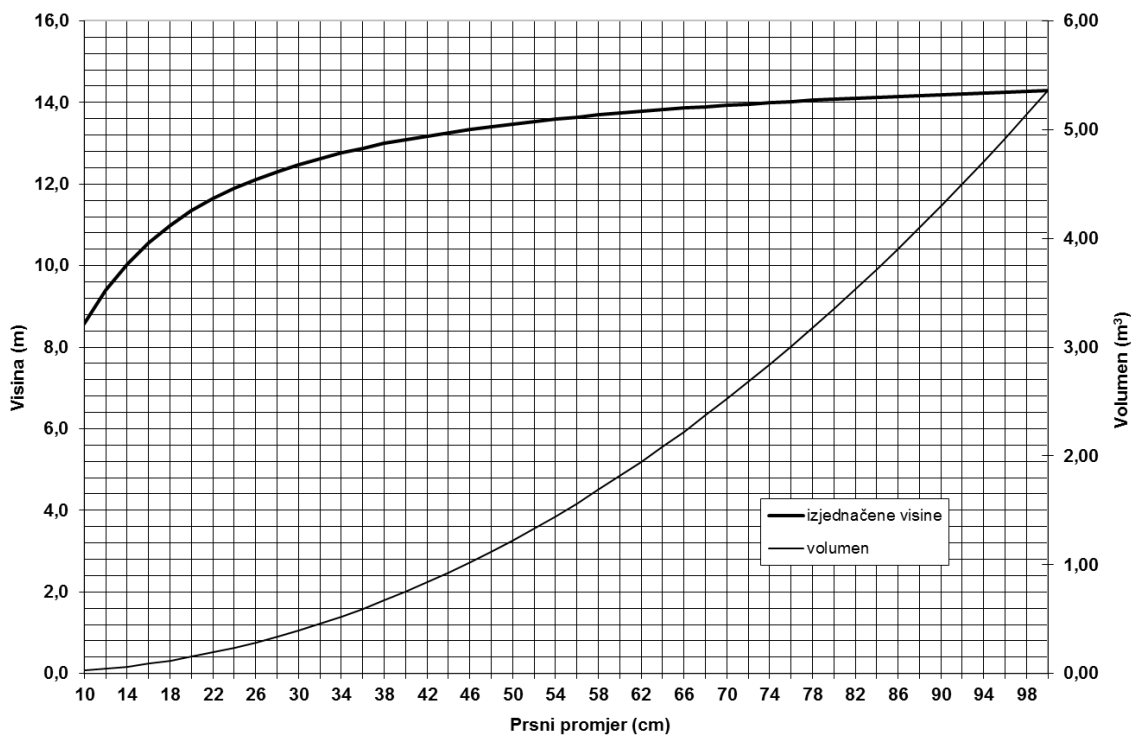
**Prilog C.20.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 20 (predjel: Senjska Draga, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



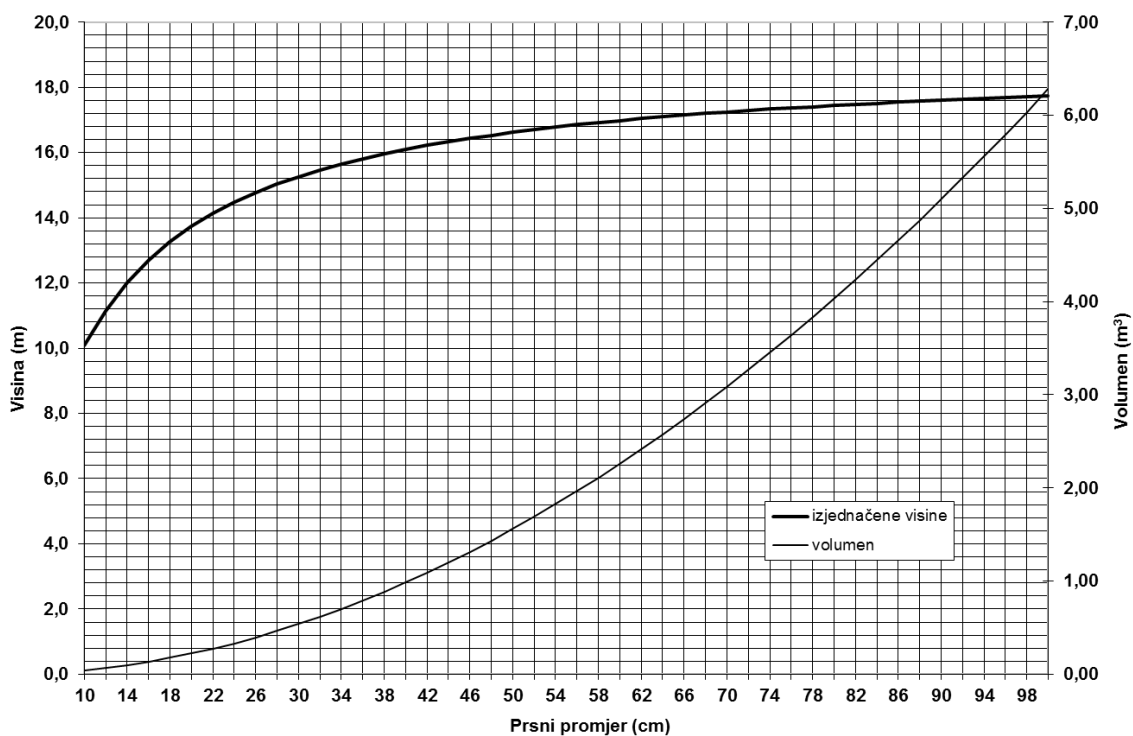
**Prilog C.20.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 20 (predjel: Senjska Draga, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



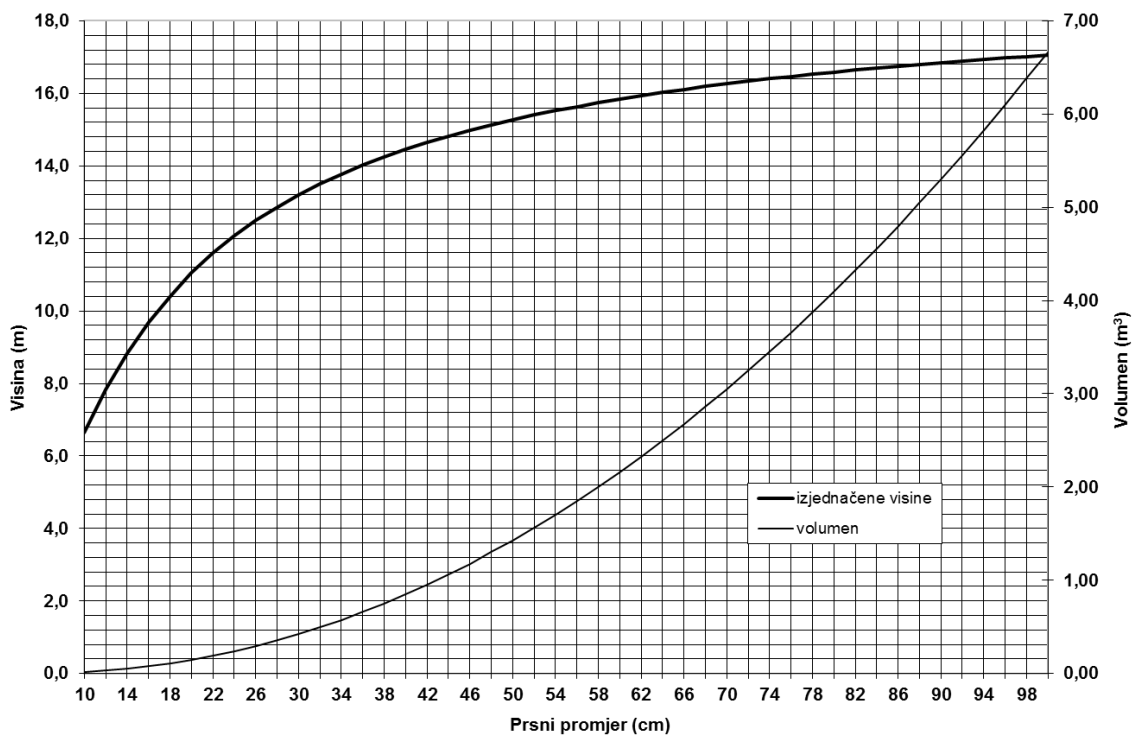
**Prilog C.21.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 21 (predjel: Podugrinac, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: prekinut)



**Prilog C.21.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 21 (predjel: Podugrinac, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: prekinut)

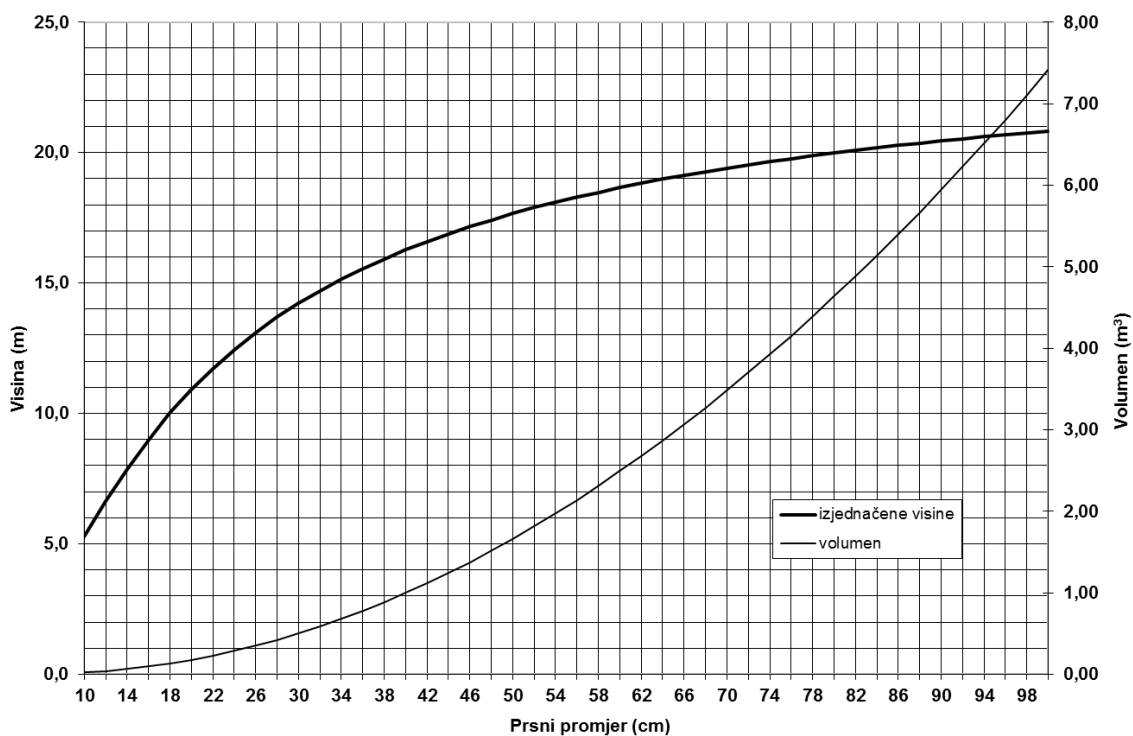


**Prilog C.22.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 22 (predjel: Podugrinac, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)

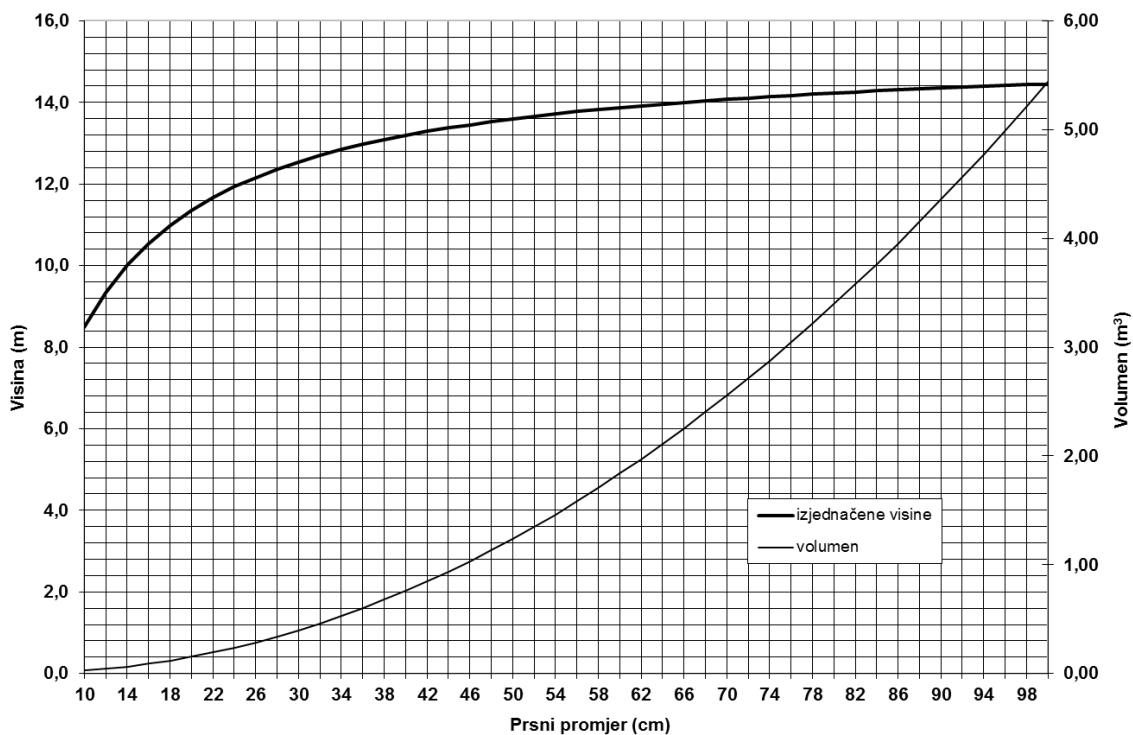


**Prilog C.22.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 22 (predjel: Podugrinac, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)

