

# Florističke i meliorativne značajke šumskih kultura crnog bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) na području šumarija Drniš i Split

---

Čović, Ankica

Professional thesis / Završni specijalistički

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:931798>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-27**



Repository / Repozitorij:

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





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
ŠUMARSKI FAKULTET

Ankica Čović

**Florističke i meliorativne značajke  
šumskih kultura crnog bora  
(*Pinus nigra* J. F. Arnold) na području  
šumarija Drniš i Split**

ZAVRŠNI SPECIJALISTIČKI RAD

Zagreb, 2017. godine



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ŠUMARSKI FAKULTET

ANKICA ČOVIĆ

Florističke i meliorativne značajke šumskih kultura crnog bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) na području šumarija Drniš i Split

ZAVRŠNI SPECIJALISTIČKI RAD

Mentori

izv.prof.dr.sc. Damir Barčić i izv.prof.dr.sc. Željko Škvorc

Zagreb, 2017. godine



UNIVERSITY OF ZAGREB

FACULTY OF FORESTRY

Ankica Čović

Floristic and ameliorative features of black pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) forest  
cultures in the area of Forest Offices Drniš and Split

MASTER'S THESIS

Zagreb, 2017.

## INFORMACIJE O MENTORIMA

### Izv. prof. dr. sc. Damir Barčić

Dr. sc. Damir Barčić rođen je 29. siječnja 1973. godine u Zagrebu. Osnovnu školu i Opću gimnaziju pohađao je u Zagrebu. Na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu diplomirao je 1997. godine s temom "Meliorativna uloga borovih kultura na otoku Rabu". Akademske godine 1998/99. upisao je poslijediplomski studij na Šumarskom fakultetu. Magistarski rad pod naslovom «Meliorativne značajke borovih kultura u stanišnim prilikama otoka Raba» obranio je 2003. godine. Doktorirao je 2007. godine s temom «Odnosi stanišnih čimbenika u sastojinama crnoga bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) u Hrvatskom primorju i u Istri» na Šumarskome fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Od 1.3.1998. do 14.4.2003. radio je u svojstvu mlađeg asistenta na Šumarskom fakultetu u Zagrebu u Zavodu za uzgajanje šuma, a od 14.4.2003. do 4.4.2008. radio je u svojstvu asistenta. U znanstveno zvanje znanstvenog suradnika izabran je 12.12.2007. godine, višeg znanstvenog suradnika 24.11.2009. godine, a u zvanje znanstvenog savjetnika izabran je 13.7.2012. godine. U znanstveno-nastavno zvanje docenta izabran je 4.4.2008. godine, znanstveno-nastavno zvanje izvanrednog profesora stekao je 20.3.2013. godine.

Aktivno sudjeluje u znanstveno-istraživačkom radu; istraživač (suradnik) bio je na znanstvenoistraživačkom projektu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa pod naslovom «Biotehničke mjere u zaštiti i obnovi šuma od požara» (0068113), (2002-2006. i 2007-2015). Sudjeluje i na projektima s poduzećem «Hrvatske šuma d.o.o.». Vodio je nacionalne znanstveno-istraživačke projekte «Izbor vrsta za pošumljivanje krša» (2006-2010.) i «Upravljanje borovim kulturama na mediteranskom području krša» (2011-2015.).

Tijekom 2004. godine boravio je dva mjeseca na studijskom boravku u Republici Argentini na «Universidad Nacional del Sur» - Bahia Blanca, boravak je bio vezan uz znanstveno i stručno usavršavanje iz problematike šumskih melioracija i zaštite prirode.

Do sada je samostalno ili u koautorstvu objavio 71 znanstveni i stručni rad. Sudjelovao je na 28 domaćih i međunarodnih znanstvenih i stručnih skupova i seminara.

U okviru nastavnih aktivnosti sudjeluje u izvođenju predavanja i terenske nastave iz više predmeta na preddiplomskim, diplomskim i poslijediplomskim studijima na Šumarskom

fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, te na diplomskom studiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Član je Hrvatskog šumarskog društva od 1998. godine, Hrvatskog ekološkog društva od 1998. godine, a predsjednik nadzornog odbora Hrvatskog agrometeorološkog društva od 2016. godine.

### **Izv. prof. dr. sc. Željko Škvorc**

Dr. sc. Željko Škvorc rođen je 2. studenoga 1974. godine u Dobroj Vodi (kod Požege). Osnovnu školu pohađao je u Čaglinu, a Prirodoslovno-matematičku Gimnaziju u Požegi. Godine 1993. upisao je Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu gdje je i diplomirao 1997. godine s temom "Zimotrenost nekih vrsta hrastova (*Quercus* L., *Fagaceae*) na Krndiji i Dilju".

Akadske godine 1998/99. upisao je poslijediplomski studij na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta, smjer Ekologija. Magistarski rad pod naslovom "Morfološka i genetička varijabilnost hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.) i duba (*Q. virgiliana* /Ten./ Ten.) u Hrvatskoj" obranio je 2003. godine. Doktorirao je 2006. godine s temom "Florističke i vegetacijske značajke šuma Dilja" na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Radno iskustvo započinje stjecati još kao volonter na Zavodu za šumarsku genetiku i dendrologiju Šumarskoga fakulteta gdje se i zapošljava 1. studenog 1999. godine. U znanstveno-nastavno zvanje docenta izabran je 29. siječnja 2007. godine, a u znanstveno-nastavno zvanje izvanrednoga profesora 24. prosinca 2011. godine.

Bio je na studijskom boravku na Biološkom institutu Znanstvenoistraživačkoga centra SAZU u Ljubljani, a završio je i međunarodni tečaj na temu održivog gospodarenja i očuvanja genofonda šumskih vrsta drveća istočne i jugoistočne Europe u Gmundenu (Austrija).

Do sada je samostalno ili u koautorstvu objavio 2 sveučilišna udžbenika, 3 poglavlja u knjizi i 68 znanstvenih i stručnih radova. Sudjelovao je na 30 domaćih i međunarodnih znanstvenih i stručnih skupova i seminara.

Predsjednik je Istočnoalpsko-dinarskoga društva za istraživanje vegetacije. Član je Međunarodnog društva za istraživanje vegetacije, Hrvatskog šumarskog društva, Hrvatskog botaničkog društva i Hrvatskog biometrijskog društva. Autor je i suautor više elaborata i poučnih botaničkih staza i dr.

Ovaj rad posvećujem predivnoj ženi-

*mojoj majci.*



## ZAHVALA

*Veliko hvala mojim mentorima izv. prof. dr. sc. Željku Škvorcu i izv. prof. dr. sc. Damiru Barčiću na smjernicama, nesebičnoj pomoći i strpljenju kojeg su mi pružili kroz sve faze izrade ovog rada. Bilo je izvrsno iskustvo učiti od Vas, hvala vam na tome.*

*Zahvaljujem se prof. dr. sc. Jozi Franjčiću na uloženom trudu i vremenu pri determinaciji biljaka, te korisnoj literaturi za rad, ali i struku.*

*Hvala doc. dr. sc. Danielu Krstonošiću na savjetima i tehničkim smjernicama koje su mi bile od velike pomoći pri izradi rada.*

*Također, iskreno i veliko hvala mojim kolegicama i kolegama, djelatnicima „Hrvatskih šuma“ d.o.o., Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Šumarskog instituta te Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša na velikoj pomoći i podršci tijekom cijelog mog stručnog usavršavanja. Kako ne bih nekog nepravедno izostavila nabrajajući, jer bilo Vas je mnogo, vjerujem da ćete se sami prepoznati.*

*Nadalje, hvala profesorici Sanji Zeko na njenom angažmanu kako bi ovaj rad bio u duhu hrvatskog jezika i pravopisa.*

*Hvala mojim prijateljicama- sretna sam što Vas imam jer s Vama je sve lakše.*

*Hvala našoj teti Iki što nam svojim vedrim duhom obogaćuje svakodnevni život.*

*Hvala mojoj obitelji- suprugu Jošku i djeci, mojim roditeljima i braći- Vi dajete smisao svemu što činim.*

*Hvala Gospodinu....*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

### FLORISTIČKE I MELIORATIVNE ZNAČAJKE ŠUMSKIH KULTURA CRNOG BORA (*PINUS NIGRA* J. F. ARNOLD) NA PODRUČJU ŠUMARIJA DRNIŠ I SPLIT

#### SAŽETAK

Na području submediteranskog dijela Uprave šuma podružnice Split najznačajnija pionirska vrsta za pošumljavanje neobraslog šumskog zemljišta te sanaciju šumskog zemljišta je crni bor (*Pinus nigra* J.F. Arnold). Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razlike u flornom sastavu, te određene melioracijske pokazatelje na području gospodarskih jedinica Borovača i Moseć-Srnobor usmjerene na količine šumske prostirke i neke značajke šumskog tla između šumskih kultura crnoga bora različite starosti, te između šumskih kultura crnoga bora, otvorenih staništa i sastojina hrasta medunca. Pokusne plohe su postavljene na otvorenim staništima kamenjarskih travnjaka, u starim sastojinama hrasta medunca, te u mladim, srednjedobnim i starim kulturama crnog bora. Na pokusnim plohama napravljene su fitocenološke snimke, te je analiziran florni sastav, ekološke indikatorske vrijednosti i funkcionalne značajke biljaka na plohama. Uzeti su i uzorci humusno-akumulativnog sloja tla za daljnju laboratorijsku analizu koja je obuhvaćala pH, sadržaj humusa, ukupnog fosfora, kalija, dušika, ugljika i C/N odnos. Određena je i prosječna težina uzoraka šumske prostirke. Iz analize flornoga sastava jasno se uočava sukcesijski niz od otvorenih staništa, preko mladih, pa srednjedobnih i starih kultura crnoga bora do sastojina hrasta medunca. Prema flornom sastavu većina se srednjedobnih, a osobito stare kulture crnoga bora, približila sastojinama hrasta medunca na tome području. Sve analizirane ekološke indikatorske vrijednosti u starim kulturama crnoga bora se izjednačavaju s vrijednostima u sastojinama hrasta medunca. Kemizam tla ukazuje na meliorativne učinke crnog bora kroz količinu biogenih elemenata i humusa u tlu kao i pH vrijednost tla. Temeljem dobivenih rezultata može se reći kako meliorativni zahvati sadnje crnoga bora vrlo dobro simuliraju prirodne procese sukcesije na istraživanim staništima, te se pozitivni meliorativni učinci crnoga bora jasno očituju već kroz jednu ophodnju.

Ključne riječi: crni bor / šumske kulture / sukcesija / hrast medunac / meliorativni učinak.

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti.

Znanstveno polje: Šumarstvo.

Institucija u kojoj je rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.

Mentor rada: izv.prof.dr.sc. Damir Barčić i izv.prof.dr.sc. Željko Škvorc

Broj stranica: 115

Broj slika: 31

Broj tablica: 39

Broj korištenih bibliografskih jedinica: 108

Datum obrane: 30. lipnja 2017. godine

Povjerenstvo:

1. Prof. dr. sc. Jozo Franjić
2. Prof. dr. sc. Željko Španjol
3. Dr. sc. Lukrecija Butorac

Institucija u kojoj je rad pohranjen: Sveučilište u Zagrebu-Šumarski fakultet

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

### **FLORISTIC AND AMELIORATIVE FEATURES OF BLACK PINE (*PINUS NIGRA* J. F. ARNOLD) FOREST CULTURES IN THE AREA OF FOREST OFFICES DRNIŠ AND SPLIT**

#### **SUMMARY**

In the area of the sub-Mediterranean part of the Forest range office Split, the most significant pioneer species for afforestation of the unpaved forest land and a recovery of forest land is black pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold). The aim of this study was determine the differences in the floral composition, and certain amelioration indicators in the area of Borovača and Moseć-Srnobor economic units, which are focused on the amount of forest litter and on some of the forest soil characteristics. Experimental plots were placed in an opened habitat, old stands of downy oak, and young, mid-aged and old forest cultures of black pine. On experimental plots phytosociological releves were made and the floral composition, ecological indicator values and functional properties of plants on the plots were analyzed. Humus-accumulative soil layers were also taken for laboratory analysis, which included pH reaction, humus content, total phosphorus, potassium, nitrogen, carbon content and thus the C / N ratio. The average weight of forest litter was determined as well. A succession line of open habitats, over the young, middle-aged and old black-pine cultures to the stands of downy oak was clearly noticed from the analysis of the floral composition. According to the floral composition, most middle-aged, especially old black pine stands, approached very closely the stands of downy oak in this area. All the analyzed ecological indicators values in the old black pine cultures are equal to the values in the downy oak stands. Soil chemistry indicates on the ameliorative effects of black pine through the amount of biogenic elements and humus in the soil as well as the soil pH value. Based on the obtained results it can be said that ameliorative effects of black pine planting processes very well simulate the natural processes of succession in the examined habitats, and the positive ameliorative effects of the black pine are clearly visible through one patrol.

Key words: black pine, forest cultures, succession, downy oak, ameliorative effect

Scientific area: Biotechnology.

Scientific field: Forestry.

Institution: University of Zagreb / Faculty of Forestry

Supervisor: izv.prof.dr.sc. Damir Barčić and izv.prof.dr.sc. Željko Škvorc

Number of pages: 115

Number of figures: 31

Number of tables: 39

Number of references: 108

Thesis accepted: June 30th, 2017.

Reviewers:

1. Prof. dr. sc. Jozo Franjić
2. Prof. dr. sc. Željko Španjol
3. Dr. sc. Lukrecija Butorac

The thesis is deposited in: University of Zagreb, Faculty of Forestry

**SADRŽAJ**

1. UVOD.....	1
1.1. Značajke istraživnog područja .....	2
1.1.1. Geografski položaj i reljef.....	2
1.1.2. Klima.....	4
1.1.3. Geološke i pedološke značajke .....	15
1.1.4. Vegetacijske značajke istraživnog područja .....	21
1.1.5. Hidrološke prilike .....	26
1.1.6. Erozija na istraživnom području .....	27
1.1.7. Stanje površina šuma i šumskih zemljišta i drvena zaliha.....	31
1.2. Opće značajke crnog bora.....	36
1.2.1. Ekološki zahtjevi crnog bora.....	39
1.2.2. Šumske zajednice crnog bora.....	39
1.3. Pošumljavanje crnim borom .....	41
1.4. Njega i obnova sastojina crnoga bora .....	43
1.5. Funkcionalne značajke biljaka.....	47
1.6. Cilj rada .....	48
2. MATERIJALI I METODE.....	49
2.1. Izbor mjernih ploha.....	49
2.2. Vegetacijske snimke .....	51
2.3. Uzimanje uzoraka tla .....	51
2.4. Laboratorijske analize.....	52
2.5. Obrada podataka .....	53
3. REZULTATI .....	55
3.1. Analiza florističkih i vegetacijskih značajki istraživanih ploha .....	55
3.1.1. Analiza funkcionalnih značajki.....	69
3.1.2. Analiza ekoloških indikatorskih vrijednosti .....	73
3.2. Kemijske značajke tla na analiziranim plohama .....	76
3.3. Količine šumske prostirke na plohama.....	89
4. RASPRAVA.....	91
5. ZAKLJUČAK.....	100
6. LITERATURA .....	102
POPIS TABLICA .....	110

POPIS SLIKA .....	113
POPIS PRILOGA .....	115
ŽIVOTOPIS .....	116

## 1. UVOD

Šume crnog bora (*P. nigra* J. F. Arnold) u području svog pridolaska imaju višestruku važnost. U pravilu su indirektno vrijednosti proizašle iz općekorisnih funkcija pojedinih sastojina mnogostruko veće od vrijednosti same drvene mase. Područje G.J. Borovače i G.J. Moseć-Srnohor, na kojima je vršeno istraživanje, odlikuju se posebnim geološkim osobinama koje uz reljefnu razvedenost uvjetuju nastanak bujičnih tokova, vododerina i jaruga, a koje se dalje slijevaju i nanose materijal koji zatrpava plodno tlo i prometnice, te time posljedično umanjuju kvalitetu življenja na tom području. Gospodarenje šumama na ovom području ima za cilj sačuvati iste zbog njihovog zaštitnog i estetsko-rekreativnog značaja, uz dobivanje drvene sirovine, bez narušavanja prirodne stabilnosti.

Na krškom području submediterana, na neobraslom proizvodnom šumskom zemljištu može se uspješno koristiti mali broj vrsta. S obzirom na svoje ekološke zahtjeve i biološka svojstva, crni bor je najučestalija vrsta za pošumljavanje ovog dijela krša. Istodobno ima nezamjenjivu ulogu u zaustavljanju degradacije stanišnih uvjeta i širenja različitih oblika erozije (Barčić i dr. 2011). Crni bor je otporan na sušu, vjetrove, a ima trajno drvo bogato smolom koje se dobro obrađuje (Franjić i Škvorc, 2010). U svrhu racionalizacije proizvodnje, te očuvanja i unaprjeđenja prostora, važno je pitanje: u kojoj fazi starosti sastojina crnog bora možemo utvrditi meliorativne učinke na tlo?, jer veliki broj borovih kultura nakon samo jedne ophodnje nije stvorio uvjete za obnovu klimatozonske vegetacije (Španjol i dr. 2006).

U gospodarskoj jedinici Borovača (Program važenja od 2014.-2023. godine), koja ima ukupnu površinu od 3877,24 ha, odnosno 2995,02 ha obrasle površine, udio gospodarskih sastojina crnog bora je 27,75 % ili 1075,96 ha, dok zaštitne šume crnog bora čine 2,35 % ili 91,31 ha. Ostatak obrasle površine čine panjače, šikare i šibljadi. Neobraslog šumskog zemljišta je 807,12 ha tj. 20,81 %, a neobraslo proizvodno iz zaštićene kategorije značajni krajobraz iznosi 38,12 ha.

Gospodarska jedinica Moseć-Srnohor (Program važenja od 2007.-2016.godine.) ima površinu od 2683,23 ha. Obrasla površina je 2572,60 ha, od čega je najvećim dijelom površina G.J. obrasla šikarom i to 2438,36 ha ili 94,78 %, dok šumske kulture crnog bora zauzimaju površinu od 94,79 ha ili svega 3,68 %.

## 1.1. Značajke istraživanog područja

### 1.1.1. Geografski položaj i reljef

Gospodarska jedinica Borovača pripada šumariji Split. Granica gospodarske jedinice sjevernom se stranom proteže od Donjeg Ogorja, preko Gornjeg Ogorja do Zelova. To je ujedno i granica s gospodarskom jedinicom Zelovo. Sa zapadne strane gospodarska jedinica omeđena je cestom od Donjeg Ogorja preko Vrbe do spoja na državnu cestu D56 Drniš-Muč, koja je ujedno i granica s gospodarskom jedinicom Crivac. Južnom stranom razgraničenje između gospodarske jedinice Borovača i gospodarskih jedinica Crivac i Runjevica čini državna cesta D56. Istočna granica gospodarske jedinice prati granicu katastarskih općina Sutina i Lučane, što je ujedno i granica s gospodarskom jedinicom Plišivica.

Zemljopisno se ovo područje proteže od Mučkog i Sutinskog polja na južnom do južnih obronaka Svilaje na sjevernom dijelu gospodarske jedinice. Najniža točka je uz potok Vrba ispod istoimenog naselja (427 m n. v.), a najviši vrh je Plana (964 m n. v.). Površinu gospodarske jedinice čine katastarske općine: Donje i Gornje Ogorje, Donje i Gornje Postinje, Donji i Gornji Muć te Sutina. Područje kojim se proteže gospodarska jedinica Borovača, reljefno je vrlo razvijeno, a temeljne značajke su mu, uz vrlo raznoliku geološku podlogu, veća ili manja krška polja, duboke i uske uvale, brojni vodotoci i korita, kao i bujični tokovi uz mnoštvo jaruga i izvorišta. Od većih polja ističe se Mučko polje uz južnu granicu, Sutinsko polje uz jugoistočnu granicu, Crivačko polje uz zapadnu granicu te Ogorjansko i Bilopolje kao i druga manja polja. Od smjera zapada prema istoku, od naselja Vrba do Sutinskog Zelova, područje se blago uzdiže te na koti Plana doseže 964 m n. v. Osim kote Plana ističu se i drugi vrhovi poput Sv. Ane (955 m n. v.), Plišivice (933 m n. v.), Planinice (922 m n. v.), Debele Kose (913 m n. v.) i Sv. Ilije (874 m n. v.). Najveći dio gospodarske jedinice smješten je u pojasu od 500-900 m n. v.

Od juga k sjeveru, u reljefu se mozaično izmjenjuju vrlo strmi, krševiti do blagi i pitomi krajolici. Uz navedena obilježja usko su vezane hidrografske prilike te je ovo područje, poslije kninskog, najizrazitije i najznakovitije bujično područje Republike Hrvatske (Program gospodernja za G.J. Borovača od 2014.-2023.godine). Osnovna hidrografska značajka je brojnost vodenih tokova i izvorišta koja su u drugim predjelima krša rijetka. Četiri izrazito duga bujična toka su: Sutina, Suvava, Radača i Duboka Draga. Na području od Sutine do

Postinja, kroz propuste prolazi 45 manjih i većih bujičnih tokova koji završavaju u dvadesetak ponora Mućkog i Postinjskog polja. Od stalnih vodenih tokova značajan je potok Vrba kao i izvorište tog toka.

Brojnost vodenih tokova, petrografski sastav tla, ogoljene površine te učestalost oborina jakog intenziteta uzrok su jakih erozijskih procesa, te razgranate mreže bujica. Ovi podaci ukazuju na značaj podizanja i očuvanja šumske vegetacije kao prirodnog regulatora ovakvih negativnih pojava u prirodi.

Gospodarska jedinica Moseć-Srnohor pripada šumariji Drniš, te politički općinama Unešić i Ružić. Ime je dobila po imenu brda i naselja koji se nalazi u njenom zapadnom dijelu. Južnu granicu čini cesta Muć-Drniš, što je ujedno i granica s gospodarskom jedinicom Ljubeč i gospodarskom jedinicom Biluš. S istočne strane granica je makadamski put Vrba-Kurobase-Elezi i on čini granicu s gospodarskom jedinicom Crivac. Taj put se veže na asfaltni put Muć-Donje Ogorje koji čini sjeveroistočnu granicu gospodarske jedinice. Sjeverna granica je asfaltni put Donje Ogoje-Pribude, granica se zatim proteže makadamskim putem do katastarskih općina koje gravitiraju Splitu i Drnišu. To je ujedno i granica s gospodarskom jedinicom Moseć. Zapadnu granicu čini granica s gospodarskom jedinicom Drvenjak-Kamensko. Gospodarskom jedinicom dominira Moseć koji jednim dijelom ulazi u sastav gospodarske jedinice i proteže se centralnim i južnim dijelom gospodarske jedinice. U sjeveroistočnom dijelu karakterističan je Srnohor koji doseže do 540 m nadmorske visine, dok u centralnom dijelu dominira Krpušnjak sa 795 m n. v., Popišanac sa 773 m n. v. U južnom dijelu gospodarske jedinice dominiraju Široki umac sa 636 m n. v., Kljenovac 707 m n. v., Rubeljušin umac 471 m n. v. i Lovreć s 564 m n. v. Općenito gledano reljef je razvijen i karakterizira ga mnoštvo manjih vrhova u čijem su podnožju manje zaravni koje su u prošlosti iskrčene u polja, a danas su uglavnom zapuštene poljoprivredne površine. Reljef je uglavnom brdski, a dijelom i nisko gorski (Program gospodrenja za G.J. Moseć-Srnohor).

Na području gospodarske jedinice Moseć-Srnohor odnosno u visinskim predjelima krša, voda se trajnije zadržava samo u prirodnim ili umjetno podignutim udubinama-lokvama, koje služe za napajanje stoke i divljači. Općenito, radi se o postojanju sušnog razdoblja u ljetnim mjesecima.





Slika 1. Položaj G.J. Borovača i G.J. Mosec Srnbobor (Izvor: Odjel za uređivanje UŠP Split).

### 1.1.2. Klima

Prostorna raspodjela pojedinih biljnih vrsta, kao i njihovi životni procesi ovise uvelike o klimatskim čimbenicima: zračnim kretanjima, svjetlosti, vodi ili vlazi, temperaturi, te drugim meteorološkim pojavama. Poznat je utjecaj šume na mikroklimu koja ublažava temperaturne ekstreme (minimume i maksimume), te smanjuje jačinu i nalete vjetra, zadržava velike količine oborinske vode i zračne vlage, te smanjuje evaporaciju i transpiraciju. Što je površina šume veća, to je njezin utjecaj veći. Površina pod šumom ljeti povećava vlažnost zraka na okolnoj površini, a kao izvrstan pročistač zraka štiti okolne poljoprivredne površine od imisijskih onečišćenja, budući je asimilacijska površina šumskog drveća značajno veća od površine koju šuma zauzima. Vjetrobranom funkcijom, šuma spriječava prekomjerno isparavanje i isušivanje poljoprivrednog tla kao i promjenu mikroklimu.

Klima djeluje skupno, ali pojedini čimbenici imaju veći ili manji utjecaj na biljke te je tako njihov odnos uzajaman. Poznavanje klimatskih uvjeta vrlo je važno za pravilno upravljanje i gospodarenje prirodnim dobrima.

Zemljopisni položaj G.J. Borovača i G.J. Moseć-Srnobor, te šire okolice nalazi se u području dinarsko-planinskog lanca, podnožju planine Svilaje, te planine Dinare što znatno utječe na klimatske prilike. Dinarsko gorje daje obilježje kontinentalne klime, a blizina Jadranskog mora obilježje mediteranske klime zbog čega je klima na području obje gospodarske jedinice submediteranska s vrućim i sušnim ljetima i hladnim zimama.

Ovo klimatsko područje ima obilježje „Cfsax“, umjereno tople kišne klime s vrućim ljetima. Zime su, uz utjecaje iz unutrašnjosti, svježije, ali relativno blage s mnogo kiše zbog jakih ciklonalnih aktivnosti. Ujedno je zimi vrijeme promjenjivo zbog česte smjene zračnih masa, smjera vjetra, temperature, vlage, naoblake, za razliku od ljeta kada je vrijeme stabilnije.

Podaci meteoroloških mjerenja i motrenja osnovnih klimatskih elemenata preuzeti su od Državnog hidrometeorološkog zavoda za razdoblje od 1980. do 2010. godine, a za prikaz osnovnih klimatskih elemenata izabrana je meteorološka postaja Sinj ( $\varphi = 43^{\circ}43'$ ;  $\lambda = 16^{\circ}40'$ ;  $h = 308$  m), te meteorološka postaja Drniš ( $\varphi = 43^{\circ}51'$ ;  $\lambda = 16^{\circ}10'$ ;  $h = 324$  m).

Postaje Drniš i Sinj klimatološke su postaje na kojima se vrše opažanja i mjerenja osnovnih meteoroloških čimbenika: temperature, relativne vlažnosti zraka, naoblake, vidljivosti, jačine i smjera vjetra te oborina. Mjerenja se obavljaju u tri termina na dan i to u 7, 14 i 21 sat. Atmosferske pojave se bilježe tijekom cijelog dana, a količina oborina se mjeri u 7 sati. U podacima za mjernu postaju Drniš zbog ratnog djelovanja nedostaju podaci od 1991. do 1997. godine.