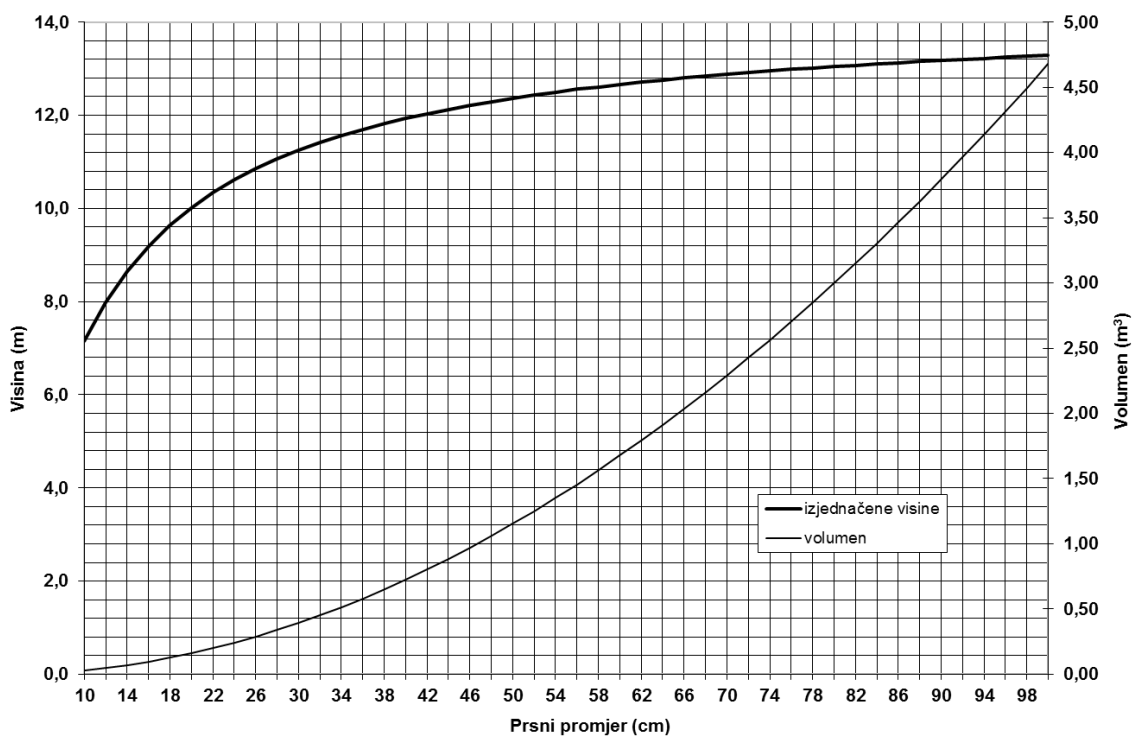




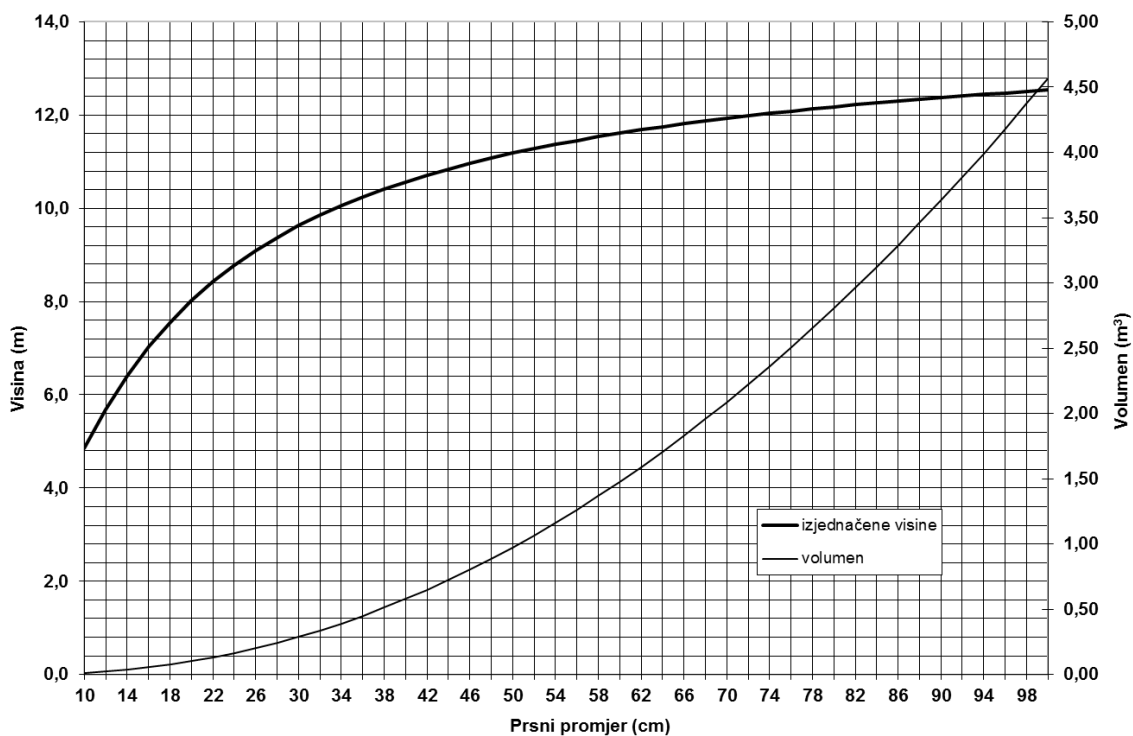
**Prilog C.23.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 23 (predjel: Podugrinac, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: rub)



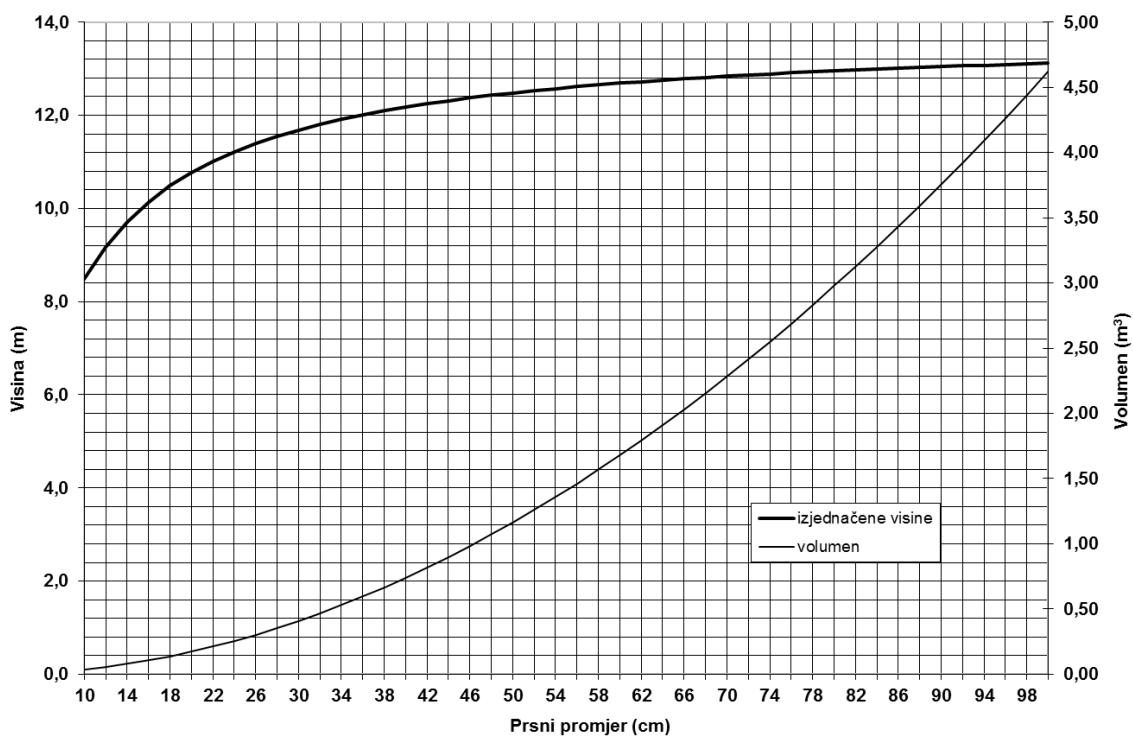
**Prilog C.23.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 23 (predjel: Podugrinac, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: rub)



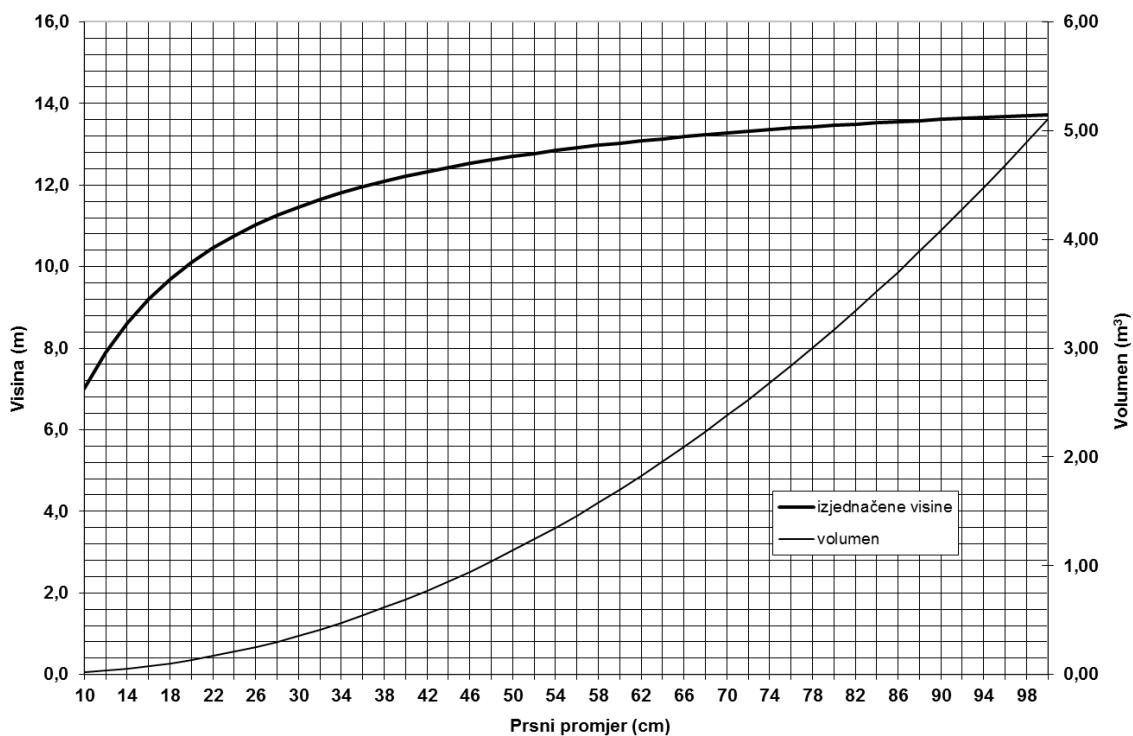
**Prilog C.24.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 24 (predjel: Vinište, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



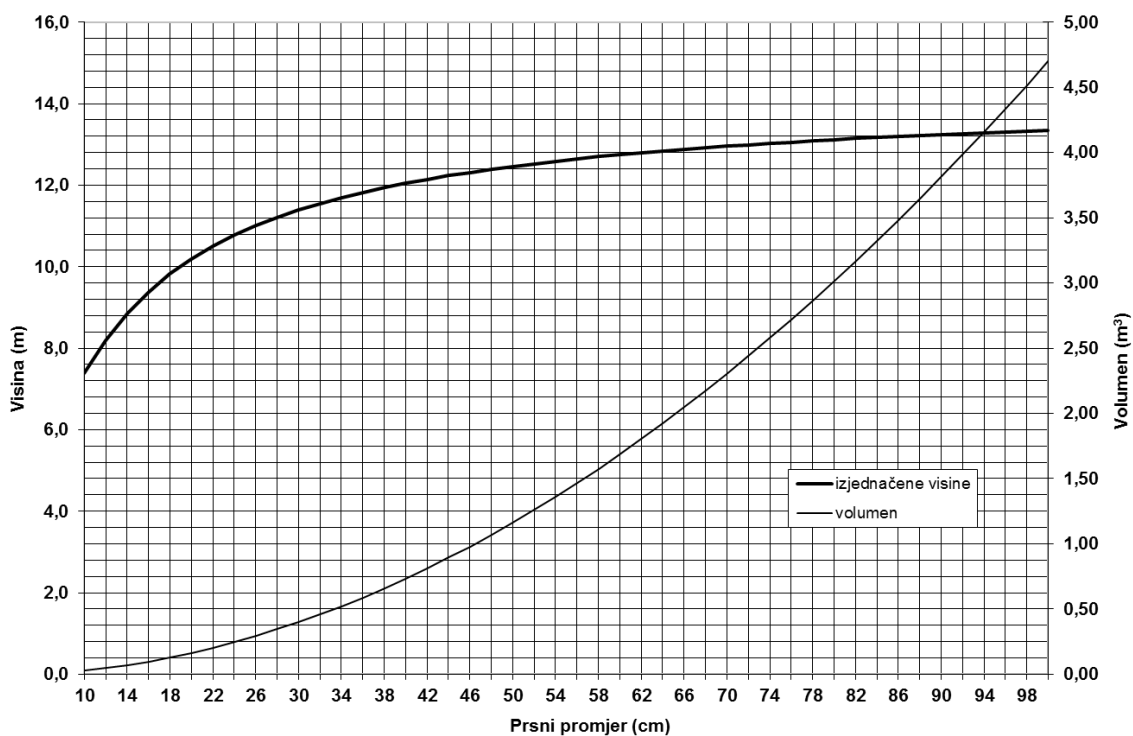
**Prilog C.24.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 24 (predjel: Vinište, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



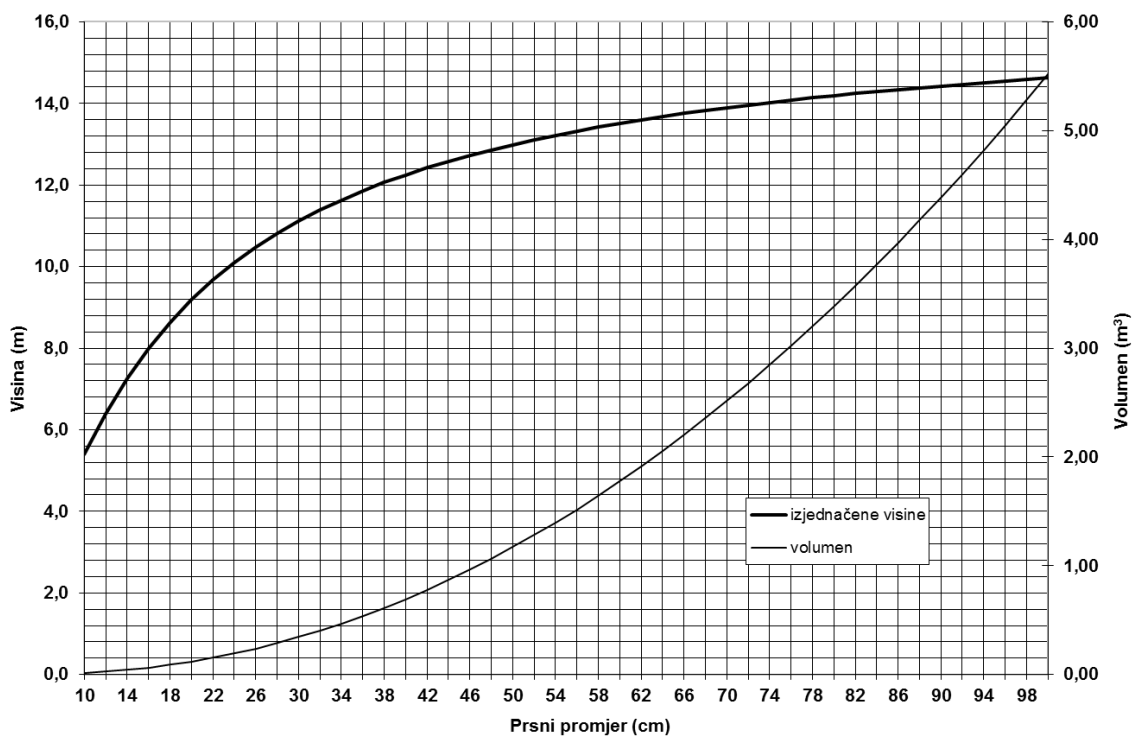
**Prilog C.25.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 25 (predjel: Bile, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



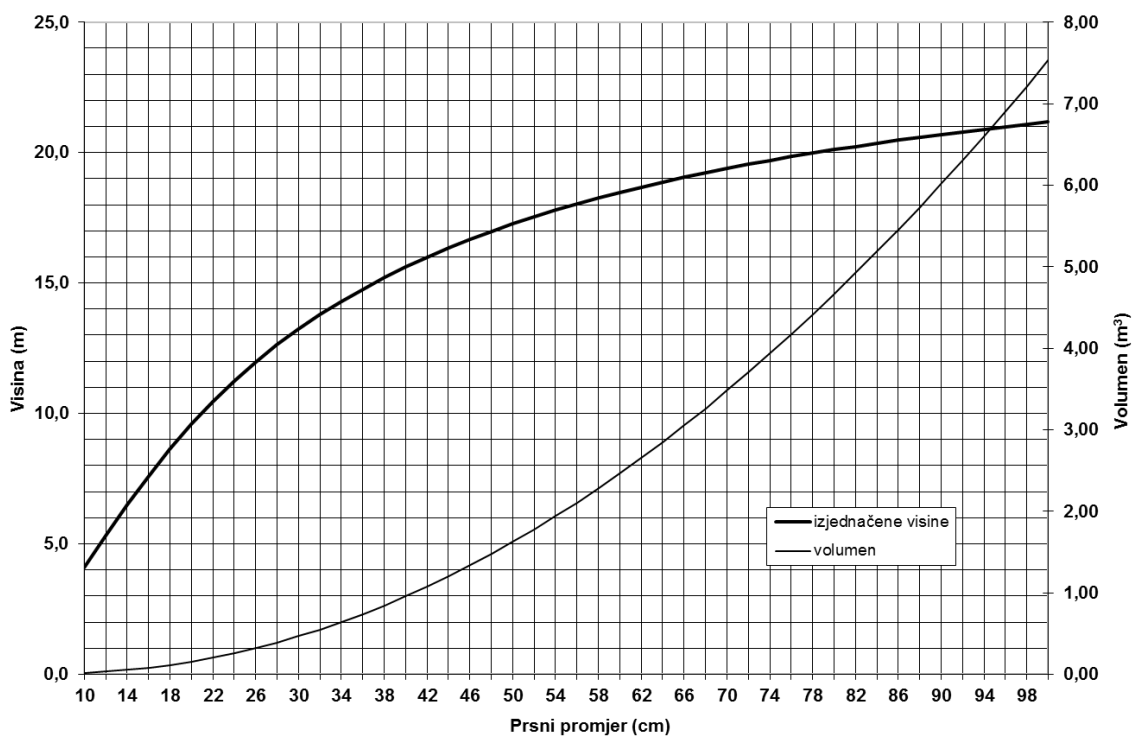
**Prilog C.25.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 25 (predjel: Bile, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



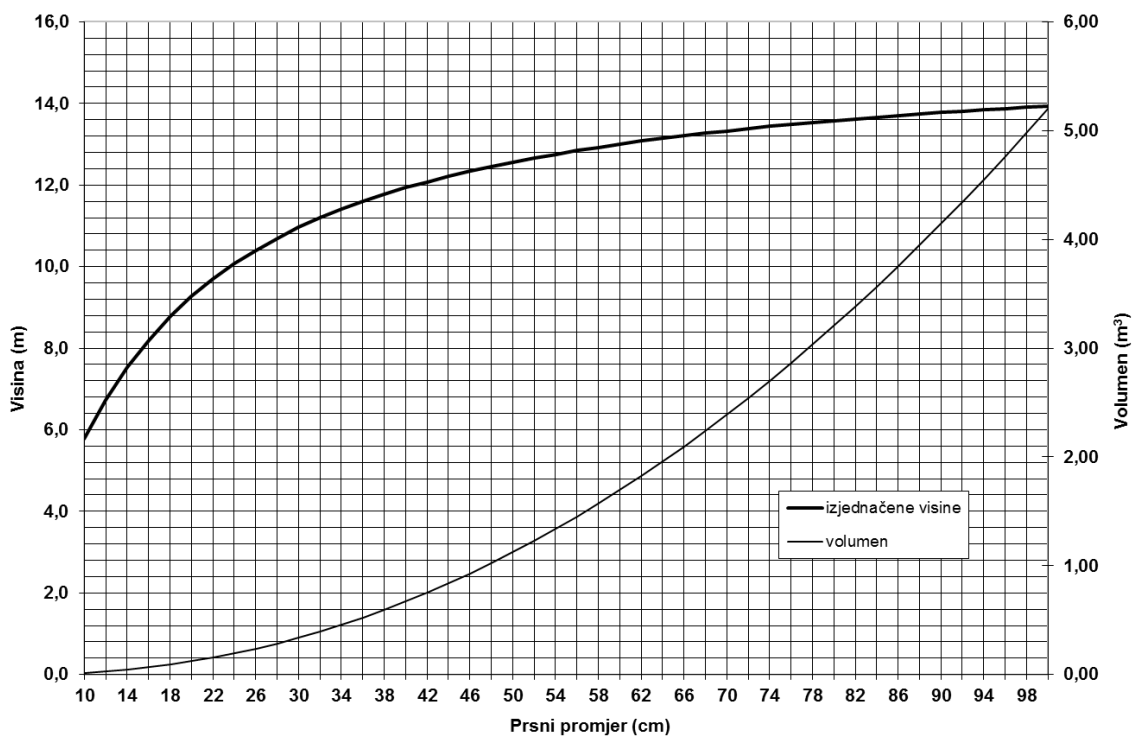
**Prilog C.26.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 26 (predjel: Bile, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



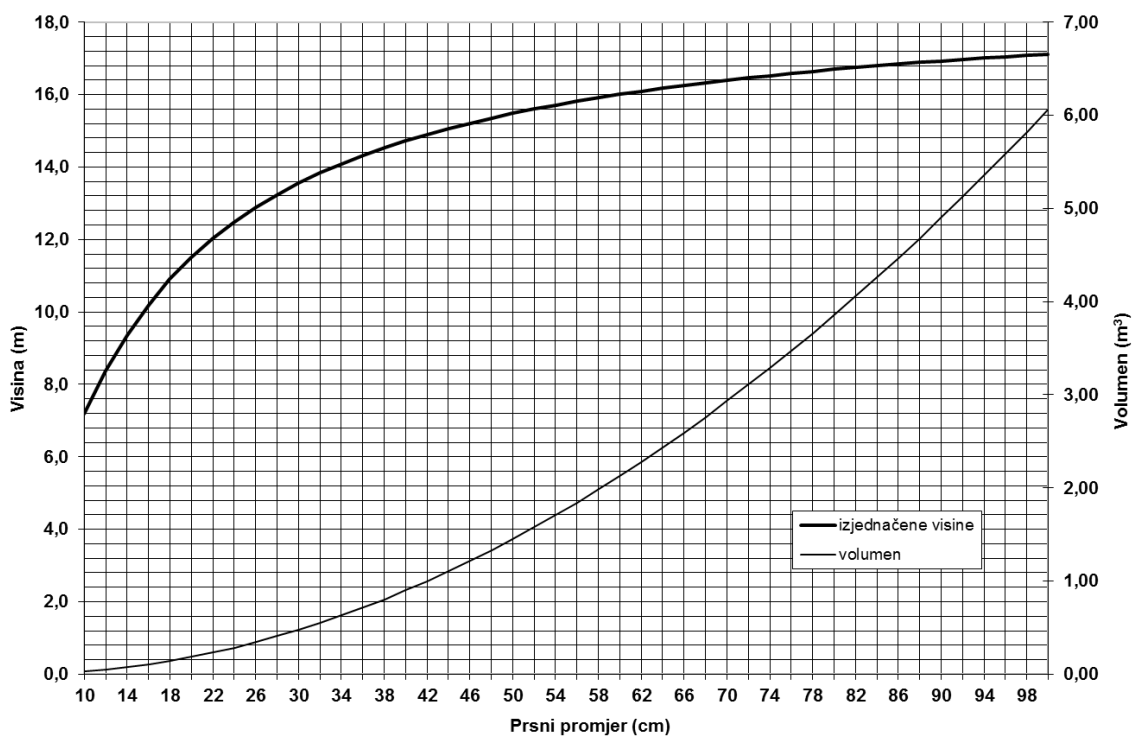
**Prilog C.26.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 26 (predjel: Bile, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



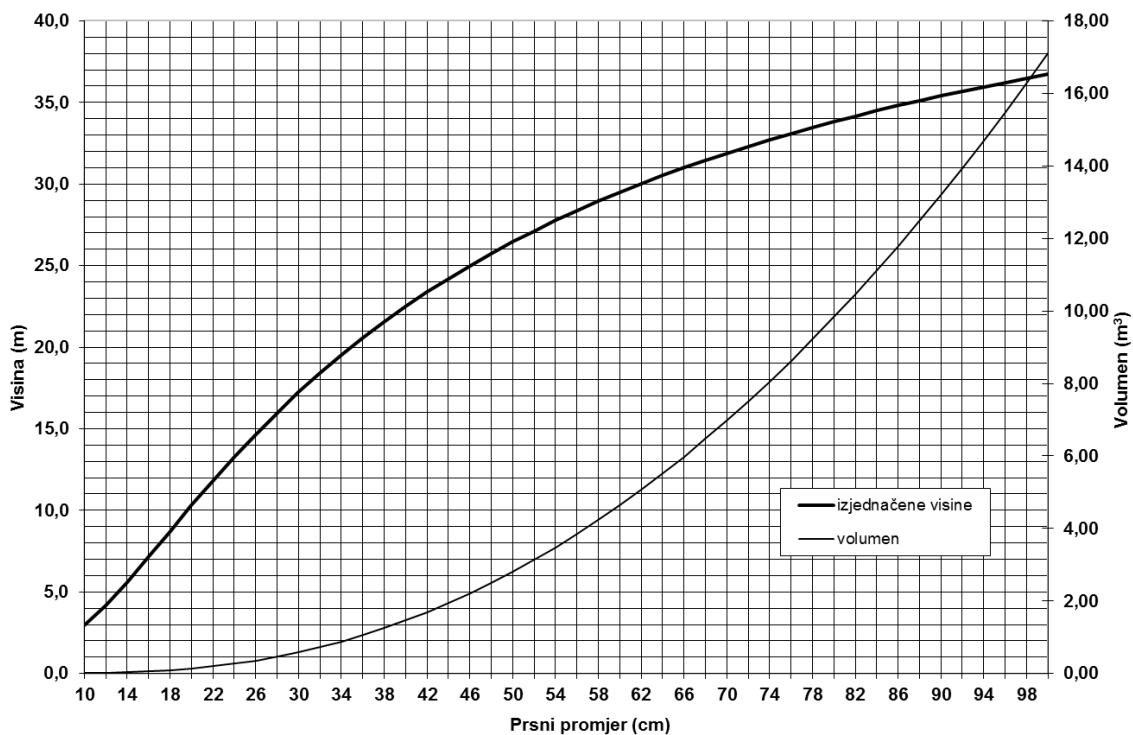
**Prilog C.27.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 27 ((predjel: Rasadnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: rub)



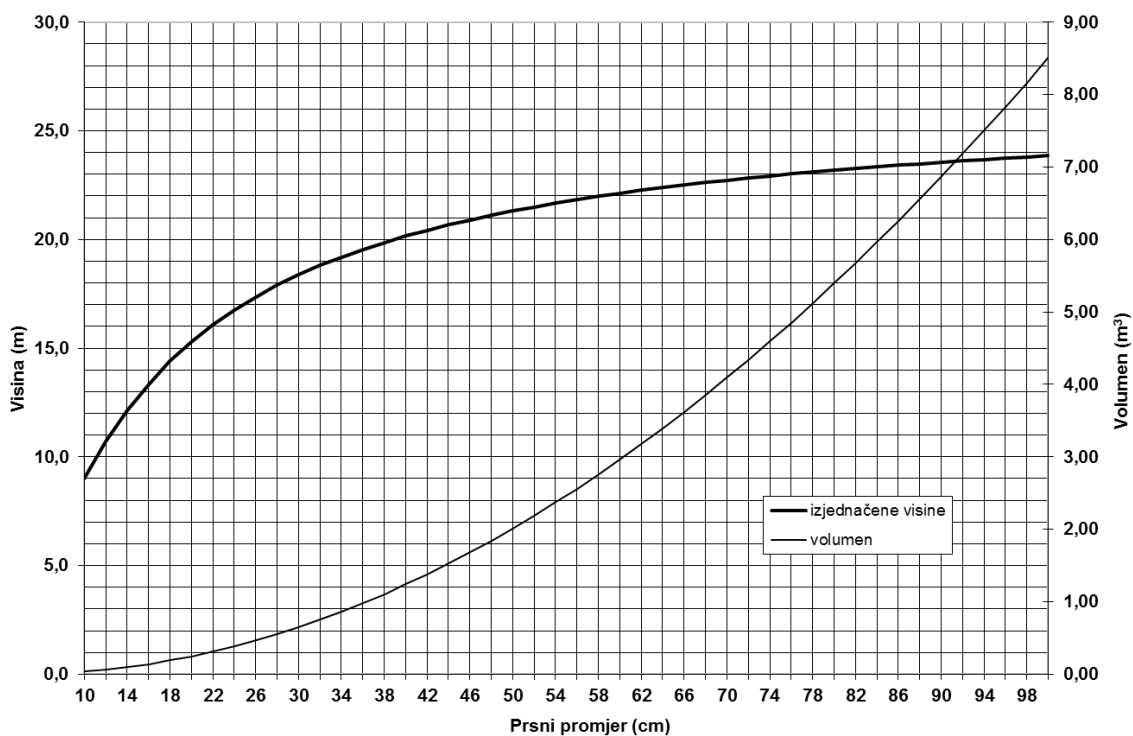
**Prilog C.27.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 27 (predjel: Rasadnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: rub)