## Temperatura zraka

Temperatura zraka izražava toplinsko stanje atmosfere i ovisi o količini topline koju površina Zemlje prima direktno od Sunca, te se najčešće koristi kao pokazatelj klime nekog područja. Temperatura zraka na pojedinom mjestu primarno je uvjetovana zemljopisnom širinom mjesta i godišnjim dobom.

Kako se atmosfera zagrijava apsorpcijom dugovalnog zračenja površine Zemlje, temperatura zraka ovisi također i o vrsti podloge, obliku reljefa, strujanju zraka i udaljenosti od mora ili većih vodenih površina. Morska površina se sporije hladi i grije nego kopno, a utjecaj mora na temperaturu zraka očituje se u sporom jesenskom hlađenju i još sporijem proljetnom zagrijavanju. Promjene temperature najčešće se događaju u najnižem sloju zraka. U tom sloju, za vedrog i mirnog vremena, nerijetko je danju vrlo toplo, a noću hladno.

Temperaturne prilike analiziraju se pomoću srednjih i ekstremnih mjesečnih i godišnjih temperatura zraka kao i preko učestalosti broja dana s različitim temperaturnim vrijednostima. Standardno mjerenje temperature zraka obavlja se pomoću termometra koji se nalazi u meteorološkom zaklonu na visini od 2 m iznad površine tla gdje su kolebanja temperature manja.

Tablica 1. Srednje mjesečne vrijednosti temperature zraka (°C) za razdoblje 1981.-2010. godine.

Met. post./Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
SINJ	3,6	4,5	8,0	11,8	16,6	20,2	23,2	22,7	17,9	13,3	8,1	4,6	12,9
DRNIŠ	4,0	4,7	8,3	11,9	16,9	20,5	23,8	23,2	18,5	14,0	8,7	5,3	13,4

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod.

Tablica 2. Srednje sezonske vrijednosti temperature zraka (°C) za razdoblje 1981.-2010. godine.

Met. post./Sezona	Proljeće	ljetno	jesen	zima	god.
SINJ	16,2	21,3	8,7	5,4	12,9
DRNIŠ	16,4	21,8	9,3	5,6	13,3

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod

Godišnji hod prosječnih temperatura na obje meteorološke postaje je pravilan, s porastom temperatura od siječnja do srpnja (Tablica 1.). Srednje sezonske vrijednosti ukazuju da područje obilježavaju zimska područja s minimalnim razdobljima, te vruća ljeta. Srednja godišnja temperatura iznosi za područje Sinja 12,9 °C dok je za područje Drniša 13,3 °C (Tablica 2.).

Tablica 3. Srednje min. temp. zraka (°C) s godinom kada su zabilježene u razdoblju od 1981.-2010. godine.

Met. post./ Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
SINJ	-0,2 1985	0,9 2003	2,9 1987	8,0 1997	13,1 1991	18,0 1989	20,9 1981	19,8 2006	14,7 1996	11,3 2003	4,3 1988	1,6 2001	12,0 2005
DRNIŠ	1,3 1985	1,5 2003	3,1 1987	7,9 1997	13,0 1991	17,5 1989	20,8 1986	20,4 2005	16,0 2001	11,4 1997	5,1 1988	2,0 2001	12,5 1984

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod.

Tablica 4. Srednje maksimalne temp. zraka (°C) s godinom kad su zabilježene u razdoblju od 1981.-2010. god.

Met. post./Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
SINJ	6,4 1988	8,0 1998	11,0 2001	14,0 2007	19,0 2003	23,9 2003	25,2 1988	26,0 2003	21,3 1987	15,2 2004	11,4 2002	6,8 1982	13,9 1994
DRNIŠ	7,7 1988	8,0 1990	11,5 2001	14,3 2007	20,1 2003	25,5 2003	25,5 1988	27,3 2003	21,7 1987	16,0 2004	11,5 2002	7,3 1985	14,2 2003

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod.

## Oborine

Oborinski režim pripada među najvarijabilnije klimatske značajke, kako prostorno, tako i vremenski. Kratkotrajni intenziteti oborina (nekoliko minutni, satni ili dnevni) promjenjivije su oborinske karakteristike, nego mjesečne i godišnje količine oborina. Oborinski režim ovisan je o geografskom položaju i općoj cirkulaciji atmosfere, te modificiran lokalnim uvjetima, kao što su reljef i udaljenost od mora. Količina oborina jedan je od meteoroloških elemenata koji je usko povezan s vlagom u atmosferi. Oborine se najčešće javljaju u obliku kiše ili snijega, a nastaju kada su uvjeti za kondenzaciju vodenih

para u atmosferi povoljni. Za vegetaciju su najvažnije količine oborina koje padnu u vegetacijskom razdoblju, od travnja do listopada (Vukelić, 1998) te imaju osnovnu važnost za opstanak šumskih fitocenoza. Osim ukupne godišnje količine oborine, jako je važan i njihov raspored. Udio snijega u ukupnim oborinama povećava se povećanjem nadmorske visine.

Pod dnevnom količinom oborina podrazumijeva se količina oborina izmjerena od 7 sati prethodnog dana do 7 sati promatranog dana. Iz dnevnih količina oborina dobijaju se mjesečne količine, a zbrajanjem mjesečnih dobijaju se godišnje količine istih. Niz od 12 mjesečnih količina prikazuje godišnji hod.

Dnevne količine oborina mjere se kišomjerom koji je postavljen na visini jedan metar iznad tla, osim u krajevima s velikom visinom snježnog pokrivača koji je na dva metra iznad tla. S obzirom da je dnevna količina oborina vrlo promjenjiva veličina, vremenski i prostorno, mjeri se na vrlo gustoj mreži kišomjernih postaja (Bajić i Vučetić, 1994).

Prema oborinskim karakteristikama opisanim godišnjim hodom srednjih mjesečnih količina oborina, oborinski režim na čitavom istraživanom području prevladavajuće je maritimni s najviše oborina u hladnom dijelu godine (studeni) i s izrazito ljetnom suhoćom (srpanj/kolovoz) (Tablica 5). Langov kišni faktor (Kf) koji se računa kao odnos srednjih godišnjih oborina (mm) i srednje godišnje temperature (°C) za meteorološku postaju Sinj iznosi 88, a meteorološku postaju Drniš 70.

Tablica 5. Srednje mjesečne vrijednosti količine oborina (mm) za razdoblje 1981.-2010. godine.

Met. post./Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
SINJ	98,6	89,3	91,0	94,1	82,9	78,4	42,3	62,6	97,0	108,9	163,4	141,7	1146,3
DRNIŠ	78,2	79,8	69,9	94,4	67,2	69,0	36,6	58,4	87,5	79,3	114,2	105,2	938,4

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod

Tablica 6. Srednje sezonske vrijednosti količine oborina (mm) za razdoblje 1981.-2010. godine.

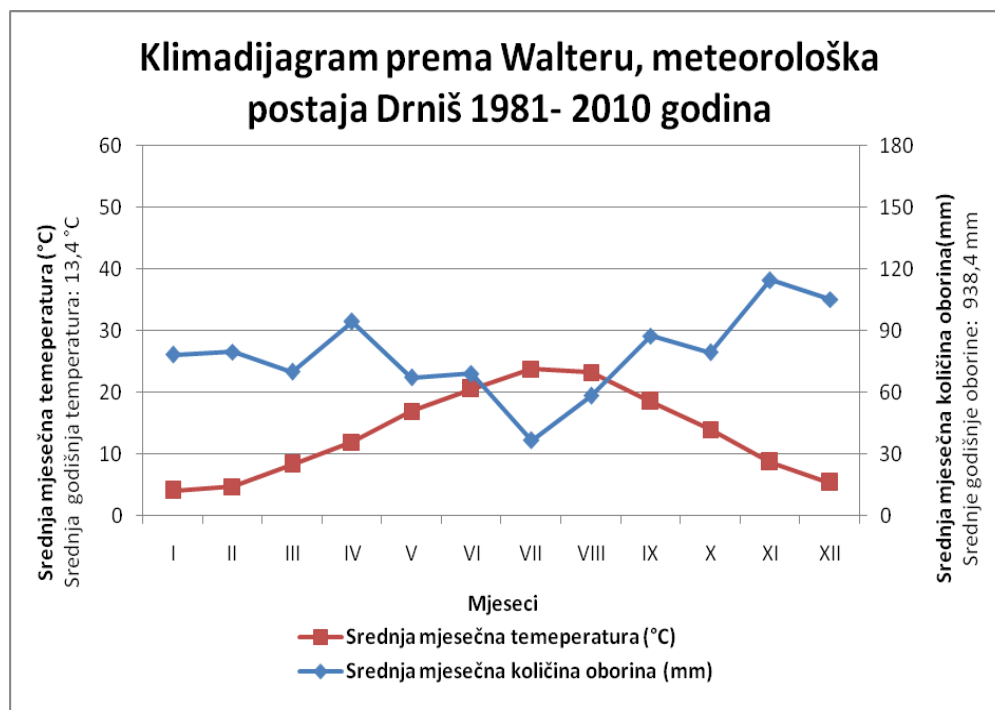
Met. post./Sezona	Proljeće	ljetno	jesen	zima	god.
SINJ	85,13	67,3	138	92,96	95,84
DRNIŠ	76,87	60,83	99,70	75,96	78,34

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod.

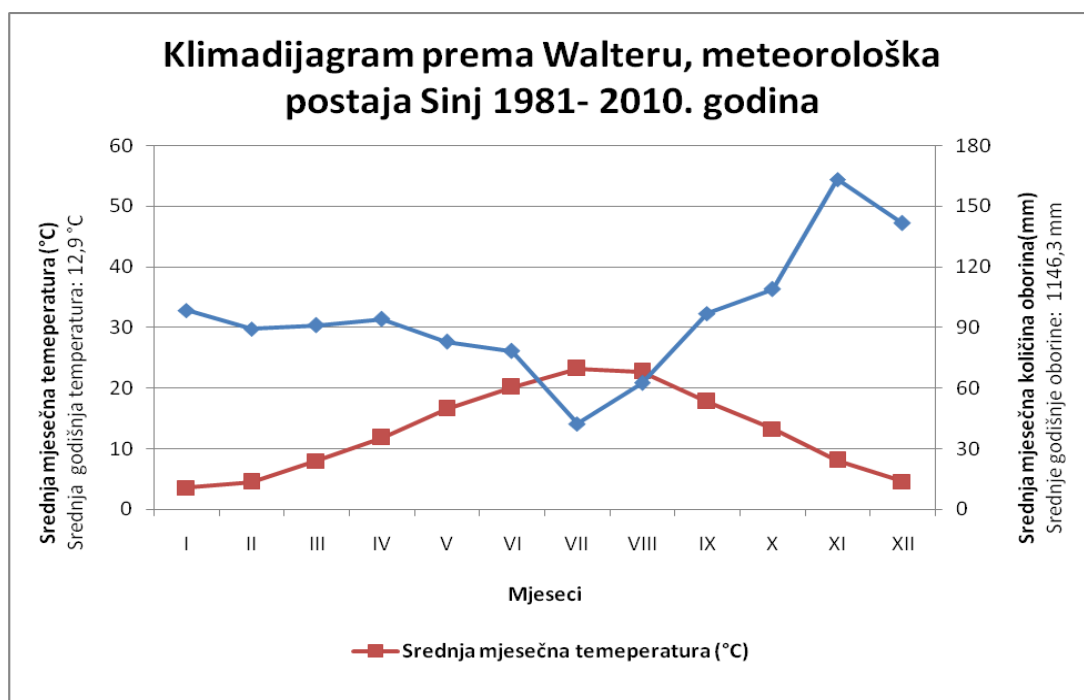
Srednja količina oborina za meteorološku postaju Sinj iznosi 1146.3 mm/m<sup>2</sup>, dok za meteorološku postaju Drniš srednja količina oborina iznosi 938.4 mm/m<sup>2</sup>. Najveća količina oborina prisutna je u studenome, a minimalna u srpnju (Tablica 5).

U vegetacijskom periodu, u razdoblju od travnja do rujna, padne 360,3 mm/m<sup>2</sup> ili 31 % oborina (Sinj) odnosno 325,6 mm/m<sup>2</sup> ili 34 % (Drniš) ukupnih oborina.

Snijeg se redovito javlja zimi od siječnja do travnja, ali se ne zadržava dugo. U promatranom razdoblju maksimalno se zadržao 1985. godine (15 dana - Sinj, 12 dana - Drniš), a postoje i godine s izostankom snijega.



Slika 2. Walterov klimadijagram za meteorološku postaju Drniš.



Slika 3. Walterov klimadijagram za meteorološku postaju Sinj.

Iz Walterovog klimadijagrama za meteorološku postaju Sinj i meteorološku postaju Drniš za razdoblje 1981.-2010. godine razvidno je da se sušno razdoblje javlja ljeti, od druge polovice lipnja do prve polovice kolovoza, dok je najveća količina oborina za obje meteorološke postaje u studenome.

## Vlaga

Relativna vlažnost zraka je meteorološki element koji pokazuje stupanj zasićenosti zraka vodenom parom, odnosno ona predstavlja odnos vodene pare koja se nalazi u određenom trenutku u zraku i maksimalno moguće količine koju zrak može primiti pri dotičnoj temperaturi da bi bio zasićen. Kapacitet zraka za vodenu paru u izravnoj je vezi s temperaturom te veća temperatura podrazumijeva i veći kapacitet za vodenu paru. Relativna vlažnost zraka mijenja se prostorno i vremenski, što znači da ovisi i o zemljopisnoj širini i reljefu tla, te ima svoj dnevni i godišnji hod. Tereni koji pogoduju hlađenju tla i zraka ili predjeli gdje se zadržava hladan zrak imaju u prosjeku višu relativnu vlažnost jer je u hladnom zraku i relativna vlažnost veća. Stoga je na planinama, u mrazištima i udubljenim terenima relativna vlažnost zraka visoka.

Relativna vlažnost zraka manje utječe na formiranje šumskih zajednica, ali hidratacija stanica, tkiva i cijelih organa dobrim je dijelom ovisna o relativnoj zasićenosti atmosfere vodenom parom (Vukelić, 1998). Isto tako, ukoliko je u doba cvatnje relativna vlažnost zraka iznad 90 % ili manja od 20 % nepovoljno utječe na oprašivanje.

Vodena para u atmosferu dolazi evaporacijom s podloge tla i biljnog pokrova, a povoljni uvjeti za rast biljaka su od 50-90 % jer se u tom rasponu s povećanjem vlažnosti zraka povećava i fotosinteza, osobito kod jačeg sunčevog zračenja.

Srednja godišnja relativna vlažnost zraka iznosi 69 % za obje mjerne postaje. Najniža relativna vlažnost zraka je u srpnju, odnosno najveća u studenom i prosincu (Tablica 7.).

Tablica 7. Srednja mjesečna i godišnja relativna vlaga (%) za razdoblje 1981.-2010. godine.

Met. post./Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
SINJ	76	70	67	68	68	65	57	61	69	75	77	76	69
DRNIŠ	76	73	69	70	68	67	60	63	69	75	77	77	69

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod.

Tablica 8. Srednja relativna vlažnost zraka (%) po godišnjim dobima za razdoblje 1981.-2010. godine.

Met. post./Sezona	proljeće	ljetno	jesen	zima	god.
SINJ	67	62	76	71	69
DRNIŠ	68	64	76	73	70

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod.



## Meteorološke pojave: mraz, tuča, sugradica

Meteorološke pojave koje također mogu utjecati na rast i razvoj šumske vegetacije su mraz, rosa i magla. Mraz nastaje sublimacijom vodene pare uslijed noćnog hlađenja pri vedrom i tihom vremenu kada je temperatura zraka ispod 0 °C. Rani mraz se javlja na jesen i nije toliko štetan za biljku kao kasni mraz koji se javlja na proljeće i najčešće nakon što je vegetacija već počela. Pojava mrazeva je ovdje karakteristična za zimska i rano proljetna razdoblja i iznosi prosječno godišnje 53,7 dana za Sinj, odnosno 32,3 dana za Drniš (Tablica 9).

Tablica 9. Srednji mjesečni broj dana s mrazom za razdoblje 1981.- 2010. godine.

Met. post./Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
SINJ	13,2	9,8	5,9	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	7,8	12,7	53,7
DRNIŠ	9,7	5,4	2,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	4,8	8,4	32,3

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod.

Tablica 10. Srednji broj dana s tučom za razdoblje 1981.- 2010. godine.

Met. post./Mjesec.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
SINJ	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	1.3
DRNIŠ	0.3	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	1.9

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod.

Tablica 11. Srednji broj dana sa sugradicom za razdoblje 1981.- 2010. godine.

Met. post./Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
SINJ	0,1	0,3	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,1
DRNIŠ	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod.

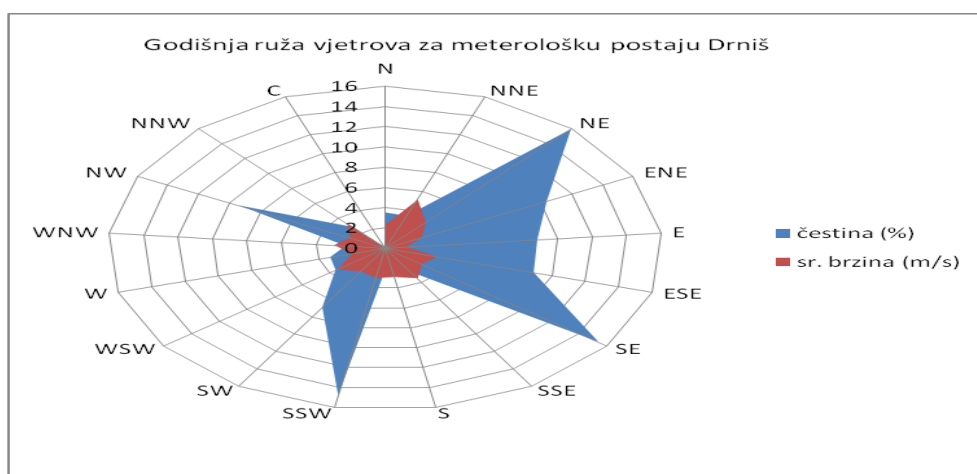
Tuča i sugradica na ovom području nisu značajan činitelj klime, ali svojom pojavom znaju nanijeti značajne štete. Tuča se na ovom području pojavljuje kao posljedica sudaranja hladnih fronta.

## Vjetar

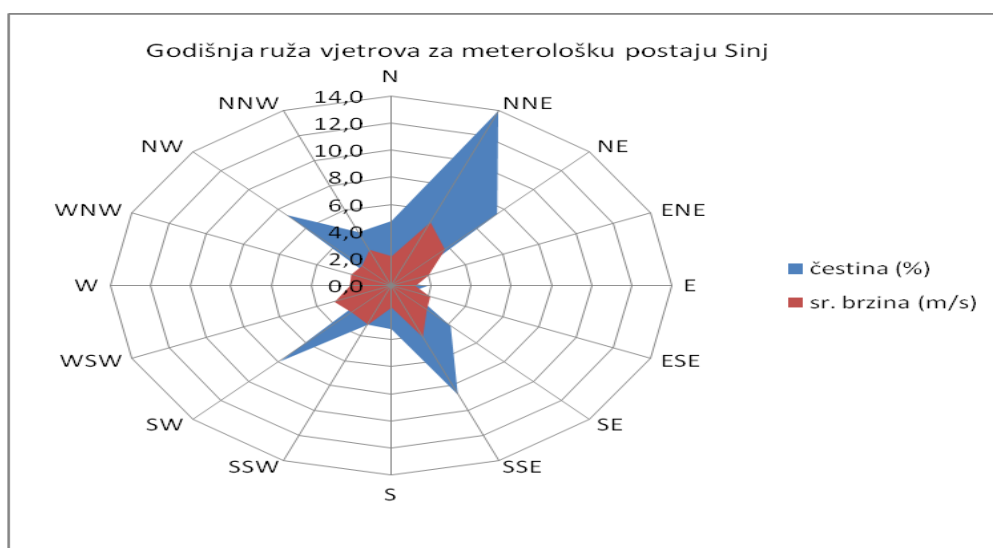
Na ovom području, kao i u cijeloj Dalmaciji, značajan utjecaj imaju vjetrovi. Bura je najčešći i najjači vjetar u ovim krajevima. Puše u zimskoj polovici godine i u proljeće sa sjeveroistoka. Često puše danima, a zna biti vrlo jaka i do 220 km/h. To je hladan i suh vjetar, isušuje zrak i tlo, lomi cvjetove, lišće i cijele izbojke, a nepovoljan je radi povećanja transpiracije, te kao posljedica toga izbojci i lišće venu, a stvara i eroziju tla na položajima podložnim eolskoj eroziji. Ujedno, ima nepovoljan učinak kada zapuše nakon proljetnih i ljetnih oborina.

Jugo se javlja tijekom cijele godine, ali je najčešći u jesen, kada donosi topao, vlažan i kišovit tip vremena. Ponekad puše u proljeće i tada zna nanijeti dosta štete raslinju. S obzirom da je jugo vlažan vjetar nema štetan utjecaj na tlo kao bura.

Maestral je periodični vjetar koji nastaje uslijed nejednolike zagrijanosti kopna i mora u ljetnoj polovici godine. Javlja se gotovo svaki dan za lijepa vremena u kasnim poslijepodnevnom ili ranim popodnevnom satima i puše sa zapada ili sjeverozapada.



Slika 4. Ruža vjetrova za meteorološku postaju Drniš za razdoblje od 1981.-2010. godine.



Slika 5. Ruža vjetrova za meteorološku postaju Sinj za razdoblje od 1981.-2010. godine.

Najčešći vjetar koji se javlja na postaji u Sinju je NNE (sjevernoistočnog) smjera (14 %), a zatim SSE (jugoistočnog) (8,5 %) te SW (jugozapadnog) i NW (sjeverozapadnog) u 6,5 % slučajeva, dok je na području Drniša najčešći NE – najjači vjetar na Jadranu, puše s kopna preko planina na more, često na mahove i promjenjiva smjera i SE – vjetar jugoistočnog smjera koji uglavnom donosi kišu i loše biometeorološke prilike s učestalosti od oko 16 %, a manje čest je SSW sa 14 %, i NW–maestral, sa svega 5,5 %.

### 1.1.3. Geološke i pedološke značajke

Prema geološkoj građi područje G.J. Borovača i područje G.J. Moseć–Srnbobor odlikuje se bogatstvom zastupljenih formacija i raznolikošću naslaga. Budući da su vapnenci i dolomiti najzastupljenije matične stijene na ovom području, oni daju bitna obilježja fiziografiji tala, ali i cijelom prirodnom kompleksu (Program gospodarenja za G.J. Moseć–Srnbobor od 2007.-2016.godine).

Pedogenetski čimbenici su oni koji su sudjelovali ili sudjeluju u procesima razvitka pedosfere, odnosno tala kao njezinih sistematskih jedinica. Četiri su glavna činitelja: litosfera, atmosfera, hidrosfera i biosfera (Gračanin, 1987).

Matični supstrat, litosfera, ima za postanke tla najveću važnost, jer gotovo sav mineralni dio tla koji čini 86 - 90 % njihove ukupne mase, potječe od stijena (Durbešić, 2009). Netopljivi ostatak stijena i njihov sastav imaju presudnu ulogu za postanak i razvoj tla, te tla dugo zadržavaju ona svojstva koja su naslijedila od netopljivog ostatka.

Na određenom matičnom supstratu mogu se očekivati različiti tipovi tla, a sam postanak tla je dug i specifičan proces koji ovisi o procesima trošenja koji se zbivaju na određenoj podlozi.

Matični supstrat utječe na pravac evolucije tla, ali o njemu ovise i svojstva tla kao što su dubina, fizička svojstva te mineralni i kemijski sastav. Na razvoj tala utječe atmosfera kroz oborine, toplinom i vjetrom, te biosfera odnosno flora, fauna i čovjek (Martinović, 2000).

Reljef također snažno djeluje na preraspodjelu djelovanja pedogenetskih činitelja na tvorbu tala te se intenzitet i utjecaj pojedinih pedogenetskih činitelja znatno mijenja u različitim zemljopisnim područjima. Kombinacijom pedogenetskih činitelja nastaju i najrazličitiji uvjeti razvitka tla što rezultira velikim brojem varijanti tala (Martinović, 2003) Slijedom toga velike su varijacije u morfologiji tla, te se razlikuje unutarnja (endomorfolgija) i vanjska (ektomorfolgija). Vanjska morfologija definirana je reljefom te živom i mrtvom tvari, dok unutarnju definiraju sklop profila, dubina, boja, poroznost, tekstura, struktura te specifične pedološke tvorevine (Durbešić, 2009).

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).

Na prostoru Gospodarske jedinice Borovača utvrđeno je više tipova tala od kojih su najzastupljenije rendzine, smeđa tla, crvenice i rankeri, a u manjoj mjeri sirozem, litosoli i dr.

Također i u G.J. Moseć-Srnobor, uzevši u obzir pedogenetske, a osobito geološko-morfološke i antropogene čimbenike, izdvojeni su slijedeći tipovi tala: smeđe tlo na vapnencu, rendzina, crvenica te eluvijalna skeletna tla.

### Rendzina

Rendzine se stvaraju u različitim bioklimatskim uvjetima, bolje u aridnoj klimi i travnim zajednicama na supstratima koji sadrže više od 10 %  $\text{CaCO}_3$  i koji mehaničkim raspadanjem daju karbonatni regolit (Martinović, 2003).

Pored mehaničkog raspadanja stijena, glavni pedogenetski proces je akumulacija zrelog humusa s formiranim organomineralnim kompleksom i stvaranjem zemljišta, najčešće zrnaste strukture što vodi do moličnog A horizonta. Prva faza daljeg razvoja rendzina je ispiranje karbonata i nastanak bezkarbonatnih rendzina. Dalji razvoj dovodi do početka B horizonta što znači prelazak rendzina u smeđe šumsko tlo te je A horizont najčešće dublji i ima zrnastu strukturu. Na kemijske i biokemijske osobine rendzina odlučujući utječe nazočnost aktivnih karbonata. Karbonati uzrokuju neutralnu do slabo alkalnu reakciju, a njihov raspored ispiranja u profilu u aridnim područjima je ravnomjerniji dok se u humidnim, zbog ispiranja, pokazuje porast s dubinom (Program gospodarenja za G.J. Borovača s važnošću od 2014.-2023.godine).

Rendzina ima srednje do visoku koncentraciju hranjivih tvari (N, P, K), ali je njihova količina ponekad ograničena ukoliko se radi o plitkom profilu. Rendzina pod prirodnom vegetacijom sadrži u nižim područjima 5-10 % humusa, a u višim i do 20 % (Durbešić, 2009).