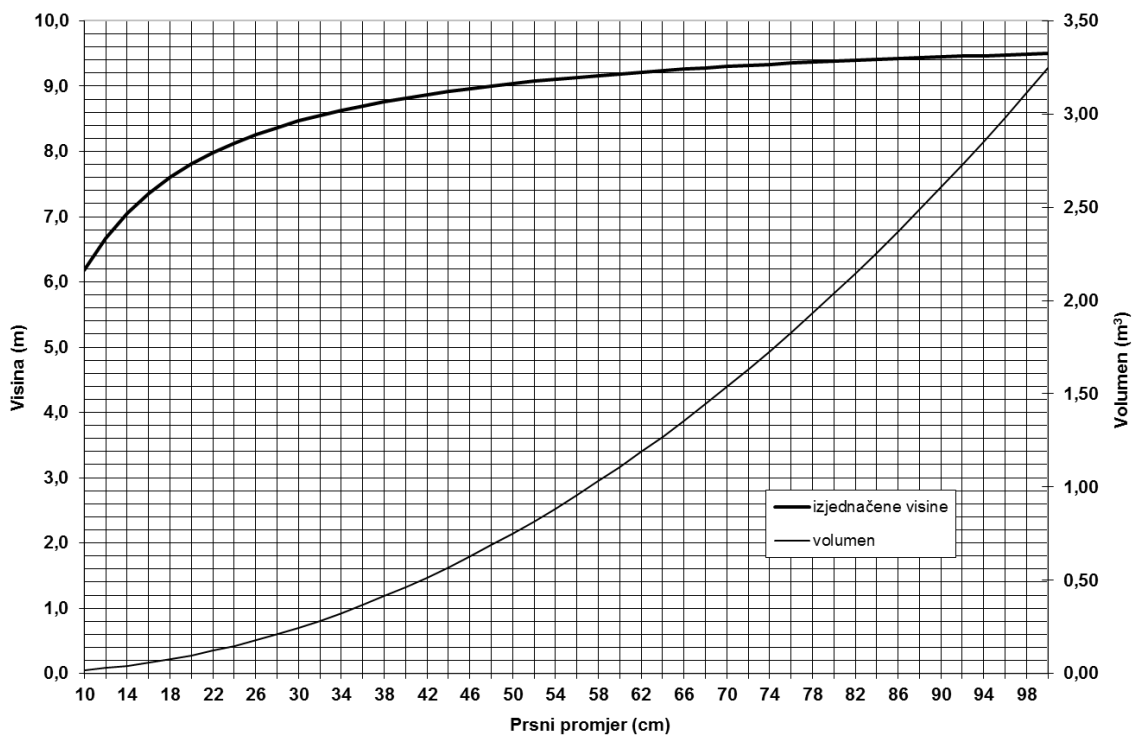
**Prilog C.28.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 28 (predjel: Rasadnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: prekinut)



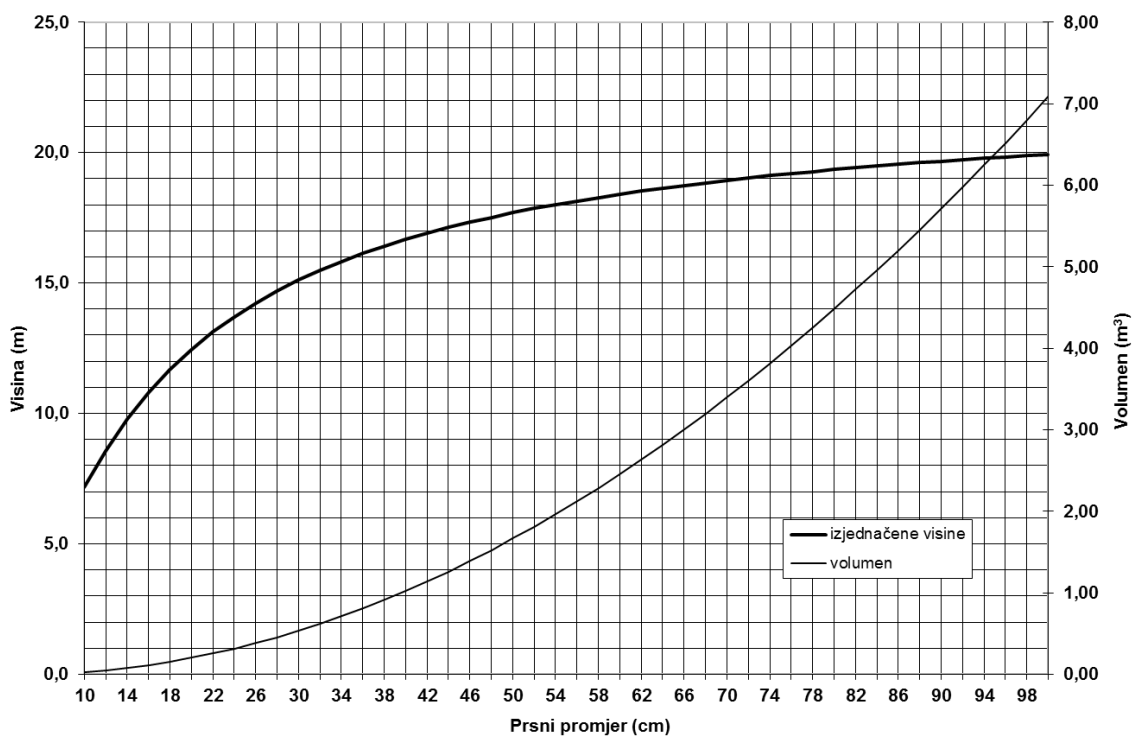
**Prilog C.28.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 28 (predjel: Rasadnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: prekinut)



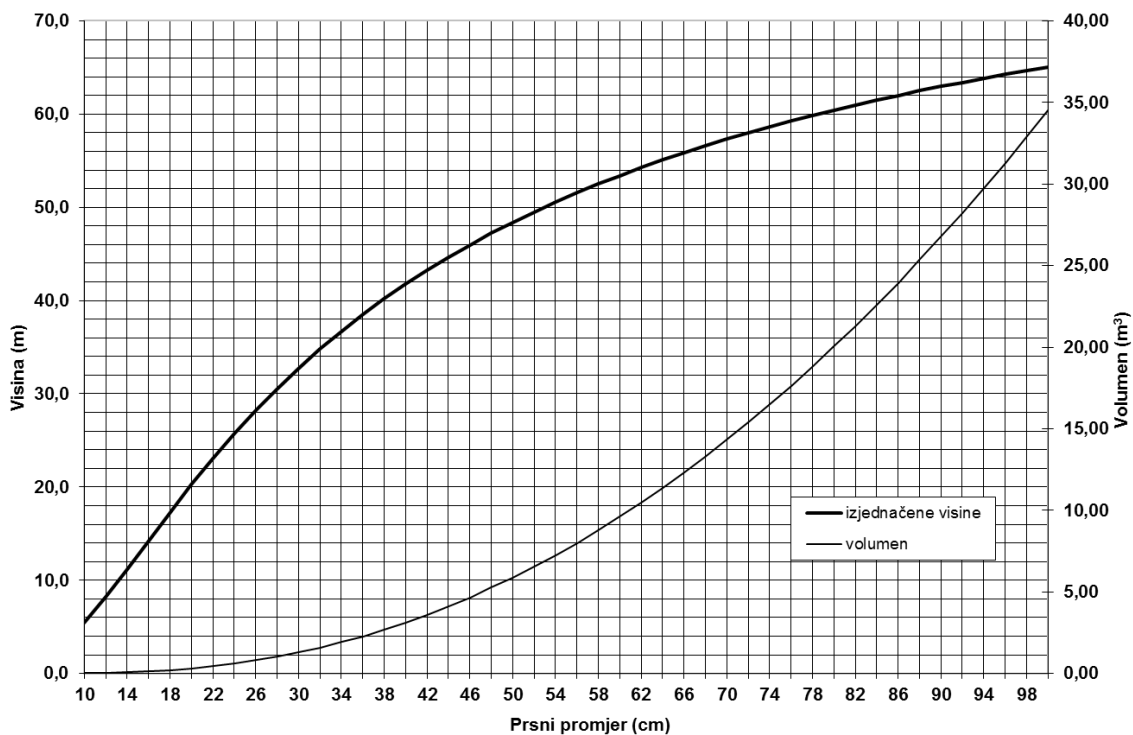
**Prilog C.29.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 29 (predjel: Rasadnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)



**Prilog C.29.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 29 (predjel: Rasadnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)

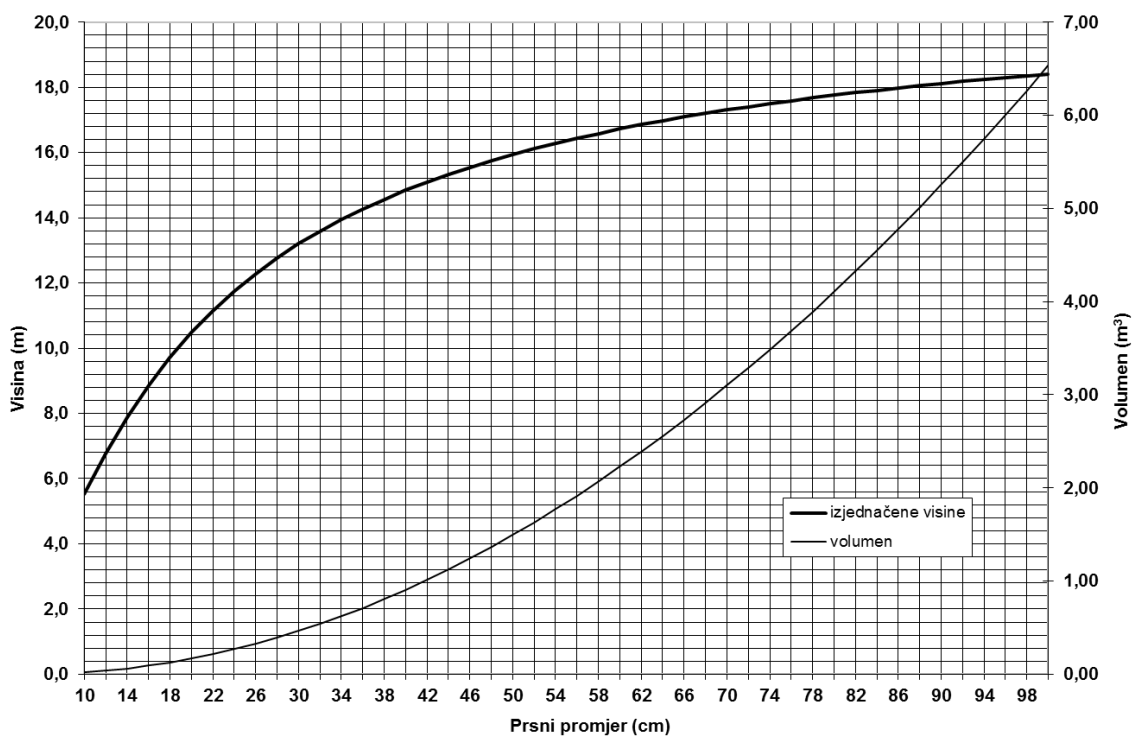


**Prilog C.30.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 30 (predjel: Slani Potok, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)

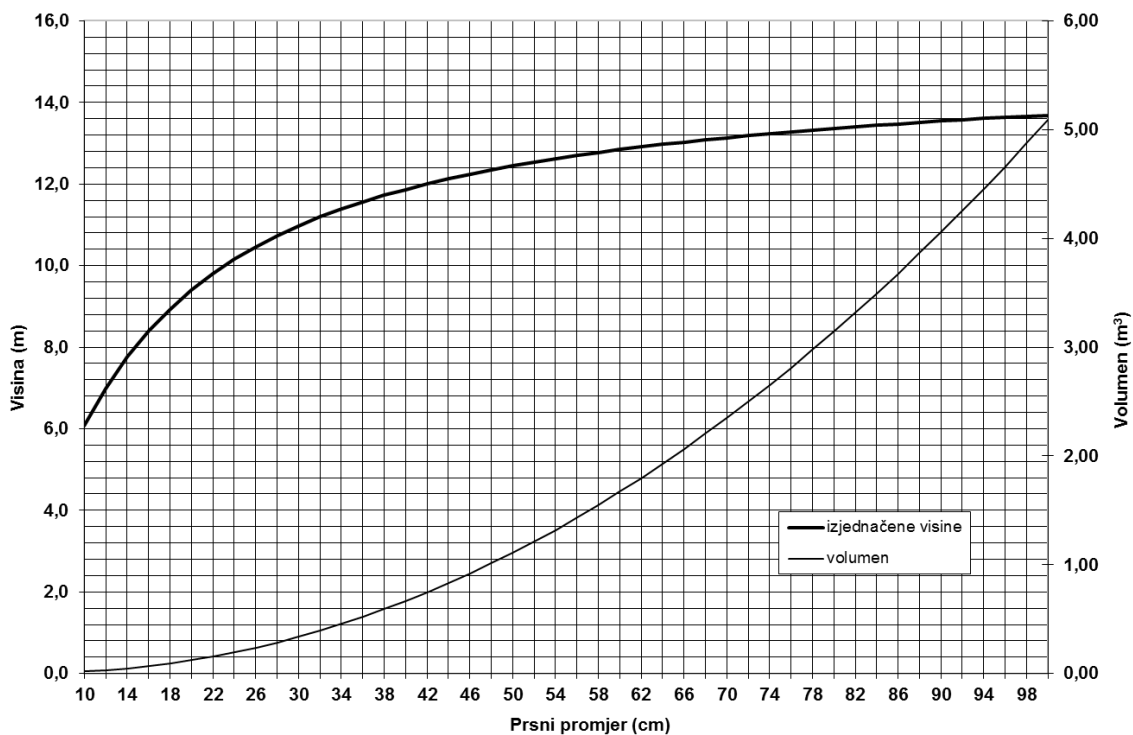


**Prilog C.30.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 30 (predjel: Slani Potok, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)

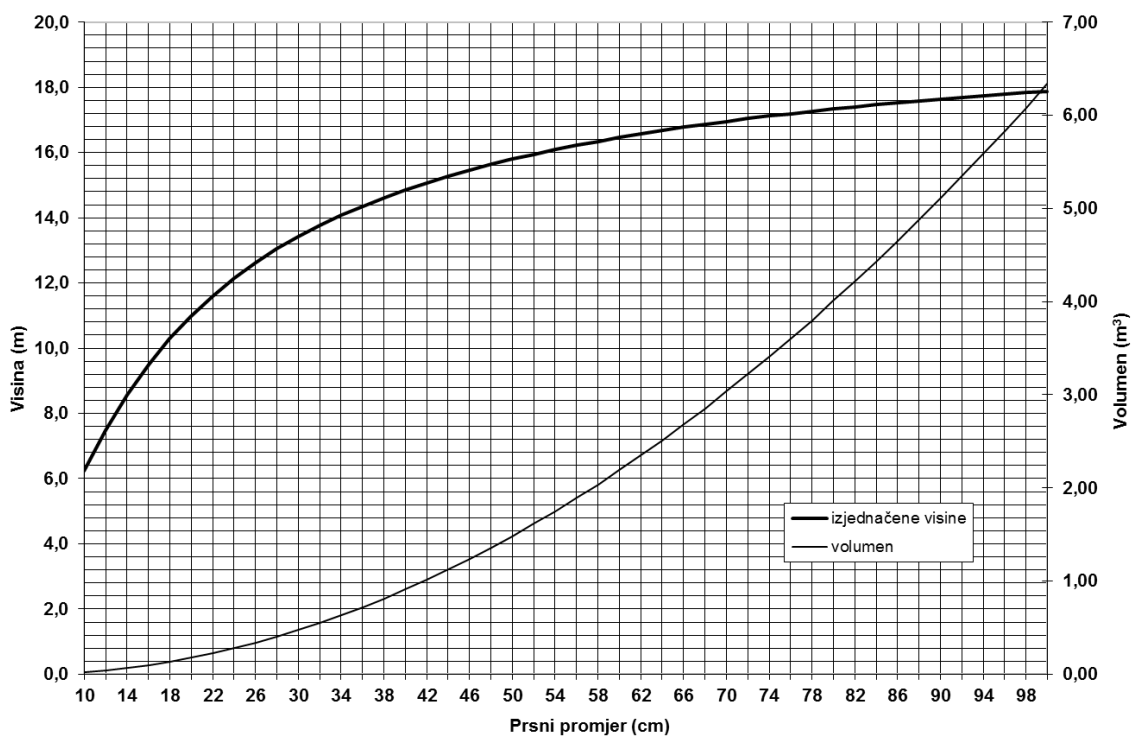




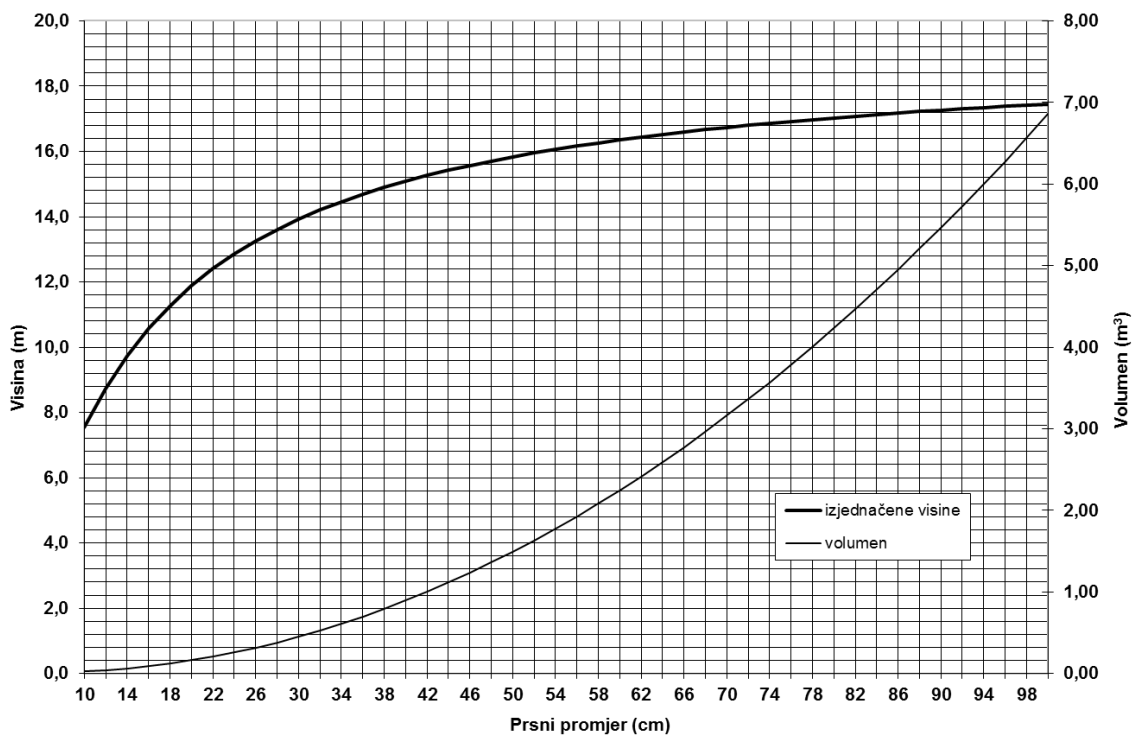
**Prilog C.31.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 31 (predjel: Slani Potok, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: rub)



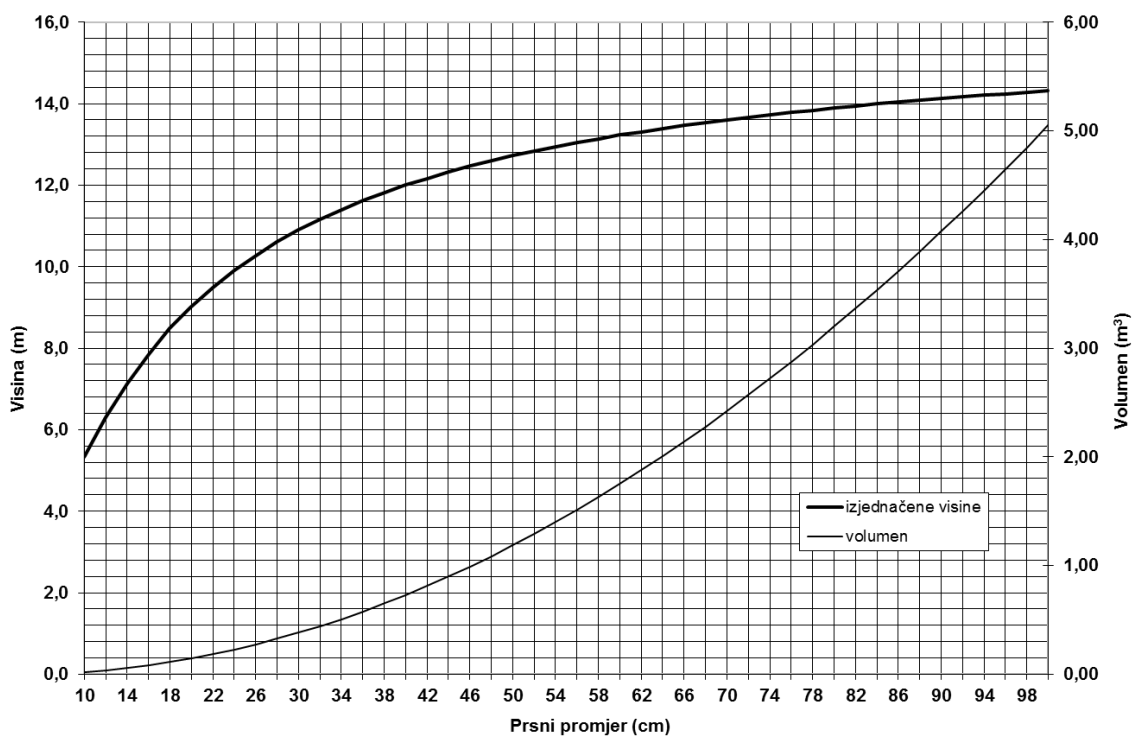
**Prilog C.31.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 31 (predjel: Slani Potok, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: rub)



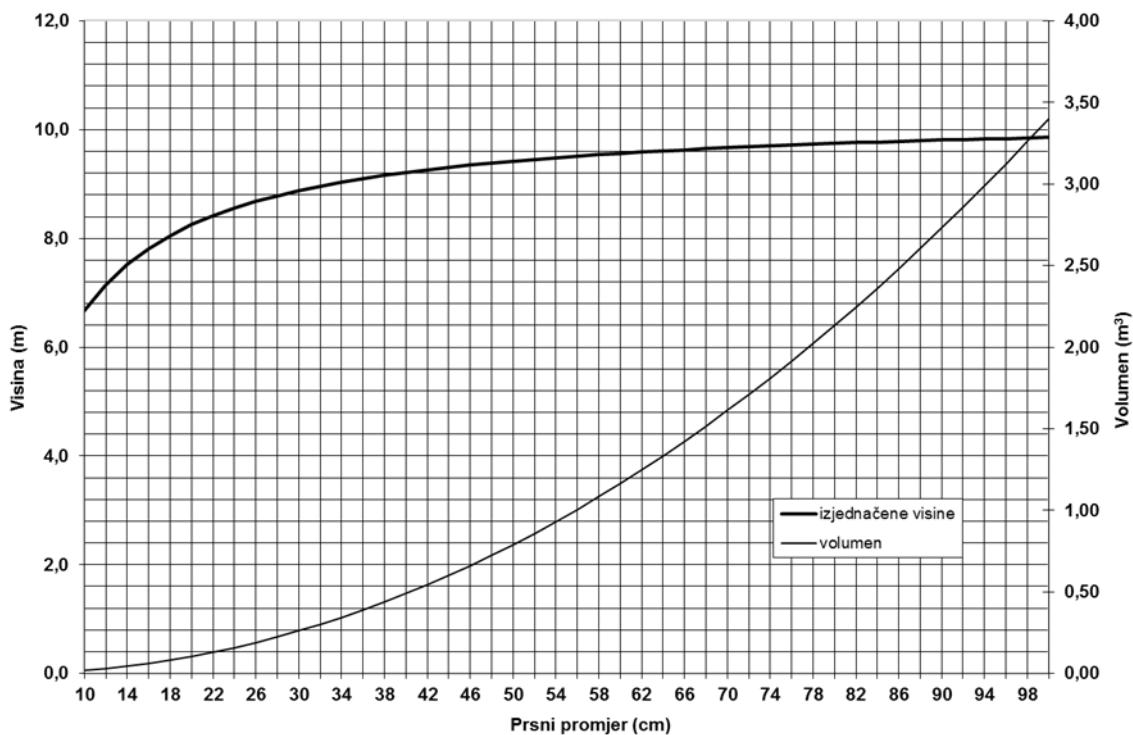
**Prilog C.32.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 32 (predjel: Slani Potok, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: prekinut)



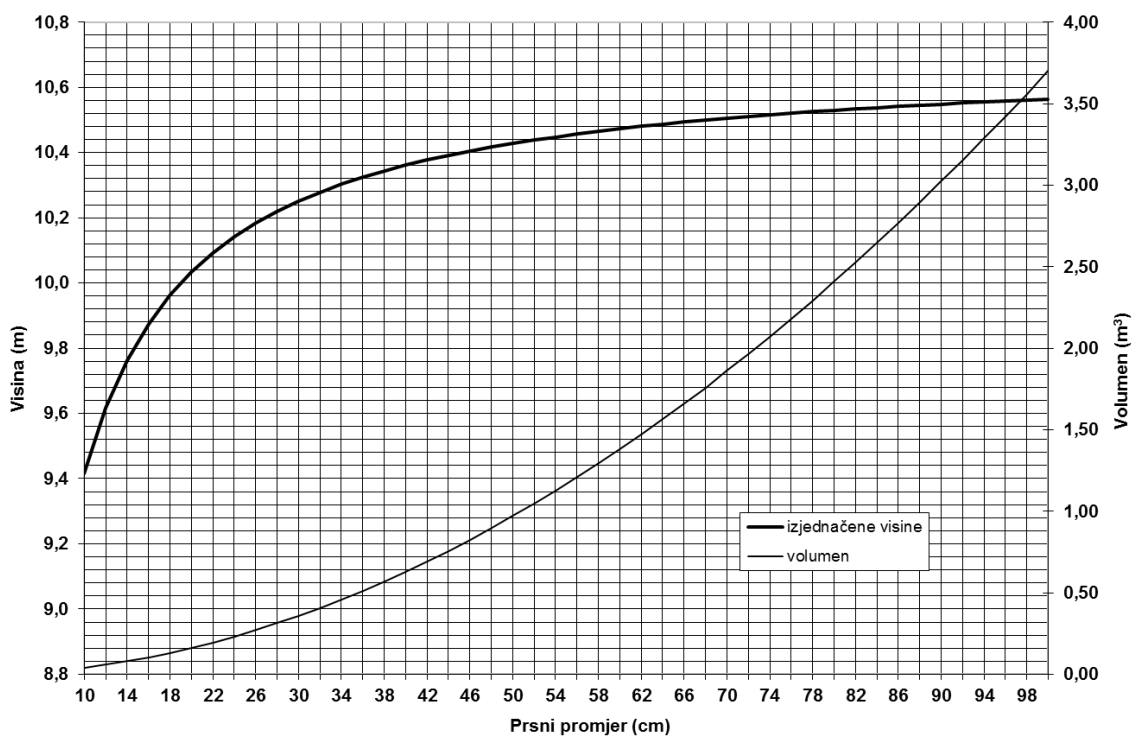
**Prilog C.32.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 32 (predjel: Slani Potok, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: prekinut)



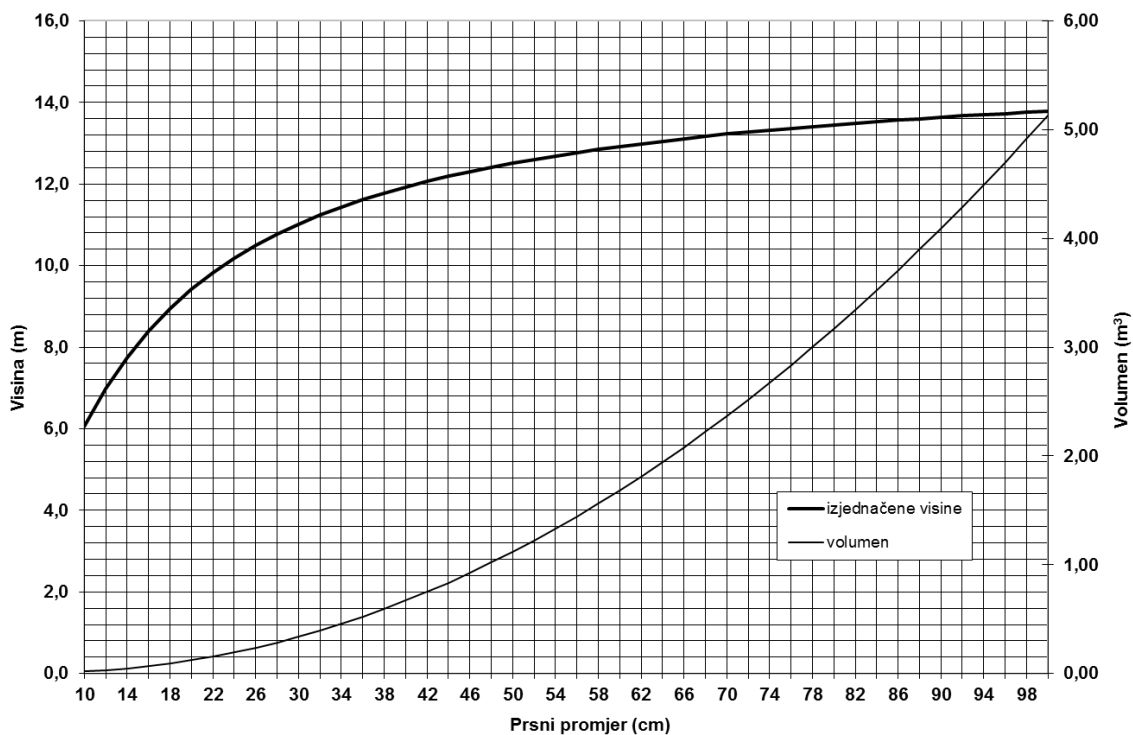
**Prilog C.33.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 33 (predjel: Grobnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