Rendzine na dolomitu su ilovaste pjeskulje i imaju mali vodni kapacitet, dobru vodopropustljivost i dobru zračnost pa su stoga često suha i topla staništa. Plitke rendzine su

najčešće vezane za južne erodirane padine obrasle kserotermnim bjelogoričnim vrstama te se te varijante rendzina pošumljavaju crnim borom. Rendzine na dolomitu imaju duboki humusni horizont i zajedno sa AC horizontom nekad i više od 70 cm. Sadrže 8-20 % humusa i predstavljaju eutrofna zemljišta deficitarna jedino fosforom. Mala sposobnost zadržavanja vode predstavlja najkritičniji element plodnosti ovih tala. Prirodne šumske zajednice na dolomitnoj rendzini predstavljaju kserotremnije varijante u okviru svojih regionalnih zajednica.

Rendzine nastale na ovom području su plitka zemljišta i imaju A-R profil. A profil je obično dublji od 25 cm i obično ima zrnastu strukturu, a u prelaznom AC horizontu može biti i vidljivih znakova iluvijacije  $\text{CaCO}_3$ . Koncentracija hranjivih elemenata (N, P, K) je srednja do visoka, ali je njihova ukupna količina ograničena zbog plitkoće profila (Program gospodarenja za G.J. Borovača s važnošću od 2014.-2023.godine).

Karakteristika ovog zemljišta je kserotemna pedoklima, jaka jaružasta vodena erozija, formiranje šljunkovito-pjeskovitog konusa u podnožju padina. Zbog velike vodopropusnosti i ograničene količine aktivnih hranjiva, a time i niske plodnosti, dolazi do devastiranja ionako oskudne vegetacije (Program gospodarenja za G.J. Moseć-Srnobor s važnošću od 2007.-2016.godine).

Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu (kalcikambisol)

Kalcikambisol se formira isključivo na tvrdim i čistim vapnencima i dolomitima. Sklop profila je AMO-(B)-rz-R. Kalcikambij se formira isključivo na tvrdim i čistim vapnencima ili dolomitima koji imaju od 1 % netopivog ostatka (Martinović, 2003).

Najzastupljeniji je varijetet plitkog tla (25-35 cm). Rijede se javlja varijetet srednje dubokog tla.

Za dubinu ovih tala karakteristična je velika prostorna promjenjivost što je uvjetovano svojstvima vapnenca na kršu. Maksimalna dubina ukupnog profila rijetko prelazi 60 centimetara, a prijelaz iz zemljišta u stijenu je oštar i neujednačen jer stijene izbijaju na površinu. Javljaju se često pukotine kroz koje tlo prodire duboko u matični supstrat. U području rasprostranjenosti kalcikambisola stjenovitost je značajna i iznosi od 30 - 50 %.

Humusno-akumulativni horizont ima mrvičastu do graškastu strukturu dok je u (B) horizontu poliedrična do orašasta (Martinović, 2003).

Dubina humusnog horizonata obično ne prelazi 15 cm. Boja humusnog horizonta je tamnosmeđa, a struktura zrnasta. Po teksturu tlo pripada ilovastim glinama, a ukupna poroznost iznosi 45 - 65 %. Tlo je slabo do srednje opskrbljeno vodom, a sadržaj humusa i ukupnog dušika varira u širokim granicama (5-20 % i 0,1-1 %), dok je topljivim fosforom slabo opskrbljeno (1 mg / 100 g tla), a srednje topljivim kalijem (10-20 mg / 100 g tla). Zasićenost bazama u adsorpcijskom kompleksu viša je od 50 % (Program gospodarenja za G.J. Borovača s važnošću od 2014.-2023.godine).

### Rankeri

Rankeri ili humusno silikatna tla su uglavnom plitka, skeletna, nekarbonatna i vodopropusna šumska tla, koja se razvijaju na bazičnim i kiselim silikatnim i kvarcnim stijenama brdskog i gorskog reljefa. Sklop profila je A-R i A-C-R. Rankeri se pretežno nalaze na strmim padinama s glavnom zonom rasprostiranja iznad 600 m.n.v. Nepovoljni klimatski uvjeti, potencirani utjecajem strmog reljefa usporavaju mineralizaciju humusa i intenzitet ostalih pedogenetskih procesa. Ranker se može naći u različitim fazama razvoja, od incijalnih do početne tvorbe (B) horizonta. Litični varijetet rankera dubok je do 25 cm dok regolitični rankeri mogu biti duboki 40-50 cm. Visoki sadržaj skeleta (20 - 60 %) zajedničko je svojstvo svih rankera. Sadržaj humusa varira od 10 - 25 %. (Martinović, 2003).

### Crvenica (*terra rossa*)

Crvenice se kao i smeđa šumska tla stvaraju iz neotopljenog ostatka čistih vapnenaca pri čemu se ne može isključiti i pretjecanje silikatnog materijala eolskim putem, obzirom na dugotrajni tijek geneze ovih zemljišta (Martinović, 2003). Za vapnence na kojima se stvara *terra rossa* može se reći da po pravilu imaju nešto niži sadržaj neotopljenog ostatka, nego vapnenci iz kojih se stvara kalcijkambisol. Najvažnija razlika u odnosu na kalcijkambisol je u bioklimatskim uvjetima u kojima se stvara crvenica. To su toplija područja s izraženim toplim i sušnim razdobljima tijekom ljeta. Reljef je izrazito krški. Osnovni specifični pedogenetski proces u crvenici je rubrifikacija koji podrazumijeva dehidraciju i kristalizaciju oksida željeza. Prilikom dehidracije kristalizira se mineral hematit u crvenu boju. Za ostvarivanje

ovog procesa potrebno je dovoljno dugo vlažno razdoblje da bi omogućilo brzo ispiranje karbonata, ali mora postojati i dovoljno dugi suhi period u kojem će se uz dobru dreniranost vapnениčkih supstrata izvršiti proces dehidracije.

U vlažnom razdoblju ubrzava se mineralizacija organskih tvari, a smanjen sadržaj organskih tvari je značajan faktor rubifikacije ili posmeđivanja. Recentna *terra rossa* koja se stvara u jako vlažnim i toplim područjima nalazi se u našem mediteranskom području gdje zauzima ravnije položaje i vrtače. *Terra rossa* je nešto dublja od kalcikambisola (oko 80 cm dubine), ali ima istu promjenjivost dubine uvjetovanu krškom podlogom. Najčešće je humusni sloj slabo izražen, osim u šumskoj i pašnjačkoj vegetaciji gdje se uočava u rasponu debljine od 10-15 cm. Tamnosmeđe je boje dok je boja (B) horizonta izrazito crvena. *Terra rossa* je glinasto zemljište (obično ima više od 30 % gline), s vrlo stabilnim poliedričnim strukturnim agregatima. Poroznost i vodne osobine slične su kalcikambisolu.

Sadržaj humusa u crvenicama u submediteranskom području iznosi oko 4% i više te opada postupno. Ph crvenice je neutralan do slabo kisel, siromašna je dušikom kao i pristupačnim formama fosfora. Šumsku vegetaciju susrećemo u plitkim varijetetima i to je većinom zajednica medunca i bijelog graba u submediteranu (Program gospodarenja za G.J. Borovača 2014. god.-2023. god.)

#### Sirozem (regosol)

Sirozem je nerazvijeno ili slabo razvijeno tlo na rastresitim ili lako trošivim supstratima. To su najčešće lapori, laporoviti vapnenci i pješčenjaci.

Podložni su eroziji koja usporava akumuliranje humusa. To su značajna tla u biljnoj proizvodnji jer je biološki aktivna zona produbljena u rastresiti C horizont koji je porozan i zadržava vlagu.

#### Koluvij

Koluvij ima sklop profila (A)-C i nastaje iz bujičnih nanosa u podnožju padina gdje se smiruju površinski vodni tokovi. Velike razlike u svojstvima izvornog materijala uzrok su širokom rasponu fizikalnih, kemijskih i ekoloških svojstava. Koluviji mogu biti karbonatni i



nekarbonatni. Više ili manje skeletni koluviji su obično duboka zemljišta koja pored (A) horizonta s neznatnom količinom humusa mogu imati i slabije izražene slojeve kao posljedicu nejednakih uvjeta nanošenja materijala. Prilikom taloženja ne dolazi do značajnih sortiranja granulometrijskih frakcija pa slojevi nisu međusobno jako diferencirani. Skelet nije zaobljen, a sama zemljišta su najčešće duboka i pogodna za šumsku proizvodnju.

#### Kamenjar (litosol)

Eluvijalana skeletna tla nastaju na stijenama koja u procesu mehaničkog raspadanja daju kameniti detritus. Klimatski uvjeti koji dovode do smrzavanja i zagrijavanja stijena dominantan su čimbenik nastanka tla. Njihova dubina varira te su na ravnijim terenima plića dok su na padinama, uslijed akumulacije zbog gravitacijskog premještanja, dublja. Dominacija frakcije kamena i krupnog šljunka daje osnovni pečat fizičkim svojstvima. To su ekstremno suha staništa, izložena jakom zagrijavanju i siromašna pristupačnim hranjivima.

#### 1.1.4. Vegetacijske značajke istraživanog područja

Gospodarska jedinica Borovača nalazi se u mediteranskoj vegetacijskoj regiji. Većim dijelom pripada mediteransko–litoralnom vegetacijskom pojasu, submediteranskoj vegetacijskoj zoni (0 do  $\pm$  400 m n. v.), te manjim dijelom mediteransko–montanom vegetacijskom pojasu (iznad  $\pm$  400 m n. v.), epimediteranskoj vegetacijskoj zoni (Trinajstić 1986, 1995, 1998; Rauš i dr, 1992; Vukelić, 2012).

Klimatogena šumska vegetacija nalazi se u znatno izmijenjenom obliku, odnosno u raznim stupnjevima degradacije zbog intenzivne paše i sječa u prošlosti što je uvjetovalo jaku površinsku eroziju. Zbog toga je teren ispresijecan mnogobrojnim jarcima i vododerinama s dosta bujičnog materijala u podnožjima padina. Stupanj degradacije je u pravilu veći na nižim položajima koji su bili izloženi intenzivnoj paši i neracionalnoj sječi.

Na području gospodarske jedinice Borovača determinirano je više šumskih biljnih zajednica, te biljne zajednice neobraslih proizvodnih površina. Areali ovih biljnih zajednica se često međusobno preklapaju ili se jedna pojavljuje u fragmentarnom obliku unutar areala druge, tako da je često teško odrediti točne granice između njih (Program gospodrenja za G.J. Borovača 2014.-2023.).

Šumsku vegetaciju gospodarske jedinice Moseć–Srnbobor možemo svrstati u mediteransku regiju submediteranske vegetacijske zone termofilnih listopadnih šuma i na cijeloj površini klimazonalna zajednica je mješovita šuma hrasta medunca i bijeloga graba (*Quercus pubescenti-Carpinetum orientalis* Horvatić, 1939).

Šuma hrasta medunca i bijeloga graba (*Quercus pubescenti-Carpinetum orientalis* Horvatić, 1939)

Zajednička zajednica za obje gospodarske jedinice je mješovita šuma medunca i bijeloga graba, a nadovezuje se na zimzelenu pojas eumediteranske zone. Uspinja se do nadmorske visine od 400-700 m, ovisno o reljefnim prilikama. Razvijena je na više ili manje kamenitoj podlozi, rjeđe na površinama s dubokim tlima i najčešće je niska šuma ili šikara. Oblici niskih šuma nalaze se u privatnim ogradama ili rjeđe u uvalama i zaravnima na dubljim tlima. Uslijed djelovanja antropogenih i drugih čimbenika primarna klimazonalna zajednica

je više ili manje potisnuta, odnosno uništena pa je na dotičnim degradiranim površinama razvijena vegetacija bitno drukčijih uvjeta života i sastava. To su trajni degradacijski stadiji koji imaju manjim dijelom oblik otvorenih, prorijeđenih, većinom niskih listopadnih šikara i šibljaka, a većim dijelom predstavljaju prostrane i suhe kamenjarske travnjake ili pašnjake.



Slika 6. Degradacijski oblik zajednice hrasta medunca i bjelogabića (foto A. Slamić).

Zajednica dolazi na plićim i dubljim skeletnim tlima gdje rastu medunčeve šume, šikare i šibljaci. Ova zajednica je raznolika po stupnju degradacije i po zastupljenosti pojedinih vrsta. Najzastupljenije vrste su hrast medunac (*Quercus pubescens*), bijeli grab (*Carpinus orientalis*) i crni jasen (*Fraxinus ornus*), a pridolaze: hrast cer (*Quercus cerris*), maklen (*Acer monspesulanum*), drijen (*Cornus mas*), glog (*Crataegus monogina*), rašeljka (*Prunus mahaleb*), te u sloju niskog rašća *Juniperus oxycedrus*, *Rubus ulmifolius*, *Ruscus aculeatus*, *Asparagus acutifolius*, *Smilax aspera*, *Sesleria autumnalis*, *Hedera helix*, *Tamus communis*, *Clematis vitalba*, *Brachypodium sylvaticum*, *Rhamnus rupestris*, *Festuca heterophylla*, *Campanula trachelium* i dr. Mnoge površine na kojima se rasprostirala ova zajednica danas su gotovo bez vegetacije, a postojeća vegetacija je degradirana u većoj ili manjoj mjeri. Na bolje sačuvanim tlima i u privatnim ogradama mogu se pronaći panjače dok

su češće otvorene i zatvorene šikare koje su duži niz godina korištene za ispašu i opskrbu ogrijevom. U otvorenim šikarama pomlađivanje gotovo izostaje dok u gušćim šikarama, pogotovo gdje nema ispaše, dolazi do postupne progresije. Velike, nekada degradirane površine sastojina hrasta medunca i bjelograbića, danas se nalaze u progresiji, jer su u posljednjih tridesetak godina smanjeni ili potpuno nestali negativni antropogeni ili drugi biotski utjecaji. One su prepuštene spontanoj sukcesiji, a šumsko-gospodarskim zahvatima mogu se pretvoriti u stabilne sastojine.

Na mjestima gdje je negativni utjecaj antropogenih faktora u prošlosti bio izrazitiji potisnuta je i grmolika vegetacija šikara pa su degradacijski procesi na zajednici medunca i bijelog graba doveli do krajnjeg stadija kamenjara, obraslih oskudnom vegetacijom zeljastih vrsta i grmlja, koji mogu poslužiti za siromašnu ispašu stoke sitnog zuba. Lokalno pučanstvo uglavnom je živjelo od uzgoja koza i ovaca pa je intezivan brst ostavio trag na ovim šumama.

Kao najvažniji pratitelj medunca koji čini uglavnom viši sloj zastupljen je i crni jasen, a zatim bijeli grab i crni grab koji čine niži sloj drveća. Crni grab je zastupljen na sjevernim ekspozicijama i višim nadmorskim visinama. Od ostalih vrsta koje su rjeđe zastupljene navodimo: brekinju (*Sorbus torminalis*), oskorušu (*Sorbus domestica*) i dr. Degradirana šuma medunca i bijelog graba zastupljena je na otvorenijim položajima i plitkim tlima, te je razvijena u obliku visoke, više-manje otvorene šikare s dominacijom bijelog graba (*Carpinus orientalis*) i samo pojedinim stabalcima medunca (*Quercus pubescens*).

Pojedina stabla medunca koja su se izdigla van dohvata koza važna su za proces progresivne sukcesije jer su prirodni izvor žira.

Na području G.J. Moseć-Srnbobor pronalazimo očuvanu sjemenjaču hrasta medunca s površinom od 28,54 ha, što iznosi 1,11 % od ukupne obrasle površine i 1,06 % od ukupne površine gospodarske jedinice. Karakteristika ovih sastojina, naročito u nižim dijelovima (koji su bili pristupačniji) je odrezivanje donjih grana ili cijele krošnje (u narodu zvano kao pedalenje). Na ovaj način lokalno stanovništvo je dolazilo do listinca, granjevine i ogrijeva. Danas većina stabala ima pravilno deblo i deformiranu krošnju. Stalno pedalenje iscrpljivalo je stabla jer je bila smanjena ukupna lisna masa, a to je rezultiralo naglim smanjenjem prirasta.



Slika 7. G.J. Moseć-Srnobor, šuma hrasta medunca i bijelog graba (*Quercus pubescenti-Carpinetum orientalis* Horvatić, 1939).

Uz medunac zastupljen je cer i to više u nižim dijelovima i na dijelovima s nešto više zemlje. Učešće cera je manje od 10 % u omjeru smjese. Plješine se javljaju na cijeloj površini, mozaično su raspoređene i površina im je manja od 1 ha. Starost ovih sastojina utvrđena je brojanjem godova, a svrstane su u VII dobni razred, dok im je prosječna visina 8 m. Podstojnu etažu čine: bjelograbić, crni jasen, drača, šmrika i rijetko crni bor. Zdravstveno stanje je dobro, mada se na pojedinačnim starijim stablima javlja žuta imela, a napadi gubara i pepelnice su rijetki i povremeni.

Mješovita šuma hrasta medunca i crnoga graba s vučjom stopom (*Aristolochio luteae-Quercetum pubescentis* (Horvat, 1959) Poldini, 2008)

Dolazi u uvjetima hladnije klime i zadnja je šumska zajednica prema kontinentalnoj vegetaciji. U visinskoj raščlanjenosti nastavlja se na šumsku zajednicu hrasta medunca i bijelog graba no ovdje su izostavljeni vazdazeleni elementi i rijeđa je pojava termofilnih vrsta. Razvija se na smeđim tlima i rendzinama na vapnencu i dolomitu (Vukelić, Rauš, 1998). U sloju drveća rastu vrste *Quercus pubescens*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer obtusatum*, *Sorbus aria*, *Acer monspessulanum*, *Fraxinus ornus*, a u sloju grmlja uz navedene vrste česte su *Cornus mas*, *Clematis alba*, *Prunus spinosa* dok su u sloju prizemnog rašća *Sesleria autumnalis*, *Aristolochia lutea*, *Tamnus comunis*, *Aspatagus tenuifolius*, *Carex humilis*, *Inula spiraeifolia*, *Trifolium rubens*, *Bromus erectus* i dr.

Šuma hrasta medunca i crnoga graba mjestimično je razvijena kao panjača u kojoj prevladava crni grab. Češći su degradacijski oblici šikare odnosno različiti stadiji sekundarne fitocenoze *Seslerio-Ostryetum* (Vukelić, Rauš, 1998).

Od šumske zajednice crnog graba sačuvani su samo fragmentni ostaci u obliku panjača i visokih šuma, uglavnom u seoskim ogradama, na boljim tlima u vrtačama i uvalama, najčešće rjeđe naseljenih područja gdje je manji antropogeni utjecaj.

Pojedini degradacijski stadiji šikara po sastavu vrsta i njihovom omjeru ne razlikuje se od očuvanih šuma, jedino se zajednica javlja u grmolikom obliku. Otvaranjem sklopa u sloju prizemnog rašća javljaju se vrste kamenjara višeg submediteranskog pojasa.

Bukova šuma s jesenskom šašikom (*Seslerio autumnalis-Fagetum sylvaticae* (Horvat) M.Wraber ex Borhidi, 1963)

Bukova zajednica visokog krša, razvijena na skeletnim karbonatnim tlima zauzima velike prostore na primorskim padinama Dinarida. Tu se ona ujedno nalazi u središtu svog cjelokupnog areala. U sintaksonomskom smislu asocijacija pripada podsvezi tremofilnih bukovih šuma *Ostryo-Fagenion* u okviru sveze ilirskih bukovih šuma *Aremonio-Fagion*. U biljnogeografskom smislu ima vrlo značajan položaj jer je granična zajednica između eurosibirskog-sjeveroameričke i mediteranske regije (Vukelić, Rauš, 1998).

Za prepoznavanje i ograničenje navedene zajednice najvažnije su uz bukvu (*Fagus sylvatica*) još i jesenska šašika (*Sesleria autumnalis*), crni grab (*Ostrya carpinifolia*), javor gluhać (*Acer obtusatum*) te crni jasen (*Fraxinus ornus*). U sloju niskog rašća česte su vrste *Convalaria majalis*, *Polygonatum odoratum*, *Lathyrus venetus*, *Tanacetum corymbosum*, *Carex flacca* i druge.

Trinajstić (1996) razlikuje mezofilnu, slabije termofilnu i izrazito termofilnu varijantu. U ovom području bukva se javlja na znatno nižim lokalitetima uklopljena unutar toplijeg područja submediteranske klime, te je pojava inverzije naročito karakteristična za područje Duboke drage.

Osim navedenog, na području gospodarske jedinice Borovača može se pronaći veliki broj vrsta iz roda *Orchis* (kaćuni) i *Ophrys* (kokice).

### **1.1.5. Hidrološke prilike**

Hidrološka funkcija šume sastoji se u pročišćavanju podzemnih i površinskih voda te u stalnosti opskrbe vodom i sprječavanju njenog brzog otjecanja. U većoj ili manjoj mjeri svaka šuma obavlja hidrološku funkciju. Utjecaj šume na vodozaštitu ovisi o staništu i o šumskoj sastojini. Vrlo značajnu ulogu imaju u tome reljef, geološka podloga i tlo, vrste drveća u sastojini, dob i sklop krošnji. O spomenutim odlikama ovisi učinkovitost šume na hidrološke prilike određenog šumskog prostora.

Hidrološki utjecaj šume dolazi osobito do izražaja za dugotrajnih kiša, ljetnih pljuskova s velikom količinom kiše te u proljeće za vrijeme topljenja snijega. Kretanje vode u nekoj šumi ovisi o: količini transpirirane vode, intercepciji pojedine vrste drveća, evaporaciji, tlu i njegovoj moći upijanja, matičnom supstratu, slojanju u sastojini, godišnjoj količini oborina te njihovu rasporedu (Program gospodarenja za G.J. Borovača s važenjem od 2014.-2023.godine). Ovisno o povoljnoj ili nepovoljnoj rezultanti navedenih parametara određena šuma je u vodozaštitnom smislu manje ili više učinkovita.

Obraslo tlo zadržava više vlage i postiže ravnomjerniji raspored otjecanja vode. Na obešumljenom tlu taj proces prelazi u naglo površinsko otjecanje praćeno erozijom. Osim toga površinsko otjecanje onemogućuje filtraciju vode koju prirodno obavlja splet korijenja i tla. Geološka podloga i konfiguracija područja je takva da omogućuje površinsko otjecanje vode.

Karakteristike geološke građe definirale su i razlike u vodoopskrbnim mogućnostima ovog kraja, kako područja G.J. Borovača tako i G.J. Moseć-Srnobor. Tamo gdje se nalaze naslage vapnenca, uvjetovano je poniranje vode u dubinu do nepropusnih slojeva odakle kreće u pravcu mora. Ogoljele površine, geološka građa te petrografski sastav, uzrok su erozijskih procesa te razgranate mreže bujica i njihovih pritoka (Durbešić, 2009) Na području Muća se izdvajaju sliv Suvave s preko 12 kilometara dugim bujićnim tokom dok sliv: Sutine, Romića potoka, Stobreća, Zmijavca, Radače i Srednjomućke jaruge koje zahvaćaju sjevernu stranu mućkog polja, imaju kraće, ali duboko usječene tokove (Jedlowski, 1960)

Šume gospodarske jedinice Borovača i gospodarske jedinice Moseć-Srnobor sa svojom obraslom površinom značajne su za reguliranje vode, te imaju izraženu hidrološku funkciju.

#### **1.1.6. Erozijska na istraživanom području**

Šuma štiti tlo od erozije (vodom, snijegom, vjetrom), od osiromašenja tla, padanja kamenja te ispiranja i klizanja tla. Šumski ekosustav je najdjelotvorniji zaštitnik od akvatične erozije, što ne znači da će erozija nestati ako šuma štiti tlo. Ona će se ipak događati, samo što će konačna bilanca biti pozitivna jer šuma stvara više tla nego što ga gubi erozijom.



Kako bi se u potpunosti zaštitilo tlo namijenjeno šumskoj proizvodnji, ono uvijek mora biti zastrto, bilo krošnjama stabala u starijim sastojinama ili tek formiranim krošnjama. Tlo zastrto krošnjama uvijek je zaštićeno od prejakog isušivanja, zbijanja, smrzavanja te u potpunosti obavlja svoju proizvodnu funkciju.

Područje G.J. Borovača i G.J. Moseć-Srnobor pripada mediteranskom krškom području, te je zbog reljefa i klime odnosno izostanka vegetacije vrlo podložno erozijskim procesima. Brojnost vodenih tokova, ogoljene površine te učestale oborine jakog intenziteta uzrok su jakih erozijskih procesa te razgranate mreže bujica. Površinsko otjecanje oborinske vode ovisi o vegetacijskom pokrovu, trenutnoj vlažnosti tla i intenzitetu oborina, a manje o količini oborina. Zapaženo je da čak i male količine oborina na goljoj površini izazivaju otjecanje i zemljišne gubitke, što nije slučaj na površinama pod vegetacijom (Topić, 2003).

Stoga je važnost šume još značajnija u ovom području jer predstavlja vrlo djelotvoran biljni pokrov koji pojačava retencijski kapacitet tla te ujedno štiti tlo od erozije.

Erozija tla i obnova vegetacije općenito na krškom području veliki je gospodarski problem, ali i znanstveni izazov. Iz tog razloga u slivu bujice Suvave, u okolici Muća, postavljen je šumski pokus kako bi se utvrdio utjecaj šumske vegetacije na površinsko otjecanje oborinske vode te zaštitu tla od erozije i bujica. Sliv zauzima površinu od 1823,0 ha s dužinom glavnog toka od 10,1 km i ukupnom dužinom većih i manjih pritoka-vododerina od 20,8 km. Izduženog je oblika i prostire se između 460 m i 961 m nadmorske visine. Praćenja erozije vršena su u nekoliko navrata. Trajne pokusne plohe prvi puta su postavljene 1971. godine s mjernim instrumentima, dok su prva mjerenja vršena od 1973. do 1981. godine na goljoj površini, te od 1982. do 1993 godine na plohama obraslim vegetacijom. Zaključak je kako su gubici tla na goljoj površini veći za 619,97 puta nego pod vegetacijskim pokrivačem (Topić, 1995).

Nadalje, u razdoblju od 2003. do 2009. godine praćene su oborine, vodostaji, protoci i gubici tla u slivu bujice Suvave, te površinsko otjecanje i gubici tla na pokusnim plohama (2,5 x 20 m) na reprezentativnim površinama sliva u staroj i mladoj kulturi crnog bora, travnom pokrovu te posjećenju i sačuvanoj šikari bijelog graba. Zaključak je da su godišnji koeficijenti površinskog otjecanja na razini sliva i na istraživanim plohama mali i ne prelaze 10 %

ukupnih godišnjih količina oborina čime su i godišnji gubici tla također mali, a erozija je potpuno isključena (Butorac, 2011).

Istraživanja koja se sustavno provode više od 40 godina (Topić i Leko, 1987, Topić 2003, Topić i Butorac, 2005) imaju za cilj utvrditi utjecaj šume na vodni režim i zaštitu tla od erozije, odnosno utvrditi odnos između oborina i njihovog površinskog otjecanja kao elementa vodne ravnoteže u bujičnim slivovima s različitim stupnjem šumske pokrovnosti. Podaci dobiveni istraživanjima ukazuju na značaj podizanja i očuvanja šumske vegetacije kao prirodnog regulatora ovakvih negativnih pojava u prirodi.

U praksi, veliki pomak u sprječavanju erozije vidljiv je kroz godine sustavnog gospodarstva u obje gospodarske jedinice.

Za područje Muća još je 1960. godine Šumarija Split izradila „Plan kompleksne melioracije područja Općine Muć“. U spomenutom Planu područje tadašnjeg obuhvata Općine Muć podijeljeno je u pet melioracijskih objekata, a kao kriteriji podjele bile su potrebe lokalnog stanovništva, stupanj degradacije, tip vegetacije, te klimatološki elementi (Jedlowski, 1960).

Temeljem Plana, u trećem melioracijskom objektu koji je obuhvaćao ukupnu površinu od 2026,00 ha od čega je 1035,40 ha bilo kamenjar, a 354,80 ha kulture crnog bora (194,0 ha stare sastojine crnog bora, odnosno 160,80 ha mladih sastojina), a kojeg sada najvećim dijelom obuhvaća G.J. Borovača, planirani su radovi pošumljavanja kamenjara, te sadnja krmnog bilja i izostanak ispaše. Kao osnovna smjernica spomenutih radova bila je povećanje kvalitete života područja smanjivanjem bujica i erozije, te sprečavanje daljnje degradacije staništa.

Od tada do danas sustavno se provode meliorativni zahvati, a postojeći objekti izgrađeni u svrhu saniranja bujičnih tokova se održavaju, te se grade novi i izvode zaštitni protuerozijski radovi.

U protuerozijske radove ubrajaju se pošumljavanje, uzgoj i održavanje zaštitne vegetacije, terasiranje nagnutih terena, krčenje raslinja, čišćenje bujičnih korita, a radovi se vrše sudjelovanjem svih dionika (Hrvatske šume, Hrvatske vode, lokalna zajednica). U protuerozijske zaštitne mjere ubrajaju se i zabrane i ograničavanje sječe drveća i grmlja, zabrana i ograničavanje vadenja pijeska, šljunka i kamenja te odgovarajući načini korištenja.

Zahvaljujući sustavnom provođenju radova na saniranju bujičnih tokova koji su uključivali gradnju pregrada u slivovima bujičnih tokova te pošumljavanje kao i drugim šumsko-uzgojnim radovima, zaustavljeno je ili značajno smanjeno razorno djelovanje vode, a područje je prekriveno šumom.

### 1.1.7. Stanje površina šuma i šumskih zemljišta i drvena zaliha

G.J. Borovača

Šume i šumska zemljišta gospodarske jedinice Borovača, obzirom na namjenu, definirane su u skladu sa Zakonom o šumama kao gospodarske šume, zaštitne šume i šume posebne namjene u kategoriji značajni krajobraz. Uredajni razredi za gospodarske šume određeni su prema namjeni, načinu postanka, glavnoj vrsti drveća i cilju gospodarenja.

Obrasla površina u gospodarskoj jedinici Borovača iznosi 2995,02 ha odnosno 77,25 % ukupne površine Gospodarske jedinice.

Visokih šuma je 1167,27 ha odnosno 30,11 %, a panjača 585,46 ha odnosno 15,10 % ukupne površine.

Šikara obuhvaća 1188,84 ha odnosno 30,66 %. U gospodarskoj jedinici Borovača neobraslog proizvodnog šumskog zemljišta ima ukupno 807,61 ha (Tablica 13.).

U gospodarskoj jedinici Borovača ima 1075,96 ha visokih gospodarskih šuma, 91,31 ha visokih zaštitnih šuma, 585,46 ha gospodarskih panjača i 53,45 ha panjača posebne namjene (značajni krajobraz).

Tablica 12. Stanje površina šuma i šumskih zemljišta prema namjeni za razdoblje od 2013.-2023. godine

Namjena šume i šumskog zemljišta		površina / ha
Gospodarske šume		3661,72
Zaštitne šume		91,31
Šume s posebnom namjenom	Značajni krajobraz	124,21
SVEUKUPNO		3877,24

Izvor: Odjel za uređivanje UŠP Split.

Tablica 13. Iskaz površina po uređajnim razredima s pripadajućom drvnom zalihom i godišnjim tečajnim prirastom za G.J. Borovača u razdoblju od 2013.-2023. godine.

Uređajni razred	Ophodnja godina	Površina ha	Drvena zaliha m <sup>3</sup>	God. teč. pr.
<b>GOSPODARSKE ŠUME</b>				
Crni bor	80	410,1	14896	515
Kultura crnog bora	80	665,86	115054	2413
Panjača hrasta medunca	80	424,34	935	18
Panjača bukve	80	64,28	2281	50
Panjača bagrema	40	96,84	42	1
Šikara	-	1156,2	-	-
U k u p n o		2817,62	133208	2997
Neobraslo proizvodno	-	764,49	-	-
Neob.Proizv. za pošumljavanje	-	5	-	-
U k u p n o		3587,11	133208	2997
<b>ZAŠTITNE ŠUME</b>				
Kultura crnog bora--zaštitna	80	91,31	13400	226
Ukupno		91,31	13400	226
<b>ŠUME POSEBNE NAMJENE</b>				
Panjača hrasta medunca - značajni krajobraz	80	40,25	-	-
Panjača bukve - značajni krajobraz	60	13,2	-	-
Šikara -značajni krajobraz	-	32,64	-	-
U k u p n o		86,09	-	
Neob. Proizv. - značajni krajobraz	-	38,12	-	-
UKUPNO124,21				
<b>SVEUKUPNO GOSPODARSKA JEDINICA</b>				
Obraslo	-	2995,02	-	-
Neobraslo proizvodno	-	807,61	-	-
Sveukupna proizvodna površina	-	3802,63	146608	3223

Izvor: Odjel za uređivanje UŠP Split.

Tablica 14. Iskaz površina za G.J. Borovača za razdoblje od 2004.-2013. godine i 2014.-2023. godine.

Razdoblje valjanosti šumsko-gospodarskog plana	Obraslo šumsko zemljište	Neobraslo proizvodno šumsko zemljište	Neobraslo neproizvodno šumsko zemljište	Neplodno šumsko zemljište	Ukupno
	ha				
2004-2013	3171,8	588,38	6,95	37,19	3804,32
2014-2023	2995,02	807,61	3,89	70,72	3877,24

Izvor: Odjel za uređivanje UŠP Split.

Drvena zaliha iznosi 146 m<sup>3</sup>/ha, 124 bez I dobnog razreda, odnosno ukupno 38 m<sup>3</sup>/ha u cijeloj gospodarskoj jedinici. Godišnji prirast je 3223 m<sup>3</sup> ili 2,72 m<sup>3</sup>/ha.

Tablica 15. Sadašnje stanje drvene zalihe i usporedba s prethodnim stanjem.

Vrsta drveća	Razdoblje važenja šumsko-gospodarskog plana			
	2004 - 2013		2014-2023	
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
Crni bor	129500	82,1	142761	97,36
Hrast medunac	22438	14,23	1454	1
Obična bukva	5128	3,25	2281	1,56
Obični bagrem	664	0,42	112	0,08
U k u p n o	157730	100	146608	100
m <sup>3</sup> /ha (obrasle površine)	68		81	
m <sup>3</sup> /ha (obrasle površine bez I.d.r.)	109		124	

Izvor: Odjel za uređivanje UŠP Split.

## G.J. Moseć-Srnobor

Obrasla površina u gospodarskoj jedinici Moseć-Srnobor iznosi 2572,60 ha ili 95,88 % ukupne površine gospodarske jedinice.

Sjemenjače hrasta medunca s površinom od 28,54 ha, predstavlja 1,11 % od ukupne obrasle površine i 1,06 % od ukupne površine gospodarske jedinice.

Kulture crnog bora predstavljaju sastojine crnog bora nastale pošumljavanjem, ukupna površina ovih sastojina iznosi 94,79 ha ili 3,68 % obrasle površine, odnosno 3,53 % ukupne površine gospodarske jedinice.

Mješovita sastojina crnog bora i hrasta medunca je sastojina nastala pošumljavanjem crnim borom i zadovoljavajućim razvojem hrasta medunca, ukupna površina ove sastojine iznosi 8,82 ha ili 0,35 % obrasle površine i 0,33 % ukupne površine gospodarske jedinice.

Kultura alepskog bora zauzima površinu od 2,09 ha što iznosi 0,08 % obrasle površine i 0,07 % ukupne površine gospodarske jedinice.

Šikare zauzimaju 2438,36 ha ili 94,78 % obrasle površine, odnosno 90,87 % od ukupne površine gospodarske jedinice.

Ukupna površina neobraslog proizvodnog šumskog zemljišta iznosi 92,37 ha ili 3,44 % ukupne površine gospodarske jedinice.

Tablica 16. Iskaz površina za G.J. Moseć-Srnobor za razdoblje od 2004.-2013. godine

Razdoblje važenja šumsko-gospodarskog plana	Obraslo šumsko zemljište	Neobraslo proizvodno šumsko zemljište	Neobraslo neproizvodno šumsko zemljište	Neplodno šumsko zemljište	Ukupno
	ha				
2001-2010	2549,16	83,9	1,28	1,8	2636,14
2011-2020	2572,6	92,37	12,94	5,32	2683,23

Izvor: Odjel za uređivanje UŠP Split.

Tablica 17. Sadašnje stanje drvene zalihe i usporedba s prethodnim stanjem.

Vrsta drveća	Razdoblje važenja šumsko-gospodarskog plana			
	2001.-2010.		2011.-2020.	
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
Crni bor	8832	67,7	17522	93,33
Alepski bor	325	2,49	502	2,67
Medunac	3437	26,35	597	3,18
Cer	452	3,46	153	0,81
<b>U k u p n o</b>	<b>13046</b>	<b>100</b>	<b>18774</b>	<b>100</b>
m <sup>3</sup> /ha (obrasle površine)	5	-	7	-
m <sup>3</sup> /ha (obrasle površine bez I.d.r.)	5	-	7	-

Izvor: Odjel za uređivanje UŠP Split.

Tablica 18. Iskaz površina po uređajnim razredima s pripadajućom drvnom zalihom i godišnjim tečajnim prirastom.

Uređajni razred	Ophodnja godina	Površina ha	Drvena zaliha m <sup>3</sup>	Godišnji tečajni prirast
Jednodobne sastojine –gospodarske				
Kultura crnog bora	80	94,79	17522	276
Kultura alepskog bora	60	2,09	502	5
Hrast medunac	140	28,54	750	3
Mješovita sastojina crnog bora i hrasta medunca		8,82	-	-
Šikara	-	2438,36	-	-
<b>U k u p n o</b>		<b>2572,6</b>	<b>18774</b>	<b>284</b>
<b>GOSPODARSKA JEDINICA – UKUPNO</b>				
<b>U k u p n o</b>	-	<b>2683,23</b>	<b>18774</b>	<b>284</b>
Neobraslo proizvodno	-	92,37	-	-
Sveukupna proizvodna površina	-	2664,97	-	-

Izvor: Odjel za uređivanje UŠP Split.



## 1.2. Opće značajke crnog bora

Crni bor (*Pinus nigra* J. F. Arnold) je tercijalni relikv, a raste kao stablo do 30 m visoko, najčešće ravnog debla, svijetlosive do tamnosivosmeđe kore koja je u starijih stabala uzdužno ispucala. Ima prsni promjer do 1 m. Pripada skupini dvoigličavih borova, po dvije tamnozeleno iglice sa žučkastim vrhom se nalaze na kratkom izbojku u čupercima i ostaju na stablu od 4 do 5 godina. Igljice su jako bodljikave i tvrde i većinom ravne. Pupovi su smolavi.

Crni bor cvijeta u svibnju i lipnju, cvjetovi su jednospolni i jednodomni, muški u cvatovima na dnu ovogodišnjeg izbojka i resasti, dok su ženski češerasti i smješteni pri vrhu ovogodišnjeg izbojka. Češeri dozrijevaju druge godine, a otvaraju se treće godine. U zreloom stanju su žutosmeđe boje. Sjeme koje se trusi na +46 °C može se uspješno sačuvati u adekvatnim uvjetima i do 10 godina. Kilogram sjemenki bez krilaca se dobije iz 25-44 kg češera i sadrži oko 53 000 sjemenki (Vidaković i Franjić, 2004).

Sjeme je slabe dormantnosti, a klija nadzemno. Ponik je prilično otporan na kasni proljetni mraz i sušu. U prirodi počinje plodonositi od 15-30 godine, a puni urod ima svake druge do četvrte godine. Postotak klijavosti je od 65-70 %. Pomlađuje se sjemenom, a ima životni vijek i do 400 godina (Prpić i dr. 2011).

Razvija vrlo veliku korijenovu mrežu i žilu srčanicu, što mu i omogućuje život u ekstremnim ekološkim uvjetima, posebice gdje dolazi jak vjetar. S obzirom na njegova biološka svojstva, crni se bor ubraja među najotpornije primorske vrste.

Crni bor ima izrazito diskontinuiran areal. Prirodno je rasprostranjen u južnoj Europi, sjeverozapadnoj Africi i Maloj Aziji. U Južnoj Europi ova vrsta je rasprostranjena od istočnih dijelova Pirinejskog poluotoka, uključujući središnje i istočne Pirineje, odakle se rasprostire prema južnoj Francuskoj sve do Cevena – planinskog gorja u francuskom Središnjem masivu i otoka Korzike i Sicilije. Na Apeninskom poluotoku je rasprostranjen u Kalabriji i u Abruzzima – regiji u središnjoj Italiji. Iz jugoistočnih Alpa pruža se u Julske Alpe dok se na jednom lokalitetu nalazi južno od Beča. Iz Bugarske i Grčke rasprostire se u Malu Aziju, a preko Rumunjske na Krim i Kavkaz. Ima ga u Alžiru i Maroku. U Hrvatskoj je crni bor rasprostranjen uzduž Dinarida te na dalmatinskim otocima: Braču, Hvaru, Korčuli te poluotoku Pelješcu (Vidaković i Franjić, 2004).

S obzirom na disjunktnost areala, značajna je njegova varijabilnost u morfološkim, anatomskim i fiziološkim značajkama te ima veliki broj podvrsta i varijeteta (Vidaković i Franjić 2004). Najčešće podvrste su subsp. *nigra* (Austrija, Grčka, Italija, Dinaridi), subsp. *salzmani* (rasprostranjen u Cevenima–gorju u francuskom Središnjem masivu, istočni Pirineji, Španjolska) subsp. *Franco* (Francuska, sjeverni Pirineji, središnja i istočna Španjolska), subsp. *dalmatica* (Vis, Brač, Hvar, Korčula, poluotok Pelješec).

Prema Liberu i dr. (2003) u Hrvatskoj rastu tri podvrste i jedan prijelazni tip crnog bora: *Pinus nigra* subsp. *dalmatica* na otocima Braču, Korčulu, Hvaru, zatim *Pinus nigra* subsp. *illyrica* na području Paklenice, Velebita, Grobnika, Kvarnerskih otoka i Biokova, *Pinus nigra* subsp. *nigra* na području kontinentalnog dijela Gorskog kotara te populacija s otoka Pelješca koja je definirana kao prijelazni tip prema populaciji s Biokova.

Dalmatinski crni bor (*Pinus nigra* Arnold subsp. *dalmatica* (Vis.) Franco) dolazi na višim položajima Brača, Hvara i Pelješca, u pojasu listopadnih šuma bjelograbića i crnoga graba, na nadmorskim visinama od 400 m -750 m. Katkad izgrađuje čiste sastojine, kao što je slučaj na otoku Braču, a najčešće se pojavljuje izmiješan s elementima reda *Quercetalia pubescentis* Br.-Bl. i *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. Na otocima Braču, Hvaru i Korčuli te na poluotoku Pelješcu dalmatinski crni bor nalazi se u svom klimatološkom optimumu gdje osvaja slobodne površine i brzo se širi (Trinajstić, 2011). Podvrsta dalmatinskog crnog bora termofilnija je i manje otporna na mraz u odnosu na austrijski crni bor. Raste na plitkim skeletnim tlima na vapnenastoj podlozi. Poznati su i prijelazni oblici između ovog bora i kontinentalnih svojti.

Austrijski crni bor (*Pinus nigra* subsp. *nigra*) rasprostranjen je u Austriji, najviše južno od Beča, odakle se rasprostire u Sloveniju i Hrvatsku. Na vertikalnom profilu najčešće zauzima prostor između 250 m n. v. i 1000 m n. v. Naseljava strme i jugu eksponirane vapnenačke, dolomitne i serpentinske terene, najčešće s nerazvijenim zemljištima.

Radovi na oplemenjivanju crnog bora počinju oko 60-tih godina prošlog stoljeća u sklopu izučavanja mogućnosti proizvodnje hibrida dvoigličavih borova. S tim u vezi, rađeno je na križanju crnog i običnog bora (*Pinus sylvestris*) koji se u pravilu u prirodi samostalno ne križaju. Međutim u kontroliranim uvjetima proizvedeni su hibridi *Pinus xnigrosylvis* Vid.

(Vidaković, 1977). Proučavanjem je utvrđeno da je inkompatibilnost crnog i običnog bora uzrokovana na molekularnoj razini i to kroz količinu i kakvoću šećera jer su šećeri važni kao glavni sadržaj mikropolarne tekućine koja stimulira rast peludne mješine (Kajba i dr. 2011).

U svom radu Krstinić i dr. (1992) utvrdili su da se hibridizacija crnog bora treba provoditi u više smjerova: između vrsta, između svojti unutar vrste te između jedinki pojedine svojte. U Istri su utvrđeni spontani hibridi austrijskog crnog i korzičkog crnog bora koji imaju bujniji rast od austrijskog crnog bora. Kod hibridizacije crnog bora bitno je poboljšavati svojstva koja su mu važna kao pionirskoj vrsti, a to je prilagodba na sušu i otpornost prema drugim štetnim čimbenicima.

Crni bor je vrsta koja ima važnu ulogu na krškom području Hrvatske, a time i u hrvatskom šumarstvu uzimajući u obzir da 50,5 % ili 28 571 km<sup>2</sup> hrvatskog državnog teritorija ima krška obilježja (Matas, 2009). Prema Matiću (2007) crni bor sudjeluje s 0,5 % u ukupnoj drvenjaloj šumi Republike Hrvatske.

Sastojine crnog bora uključene su u ugrožena šumska staništa prema direktivi Europske komisije 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). Nadalje, crni bor u Hrvatskoj značajno je ugrožen te genetska raznolikost crnog bora upućuje na proces koji vodi njezinu osiromašenju. Za očuvanje genetske raznolikosti Bogdan i dr. (2011) predlažu konzervacijske mjere i stalno nadgledanje. Također, tu su različiti štetni biotski i abiotski čimbenici, a posebno razorno djeluju požari.

Vrijednost šumskih sastojina crnog bora najviše se očituje kroz općekorisne funkcije šuma koje najčešće imaju vrlo visoke ocjene. Razlog tome leži u činjenici da crni bor uspijeva na terenima gdje druge vrste ne uspijevaju, a često ima bitnu ulogu u sprječavanju bujica, za poljodjelsku djelatnost, rekreativnu vrijednost, proizvodnju kisika, zaštitu i unaprjeđenje čovjekova okoliša i dr.

Nadalje, tehničko drvo crnog bora je lako obradivo, trajno, ali i bogato smolom. Koristi se za proizvodnju smole, građevnog drva (primjerice podovi, oplata, bočnice, mostovi) i u brodogradnji gdje se od borovine rade palube, jarboli, okrižice, podloge, pokrovi i sl. Na predjelu današnje G.J. Borovača od 1947. godine intenzivno se smolarilo na 10 000

stabala koja su u prosjeku po stablu davala 0,6 kg smole. Važećim programom gospodarenja isto nije predviđeno (Program gospodarenja za G.J. Borovača 2014-2023. godine).

### 1.2.1. Ekološki zahtjevi crnog bora

Crni bor dolazi na vapnenačkoj i dolomitnoj podlozi, ali i na silikatima, suhim, kamenitim, te pjeskovitim terenima (Franjić i Škvorc, 2010). Vrsta je polusvjetla koja može podnijeti i zasjenu obližnjeg drveća.

Srednje godišnje temeprature na staništima austrijskog crnog bora najčešće variraju između 6 °C i 12 °C, a srednja godišnja relativna vlažnost zraka kreće se između 50 i 70 %. Apsolutne minimalne temperature na staništima predplaninskih populacija spuštaju se i do -40 °C, a apsolutne maksimalne na staništima populacija brdskog pojasa dižu se i preko 45 °C. Ovo je, nedvojbeno, vrsta s najširoom ekološkom amplitudom s obzirom na temperaturu i vlažnost staništa, ne samo među borovima nego i među svim drvećem u jugoistočnoj Europi. U tom joj se pogledu jedino približava munika (*Pinus heldreichii*).

Crni bor otporan je na jake vjetrove, sušu, a dobro podnosi i onečišćene gradske uvjete. Može izdržati visoke ljetne temperature, dugotrajnu sušu i znatnu insolaciju. Uglavnom ga nalazimo na toplijim ekspozicijama brdskog i gorskog pojasa. Općenito, crni bor dobro podnosi ekstremne klimatske pojave.

### 1.2.2. Šumske zajednice crnog bora

Šuma dalmatinskog crnog bora s primorskom crnjušom (*Erico manipuliflorae-Pinetum dalmaticae* Trinajstić, 1986). Raste u hemimediteranskoj zoni mediteransko-montanskog pojasa, iznad šuma hrasta crnike i alepskog bora. Nalazi se na nadmorskim visinama od 450-750 m i najčešće na plitkim, skeletnim vapnenačkim crnicama ili posmeđenim crvenicama gdje je crni bor edifikatorska i endemična vrsta te raste u nadstojnom sloju dok je crnika u podstojnoj etaži. Najveće komplekse nalazimo na Braču, Hvaru i Korčuli te polutoku Pelješcu gdje dolazi i na većim nadmorskim visinama. Uz

dalmatinski crni bor i primorsku crnjušu značajne vrste za ovu zajednicu su i *Juniperus oxycedrus*, *Asparagus acutifolius*, *Cistus incanus*, *Salvia officinalis*, *Genista dalmatica* i dr. Ova zajednica ima iznimnu vrijednost s obzirom na endemičnost vrste, ali i turističku te estetsku vrijednost takvih šuma.

Najpoznatije sastojine šuma crnog bora i crnog graba (*Ostryo-Pinetum nigrae* (Anić 1957) Trinajstić, 1998) nalaze se u Senjskoj i Borovoj Drazi. Ova zajednica bogatog je flornog sastava, a uz crni bor zajednicu čine i listače kao što su *Fraxinus ornus*, *Acer obtusatum*, *Acer monspessulanum*, *Ostrya carpinifolia*, *Viburnum lantanum* i dr. dok su u sloju prizemnog rašća najčešće vrste *Erica herbacea* i *Sesleria autumnalis*.

Šuma crnoga bora s trocvjetnom mlječikom na dolomitima (*Euphorbio triflorae-Pinetum nigre* (Horvat, 1956) Trinajstić, 1999) predstavlja endemičnu zajednicu crnog bora na padinama Obruča kod Borove Drage povrh Grobničkog polja iznad Rijeke gdje dolazi na strmim dolomitnim obroncima južne ekspozicije. Pripada razredu *Erico Pinetea* I.Horvat 1959, redu *Erico Pinetalia*, svezi *Fraxino orni-Ericion* I.Horvat 1958, a od biljnih vrsta mogu se naći sastavnice medunčevih i borovih šuma te risje, kruščica, a u sloju prizemnog rašća dolazi trocvjetna mlječika, krestušac, trobrida žutilovka i dr.

Šuma crnog bora i mušmulice (*Cotoneatro tomentosir-Pinetum nigrae* Horvat, 1938) razvijena je na području Velike i Male Paklenice, na nadmorskim visinama od 700 -1200 m i to na plitkim, skeletnim suhim tlima na dolomitima. Zajednica je slična zajednici crnog bora s trocvjetnom mlječikom na dolomitima dok se u sloju prizemnog rašća ističe vrsta *Sesleria tenuifolia*, a u sloju grmlja javor gluhač i crni grab.

Šuma dalmatinskog crnog bora s klečicom (*Junipero sibiricae-Pinetum dalmaticae* Domac, (1962) 1965) također je endemična zajednica koja dolazi u pretplaninskom pojasu Biokova na nadmorskoj visini od 800-1500 m, na manjim površinama sjeverozapadnih primorskih padina, nepristupačnih vrhova i grebena (Vukelić i dr. 2011). U sloju drveća je crni bor, dok u sloju grmlja prevladava klečica. Sve šume ove zajednice izdvojene su kao rezervat šumske vegetacije.

Šume crnog bora siromašnije su vrstama ptica u odnosu na hrastove šume, ali njihov broj u oba slučaja ovisi o starosti i strukturi sastojine (Bergner, 2015).

### 1.3. Pošumljavanje crnim borom

U Hrvatskoj je crni bor važna vrsta drveća za pošumljavanje suhih i kamenitih terena u submediteranu, epimediteranu i hemimediteranu. U šumskim kulturama na šumsko-gospodarskom području u Hrvatskoj crni bor je zastupljen najviše od svih vrsta s 20,59 %, dok u ukupnoj drvnj zalihi na šumsko-gospodarskom području sudjeluje s 1,43 % (ŠGOP RH, 2016). U prirodi dolazi u tri sjemenska područja dok se priznate sjemenske sastojine nalaze na oko 254 ha (Gračan i dr. 2011).

Prema (ŠGOP RH, 2016) borovi su kao pionirske vrste drveća široke ekološke amplitude najviše korištene prilikom pošumljavanja primorskih kamenjara i to prije svih alepski i crni bor. Pod borovim sastojinama tlo bi trebalo postupno poprimiti svojstva koja omogućuju pojavu elemenata klimatogenih šumskih zajednica hrasta crnike i hrasta medunca. Taj proces može nadilaziti i životni vijek prve generacije podignute šumske kulture, te trajati dvije ili više ophodnji što će ovisiti o stanišnim uvjetima. Ukoliko nisu stvoreni uvjeti za razvoj klimatogenih šumskih zajednica, borovi se mogu ponovno prirodno pomladiti. Čest je slučaj da procese progresivne sukcesije zaustavljaju šumski požari koji ponovo dovode do regresije staništa.

Crni bor se upotrebljava za pošumljavanje na najlošijim, plitkim terenima gdje vladaju snažni vjetrovi i ekstremne temperature. Osim što je kserofit, dobro podnosi i posolicu, a ujedno je i anemofilna vrsta. Osobito treba paziti na provenijenciju sjemena te upotrebljavati sjeme sa staništa čije su ekološke prilike jednake ili slične onima kamo se vrsta unosi. Od šumsko-uzgojnih značajki Anić (1957) posebno ističe njegov veliki zahtjev za svjetlom (heliofit), ali s većom tolerancijom zasjene.

Njegova je uloga danas uglavnom ograničena na razne degradirane ili inicijalne stadije vegetacije na ogoljenim i nepristupačnim terenima siromašnima tлом. To mu daje veliku važnost u meliorativnim zahvatima, kao vrsti velike ekološke amplitude i skromnih zahtjeva (pionirska vrsta).