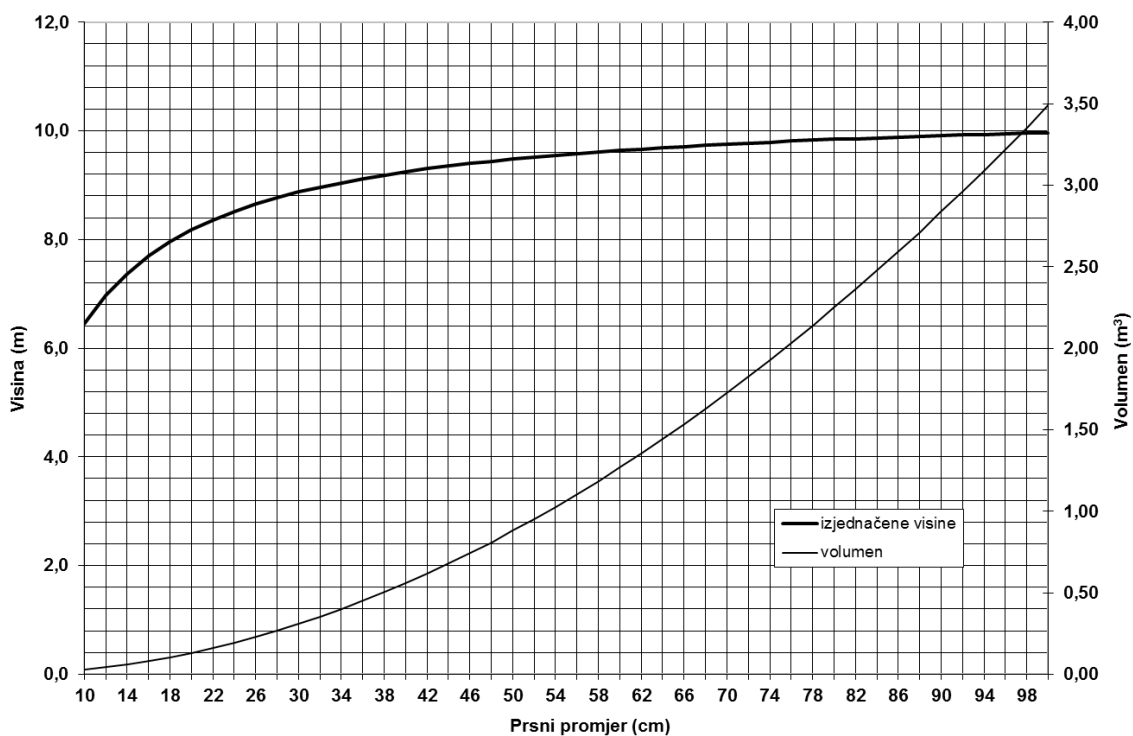
**Prilog C.33.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 33 (predjel: Grobnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: rub)



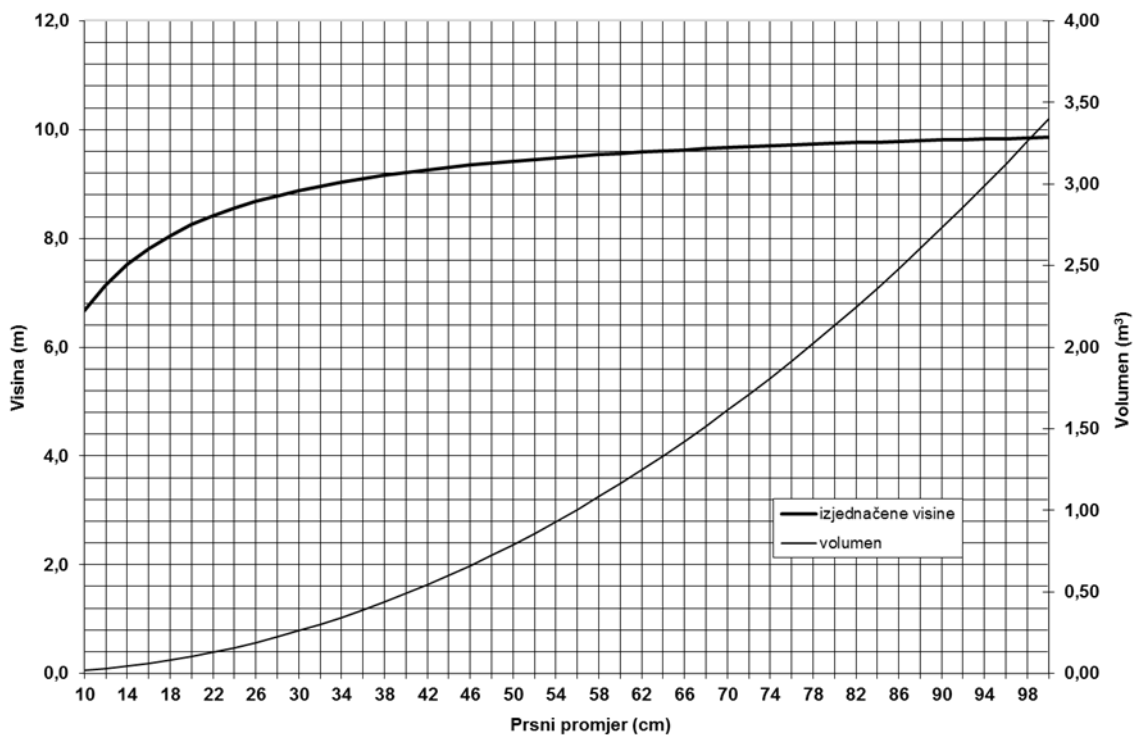
**Prilog C.34.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 34 (predjel: Grobnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



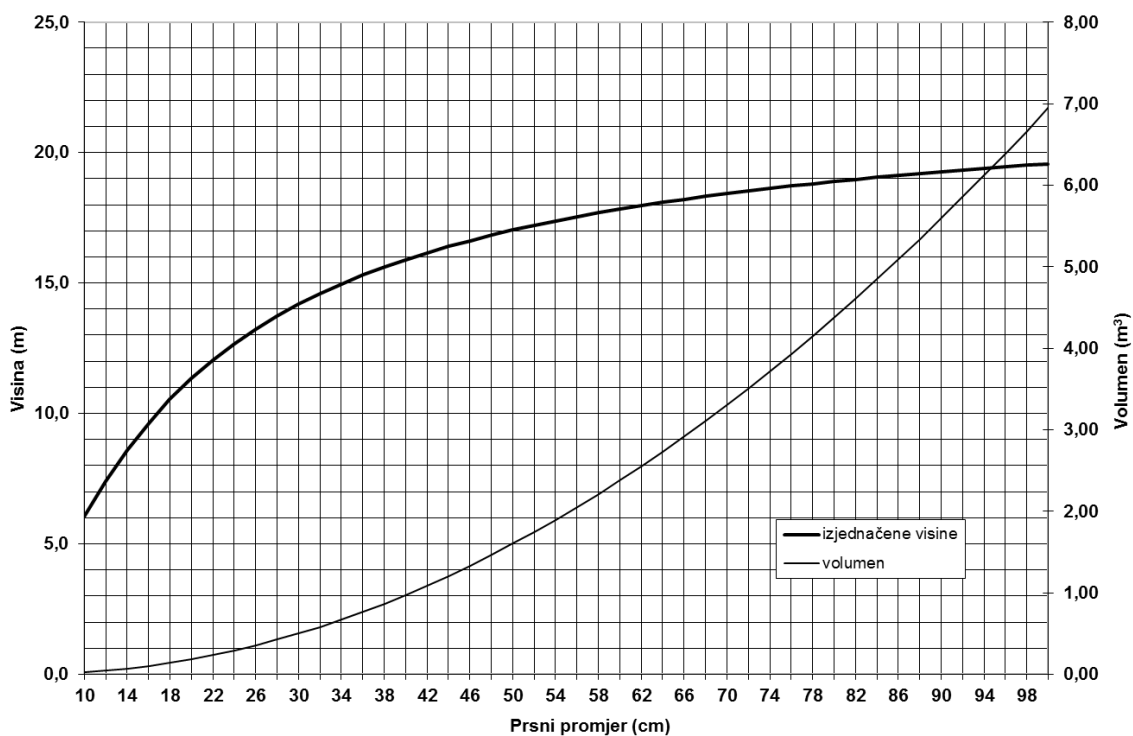
**Prilog C.34.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 34 (predjel: Grobnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: prekinut)



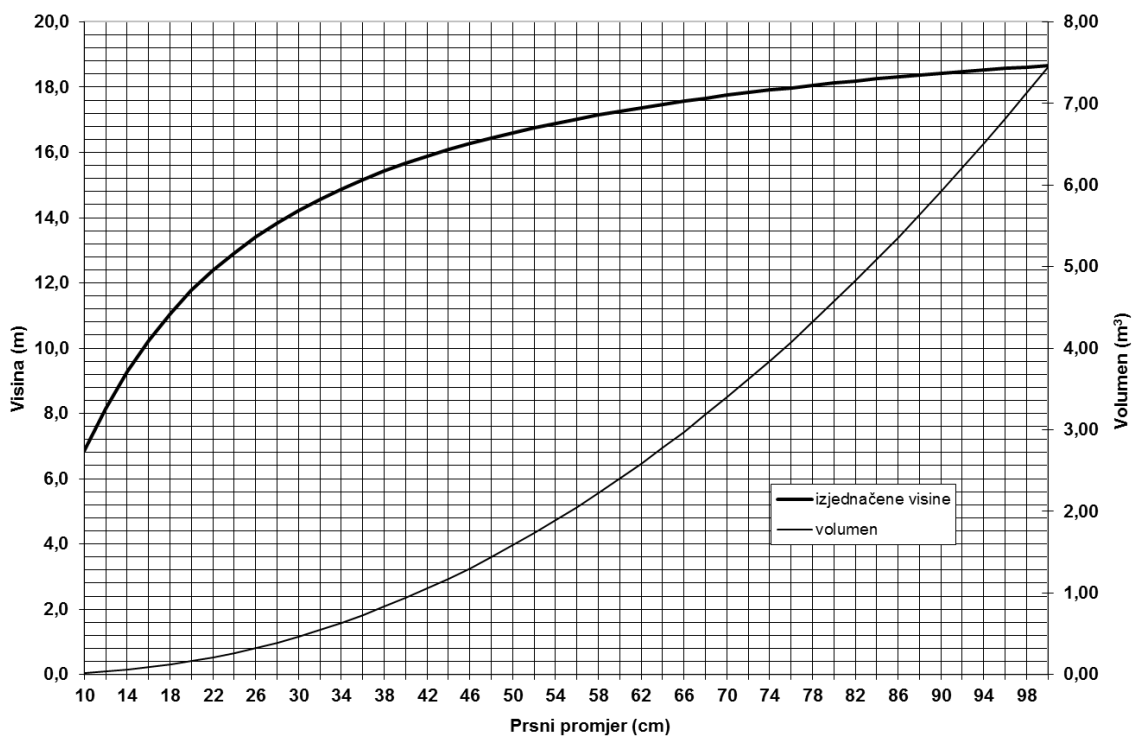
**Prilog C.35.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 35 (predjel: Grobnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



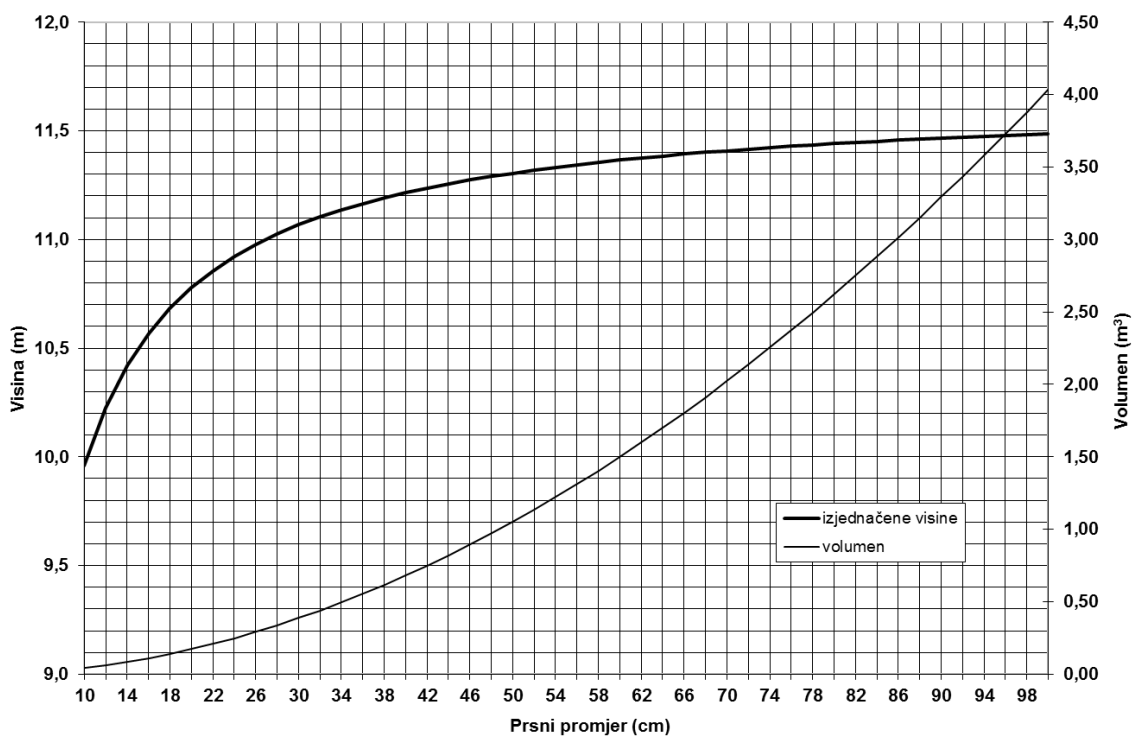
**Prilog C.35.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 35 (predjel: Grobnik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: epimediteran, sklop: potpun)



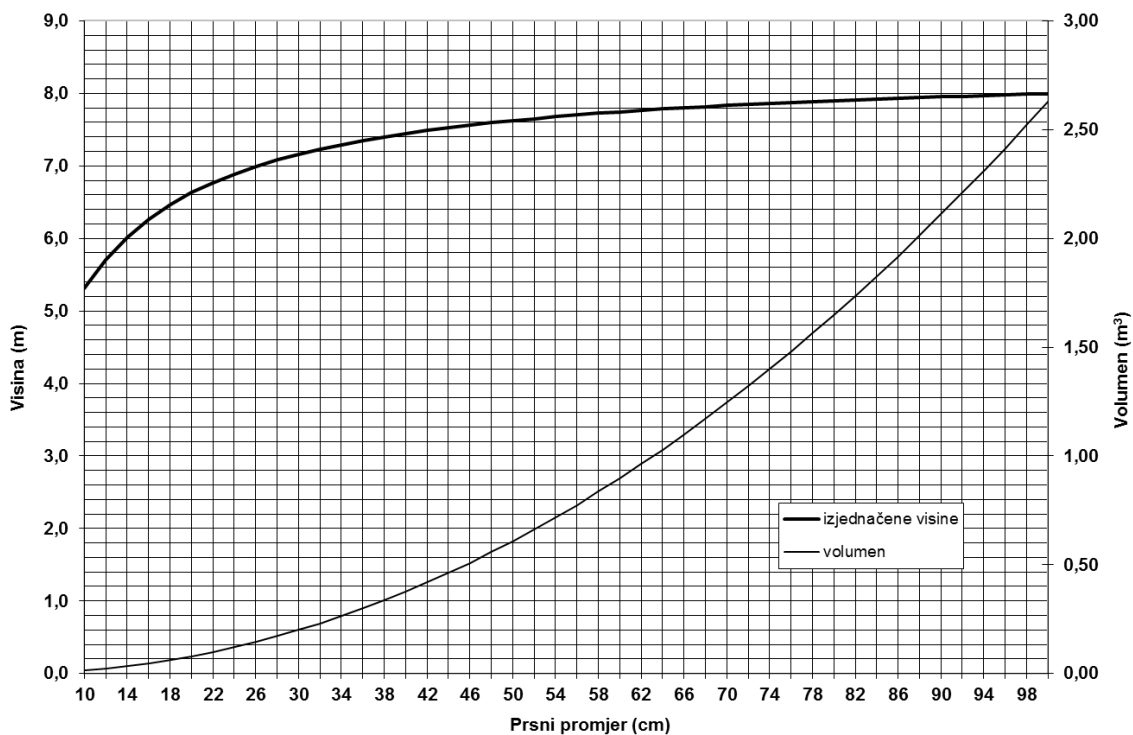
**Prilog C.36.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 36 (predjel: Drivenik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: prekinut)



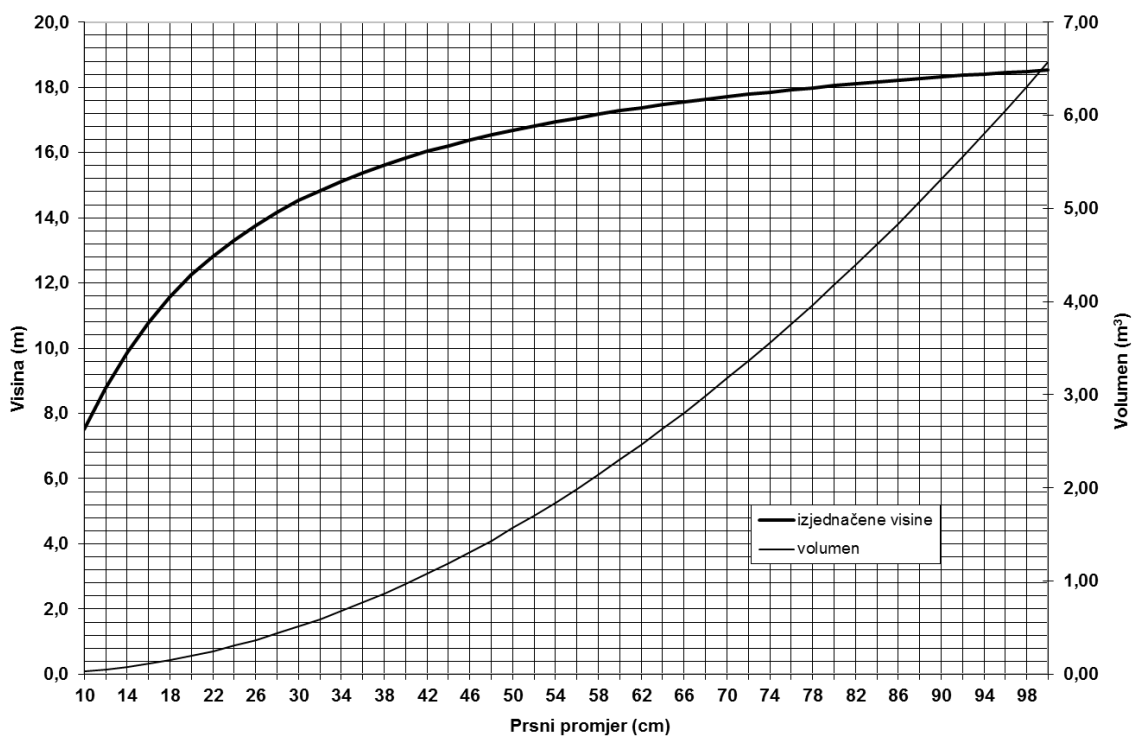
**Prilog C.36.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 36 (predjel: Drivenik, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: prekinut)



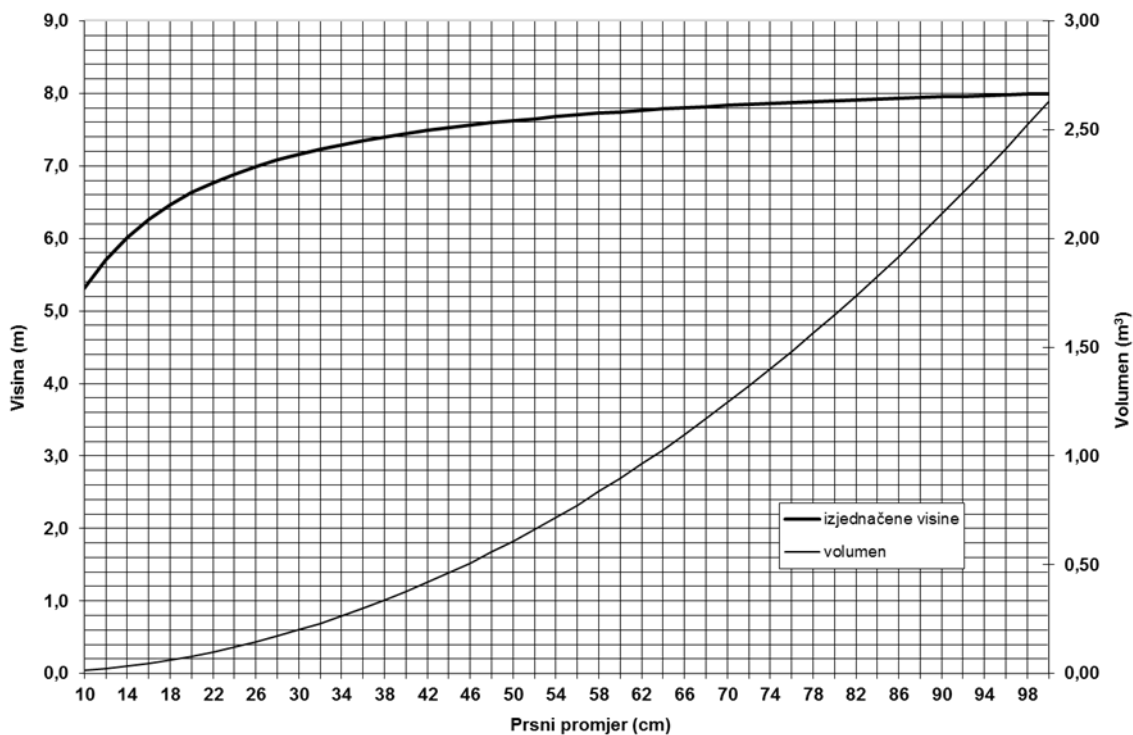
**Prilog C.37.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 37 (predjel: Zoričići, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: rub)



**Prilog C.37.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 37 (predjel: Zoričići, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: rub)

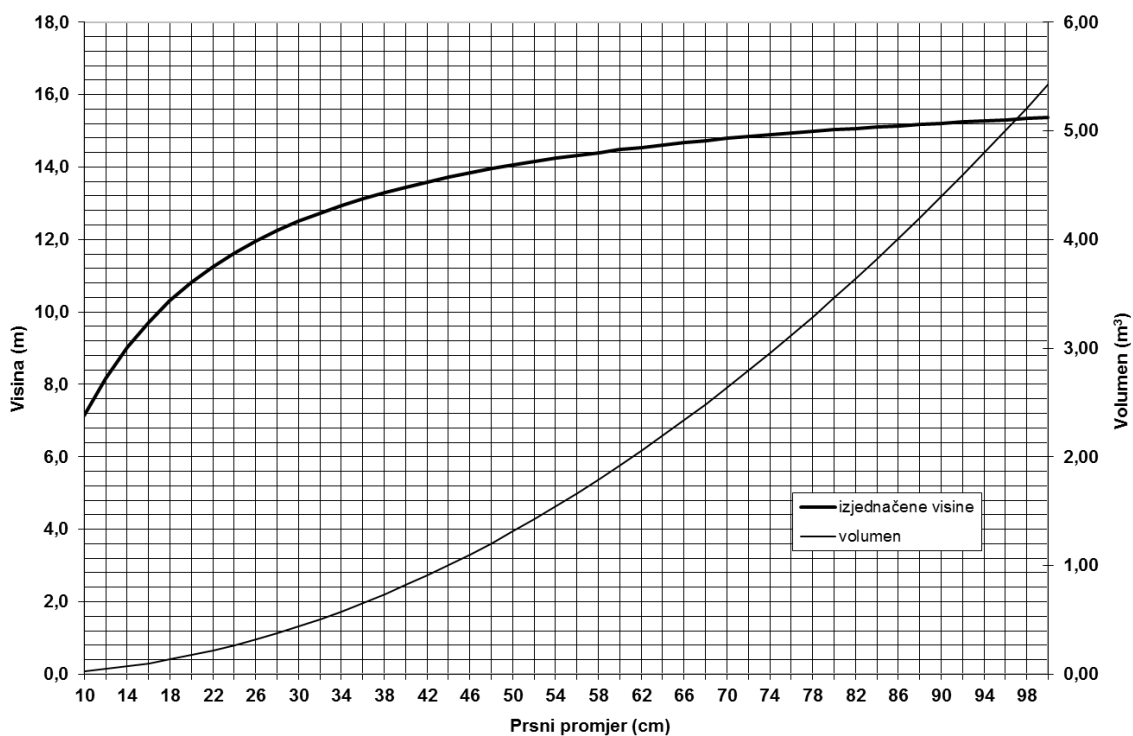


**Prilog C.38.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 38 (predjel: Zoričići, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)

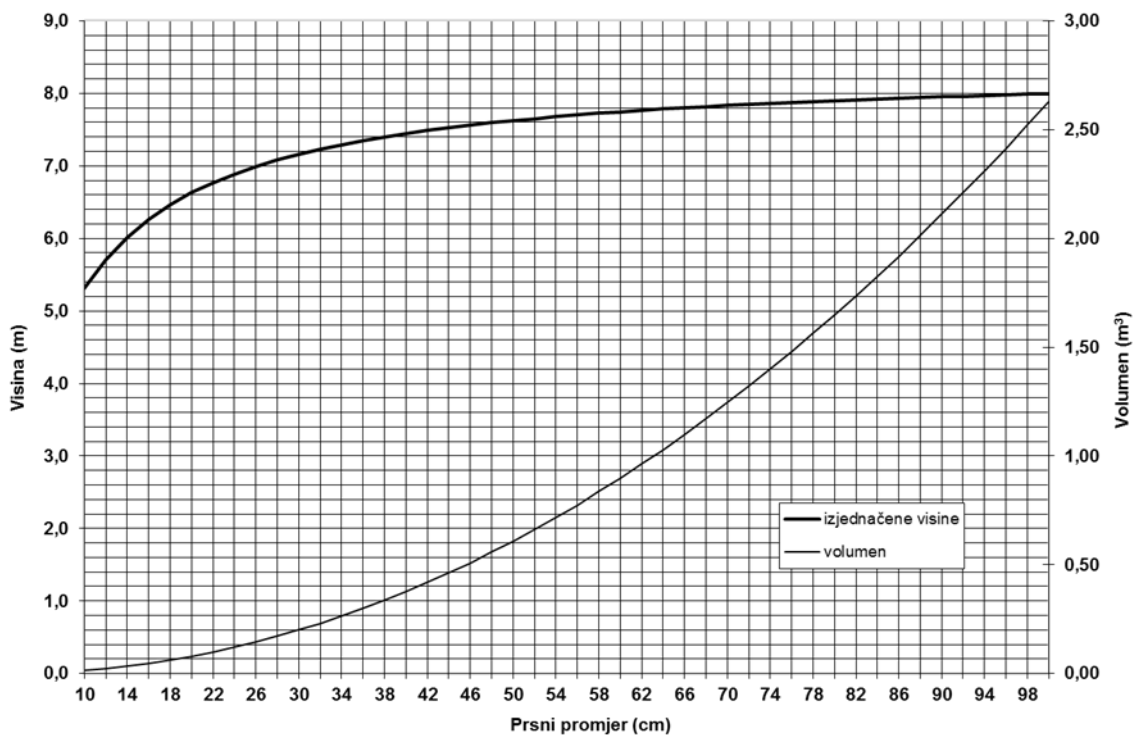


**Prilog C.38.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 38 (predjel: Zoričići, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: potpun)





**Prilog C.39.1** Visinska krivulja i tarifa za crni bor na plohi 39 (predjel: Zoričići, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: prekinut)

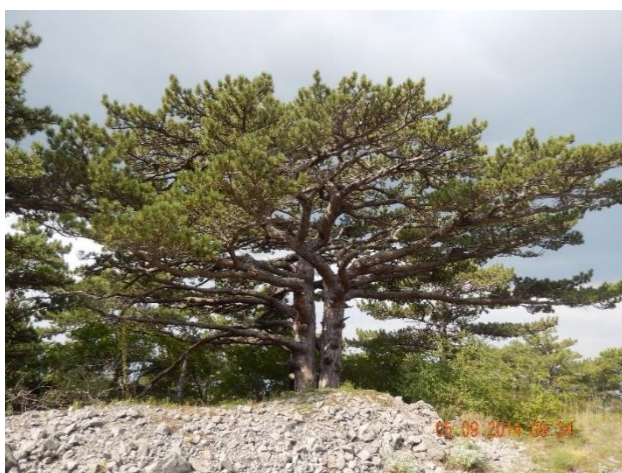


**Prilog C.39.2** Visinska krivulja i tarifa za bjelogoricu (hrast medunac i OTB) na plohi 39 (predjel: Zoričići, postanak: šumska kultura, vegetacijska zona: submediteran, sklop: prekinut)

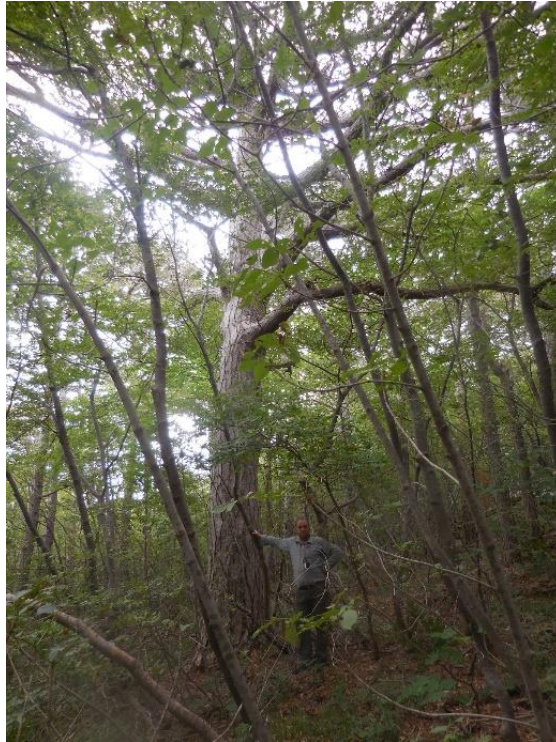
## Prilog D – Fotografije



**Prilog D.1.** Padine Soplja (iznad rasadnika Podbadanj kod Crikvenice) dijelom pošumljene crnim borom oko 1910. godine, a dijelom prepuštene prirodnom razvoju