U Upravi šuma Podružnici Split, tijekom petogodišnjeg razdoblja od 2010. do 2014. godine sadnicama crnog bora, sadnjom u rupe, pošumljeno je oko 663,15 ha površine s 1 042 510 sadnica. Stoga ne čudi činjenica da su šume crnog bora u submediteranu najvećim

dijelom antropogenog porijekla. Pošumljavanje crnim borom u UŠP Split najčešće se vrši na opožarenim površinama submediterana te također u submediteranu za pošumljavanje neobraslog proizvodnog šumskog zemljišta.

Matić i dr. (1997) definiraju tri skupine postupaka iz područja uzgajanja šuma na području Mediterana, a to su:

1. Podizanje šumskih kultura na golome kršu (pošumljavanje),
2. Njega šuma te njihova pretvorba u viši uzgojni oblik,
3. Obnavljanje šuma prirodnim ili umjetnim načinom.

Za uspješne i dobre rezultate najvažnije je imati dobar izvedbeni plan koji u sebi sadrži informacije o mjestu sadnje (tlo, ekspozicija, nadmorska visina te ostala obilježja terena) te definiran način pošumljavanja (sjetva sjemena ili sadnja sadnica obloženog ili golog korijena), vrijeme pošumljavanja, priprema tla za pošumljavanje, određivanje prostornog rasporeda međusobnog razmaka biljaka, odnosno broja biljaka ili količine sjemena po jedinici površine.

#### Pripremni radovi na pošumljavanju crnim borom

Prema Grahamu i dr. (1989) pripremni radovi prilikom pošumljavanja moraju uključiti uklanjanje korovske vegetacije i pripremu tla prije sadnje. Pripremom tla za pošumljavanje mladoj se biljci stvaraju povoljni uvjeti za rast i razvoj. Na taj je način biljci olakšana borba s postojećom korovskom vegetacijom, kako u području korijena, tako i iznad tla. Pripremom tla, u tlu se stvaraju povoljni vodno-zračni odnosi, koji omogućuju optimalne biokemijske procese nužne za život biljke. Kako će se i kojim intenzitetom prići pripremi tla, ovisi o stanju tla, metodi pošumljavanja, upotrebi raspoložive mehanizacije itd. Ukoliko se radi o pošumljavanju izgorene (opožarene) površine priprema tla se odnosi na sanaciju požarišta sječom i uklanjanjem stabala i grmlja s opožarene površine. U UŠP Split, prije pošumljavanja, na za to pogodnim terenima (pristupni putevi, svojstva tla), vrši se ripiranje u svojstvu pripremnih radova.

Crni bor, kao i druge pionirske vrste, ima brzu ontogenezu, brz rast i prirast, čestu produkciju velikih količina sjemena te njegovo lagano rasprostiranje na veće udaljenosti. Zbog tih svojih karakteristika najčešća je vrsta za pošumljavanje u submediteranu.

Pošumljavanje crnog bora vrši se najčešće sadnjom sadnica ili sjetvom sjemena. Preporuča se jesenska, zimska i proljetna sadnja, dok se pošumljavanje sjetvom sjemena treba obavljati u jesen. Sadnja, koja je učinkovitija od sjetve sjemena, može biti obloženim ili golim korjenom. U UŠP Split sadnja se najčešće vrši obloženim korijenom u jesen i u rupe, a dimenzija rupa je 40 x 40 x 40 cm. Broj sadnica je 2000-2500 sadnica/ha. Rjeđe se vrši sjetva sjemena i to 2-3 kg/ha u brazde, odnosno 3-5 kg/ha omaške.

Za crni bor Topić (1988) na osnovi istraživanja na pokusnim plohama na području Klačina, Šumarija Sinj utvrđuje da (poslije primorskog bora) daje najbolje rezultate. Budući da je to autohtona vrsta s kojom se dulje vrijeme pošumljavalo i postizalo dobre rezultate u hladnijem submediteranskom krškom području Dalmacije, pokus na plohi Klačina to je samo potvrdio. Isti autor smatra da crni bor, čini značajnu vrstu za pošumljavanje hladnijega submediteranskog područja, i na ekstremno degradiranim terenima te je još uvijek nezamjenjiv kao pionirska vrsta.

#### **1.4. Njega i obnova sastojina crnoga bora**

##### Njega sastojina crnoga bora

Njega uključuje zaštitu od različitih bioloških (štetnici i bolesti) i abiotičkih (požari) čimbenika, obradu i zaštitu tla, popunjavanje, čišćenje, prorede te primjenu drugih metoda (orezivanje grana i dr.). U UŠP Split, osim mjere njege, u 1/5 ophodnje koja uključuje uklanjanje korova, okopavanje, orezivanje donjih grana, najznačajnija je mjera zaštite sastojina od borovog četnjaka koja se ovisno o praćenjima kretanja populacije, obavlja u jesen biološkom metodom korištenjem sredstava na bazi patogene bakterije *Bacillus thuringiensis*, odnosno mehaničkim metodama uklanjanja zapredaka tijekom zime.



Njegu sastojina proredom počinjemo u trenutku maksimalnog izlučivanja stabala u visinske razrede, uz odumiranje donjih grana i sušenje pojedinih stabala zbog prirodnoga izlučivanja koje nastaje zbog međusobne konkurencije i pomanjkanja životnoga prostora. Međutim, u praksi radovi na proredama nerijetko izostaju zbog lošeg plasmana drvnih sortimenata na tržište, a kao uzroci mogu se navesti neinformiranost lokalnog stanovništva i predrasude spram crnog bora.

Najznačajnije mjere zaštite borovih sastojina provode se kroz zaštitu od požara otvorenog prostora koji čine najveće štete. Međutim, šume crnoga bora, u odnosu na šume alepskoga bora, manje su izložene požarima, jer u pravilu ne dolaze na mjestima uz more i manje su pod antropogenim utjecajem tijekom ljetnih mjeseci. U tom je razdoblju broj požara najveći. S druge strane, sastojine crnoga bora teže se same obnavljaju (prirodnom sukcesijom) u odnosu na sastojine alepskoga bora. Iz dosadašnjih praćenja stanja borovih sastojina, može se zaključiti da su šume crnoga bora u zadovoljavajućem zdravstvenom stanju na području obje gospodarske jedinice.

#### Obnova borovih sastojina

Stabilnost i potrajnost šumske sastojine ovisi u velikom dijelu o uspjehu same obnove. Obnova borovih sastojina obavlja se prirodnim pomlađivanjem borova oplodnim sječama, najbolje na malim površinama ili krugovima. Obnova sastojina crnog bora uključuje reguliranje svjetlosnih uvjeta na pomladnoj površini, odnosno reduciranje stupanja zastrtosti tla krošnjama nadstojnih stabala (Šarić, 2008). Osim svjetla time se regulira i bilanca vode u tlu, evapotranspiracija i temperatura te se poboljšavaju svojstva tla koja su svojstvena mediteranskim uvjetima. Pomladak treba dosta svjetla, međutim što je sastojina kvalitetnija, zahtjevi za svjetlom su manji.

Ljetna suša je glavni čimbenik koji sprječava preživljavanje ponika i pomladka crnog bora. Prema Tiscaru i Linaresu (2007) preživljavanje ponika crnog bora tijekom ljeta manje je od 6 % u odnosu na ponik koji se pojavio u proljeće iste godine. Osim suše i prirodnih predatora veliki negativni utjecaj na preživljavanje ponika i pomladka na sjemenu ima debeli sloj listinca koji klica mladog sjemena ne može probiti. Srednja godišnja količina oborina

koja je najpovoljnija za preživljavanje crnog bora je od 650-2500 mm, dok sušno razdoblje ne bi trebalo biti duže od dva mjeseca.

Temperatura tla te sadržaj vlage u tlu bitni su čimbenici za uspješnu prirodnu obnovu. Heterogenost mikrostanišnih uvjeta na pomladnoj površini utječe na pojavnost ponika, pa mikrostanište na otvorenoj goljoj površini daje najbolje rezultate za razliku od mikrostaništa u umjetno stvorenim progalama gdje je najlošije. Unatoč tome uspješna prirodna obnova izostaje zbog pomanjkanja vlage i manjka hranjiva u tlu u području njegovog pridolaska. Ponik i mlađi pomladak crnog bora ne uspijevaju razviti korijenov sustav koji bi mogao zamijeniti izgublenu vodu transpiracijom (Vallejo i dr. 2000).

Osim stanišnih čimbenika bitnih za preživljavanje ponika i pomladka važna je i plodnost stabala. Plodnost se može definirati kao fiziološka sposobnost stabla da producira zdravo i vitalno sjeme. Tako Tiscar i Linares (2007) utvrđuju da se plodnost smanjuje sa starošću stabla, osobito jedinki starijih od 200 godina. S obzirom na tu činjenicu, on predlaže ophodnju od 120 godina u gospodarskim sastojinama, a 200 godina gornju granicu s obzirom na plodnost stabla. Stabla starija od 200 godina imaju za 7,5 puta manju plodnost u odnosu na stabla starosti 120 godina.

Unatoč činjenici da je crni bor vrsta malih zahtjeva te vrsta otporna na različite biotičke i abiotičke utjecaje, kako bi te sastojine bile respektabilne, neizostavni su uzgojni postupci kako bi tlo postupno poprimilo svojstva koja omogućuju pojavu elemenata klimatogene šumske zajednice. Taj proces obično traje od jedne do dvije ophodnje što ovisi o stanišnim uvjetima (Matić i dr. 2007).

Crni bor ima nezamjenjivu ulogu u pošumljavanju neobraslih površina, zaštiti od erozije, ali ujedno je čest i kao parkovna vrsta jer je otporan na različita onečišćenja, brzo raste, nema posebnih zahtjeva oko održavanja te je dosta otporan na bolesti i štetnike.

Unatoč tome, još uvijek postoje velike zablude i prijepori u javnosti oko te vrste, pogotovo u Dalmaciji gdje se često, među lokalnim stanovništvom, smatra nepoželjnom vrstom, bez uporabne vrijednosti.

Nadalje, unatoč njegovoj važnosti u šumarstvu krša, te njegovoj velikoj varijabilnosti, postoji mali broj studija koje bi pridonijele većoj iskoristivosti svih prednosti te vrste, kao i proizvodnji drvne mase i drugih proizvoda (češeri i dr.).

Isto tako, osim redovnih radova iz zaštite šuma koja uključuje i zaštitu borovih sastojina od bolesti i štetnika, a s obzirom da šumski požari čine najveću ugrozu ovih sastojina, bitno je tražiti nove načine i smjernice zaštite jer bi se time smanjili troškovi u šumarstvu, a povećale pošumljene površine.

Važnost crnog bora, odnosno sastojina koje čini, najviše se ogleda kroz visoke ocjene općekorisne funkcije šuma koje takve sastojine postižu, s obzirom da dolaze na terenima i područjima koje bi vjerojatno bile neobrasle površine, s obzirom na nemogućnost uspijevanja drugih vrsta u tako ekstremnim uvjetima.

## 1.5. Funkcionalne značajke biljaka

U istraživanjima dinamike vegetacije često se pristupa analiziranju funkcionalnih značajki biljaka kao čimbenika koji utječu na tijek sekundarne sukcesije. Funkcionalne značajke predstavljaju određena biološka svojstva biljnih vrsta (morfološka i generativna) koja utječu na njihovu uspješnost prilagodbe u zajednici te omogućavaju otkrivanje ekoloških mehanizama. Korištenjem funkcionalnih značajki u analizama florističkih podataka, pojednostavljuje se velika raznolikost vrsta, te lakše uočavaju različiti procesi dinamike unutar biljnih zajednica. Neke funkcionalne značajke su: životni oblik (fanerofiti, hamefiti, geofiti i dr.), životni vijek (jedno-, dvo- i višegodišnje biljke), anatomija lista (higro-, mezo- i skleromorfni listovi), CSR strategija preživljavanja u prirodi (kompetitori, vrste tolerantne na stres, ruderalne vrste), način razmnožavanja (generativno, vegetativno: vjetrom, kukcima...), vektor raznošenja sjemena (vjetar, kukci...), fenologija listanja i cvjetanja i dr.

Pomoću funkcionalnih značajki moguće je odrediti smjer, način i brzinu sukcesije na određenim staništima te na temelju tih parametara izraditi model dinamike vegetacije u svrhu predviđanja rizika od naglih i nepredvidivih poremećaja ekosustava.

Funkcionalni se pristup često koristi i kod istraživanja antropogenog utjecaja na vegetaciju. Tako postoji čitav niz studija u kojima nalazi svoju primjenu: studije učinka klimatskih promjena (Diaz i dr. 1999b; Woodward i Cramer, 1996), promjenama u načinu korištenja zemljišta i različitih oblika intenzivnih poremećaja (Garnier i dr. 2004; Kleyer 1999; Lavorel i dr. 1997, 1998; Lauault i dr. 2005; McIntyre i dr. 1995), posljedica opadanja (Diaz i dr. 1999a; Diaz i Cabido, 2001; Loreau i dr. 2001) i dr.

## 1.6. Cilj rada

Cilj istraživanja je utvrditi razlike u flornom sastavu, te utvrditi određene melioracijske pokazatelje sastojina crnog bora različitih starosti na području gospodarskih jedinica Borovača i Moseć-Srnobor promatrane kroz količinu šumske prostirke i neke značajke šumskog tla i vegetacije.

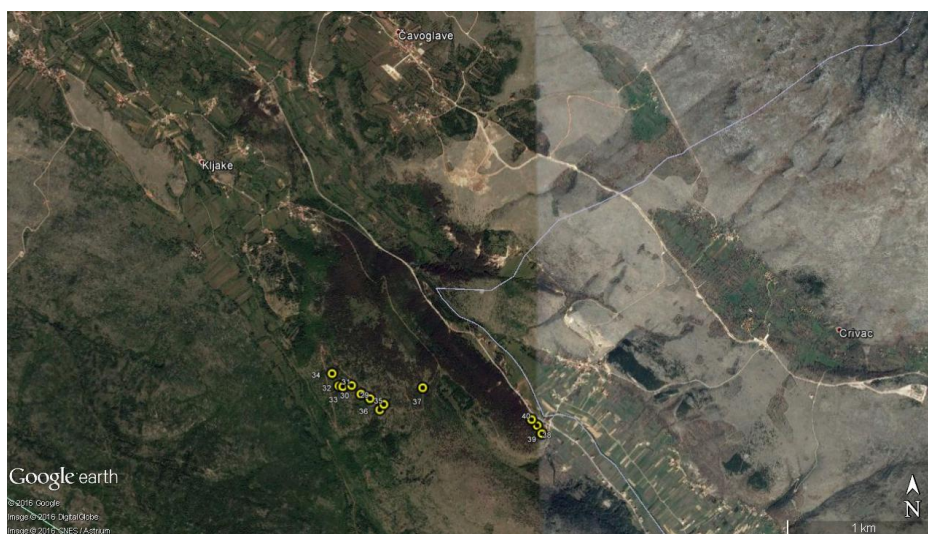
Na isti način usporedit će se kulture crnoga bora s neobraslim površinama i sastojinama hrasta medunca na istom području, odnosno utvrditi utjecaj kultura crnoga bora na povratak klimazonalne vegetacije listača i razlike s klimazonalnom zajednicom. Temeljem dobivenih rezultata cilj je utvrditi meliorativne postupke u svrhu unaprjeđenja proizvodnosti staništa i održivosti ekosustava.

Polazi se od pretpostavke da će u mladim šumskim kulturama i srednjodobnim šumskim kulturama postojati razlike u odnosu na stare šumske kulture crnoga bora. Istovremeno uzet će se u obzir stare sastojine hrasta medunca kao komparacijski element u sukcesijskom slijedu šumske vegetacije. U tom smislu posebna pozornost će se usmjeriti na indikatorske vrste za utvrđivanje sukcesijskih promjena. Nastojat će se utvrditi razlike, tj. postojanje melioracijskog utjecaja s aspekta određenih elemenata staništa.

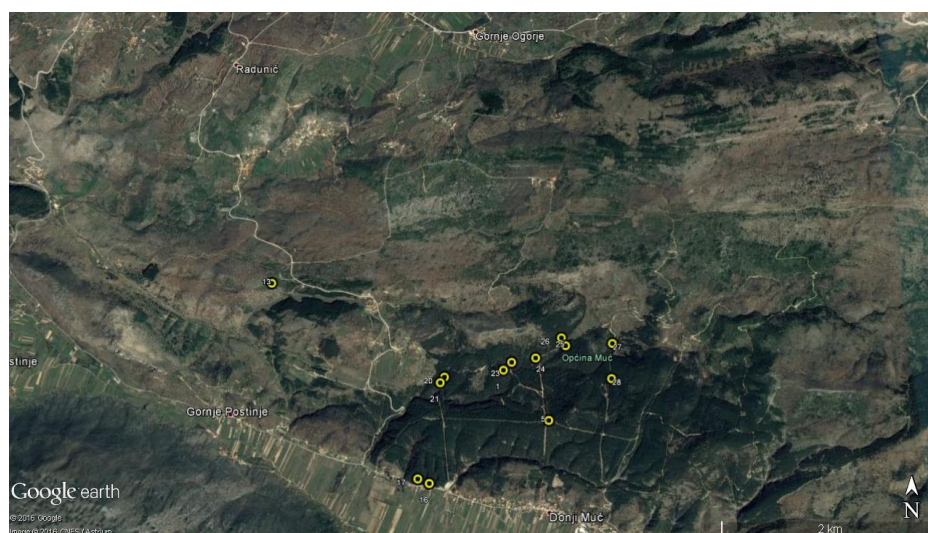
## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. Izbor mjernih ploha

Pokusne plohe postavljene su na području G.J. Borovača i G.J. Moseć-Srnohor, UŠP Split (Sl. 8, Sl. 9). Izbor ploha određen je na temelju podataka iz Šumsko gospodarskih Programa gospodarenja, te pregleda geoloških, pedoloških i fitocenoloških karata uz uvažavanje nekih čimbenika kao što su: starost sastojina, utjecaj čovjeka, mikroreljef, nadmorska visina, nagib i izloženost suncu.



Slika 8. Prikaz istraživanih lokaliteta na području G.J. Moseć-Srnohor; Šumarija Drniš



Slika 9. Prikaz istraživanih lokaliteta u G.J. Borovača; Šumarija Split

Od 25 pokusnih ploha najveći broj njih je postavljen u šumskim kulturama crnog bora različitih starosti, njih 15, dok je pet ploha izdvojeno u prirodnim sastojinama hrasta medunca, a pet na otvorenom staništu. Pokusne plohe postavljene u šumskim kulturama su potom selektirane u grupe, ovisno o starosti i to: kao mlade šumske sastojine, srednjedobne šumske sastojine te stare šumske sastojine. U grupu mladih šumskih sastojina grupirane su plohe gdje je starost stabala do polovice ophodnje, tj. 40 godina, srednjedobne sastojine uključivale su plohe na kojima je starost stabala iznosila 40-60 godina dok su u kategoriju starih šumskih kultura izdvojene plohe sa starošću stabala većom od 60 godina. Svaka pokusna ploha opisana je geografskim koordinatama i nadmorskom visinom pomoću GPS uređaja (GARMIN GPSMAP 76CSx) te je napravljen detaljan opis staništa koji uključuje određivanje inklinacije, ekspozicije, vegetacijskog sklopa i fotografiranje.

Tablica 19. Karakteristike istraživanih ploha.

Broj plohe	Stanište	Zemljopisna širina	Zemljopisna dužina	Nadmorska visina (m)	G.J.	Nagib plohe (°)	Izloženost plohe (°)
1	Sastojine hrasta medunca	437614500	163336900	476	Moseć-Srnobor	25	280
3		437622400	163321100	461	Moseć-Srnobor	20	240
4		437621600	163313200	444	Moseć-Srnobor	30	250
5		437622000	163309800	439	Moseć-Srnobor	25	270
6		437629600	163304100	433	Moseć-Srnobor	35	280
13	Otvoreno	437137115	164296303	552	Borovača	35	40
2		437617200	163329000	468	Moseć-Srnobor	25	180
7		437611100	163348700	496	Moseć-Srnobor	20	250
8		437607700	163345000	486	Moseć-Srnobor	10	220
10		437589800	163482800	385	Moseć-Srnobor	15	235
11	Mlade kulture crnoga bora	437594800	163478900	369	Moseć-Srnobor	40	50
12		437598600	163474100	371	Moseć-Srnobor	45	70
1		437061072	164572704	544	Borovača	10	135
21		437051017	164497982	532	Borovača	25	225
26		437087841	164641764	562	Borovača	30	135
27		437082814	164702045	565	Borovača	35	315
5	Srednjedobne kulture crnoga bora	437018857	164624368	602	Borovača	5	180
20		437055690	164503091	534	Borovača	5	315
23		437067631	164582528	541	Borovača	20	180
24		437071059	164610961	547	Borovača	30	270
25		437081111	164646638	562	Borovača	30	270
28		437053141	164699458	567	Borovača	35	90
16	Stare kulture crnoga bora	436967715	164484769	451	Borovača	35	135
17		436971511	164471483	479	Borovača	40	135
9		437620900	163381700	498	Moseć-Srnobor	35	120

## 2.2. Vegetacijske snimke

Vegetacijske snimke rađene su na svakoj pokusnoj plohi tijekom 2009. i 2014. godine, u razdoblju od svibnja do kolovoza (proljetni i ljetni aspekt), kada je vegetacija najbolje razvijena i kada je moguće lakše identificirati biljne svojte. U srednjodobnim i starijim sastojinama rađene su na površinama gdje nije bilo znatnijega djelovanja čovjeka (proreda ili oplodna sječa) ili ozbiljnijih kalamiteta biotskih ili abiotskih čimbenika (izvale, snjegolomi, štetni kukci i bolesti).

Površina vegetacijskih snimki iznosila je 400 m<sup>2</sup> (20x20 m) te su rađene prema standardnoj srednjoeuropskoj metodi (Braun-Blanquet, 1964, Dierschke, 1994).

Pri terenskim istraživanjima prikupljen je herbarijski materijal. Za određivanje taksona biljnih vrsta korišteni su sljedeći taksonomski ključevi - Tutin i dr. (1964-1980); Pignatti (1982); Javorka i Csapody (1991); Martinčić i dr. (1999); Domac (1994) i Rothmaler (2000). Nomenklatura vrsta korištena je prema Nikoliću (2017). Flora mahovina nije identificirana.

Vegetacijske su snimke pohranjene u TURBOVEG bazu podataka (Hennekens i Schaminée, 2001). Kombinirana ocjena brojnosti i pokrovnosti transformirana je u ordinalnu skalu prema van der Maarel-u (1979). Za obradu snimki i izradu fitocenoloških tablica korišten je program JUICE 7.0 (Tichý, 2002).

## 2.3. Uzimanje uzoraka tla

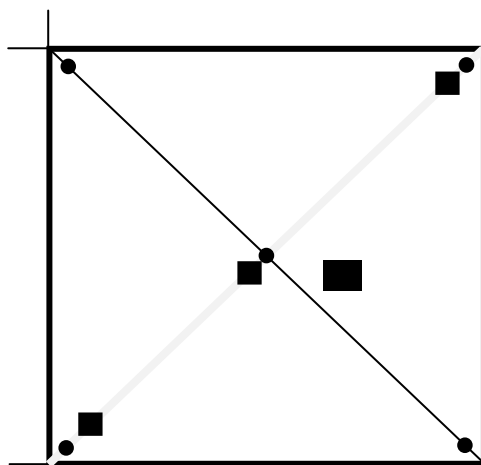
Uzorci tla prikupljeni su na plohama s istim koordinatnim središtem kao i kod snimki vegetacije, s veličinom ploha od 625 m<sup>2</sup> (25x25 m).

Terenskim istraživanjem na pokusnim plohama uzeti su uzorci humusno akumulativnog horizonta formirani iz 5 pojedinačnih uzoraka po dijagonalama unutar pokusne plohe koja je po shemi (Slika 10.). Uzorci su uzeti radi određivanja reakcije tla, zatim sadržaja humusa, ukupnog dušika, ugljika, fosfora, kalija te je napravljen odnos C/N.

Za izračunavanje količine šumske prostirke uzeta su po 4 uzorka površine 25x25 cm (ukupno 0,25 m<sup>2</sup>) na svakoj plohi. Svim uzorcima određena je težina prije sušenja i nakon



sušenja na 105 °C, te je izračunata prosječna težina uzorka i preračunata u t/ha. Dubina i gustoća prostirke nisu rađeni, niti razdioba na podhorizonte (OL, OF i OH).



- = uzorci A horizonta
- = uzorci za određivanje količine šumske prostirke

Slika 10. Shematski prikaz uzimanja uzoraka tla i šumske prostirke

## 2.4. Laboratorijske analize

Analize uzorka tla rađene su u Laboratoriju za fizikalno-kemijska ispitivanja Hrvatskog šumarskog instituta u Jastrebarskom i to:

1. Priprema uzorka za analizu makroelemenata (*UN EC ICP Forests, 2006: Soil Sampling and Analysis*)
2. Određivanje pH u H<sub>2</sub>O i n-KCl (*ISO 10390, 1995: Soil Quality -Determination of pH*)
3. Određivanje ukupnog dušika CNS 2000 (*ISO 13878, 1995: Soil Quality-Determination of total nitrogen content by dry combustion ("elemental analysis")*)
4. Određivanje sadržaja humusa po Tjurinu (Škorić, 1982)
5. Određivanje lako pristupačnog P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O (Škorić, 1982)

6. Volumetrijsko određivanje  $\text{CaCO}_3$  (ISO 10693, 1995: Soil Quality-Determination of carbonate content Volumetric method)

## 2.5. Obrada podataka

Na svakoj plohi, prema florističkom sastavu određene su funkcionalne značajke biljaka iz baze funkcionalnih značajki dostupne na internetu BIOLFLOR 1.1. (Klotz i dr. 2002). Pri tome je matrica s florističkim sastavom pomnožena s matricom numeričkih vrijednosti analiziranih funkcionalnih značajki biljaka. Korištene su sljedeće funkcionalne značajke biljaka – životni oblik, životni vijek biljaka, anatomska građa lista i životna strategija prema Grime-u. Nakon što su funkcionalne značajke, zajedno s ekološkim indikatorskim vrijednostima dodjeljene vrstama, izračunate su srednje vrijednosti svake značajke za pojedinu snimku. Budući da su snimke razvrstane po različitim skupinama sastojina, izračunata je i srednja vrijednost pojedine značajke za svaku sastojinu. Na taj način je omogućeno praćenje promjena funkcionalnih značajki i ekoloških vrijednosti u različitim skupinama sastojina.

Za opis ekoloških uvjeta korištene su Ellenbergove indikacijske vrijednosti (EIV) po Pignatti-u (2005). EIV su izračunate prosječno za svaku snimku uz pomoć programskog paketa JUICE 7.0 (Tichý, 2002). Deskriptivna statistička analiza EIV provedena je u programskom paketu STATISTICA for WINDOWS 8.0 (StatSoft, Inc. 2007).

Multivarijatna ordinacijska analiza vegetacijskih snimki obavljena je multivarijatnim ordinacijskim metodama s programskim paketom CANOCO 4.5 (ter Braak i Šmilauer, 2002). *Correspondence Analysis* (CA) je izabrana na temelju duljine najdužega gradijenta u DCA analizi koja je bila veća od 4 (Lepš i Šmilauer, 2007).

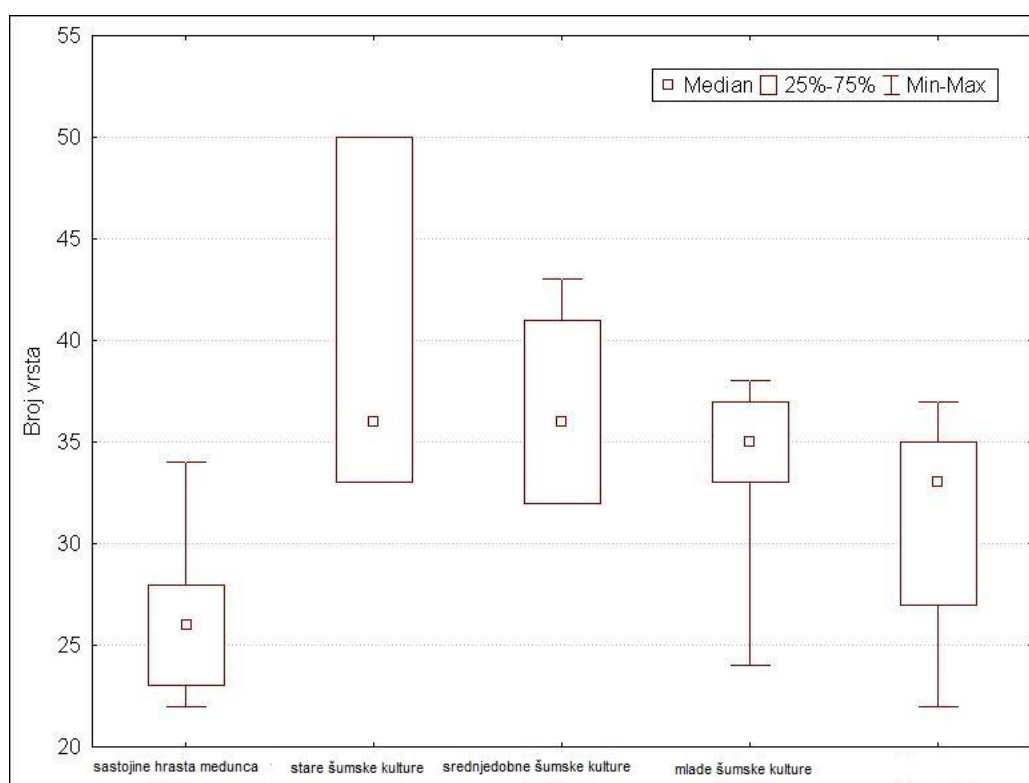
Odnos između kvantitativnih okolišnih varijabli i vegetacije istražen je pomoću Canonical Correspondence Analysis (CCA) (ter Braak, 1986,; Gegout i Houllier, 1996). Obrađivani su podaci dobiveni fitocenološkim snimanjem vegetacije te rezultati dobiveni laboratorijskom analizom tla. U obradi podataka korišten je software - R-project 2.8.1 s podprogramom Vegan (Oksanen i dr. 2006).

Kanonička korespondentna analiza (CCA) relativno je nova multivarijatna tehnika analize, koja povezuje sastav zajednice s ekološkim varijablama. Ona je nastavak korespondentne analize (CA) koja je jednostavnija metoda, ali dosta popularna u obradi fitocenoloških podataka. U obradi fitocenoloških podataka najčešće imamo podatke o pojavljivanju ili abundaciji određenog broja vrsta kao i određeni broj okolišnih parametara mjerenih na istom području. Ti odnosi uglavnom nisu linerani, i često su visoko kolerirani te je teško odrediti neovisni efekt pojedinog čimbenika. Kanonička korespondentna analiza nametnula se kao potreba za jednostavnom analizom koja može uključiti mnogo vrsta i mnogo ekoloških varijabli. CCA konstruira linearne kombinacije okolišnih varijabli uz koje se vežu pojedine biljne vrste. Ordinacijski dijagram kanoničke korespondentne analize opisuje distribuciju vrsta uvjetovano okolišnim varijablama. CCA se može upotrebljavati za utvrđivanje odnosa na relaciji vrsta-okoliš, ali i za utvrđivanje kakav je odgovor pojedine vrste na utjecaj ekoloških čimbenika.

### 3. REZULTATI

#### 3.1. Analiza florističkih i vegetacijskih značajki istraživanih ploha

Ukupno je na snimkama zabilježeno 176 svojti vaskularnih biljaka. Prosječan broj svojti po snimci je 37, a kreće se od 25 do 46. Najveći broj svojti zabilježen je na snimkama starih (33-50) i srednjedobnih kultura crnoga bora (32-43), a najmanji na snimkama medunčevih sastojina (22-34, Slika 11).



Slika 11. Prosječan broj vrsta po grupama sastojina.

Tablica 20. Analitička tablica vegetacijskih snimki otvorenih staništa.

Broj plohe	13	2	7	8	10
Datum	7.7.09.	9.7.14.	9.7.14.	9.7.14.	9.7.14.
Pokrovnost (%)					
Sloj drveća	0	0	0	0	0
Sloj grmlja	5	2	0	2	0
Prizemni sloj	60	60	95	60	95
Sloj grmlja:					
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1	+	.	.	.
<i>Rhamnus intermedius</i>	+	+	.	+	.
<i>Frangula rupestris</i>	+	.	.	.	.
<i>Cornus mas</i>	+	.	.	.	.
<i>Rosa arvensis</i>	.	.	.	+	.
<i>Rubus ulmifolius</i>	+	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>		+	.	.	.
Sloj prizemnoga rašća:					
<i>Chrysopogon gryllus</i>	1	3	5	3	5
<i>Bromus erectus</i>	2	3	1	1	+
<i>Eryngium amethystinum</i>	+	+	+	+	+
<i>Bupleurum baldense</i> ssp. <i>gussonei</i>	.	+	2	2	.
<i>Genista sylvestris</i>	1	1	.	+	1
<i>Anthericum ramosum</i>	.	+	.	+	1
<i>Koeleria splendens</i>	1	+	+	.	+
<i>Teucrium montanum</i>	1	+	+	.	+
<i>Festuca</i> sp.	.	+	+	+	.
<i>Fumana procumbens</i>	.	+	+	+	.
<i>Linum bienne</i>	.	+	+	+	.
<i>Ornithogalum</i> sp.	.	+	+	+	.
<i>Teucrium polium</i>	.	+	+	+	.
<i>Helichrysum italicum</i>	.	+	+	+	.
<i>Centaurea spinociliata</i>	.	+	+	+	.
<i>Leontodon crispus</i>	.	+	+	+	.
<i>Acinos arvensis</i>	.	+	+	+	.
<i>Plantago holosteum</i>	.	.	+	+	+
<i>Sedum sexangulare</i>	+	+	+	.	.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	+	+	.	+	.
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	.	.	+	+
<i>Xeranthemum</i> sp.	.	.	+	+	.
<i>Stachys cretica</i> ssp. <i>salviifolia</i>	.	+	.	+	.
<i>Muscari comosum</i>	.	+	.	+	.
<i>Picris hieracioides</i>	.	+	.	+	.
<i>Hieracium hoppeanum</i>	.	+	.	.	+
<i>Lotus corniculatus</i>	.	+	.	.	+
<i>Medicago prostrata</i>	+	+	.	.	.
<i>Allium flavum</i>	.	+	+	.	.
<i>Argylobium zanonii</i>	+	.	.	+	.
<i>Betonica officinalis</i>	+	.	.	.	+
<i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>muricata</i>	.	+	+	.	.
<i>Thymus longicaulis</i>	.	+	.	.	+
<i>Dianthus sylvestris</i> ssp. <i>tergestinus</i>	.	+	.	+	.
<i>Euphorbia spinosa</i>	.	.	+	1	.
<i>Allium</i> sp.	.	.	1	+	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	+	+	.	.	.
<i>Crucianella angustifolia</i>		.	+	+	.
<i>Filago vulgaris</i>	.	.	.	+	+

Tablica 20. (nastavak)

Broj plohe	13	2	7	8	10
<i>Convolvulus altheoides</i> ssp. <i>tenuissimus</i>	.	.	+	+	.
<i>Melica ciliata</i>	.	.	+	+	.
<i>Orlaya grandiflora</i>	.	.	+	.	.
<i>Orobanche</i> sp.	.	.	+	.	+
<i>Galium verum</i>	.	.	+	.	.
<i>Carex flacca</i>	.	.	.	.	+
<i>Carex humilis</i>	.	.	.	.	1
<i>Centaurium erythraea</i>	.	.	.	.	+
<i>Dorycnium germanicum</i>	.	.	.	.	+
<i>Hieracium bauhinii</i>	.	.	.	.	+
<i>Linum tenuifolium</i>	.	.	.	.	+
<i>Ononis spinosa</i>	.	.	.	.	+
<i>Plantago media</i>	.	.	.	.	+
<i>Prunella laciniata</i>	.	.	.	.	+
<i>Pseudolysimachion spicatum</i>	.	.	.	.	+
<i>Scorzonera villosa</i>	.	.	.	.	+
<i>Helianthemum numm.</i> ssp. <i>obscurum</i>	1	.	.	.	+
<i>Thesium divaricatum</i>	.	.	.	.	+
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	.	.	.	+	.
<i>Rhamnus intermedius</i>	.	.	+	.	.
<i>Bromus racemosus</i>	.	.	.	+	.
<i>Tragopogon dubius</i>	.	.	+	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	.	.	+	.	.
<i>Avenula</i> sp.	.	.	+	.	.
<i>Brachypodium distachyon</i>	.	.	+	.	.
<i>Carduus acanthoides</i>	.	.	+	.	.
<i>Dorycnium herbaceum</i>	+	.	.	.	.
<i>Prunus mahaleb</i>	r	.	.	.	.
<i>Asperula aristata</i> ssp. <i>scabra</i>	+	.	.	.	.
<i>Helictotrichon convolutum</i>	+	.	.	.	.
<i>Hieracium heterogynum</i>	+	.	.	.	.
<i>Aethionema saxatile</i>	.	+	.	.	.
<i>Carex</i> sp.	.	+	.	.	.
<i>Ononis arvensis</i>	.	+	.	.	.
<i>Vicia tetrasperma</i>	.	+	.	.	.

Na pet ploha otvorenih staništa zabilježeno je ukupno 83 biljne svojte, prosječno 31 po plohi. Sloj grmlja je značajnije zastupljen samo na jednoj plohi gdje su zastupljenije vrste *Juniperus oxycedrus* i *Rhamnus intermedius*. Sloj prizemnog rašća karakterističan je za mediteranske kamenjarske pašnjake reda *Scorzonero-Chrysopogonetalia*. Dominiraju vrste *Chrysopogon gryllus*, *Bromus erectus* i *Bupleurum baldense* subsp. *gussonei*. Osim njih vrlo su česte vrste *Genista sylvestris*, *Anthericum ramosum*, *Eryngium amethystinum*, *Koeleria splendens* i *Teucrium montanum*. Za ove kamenjarske pašnjake značajan je veći udio niskih i poleglim grmastih vrsta prilagođenih na takva staništa (npr. *Genista sylvestris*, *Thymus* spp., *Chamaecytisus hirsutus* i dr.) kojima se pokrovnost povećava nastupanjem progresivnih sukcesijskih procesa (Tablica 20).

Tablica 21. Analitička tablica vegetacijskih snimki mladih kultura crnoga bora.

Broj plohe	1	21	26	27	11	12
Datum	6.5.09.	10.7.09.	11.7.09.	11.7.09.	9.7.14.	9.7.14.
Pokrovnost (%)						
Sloj drveća	40	50	90	80	50	60
Sloj grmlja	20	60	50	30	5	20
Prizemni sloj	60	30	70	90	90	95
Sloj drveća A:						
<i>Pinus nigra</i>	3	4	5	5	4	4
Sloje drveća B:						
<i>Pinus nigra</i>	2	+	1	+	1	2
Sloj grmlja:						
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1	3	2	.	.	.
<i>Pinus nigra</i>	1	1	.	.	+	2
<i>Prunus mahaleb</i>	1	+	2	2	+	.
<i>Frangula rupestris</i>	+	+	.	+	+	.
<i>Fraxinus ornus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Cornus sanguinea</i>	.	+	+	+	+	+
<i>Rubus ulmifolius</i>	.	.	+	+	1	+
<i>Quercus pubescens</i>	.	+	+	+	+	+
<i>Rhamnus intermedium</i>	+	.	.	+	.	+
<i>Acer obtusatum</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Rosa sp.</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Lonicera caprifolium</i>	.	+	+	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	+	.	.	.	.	+
<i>Prunus avium</i>	.	+	.	+	.	.
<i>Cotinus coggygria</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Clematis flammula</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Acer campestre</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Juglans regia</i>	.	.	.	+	.	.
Sloje prizemnoga rašća:						
<i>Chrysopogon gryllus</i>	1	+	+	+	3	1
<i>Bromus erectus</i>	.	+	+	+	2	3
<i>Globularia cordifolia</i>	1	2	1	.	.	.
<i>Teucrium montanum</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Plantago holostium</i>	.	+	+	+	+	+
<i>Eryngium amethystinum</i>	.	.	+	+	+	+
<i>Picris hieracioides</i>	.	.	+	.	+	+
<i>Leontodon hispidus ssp. hastilis</i>	.	+	.	+	.	+
<i>Genista sylvestris</i>	+	+	2	+	2	.
<i>Sanguisorba minor ssp. muricata</i>	.	.	+	+	.	+
<i>Hieracium heterogynum</i>	+	+	+	+	.	.
<i>Vincetoxicum hirus. ssp. adriaticum</i>	+	+	+	+	.	.
<i>Carlina vulgaris</i>	.	+	.	+	+	+
<i>Thymus longicaulis</i>	+	+	.	+	+	.
<i>Anthericum ramosum</i>	.	+	.	+	.	2
<i>Asperula purpurea</i>	.	+	1	+	.	.
<i>Sesleria juncifolia</i>	3	1	.	+	.	.
<i>Argylobium zanonii</i>	3	.	.	4	.	.
<i>Brachypodium pinnatum</i>	.	.	.	.	1	2
<i>Pinus nigra</i>	+	1	.	.	.	.
<i>Thalictrum minus</i>	1	.	.	+	.	.
<i>Scorzonera villosa</i>	+	.	.	.	+	+
<i>Dorycnium hirsutum</i>	.	+	.	+	.	.

Tablica 21. (nastavak)

Broj plohe	1	21	26	27	11	12
<i>Hieracium bauhinii</i>	.	+	.	.	+	.
<i>Medicago prostrata</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Salvia pratensis</i>	.	.	+	.	+	.
<i>Viola hirta</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Clematis flammula</i>	.	.	.	.	+	+
<i>Astragalus monspess. ssp. illyricus</i>	.	.	+	+	+	+
<i>Hieracium sp.</i>	.	.	.	.	+	+
<i>Potentilla sp.</i>	.	.	.	.	+	+
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	.	.	.	+	1
<i>Orobanche sp.</i>	.	.	.	.	+	+
<i>Edraianthus tenuifolius</i>	.	+	+	.	.	.
<i>Galium corrudifolium</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Dorycnium herbaceum</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Leontodon hispidus ssp. hispidus</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Prunus mahaleb</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Quercus cerris</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Carlina corymbosa</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Inula conyza</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Inula ensifolia</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Coronilla varia</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Silene nutans</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Helianthemum numm. ssp. obscurum</i>	.	+	.	.	+	.
<i>Helichrysum italicum</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Cephalanthera longifolia</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Hieracium racemosum</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Knautia arvensis</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Quercus pubescens</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Rubus hirtus</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Campanula sibirica</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Agrimonia eupatoria</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Ononis arvensis</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Cornus sanguinea</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Dorycnium germanicum</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Festuca sp.</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Galium verum</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Tragopogon dubius</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Trifolium ochroleucon</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Betonica officinalis</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Carex flacca</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	.	.	.	.	1
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Linum tenuifolium</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Prunella laciniata</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Satureja montana</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Schoenus nigricans</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Alyssoides utriculata</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Plantago media</i>	.	.	.	.	1	.
<i>Acer obtusatum</i>	r	.	.	.	.	.



Na plohama u mladim kulturama crnoga bora zabilježeno je ukupno 102 biljne svojte, prosječno 36 po plohi. Sloj grmlja je značajno zastupljen i s velikim brojem vrsta na svim snimkama, što ukazuje na započete procese progresivne sukcesije prema šumama hrasta medunca i bijeloga graba. Tu dominiraju vrste sveze *Ostryo-Carpinion orientalis* i reda *Quercetalia pubescentis*, kao što su *Prunus mahaleb*, *Fraxinus ornus*, *Frangula rupestris* i *Quercus pubescens*.

Sloj prizemnog rašća još uvijek odražava karakter mediteranskih kamenjarskih pašnjaka reda *Scorzonero-Chrysopogonetalia*, pa su tako vrlo česte vrste *Chrysopogon gryllus*, *Bromus erectus*, *Plantago holosteum*, *Anthericum ramosum*, *Sesleria juncifolia*, *Sanguisorba minor* ssp. *muricata*, *Eryngium amethystinum* i dr. Međutim, vidljiva je manja zastupljenost takvih vrsta u odnosu na otvorena staništa, pa je tako značajno manja pokrovnost vrsta *Chrysopogon gryllus* i *Koeleria splendens*. Osim toga pojavile su se vrste koje su jasan indikator progresivne sukcesije kao što je *Brachypodium pinnatum* (Tablica 21).

Na plohama u srednjedobnim kulturama crnog bora zabilježeno je ukupno 85 biljnih svojti, prosječno 39 po plohi. Sloj grmlja je bolje razvijen nego kod mladih kultura crnog bora. Zastupljen je s velikim brojem vrsta na svim snimkama, a njegov florni sastav poprima karakter sastojina sveze *Ostryo-Carpinion orientalis* i reda *Quercetalia pubescentis*. Osim vrsta zabilježenih u mladim kulturama crnog bora pojavljuju se i *Acer monspessulanum*, *Cornus mas*, *Sorbus aria*, *S. domestica*, *S. torminalis* i *Coronilla emerus* ssp. *emeroides*. Zabilježena je i veća dominacija vrste *Juniperus oxycedrus* što također ukazuje na, sada već uznapredovale, sukcesijske procese.

U sloju prizemnoga rašća dominiraju vrste karakteristične za staništa u sekundarnoj sukcesiji kao što su *Brachypodium pinnatum*, *Teucrium montanum*, *Argylobium zanonii* i dr. Pored toga prisutan je veliki broj vrsta mediteranskih kamenjarskih pašnjaka reda *Scorzonero-Chrysopogonetalia*, iako one ovdje dolaze s malom pokrovnošću. Zamjetna je i veća prisutnost tipično šumskih vrsta kao što su *Hedera helix*, *Viola hirta*, *Silene nutans*, *Neottia nidus-avis* i dr. (Tablica 22).

Tablica 22. Analitička tablica vegetacijskih snimki srednjedobnih kultura crnog bora.

Broj plohe	5	20	23	24	25	28
Datum	7.5.09.	10.7.09.	10.7.09.	10.7.09.	11.7.09.	11.7.09.
Pokrovnost (%)						
Sloj drveća	80	80	80	80	90	80
Sloj grmlja	70	50	50	60	40	60
Prizemni sloj	30	30	90	70	80	50
Sloj drveća A:						
<i>Pinus nigra</i>	5	5	5	5	5	5
Sloj drveća B:						
<i>Pinus nigra</i>	1	1	.	+	1	+
<i>Ostrya carpinifolia</i>	.	+	.	.	.	.
Sloj grmlja:						
<i>Juniperus oxycedrus</i>	4	+	3	3	2	3
<i>Pinus nigra</i>	+	1	+	2	1	1
<i>Quercus pubescens</i>	1	1	.	+	+	+
<i>Frangula rupestris</i>	+	1	+	+	+	
<i>Prunus mahaleb</i>	+	+	+	+	1	1
<i>Cornus sanguinea</i>	+	1	.	+	.	+
<i>Fraxinus ornus</i>	+	2	+	.	+	+
<i>Lonicera caprifolium</i>	+	+	+	+	+	.
<i>Prunus avium</i>	+	+	.	.	+	+
<i>Rosa</i> sp.	+	+	+	+	.	+
<i>Quercus cerris</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	.	+	.	.	+	+
<i>Rubus ulmifolius</i>	.	+	.	+	+	+
<i>Clematis flammula</i>	.	.	+	+	+	.
<i>Ostrya carpinifolia</i>	.	1	.	.	+	.
<i>Coronilla emerus</i> ssp. <i>emeroides</i>	1	.	+	.	.	.
<i>Cornus mas</i>	+	.	.	.	+	.
<i>Acer monspessulanum</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Prunus spinosa</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Sorbus domestica</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Sorbus aria</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Acer obtusatum</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Rhamnus intermedius</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Robinia pseudacacia</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Ligustrum vulgare</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Quercus cerris</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Sorbus torminalis</i>	+	.	.	.	.	.
Sloj prizemnoga rašća:						
<i>Genista sylvestris</i>	1	.	3	1	+	+
<i>Globularia cordifolia</i>	+	1	.	+	2	2
<i>Hedera helix</i>	+	1	+	+	.	.
<i>Quercus pubescens</i>	1	1	+	.	1	+
<i>Argylobium zanonii</i>	.	+	3	1	3	.
<i>Hieracium heterogynum</i>	+	+	+	1	+	+
<i>Brachypodium pinnatum</i>	2	+	+	.	+	+
<i>Asperula purpurea</i>	.	.	+	+	+	1
<i>Anthericum ramosum</i>	.	+	+	.	+	+
<i>Potentilla erecta</i>	+	+	+	+	+	.
<i>Teucrium montanum</i>	+	.	+	+	.	+
<i>Eryngium amethystinum</i>	+	+	.	+	+	+
<i>Picris hieracioides</i>	.	+	+	+	.	+
<i>Plantago holostium</i>	.	+	.	+	+	+

Tablica 22. (nastavak).

Broj plohe	5	20	23	24	25	28
<i>Vincetoxicum hirun. ssp. adriaticum</i>	.	+	+	+	.	+
<i>Sesleria juncifolia</i>	.	.	+	3	1	.
<i>Viola hirta</i>	+	1	.	.	.	+
<i>Hieracium hoppeanum</i>	.	+	.	1	.	+
<i>Carlina vulgaris</i>	.	.	+	+	.	+
<i>Chrysopogon gryllus</i>	.	.	+	+	.	+
<i>Leontodon hispidus ssp. hastilis</i>	+	.	.	+	.	+
<i>Lotus corniculatus</i>	+	.	.	+	.	+
<i>Medicago prostrata</i>	+	.	.	+	.	+
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+	.	.	+	.
<i>Sanguisorba minor ssp. muricata</i>	+	+	.	.	.	+
<i>Salvia pratensis</i>	.	+	.	.	+	+
<i>Seseli sp.</i>	.	+	.	+	.	+
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	+	.	+	+	.
<i>Dorycnium hirsutum</i>	.	+	+	.	+	.
<i>Bromus erectus</i>	.	+	.	.	.	+
<i>Cephalanthera longifolia</i>	.	+	+	.	.	.
<i>Dorycnium herbaceum</i>	.	+	+	.	.	.
<i>Inula ensifolia</i>	.	.	.	.	+	+
<i>Silene nutans</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Edraianthus tenuifolius</i>	.	.	.	+	.	+
<i>Astragalus monspess. ssp. illyricus</i>	.	.	.	+	.	+
<i>Thymus longicaulis</i>	.	.	+	.	+	.
<i>Clematis vitalba</i>	+	+	.	.	.	.
<i>Quercus cerris</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Tamus communis</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Coronilla emerus ssp. emeroides</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Helianthemum numm. ssp. obscurum</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Neottia nidus-avis</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Juniperus oxycedrus</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Prunus mahaleb</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Scorzonera villosa</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Centaurea jacea</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Cirsium acaule</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Leontodon hispidus ssp. hispidus</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Malus sylvestris</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Orthilia secunda</i>	.	.	.	1	.	.
<i>Knautia arvensis</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Thalictrum minus</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Centaurea scabiosa</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Inula conyza</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Pinus nigra</i>	.	.	.	.	.	1
<i>Solidago virgaurea</i>	.	.	.	.	.	+

Tablica 23. Analitička tablica vegetacijskih snimki starih kultura crnog bora.

Broj plohe	16	17	9
Datum	9.7.09.	9.7.09.	9.7.14.
Pokrovnost (%)			
Sloj drveća	100	100	60
Sloj grmlja	30	40	40
Prizemni sloj	20	15	80
Sloj drveća A			
<i>Pinus nigra</i>	5	5	4
Sloj drveća B			
<i>Pinus nigra</i>	.	.	+
<i>Acer monspessulanum</i>	+	.	.
Sloj grmlja			
<i>Juniperus oxycedrus</i>	2	2	+
<i>Fraxinus ornus</i>	+	1	2
<i>Lonicera caprifolium</i>	+	+	+
<i>Rubus ulmifolius</i>	+	+	2
<i>Rosa</i> sp.	+	+	+
<i>Cornus mas</i>	+	+	.
<i>Cornus sanguinea</i>	+	1	.
<i>Cotinus coggygria</i>	+	+	.
<i>Robinia pseudacacia</i>	1	+	.
<i>Quercus pubescens</i>	1	.	1
<i>Pinus nigra</i>	.	.	1
<i>Prunus avium</i>	+	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	+	.	.
<i>Ostrya carpinifolia</i>	+	.	.
<i>Sorbus domestica</i>	+	.	.
<i>Clematis flammula</i>	+	.	.
<i>Acer campestre</i>	.	+	.
<i>Acer monspessulanum</i>	.	+	.
<i>Frangula rupestris</i>	.	+	.
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	+
<i>Paliurus spina-christi</i>	.	.	+
<i>Rhamnus intermedius</i>	.	.	+
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	+
Sloj prizmenoga rašća			
<i>Sesleria autumnalis</i>	1	1	2
<i>Viola hirta</i>	1	1	+
<i>Brachypodium pinnatum</i>	+	+	1
<i>Bromus erectus</i>	1	+	+
<i>Teucrium chamaedrys</i>	+	+	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	+	.
<i>Hedera helix</i>	+	+	.