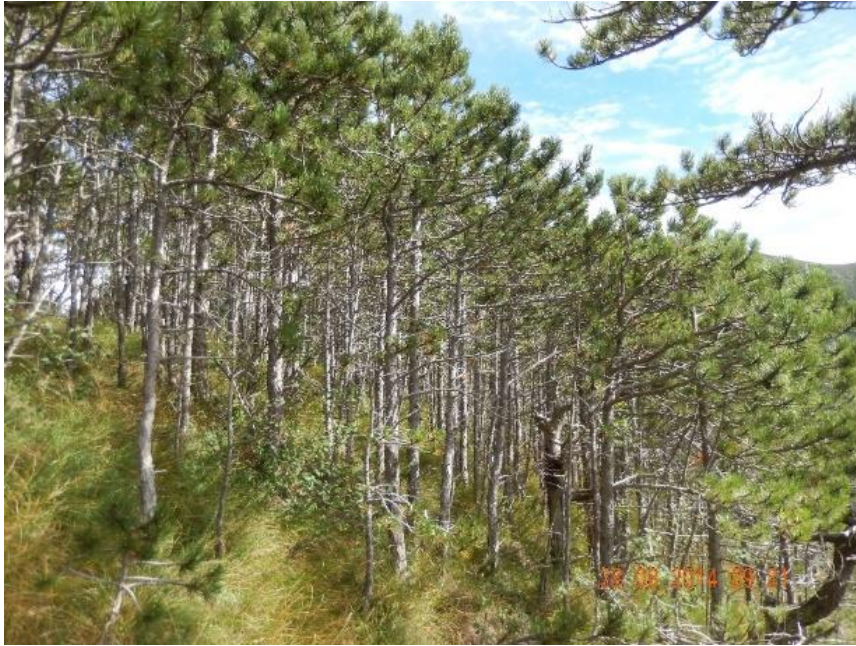
**Prilog D.2.** Crni bor na osami u ekstremnim uvjetima na području Senjske Drage



**Prilog D.3.** Gorostas crnog bora u Rončević Dolcu ( prsni promjer 83 cm i visina stabla 13,1 m)



**Prilog D.4.** Pomlađenje vrstama konačne šume i crnog bora u prirodnoj sastojini crnog bora na lokalitetu Borji (ispod Obruča na Grobniku)



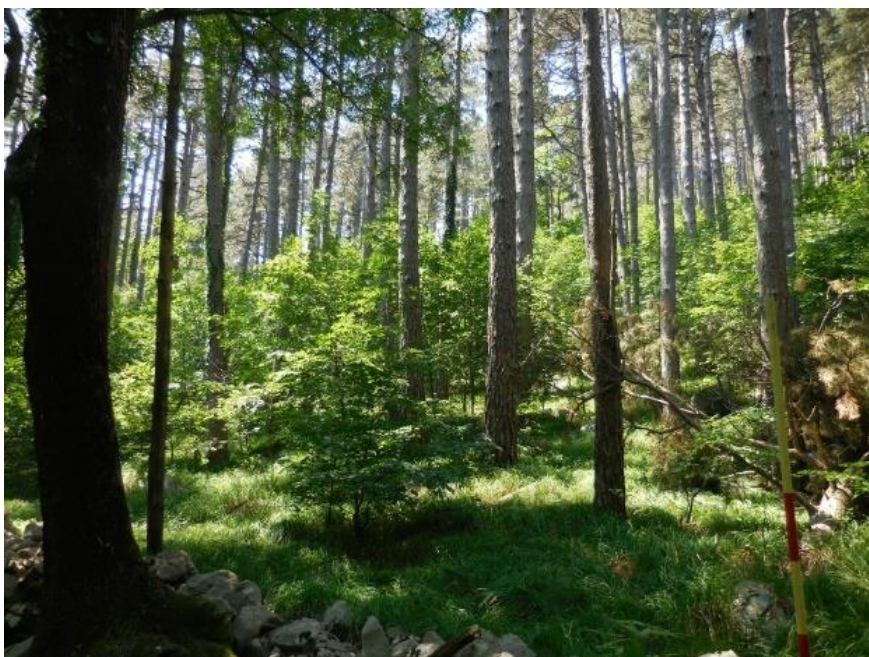
**Prilog D.5.** Prirodno pomlađivanje crnim borom u blizini prirodne sastojine crnog bora na lokalitetu Borji



**Prilog D.6.** Rijetki slučajevi grupa prirodnog pomlađenja crnog bora u progaljenom sklopu prirodne sastojine crnog bora (izrazito ekstremni uvjeti u tom dijelu sastojine) na lokalitetu Borji



**Prilog D.7.** Utjecaj svjetla (postranog) na pojavu pomlatka vrsta konačne šume u prirodnoj sastojini crnog bora u kojima nisu provedeni šumskouzgojni radovi na lokalitetu Gradina (iznad Borove drage kod Svetog Jurja)



**Prilog D.8.** Pojava pomlađenja vrsta konačne šume u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u potpunom sklopu na lokalitetu Gubilnik iznad Hreljina



**Prilog D.9.** Pomlađenja vrsta konačne šume u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u prekinutom sklopu na lokalitetu Gubilnik iznad Hreljina



**Prilog D.10.** Rijetko pomlađenje vrstama konačne šume u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u potpunom sklopu stare sastojine crnog bora na lokalitetu Crni vrh kod Hrnotina



**Prilog D.11.** Pomlađenje vrsta konačne šume u sastojinama crnog bora gdje su provedeni šumskouzgojni radovi na lokalitetu Melnice iznad Hreljina



**Prilog D.12.** Pomlađenje vrstama konačne šume u submediteranskoj vegetacijskoj zoni u prekinutom sklopu stare sastojine crnog bora na lokalitetu Slani Potok u Vinodolskoj dolini



**Prilog D.13.** Pomladak i mladik vrsta konačne šume u prekinutom sklopu stare sastojine crnog bora u kojoj su provođeni šumskouzgojnih radovi prorjede posljednjih 20 godina na lokalitetu Stražbenica (Podbilo kraj Krivog Puta)



**Prilog D.14.** Pomladak hrasta medunca u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u staroj sastojini crnog bora prekinutog sklopa na lokalitetu Tomišina draga u Krmpotama





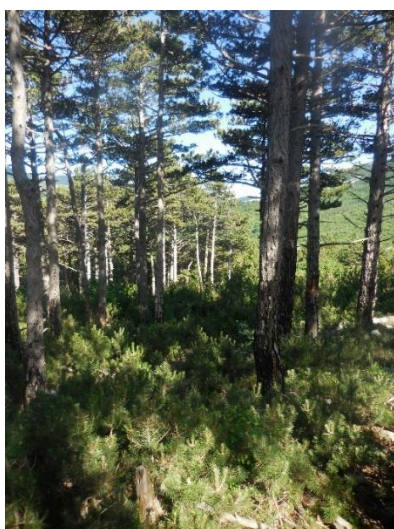
**Prilog D.15.** Gusti pomladak hrasta medunca u submediteranskoj vegetacijskoj zoni na lokalitetu Zoričići iznad Crikvenice



**Prilog D.16.** Dvije generacije crnog bora (starost 20 i 120 godina) na lokalitetu Crni vrh (područje Hrmotina iznad Svetog Jurja)



**Prilog D.17.** Sastojina crnog bora zahvaćena prizemnim šumskim požarom i susjedna nezahvaćena sastojina crnog bora na lokalitetu Crni vrh



**Prilog D.18.** Pomlađenje crnog bora u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni u sastojini crnog bora na ekstremnom staništu zahvaćenom šumskim požarom na lokalitetu Burna kosa (Orije iznad Svetog Jurja)



**Prilog D.19.** Mlada sastojina crnog bora u kojoj nisu provedeni uzgojni radovi njege i prorjede na području Volarica iznad Svetog Jurja



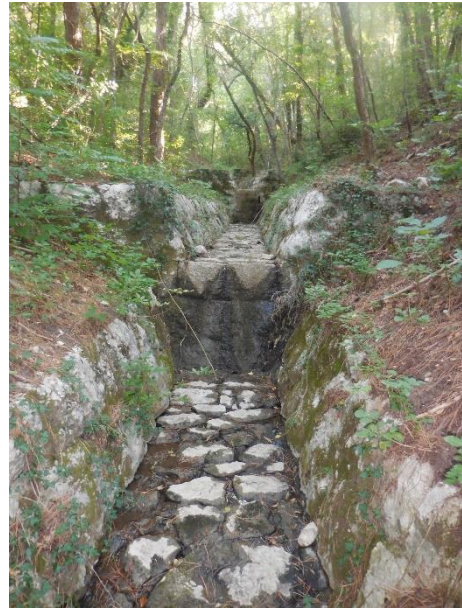
**Prilog D.20.** Početak terenskih radova na izmjeri ploha u Driveniku (Boris Miklič st. i Boris Miklič ml.) i izmjera brojnosti na sistematskim plohicama



**Prilog D.21.** Snimanje hemisfernih fotografija za utvrđivanje svjetlosnih uvjeta u sastojinama

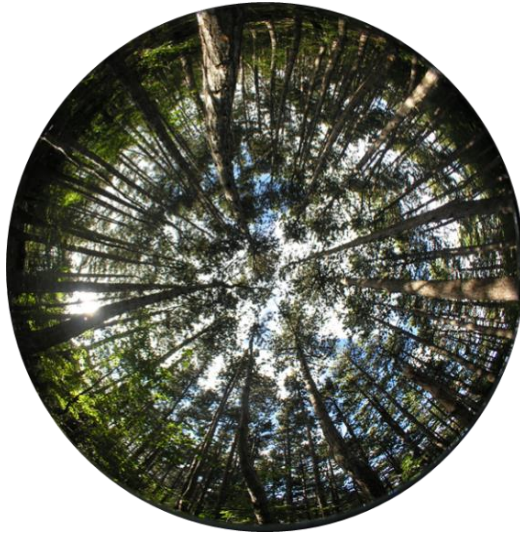


**Prilog D.22.** Aktivno klizište Slani Potok u Vinodolskoj dolini u kojem je početkom 20. stoljeća provedena biološka stabilizacija terena crnim borom



**Prilog D.23.** Tehnički objekti na smirivanju klizišta Slani Potok u Vinodolskoj dolini

a)



b)



c)



**Prilog D.24.** Hemisferne fotografije zastrtosti tla krošnjama karakteristične za stare sastojine crnog bora različitih stupnjeva sklopa ( a- potpuni sklop- Pernica, b – prekinuti sklop- Rasadnik i c – rubni stupanj sklopa- Crni vrh)

## **Životopis autora**

Boris Miklič rođen je 13. studenoga 1974. godine u Rijeci. Osnovnu školu završava u Crikvenici, a u Rijeci Gimnaziju Andrije Mohorovičića. Godine 1993. upisao je Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, gdje je i diplomirao 15. travnja 1998. godine na odjelu Uzgajanja šuma. Zaposlen je od 01. lipnja 1998. godine u Hrvatskim šumama d.o.o. Zagreb, UŠP Senj kao pripravnik u šumariji Novi Vinodolski, a kasnije u Odjelu za uređivanje šuma Senj gdje radi kao samostalni taksator. 2004. godine prelazi u šumariju Crikvenica na radno mjesto upravitelja šumarije na kojem je do danas. Godine 2012. upisuje poslijediplomski doktorski studij na Šumarskom fakultetu iz područja Uzgajanja šuma. Oženjen s suprugom Mirelom i otac sina Vita.

Tijekom poslijediplomskog dokorskog studija kao autor ili suautor objavljuje pet znanstvenih radova, te sudjeluje na jednom međunarodnom skupu i tri domaća znanstvena skupa.

Sudjelovao je na znanstveno-istraživačkom projektu, 2.3.1.4. Utjecaj klimatskih promjena na stabilnost nizinskih šumskih ekosustava, a voditelj projekta je akademik Igor Anić.

Član je Hrvatskog šumarskog društva, ogranak Senj. Član je Komore šumarskih inženjera, te ovlaštenu inženjer iz dva područja: šumarstvo i šumarstva za lovstvo. Član je i Hrvatskog lovačkog saveza, član Izvršnog odbora lovačkog saveza Primorsko goranske županije u više mandata i predsjednik lovačkog društva Medviđak Drivenik. Ovlaštenu ispitivač- predavač Hrvatskog lovačkog saveza za područje Gospodarenje lovištima.

## Popis autorovih objavljenih radova i sudjelovanja

### Objavljeni radovi

1. **Miklić, B.**, 2008: Rasadnik Podbadanj – danas i sutra. Hotel Omorika, 24. i 25. listopada. 2008; Znanstveni skup: 100 godina crikveničkog rasadnika „Podbadanj“ 1908-2008, Crikvenica.
2. **Miklić, B.**, 2013: Boris Miklić: Dinamika požara kod Selaca 23. srpnja 2012. godine. Vatrogastvo i upravljanje požarima, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, 3(2): 32-43.
3. **Miklić, B.**, I. Anić, 2018: Šume crnog bora na području grada Senja, stanje i prijedlozi obnove. Matica hrvatska, Zagreb, Prirodoslovlje 18(1-2):105–120.
4. Mikac, S., D. Trlin, A. Žmegač, S. Dekanić, **B. Miklić**, I. Anić, 2020: Utjecaj recentnih promjena klime na nizinske šumske ekosustave hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. Zbornik radova sa znanstvenog skupa „Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda“, HAZU, Zagreb, str. 1-16.
5. **Miklić, B.**, A. Žmegač, D. Trlin, M. Orešković, S. Mikac, I. Anić, 2021: Klimatska osjetljivost kronologije crnog bora (*Pinus nigra* Arnold.) na Sjevernom Velebitu. Šumarski list, Zagreb, 145 (3-4): .

### Sudjelovanja na međunarodnom znanstvenom skupu

1. Second international scientific & Expert Conference – Natural resources, green technolog & sustainable development/2; (5-7. listopada 2016.), Zagreb. Poster EP19: **Boris Miklić**: Impact of canopy on natural regeneration in old stands of black pine (*Pinus nigra* Arnold) in the Vinodol Valley.

### Sudjelovanja na domaćem znanstvenom skupu

1. **Miklić B.**, 2016: Šumskouzgojne značajke starih sastojina crnog bora (*Pinus nigra* J.F. Arnold) u Hrvatskom primorju. 02.lipnja 2016. Dan doktorata 2016, Poster sekcija, Šumarski fakultet u Zagrebu.
2. **Miklić, B.**, I. Anić, 2018: Šume crnog bora na području grada Senja, stanje i prijedlozi obnove; 19. i 20. listopada 2018, Hrvatski prirodoslovci 27, Znanstveni skup Odjela za prirodoslovlje i matematiku Matice hrvatske, Izlaganje, Senj.

3. **Miklić, B.**, I. Anić, 2019: Svjetlosni uvjeti u starim sastojinama crnog bora (*Pinus nigra* J.F. Arnold) u Hrvatskom primorju 2019. 05.07.2019. Dan doktorata, Izlaganje, Šumarski fakultet u Zagrebu.

### **Sudjelovanja na znanstvenoistraživačkim projektima**

1. Projekt 2.3.1.4. Utjecaj klimatskih promjena na stabilnost nizinskih šumskih ekosustava; 2013.- 2015. godina, voditelj: akademik Igor Anić

### **Sudjelovanje u izradi stručne literature**

1. Naše trofejno blago 2007; član Izdavačkog savjeta, LS PGŽ
2. Vodič kroz lovišta, 2010: Uredništvo (član) i priprema i obrada zemljovida, LS PGŽ
3. Tetrijeb gluhan u Gorskom Kotaru, 2012, Urednički odbor (predsjednik) i izrada grafikona i karti pjevališta, LS PGŽ
4. Dva desetljeća u službi lovstva i zaštite prirode, 2014; Izdavački savjet (predsjednik) i autor grafikona, LS PGŽ
5. Tibor Andreanszky, Pregled divljači nakon odstrjela, 2019, Izdavački savjet (predsjednik), LS PGŽ