Tablica 23. (nastavak)

Broj plohe	16	17	9
<i>Medicago prostrata</i>	+	.	+
<i>Picris hieracioides</i>	+	+	.
<i>Prunus mahaleb</i>	+	+	.
<i>Quercus pubescens</i>	+	+	.
<i>Teucrium polium</i>	+	.	+
<i>Hieracium hoppeanum</i>	.	+	+
<i>Hieracium heterogynum</i>	+	+	.
<i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>muricata</i>	+	.	+
<i>Eryngium amethystinum</i>	+	.	+
<i>Thymus longicaulis</i>	+	+	.
<i>Salvia pratensis</i>	+	+	.
<i>Astragalus monspess.</i> ssp. <i>illyricus</i>	+	+	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	+	+
<i>Helichrysum italicum</i>	.	.	+
<i>Centaurea spinociliata</i>	.	.	+
<i>Stachys cretica</i> ssp. <i>salviifolia</i>	.	.	+
<i>Tragopogon orientalis</i>	.	.	+
<i>Leontodon crispus</i>	.	.	+
<i>Genista sylvestris</i>	.	.	1
<i>Linum bienne</i>	.	.	+
<i>Scorzonera villosa</i>	.	.	+
<i>Epipactis microphylla</i>	.	.	+
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	+
<i>Avenula</i> sp.	.	.	3
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	.	.	+
<i>Medicago lupulina</i>	.	+	.
<i>Ononis spinosa</i>	.	+	.
<i>Robinia pseudacacia</i>	.	+	.
<i>Solidago virgaurea</i>	.	+	.
<i>Cephalanthera damasonium</i>	.	+	.
<i>Clematis flammula</i>	.	+	.
<i>Festuca rupicola</i>	.	+	.
<i>Limodorum abortivum</i>	.	+	.
<i>Carlina corymbosa</i>	+	.	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	+	.	.
<i>Tamus communis</i>	+	.	.
<i>Tragopogon orientalis</i>	+	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	+	.	.
<i>Taraxacum officinale</i>	+	.	.
<i>Agrimonia eupatoria</i>	+	.	.
<i>Carex divulsa</i>	+	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	+	.	.
<i>Dorycnium herbaceum</i>	+	.	.
<i>Hieracium bauhinii</i>	+	.	.
<i>Hieracium racemosum</i>	+	.	.
<i>Himantoglossum adriaticum</i>	+	.	.
<i>Luzula forsteri</i>	+	.	.
<i>Neottia nidus-avis</i>	+	.	.
<i>Prunella laciniata</i>	+	.	.
<i>Prunus mahaleb</i>	+	+	.

Tablica 24. Analitička tablica sastojina hrasta medunca.

Broj plohe	1	3	4	5	6
Datum	9.7.14.	9.7.14.	9.7.14.	9.7.14.	9.7.14.
Pokrovnost (%)					
Sloj drveća	80	90	90	80	70
Sloj grmlja	40	30	40	30	35
Prizemni sloj	60	90	80	70	80
Sloj drveća A					
<i>Quercus pubescens</i>	2	4	4	5	4
<i>Quercus cerris</i>	3	2	2	.	.
Sloj drveća B					
<i>Carpinus orientalis</i>	2	.	+	1	.
<i>Quercus pubescens</i>	1	.	.	.	.
<i>Fraxinus ornus</i>	.	.	.	+	.
Sloj grmlja					
<i>Quercus pubescens</i>	+	2	2	1	3
<i>Carpinus orientalis</i>	2	+	1	2	+
<i>Juniperus oxycedrus</i>	+	2	1	1	+
<i>Quercus cerris</i>	2	1	1	.	.
<i>Fraxinus ornus</i>	+	+	1	+	+
<i>Crataegus monogyna</i>	1	.	+	+	.
<i>Lonicera caprifolium</i>	+	.	.	+	+
<i>Rosa arvensis</i>	+	.	+	.	.
<i>Prunus mahaleb</i>	.	+	.	+	+
<i>Acer monspessulanum</i>	.	+	.	.	.
<i>Paliurus spina-christi</i>	.	+	.	.	.
<i>Coronilla emerus ssp. emeroides</i>	+	.	.	.	.
<i>Rubus ulmifolius</i>	+	.	.	.	.
Sloj prizemnoga rašća					
<i>Sesleria autumnalis</i>	3	3	4	3	4
<i>Bromus erectus</i>	2	3	1	2	1
<i>Dactylis glomerata</i>	2	1	2	1	.
<i>Viola hirta</i>	1	1	+	1	+
<i>Thymus longicaulis</i>	1	+	+	+	+
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	.	+	+	+	+
<i>Carlina vulgaris</i>	.	+	+	+	+
<i>Lotus corniculatus</i>	r	+	1	.	1
<i>Brachypodium pinnatum</i>	.	1	.	1	.
<i>Festuca sp.</i>	+	+	.	.	+
<i>Teucrium chamaedrys</i>	+	.	+	+	.
<i>Galium verum</i>	+	.	+	.	+
<i>Carex flacca</i>	+	.	.	.	+
<i>Hypericum perforatum</i>	.	+	.	.	+
<i>Poa bulbosa</i>	.	.	.	+	+
<i>Hieracium sp.</i>	+	.	.	+	.
<i>Acinos arvensis</i>	.	.	.	+	+
<i>Clematis flammula</i>	.	.	+	.	+
<i>Festuca rupicola</i>	.	.	+	+	.
<i>Brachypodium pinnatum</i>	.	1	.	1	.
<i>Aethionema saxatile</i>	+	.	.	+	.
<i>Arabis hirsuta</i>	+	.	.	.	+
<i>Aethionema saxatile</i>	+	.	.	+	.
<i>Poa nemoralis</i>	.	+	+	.	.
<i>Hieracium bauhinii</i>	.	+	+	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	.	+	+	.	.

Tablica 24. (nastavak)

Broj plohe	1	3	4	5	6
<i>Medicago prostrata</i>	.	.	+	.	.
<i>Melica ciliata</i>	.	.	.	+	.
<i>Allium flavum</i>	.	.	.	.	+
<i>Avenula</i> sp.	.	.	.	.	+
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	.	.	.	.	+
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	.	.	+
<i>Hieracium hoppeanum</i>	.	.	.	.	+
<i>Medicago minima</i>	.	.	.	.	+
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	+
<i>Teucrium polium</i>	.	.	.	.	+
<i>Trifolium ochroleucon</i>	.	.	.	.	+
<i>Vicia tetrasperma</i>	.	.	.	.	+
<i>Eryngium amethystinum</i>	.	.	.	.	r
<i>Scorzonera villosa</i>	.	.	.	.	+
<i>Dorycnium hirsutum</i>	.	.	.	.	+
<i>Potentilla</i> sp.	.	+	.	.	.
<i>Trifolium angustifolium</i>	.	+	.	.	.
<i>Vicia angustifolia</i>	.	+	.	.	.
<i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>muricata</i>	.	r	.	.	+
<i>Agrimonia eupatoria</i>	+	.	.	.	.
<i>Asplenium ceterach</i>	+	.	.	.	.
<i>Cruciata glabra</i>	l	.	.	.	.
<i>Picris hieracioides</i>	+	.	.	.	.
<i>Helichrysum italicum</i>	.	r	.	.	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	+	.	.	.	.

Na plohama u starim kulturama crnog bora zabilježeno je ukupno 78 biljnih svojti, odnosno prosječno 42 po plohi. Sloj grmlja je dobro razvijen, a sličnog je flornog sastava kao i kod srednjedobnih kultura.

U sloju prizemnoga rašća pojavljuje se još veći broj tipično šumskih vrsta u odnosu na srednjedobne kulture, pa tako ovdje dolaze vrste *Sesleria autumnalis*, *Hedera helix*, *Viola hirta*, *Neottia nidus-avis*, *Luzula forsteri* i dr. Kao i kod srednjedobnih kultura crnoga bora još uvijek je prisutan veliki broj vrsta mediteranskih kamenjarskih pašnjaka reda *Scorzonero-Chrysopogonetalia*, iako one ovdje dolaze s malom pokrovnošću (Tablica 23).

U sastojinama hrasta medunca zabilježena je ukupno 61 svojta, prosječno 29 po plohi. Sastojine obilježava hrast medunac velike starosti (preko 140 godina) prekinutog sklopa sa skeletnim tlom.

U sloju drveća u dominantnoj etaži najznačajniji je hrast medunac, a prati ga cer, dok se u nuzgrednoj osim medunca nalazi i crni jasen te bijeli grab, što su vrste tipične za zajednicu *Quercus-Carpinetum orientalis* H-ić 1939.

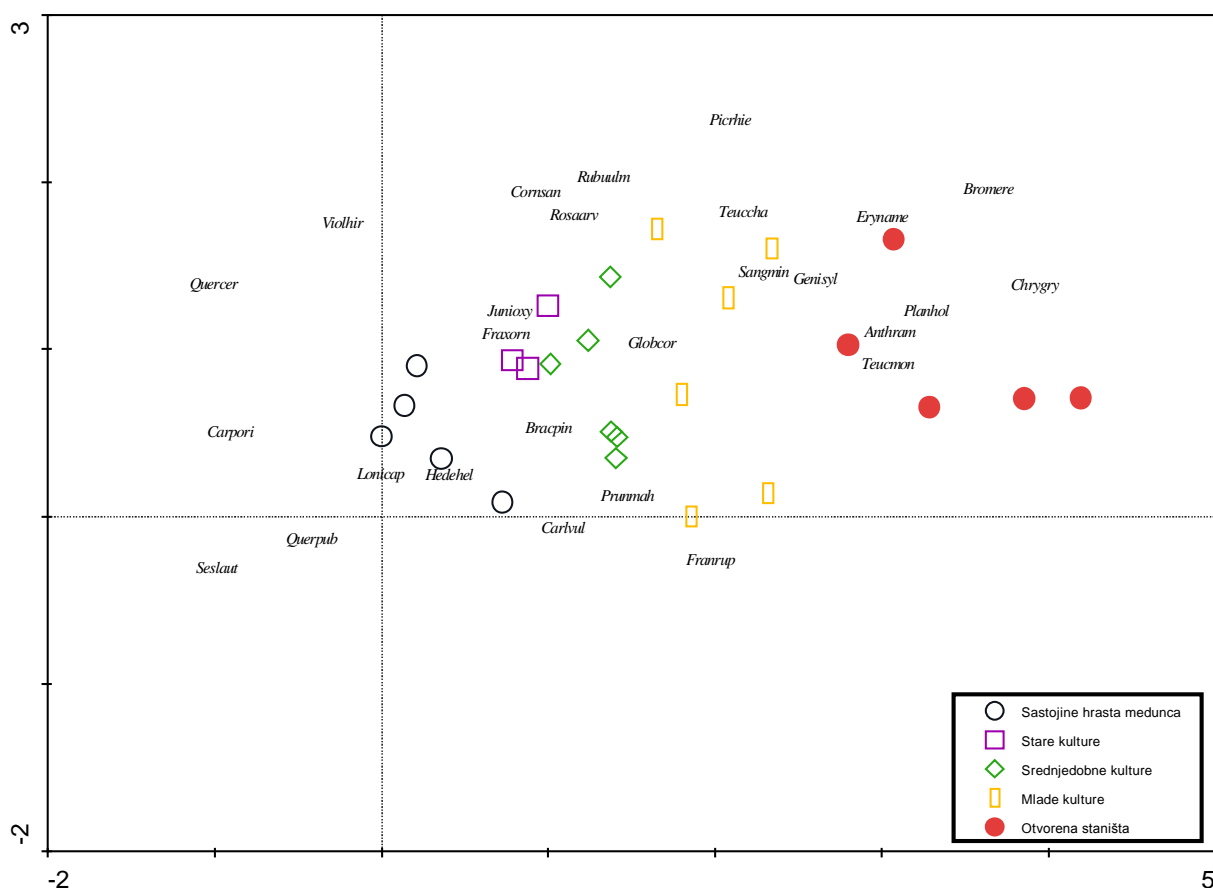
U sloju grmlja također dominira hrast medunac, a potom i druge vrste sveze *Ostryo-Carpinion orientalis* i reda *Quercetalia pubescentis*, kao što su *Fraxinus ornus*, *Carpinus orientalis*, *Acer monspessulanum* i dr.

Florni sastav sloja prizemnog rašća odgovara as. *Quercu-Carpinetum orientalis* H-ić 1939. Najzastupljenija je vrsta *Sesleria autumnalis* koja ima i najveću pokrovnost, a potom vrste *Bromus erectus* te *Dactylis glomerata* (Tablica 24).

Na ordinacijskom CA dijagramu vidljivo je da se po flornom sastavu vegetacijske snimke grupiraju s obzirom na tip sastojine, te se jasno uočava sukcesijski niz od otvorenih staništa, preko mladih, pa srednjedobnih i starih kultura crnoga bora do sastojina hrasta medunca. Iz toga se može reći da su se većina srednjedobnih, a osobito stare kulture crnoga bora, po flornom sastavu približile sastojinama hrasta medunca na tome području.

Na otvorenim staništima istraživanih ploha prevladavaju vrste suhih travnjaka (razreda *Festuco-Brometea*), a osobito mediteranskih kamenjarskih pašnjaka reda *Scorzonero-Chrysopogonetalia* kao što su *Chrysopogon gryllus*, *Bromus erectus*, *Bupleurum baldense* subsp. *gussonei*, *Eryngium amethystinum*, *Koeleria splendens*, *Plantago holosteum*, *Centaurea spinociliata*, *Helichrysum italicum*, *Picris hieracioides*, *Teucrium chamaedrys*, *T. montanum*, *Sanguisorba minor* ssp. *muricata*, *Scorzonera villosa*, *Thymus longicaulis* i dr. Veliki broj tih vrsta dolazi i u kulturama, ali i u starim sastojinama hrasta medunca, no ipak se njihov broj i pokrovnost odmakom sukcesije značajno smanjuje.





Slika 12. Ordinacijski CA dijagrama analiziranih vegetacijskih snimki.

U mladim kulturama pojavljuju se vrste koje indiciraju započete sukcesijske procese. Dio njih su vrste karakteristične za šume hrasta medunca toga područja pa se njihova učestalost i pokrovnost odmakom sukcesije postepeno povećava. Takve vrste su: *Fraxinus ornus*, *Quercus pubescens*, *Q. cerris*, *Carpinus orientalis*, *Lonicera caprifolium*, *Prunus avium* i dr. Drugi dio njih su tipične sukcesijske vrste čija je najveća pokrovnost u srednjedobnim kulturama, a nakon toga se ona smanjuje. Takve vrste su npr. *Juniperus oxycedrus*, *Brachypodium pinnatum*, *Frangula rupestris*, *Genista sylvestris*, *Globularia cordifolia*, *Cornus sanguinea*, *Frangula rupestris* i dr.

U srednjedobnim kulturama se pojavljuju prve vrste koje su uglavnom ograničene na šumska staništa istraživanog područja, iako je tu njihov broj i učestalost vrlo mala. Njih je najviše tek u sastojinama hrasta medunca. Takve vrste su: *Hedera helix*, *Sesleria autumnalis*, *Neottia nidus-avis*, *Viola hirta* i dr.

### 3.1.1. Analiza funkcionalnih značajki

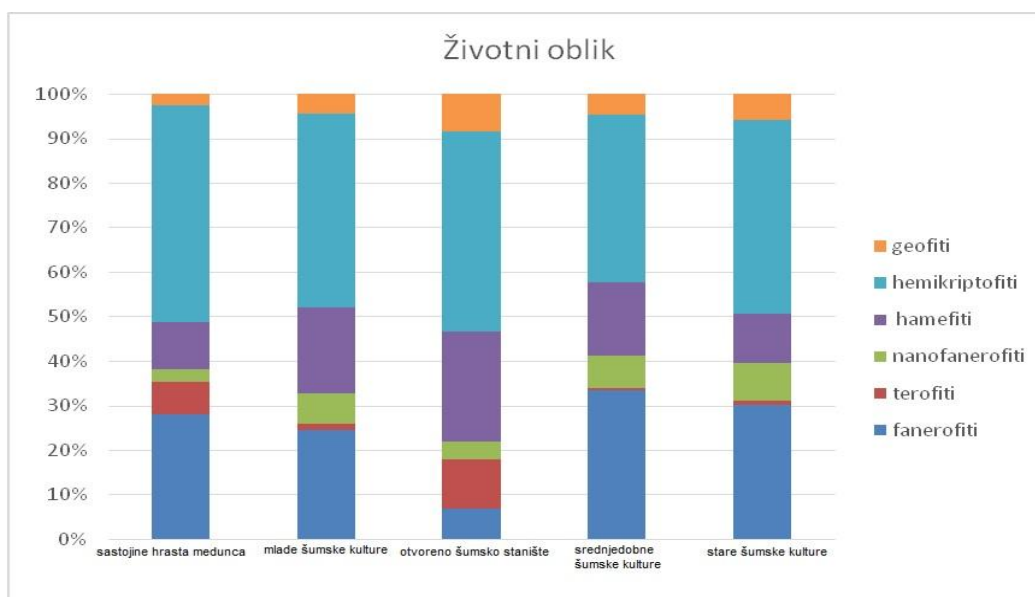
#### Životni oblici biljaka

Iz provedene analize učešća pojedinih životnih oblika biljaka vidljivo je da je u svim grupama sastojina najveći udio hemikriptofita (višegodišnjih biljaka s izbojcima i pupovima neposredno na površini tla, dok su regeneracijski organi poluskriiveni u suhom lišću i prizemnim rozetama), a najmanji udio je geofita i terofita.

Najveći udio terofita je na otvorenom staništu dok je u svim borovim kulturama izrazito mali (< 1.5 %). Najveći udio hamefita je na otvorenom staništu, dok je njihov udio u sastojinama hrasta medunca najmanji. Srednje i mlade kulture crnoga bora imaju relativno podjednak udio hamefita dok je u starim kulturama taj iznos malo manji. Također, mali je udio nanofaneroftita, dok je udio svih faneroftita značajan. Udio svih faneroftita je najveći u srednjodobnim i starim kulturama, dok je najmanji na otvorenom staništu (Tablica 25).

Tablica 25. Udio životnih oblika po tipu sastojina.

Tip sastojine	Faneroftiti	Nanofaneroftiti	Hamefiti	Hemikriptofiti	Geofiti	Terofiti
(%)						
Sastojine hrasta medunaca	27,9	3	10,6	48,7	2,5	7,3
Mlade šumske kulture	24,4	6,9	19,3	43,5	4,5	1,4
Otvoreno šumsko stanište	6,8	3,9	24,8	44,8	8,6	11,1
Srednjodobne šumske kulture	33,5	7,4	16,5	37,6	4,7	0,4
Stare šumske kulture	30,1	8,4	11,2	43,5	5,9	0,9
Ukupno	24,5	5,8	17	43,4	5,1	4,2



Slika 13. Grafički prikaz udijela životnih oblika po tipu sastojine.

### Životni vijek biljaka

U svim tipovima sastojina najveći je udio višegodišnjih biljaka, i to najviše u srednjedobnim i starim kulturama crnoga bora. Najveći udio jednogodišnjih biljaka je na otvorenom staništu dok je u kulturama crnoga bora izrazito mali ( $\leq 1.3\%$ ). Udio dvogodišnjih biljaka također je najveći na otvorenom staništu, a potom u sastojinama hrasta medunaca te starim kulturama (Tablica 26).

Tablica 26. Životni vijek biljaka po tipu sastojina

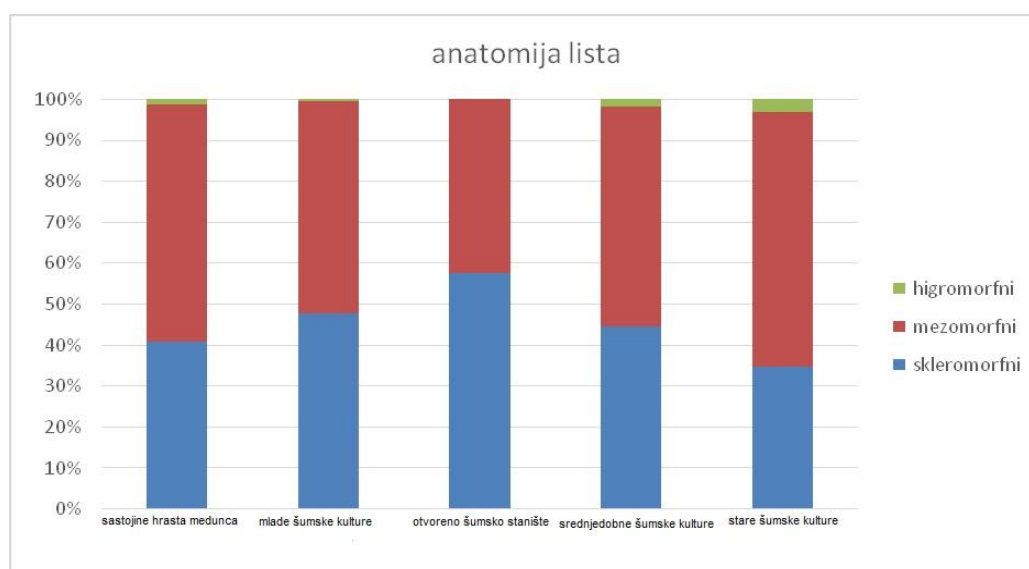
Tip sastojine	Jednogodišnje	Dvogodišnje	Višegodišnje
(%)			
Sastojina hrasta medunaca	2,8	4,4	92,8
Mlade šumske kulture	0	2,4	94,8
Otvoreno šumsko stanište	6	5	86,3
Srednjedobne šumske kulture	0,1	1,5	97
Stare šumske kulture	1,3	2,6	97
Ukupno	2	3,1	93,5

## Anatomija lista

Kod svih istraživanih sastojina najmanji je udio biljnih svojti s higromornim listovima. Najveći je udio svojti sa skleromornim listovima na otvorenom staništu (62.3 %), zatim u mladim kulturama, pa srednjedobnim kulturama, a najmanji u starim kulturama i medunčevim sastojinama. Sukladno tome najveći udio vrsta s mezomornim listovima je u starim kulturama i medunčevim sastojinama, a najmanji na otvorenim staništima (Tablica 27; Slika 14).

Tablica 27. Udio vrsta u grupama sastojina temeljeno na anatomiji lista.

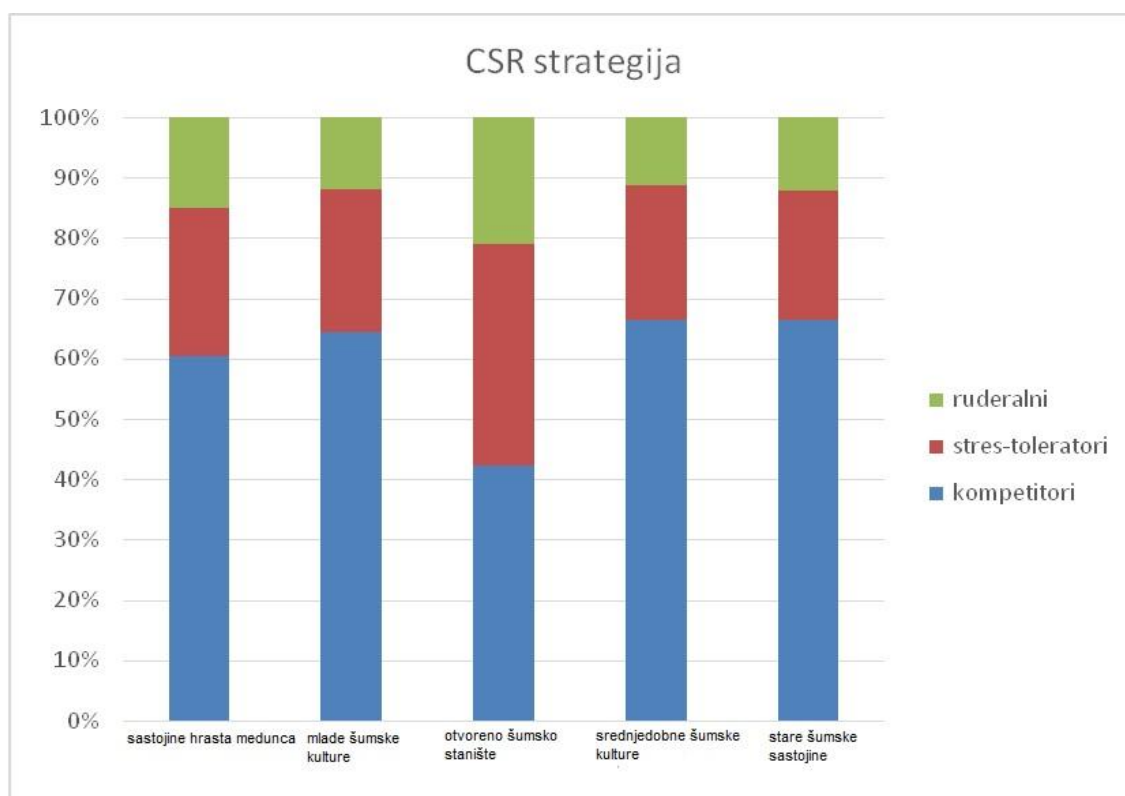
Tip sastojine	Skleromorfni	Mezomorfni	Higromorfni
%			
Sastojine hrasta medunaca	41	57,7	1,3
Mlade šumske kulture	46,3	50,2	0,6
Otvoreno šumsko stanište	55,4	40,7	0
Srednjedobne šumske kulture	44,1	52,9	1,9
Stara šumske kulture	34,9	62,3	3,2
Ukupno	45,1	51,9	1,2



Slika 14. Grafički prikaz udijela vrsta u sastojinama temeljem anatomije lista.

## CSR životna strategija

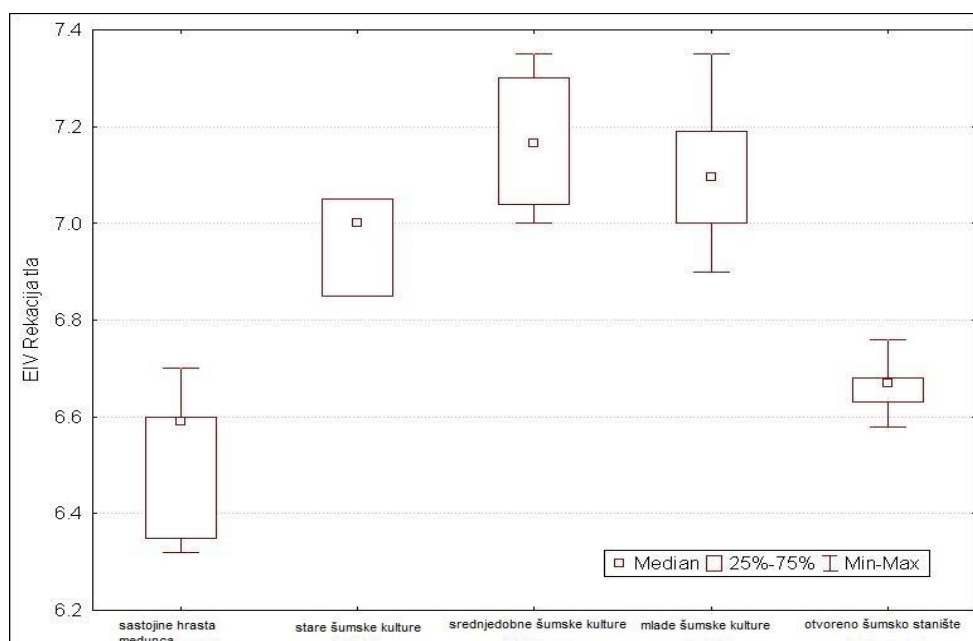
U svim sastojinama, najveći je udio kompetitora (> 60 %), osim na otvorenom staništu, gdje ih je oko 40 %. Na otvorenom staništu je najveći udio stres-toleratora, kojih je u drugim istraživanim sastojinama podjednak. Na otvorenom staništu također je najveći udio ruderalnih biljaka, a potom u medunčevim sastojinama. U ostalim borovim kulturama je najmanji tj. malo veći od 10 % (Slika 15).



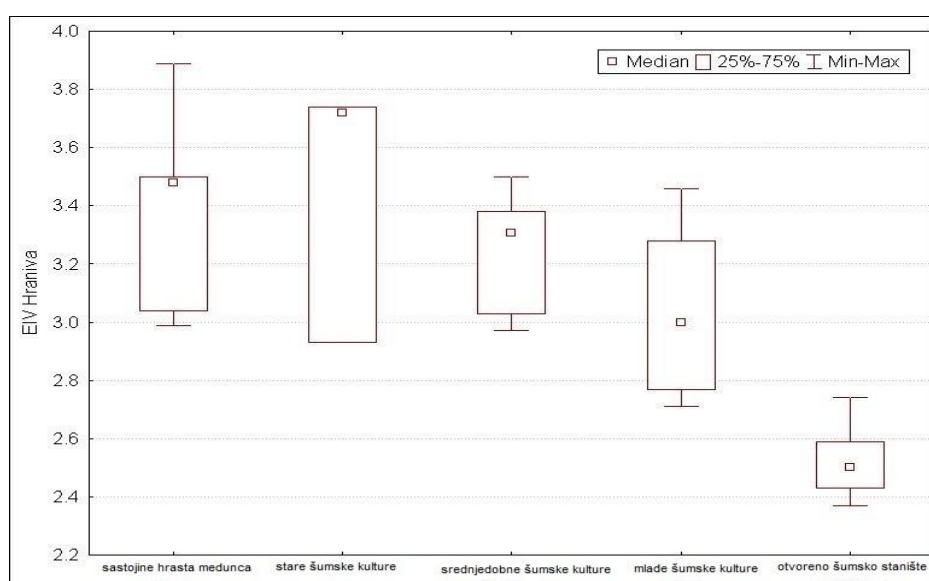
Slika 15. Udio biljaka s obzirom na CSR strategiju u istraživanim sastojinama.

### 3.1.2. Analiza ekoloških indikatorskih vrijednosti

Za opis ekoloških uvjeta korištene su ekološke indikatorske vrijednosti (EIV) po Pignatti-u (2005). Najniže prosječne EIV za reakciju tla zabilježene su u sastojinama hrasta medunca, zatim na otvorenim staništima, a najviše u srednjedobnim kulturama crnoga bora (Slika 16).



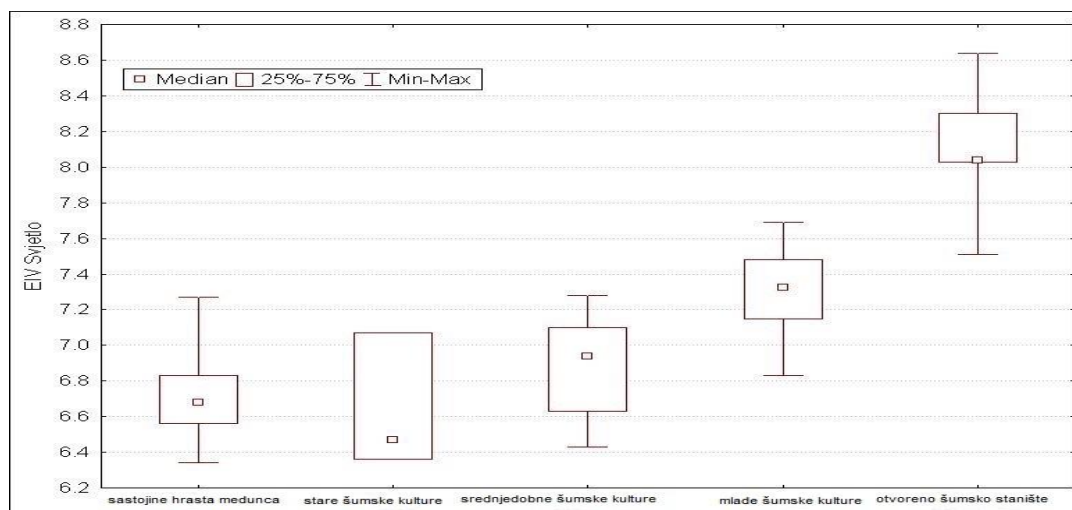
Slika 16. Grafički prikaz prosječnih EIV za reakciju tla.



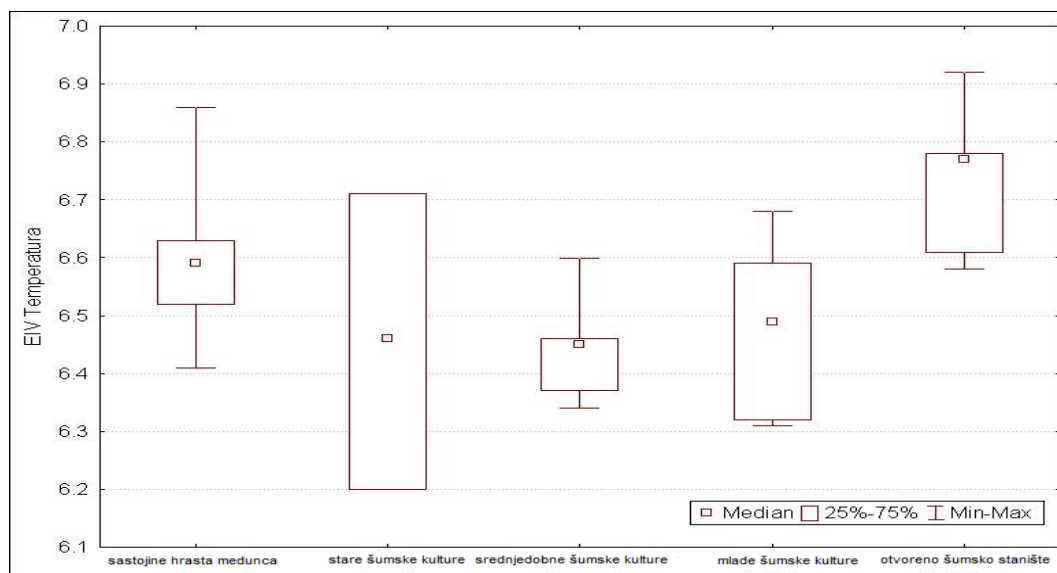
Slika 17. Grafički prikaz prosječnih EIV za količinu hranjiva u tlu.

Najviše prosječne EIV za hranjiva su u sastojinama hrasta medunca i starim kulturama, nešto su niže u srednjedobnim i mladim kulturama, a izrazito su niske na otvorenim staništima (Slika 17.).

Najviše prosječne EIV za svjetlo su na otvorenom staništu, a zatim u mladim kulturama. Najniže prosječne EIV za svjetlo su u starim kulturama i sastojinama hrasta medunca (Slika 18).

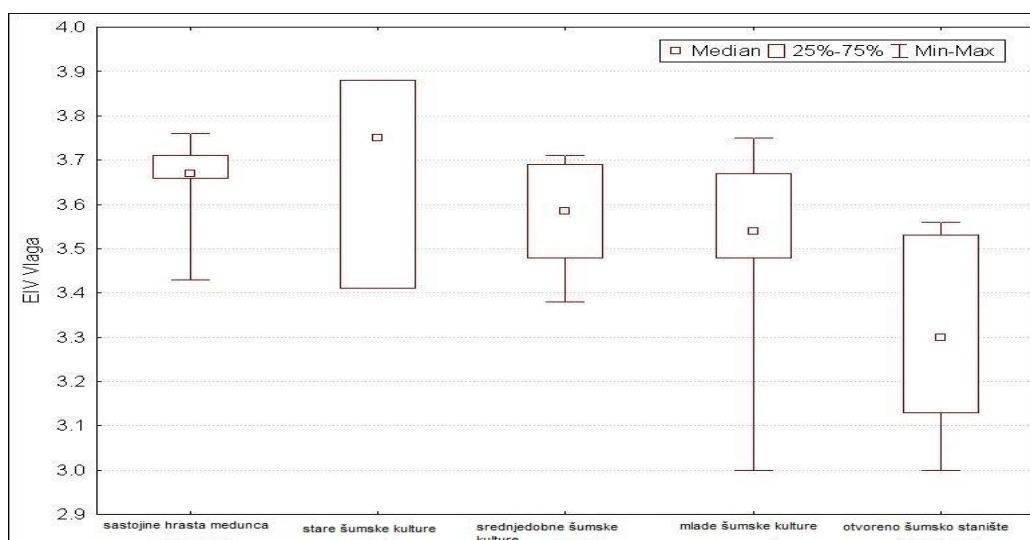


Slika 18. Grafički prikaz prosječnih EIV za svjetlo.



Slika 19. Grafički prikaz prosječnih EIV za temperaturu.

Najviše prosječne EIV za temperaturu su na otvorenim staništima, dok između ostalih staništa nema značajne razlike (Slika 19.). Najniže prosječne EIV za vlagu su na otvorenim staništima, a zatim u mladim kulturama. Najviše prosječne EIV za vlagu su u starim kulturama i medunčevim sastojinama (Slika 20).



Slika 20. Grafički prikaz prosječnih EIV za vlagu



### 3.2. Kemijske značajke tla na analiziranim plohama

Tablica 28. Analiza uzoraka tla.

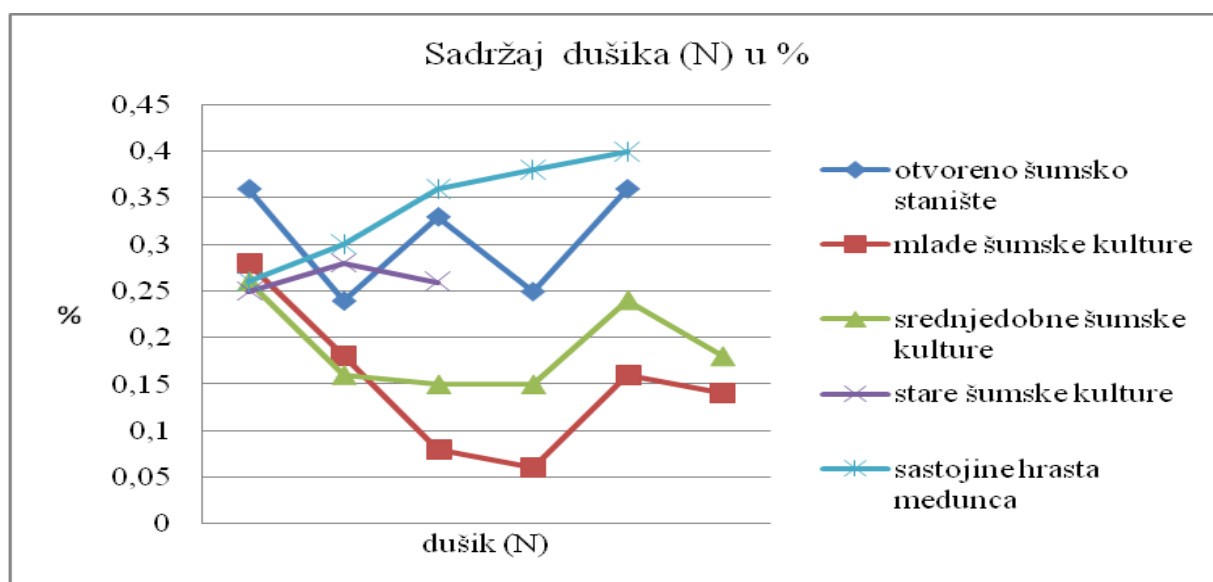
Redni broj uzorka uzorka	Oznaka	pH		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	Humus	C	C/N	CaCO <sub>3</sub>
				mg/ 100g tla		%	%	%		%
		H <sub>2</sub> O	1MKCl							
143/14	DrnišTočka 1	5,58	4,26	0,53	21,07	0,26	6,97	4,05	15,58	-
144/14	Točka 2	7,5	6,54	0,75	29,72	0,33	8,26	4,8	14,55	1,66
145/14	Točka 3	7,23	6,39	0,53	56,12	0,3	7,38	4,29	14,3	1,25
146/14	Točka 4	5,97	4,78	1,5	23,64	0,36	9,18	5,36	14,89	-
147/14	Točka 5	7,47	6,51	0,53	117,76	0,38	8,5	4,94	13	1,66
155/14	Točka 6	7,77	6,93	0,53	23,83	0,4	7,29	4,29	10,73	2,54
148/14	Točka 7	7,6	6,57	0,86	25,58	0,36	7,36	4,28	11,89	2,51
156/14	Točka 8	7,89	6,82	1,18	17,3	0,24	4,07	2,37	9,88	2,54
149/14	Točka 9	7,29	6,02	0,32	22,63	0,25	6,61	3,84	15,36	0,84
150/14	Točka 10	8,18	7,4	1,5	15,73	0,25	4,38	2,55	10,2	29,29
151/14	Točka 11	8,04	7,29	1,18	22,63	0,28	5,6	3,26	11,64	21,76
152/14	Točka 12	8,09	7,49	2,89	12,97	0,18	3,77	2,19	12,17	42,27
153/14	Borovača									
	Točka 1	8,02	7,69	0,96	4,6	0,08	2,88	1,67	20,88	10,99

154/14	Točka 5	7,64	6,91	0,11	50,6	0,26	6,6	3,84	14,77	3,38
157/14	Točka 13	7,88	7,19	0,86	29,62	0,36	7,17	4,17	11,58	6,76
158/14	Točka 16	7,91	7,34	1,71	20,61	0,28	7,89	4,59	16,39	5,1
159/14	Točka 17	7,79	7,21	0,75	21,16	0,26	8,75	5,09	19,58	4,68
160/14	Točka 20	7,98	7,56	0,21	7,27	0,16	3,85	2,24	14	8,08
161/14	Točka 21	8,04	7,75	0,64	4,42	0,06	2,72	1,58	26,33	1,7
162/14	Točka 23	7,89	7,51	0,11	7,1	0,15	5,94	3,45	23	11,91
163/14	Točka 24	7,9	7,55	0,11	8,74	0,15	5,27	3,06	20,4	5,1
164/14	Točka 25	7,9	7,39	0,11	10,74	0,24	7,59	4,41	18,38	8,48
165/14	Točka 26	7,89	7,42	0,11	10,92	0,16	5,53	3,22	20,13	4,66
166/14	Točka 27	7,99	7,62	0,11	8,83	0,14	4,45	2,59	18,5	8,48
167/14	Točka 28	7,9	7,45	0,24	11,01	0,18	5,62	3,27	18,17	6,78

## Sadržaj dušika

Tablica 29. Sadržaj dušika po tipovima sastojina

Tip sastojine	Otvoreno šumsko stanište	Mlade šumske kulture	Srednjedobne šumske kulture	Stare šumske kulture	Sastojine hrasta medunca
dušik (%)	0,36	0,28	0,26	0,25	0,26
	0,24	0,18	0,16	0,28	0,3
	0,33	0,08	0,15	0,26	0,36
	0,25	0,06	0,15		0,38
	0,36	0,16	0,24		0,4
		0,14	0,18		



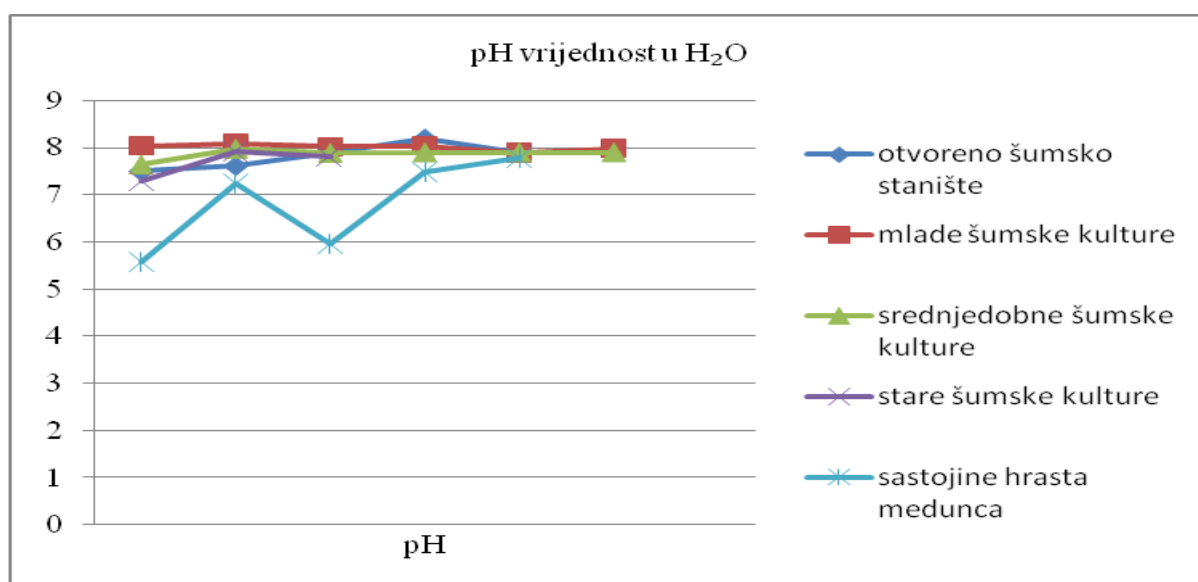
Slika 21. Grafički prikaz sadržaja dušika po grupama sastojina.

Količina dušika najmanja je u mladim sastojinama i srednjim sastojinama, dok je u sastojinama hrasta medunca i na otvorenom staništu ona najveća. Najveća dobivena vrijednost je u sastojinama hrasta medunca i njena vrijednost je 0,4% dok je najmanja u mladim sastojinama i tamo je 0,06% (Tablica 29, Slika 21).

## Reakcije tla/pH u vodi

Tablica 30. pH tla u H<sub>2</sub>O.

Tip sastojine	Otvoreno šumsko stanište	Mlade šumske kulture	Srednjedobne šumske kulture	Stare šumske kulture	Sastojine hrasta medunca
pH u vodi	7,5	8,04	7,64	7,29	5,58
	7,6	8,09	7,98	7,91	7,23
	7,89	8,02	7,89	7,79	5,97
	8,18	8,04	7,9		7,47
	7,88	7,89	7,9		7,77



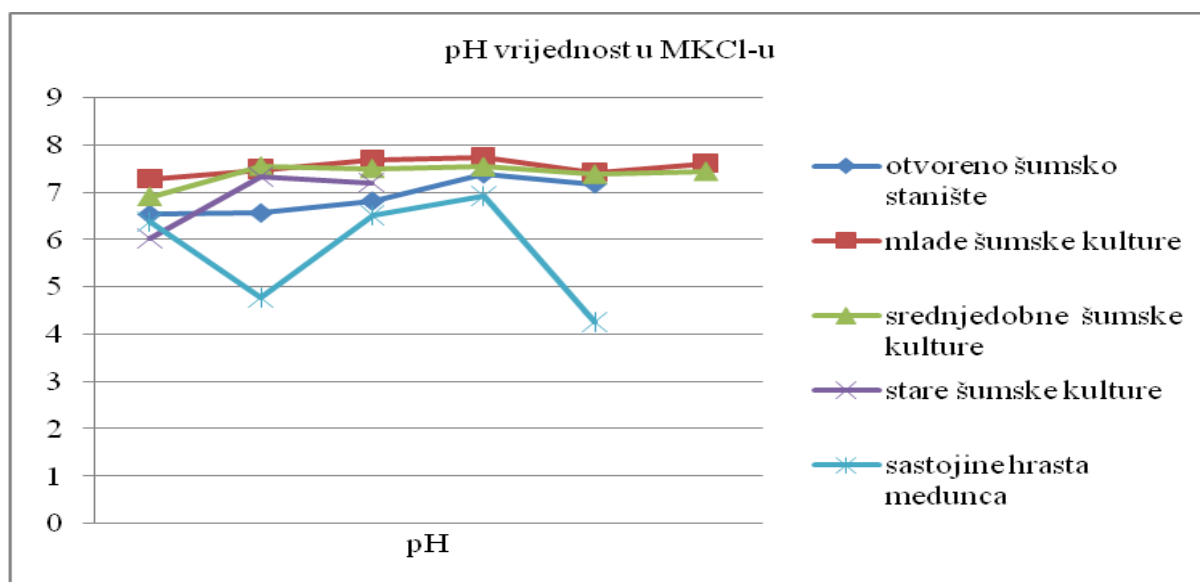
Slika 22. Grafički prikaz pH u vodi po tipu sastojina.

Kako smo već spomenuli, tlo je na svim plohamu neutralno, osim na otvorenom staništu gdje ide do blago kiselog (Tablica 30, 31; Slika 22, 23).

## Reakcije tla/pH u KCl-u

Tablica 31. pH u MKCl-u.

Tip sastojine	Otvoreno šumsko stanište	Mlade šumske kulture	Srednjedobne šumske kulture	Stare šumske kulture	Sastojine hrasta medunca
pH u MKCl-u	6,54	7,29	6,91	6,02	6,39
	6,57	7,49	7,56	7,34	4,78
	6,82	7,69	7,51	7,21	6,51
	7,4	7,75	7,55		6,93
	7,19	7,42	7,39		4,26
		7,62	7,45		

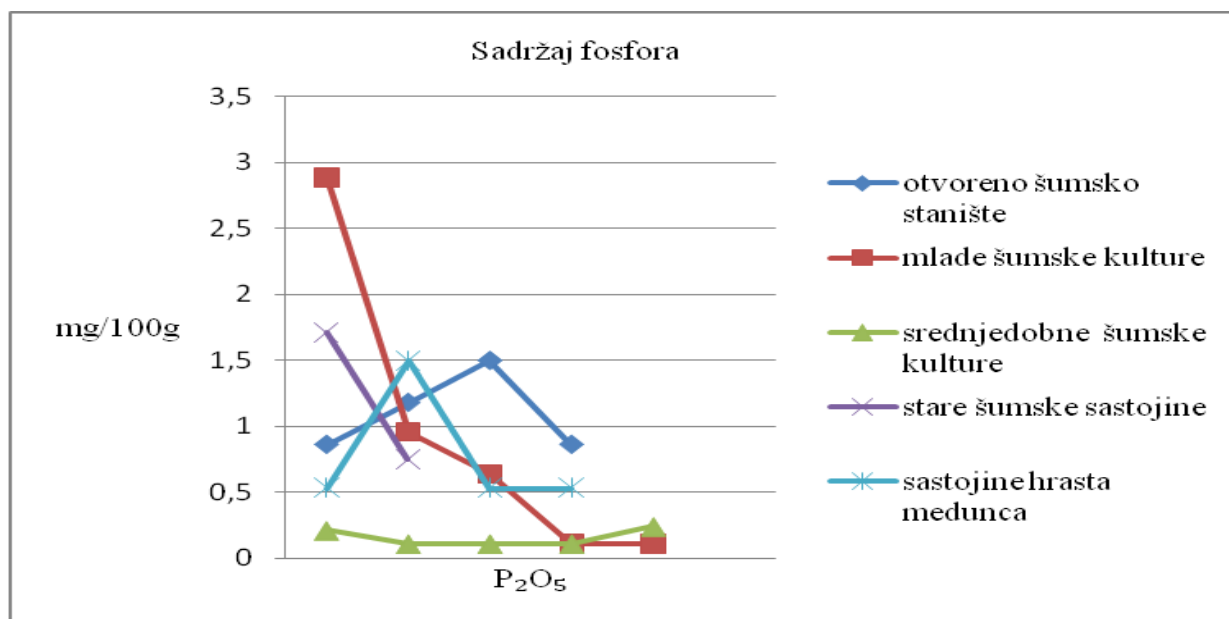


Slika 23. pH u MKCl-u.

## Sadržaj fosfora

Tablica 32. Sadržaj fosfora.

Tip sastojine	Otvoreno šumsko stanište	Mlade šumske kulture	Srednjedobne šumske kulture	Stare šumske kulture	Sastojine hrasta medunca
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	0,75	1,18	0,11	0,32	0,53
	0,86	2,89	0,21	1,71	0,53
	1,18	0,96	0,11	0,75	1,5
	1,5	0,64	0,11		0,53
	0,86	0,11	0,11		0,53
		0,11	0,24		

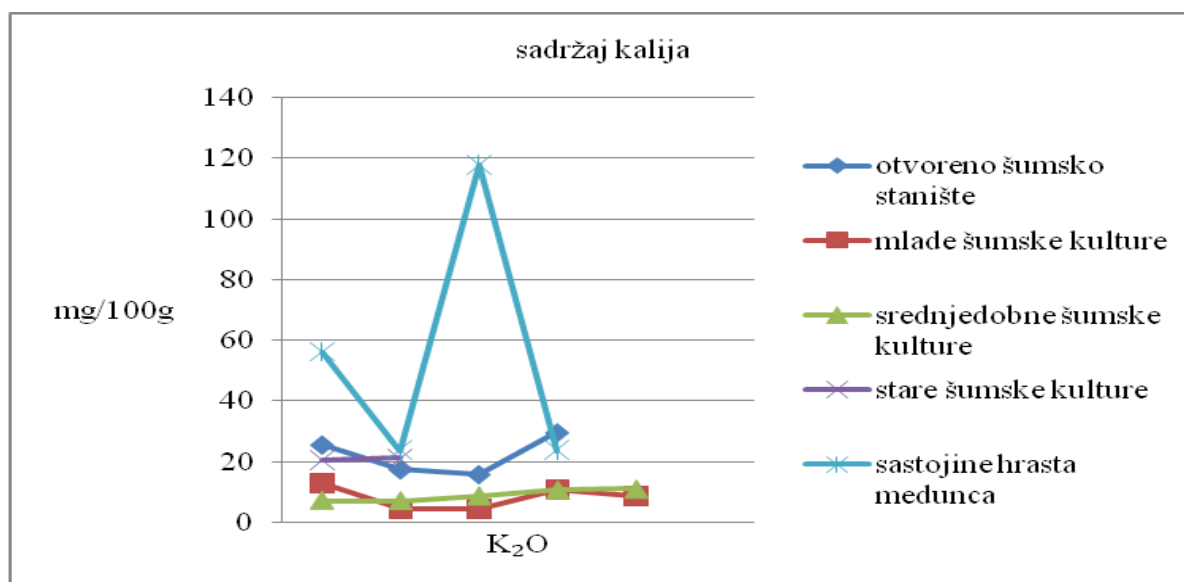
Slika 24. Sadržaj P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Sadržaj fosfora najmanji je u srednjim sastojinama gdje jako malo oscilira, dok je u mladim sastojinama njen raspon velik, od max –min vrijednosti. Uglavnom je u svim ostalim grupama istraživanih sastojina količina podjednaka u rasponu od 0,5-1,5 (Tablica 32, Slika 24).

## Sadržaj kalija

Tablica 33. Sadržaj kalija.

Tip sastojine	Otvoreno šumsko stanište	Mlade šumske kulture	Srednjedobne šumske kulture	Stare šumske kulture	Sastojine hrasta medunaca
K <sub>2</sub> O mg/kg	29,72	22,63	50,6	22,63	21,07
	25,58	12,97	7,27	20,61	56,12
	17,3	4,6	7,1	21,16	23,64
	15,73	4,42	8,74		117,76
	29,62	10,92	10,74		23,83
		8,83	11,01		



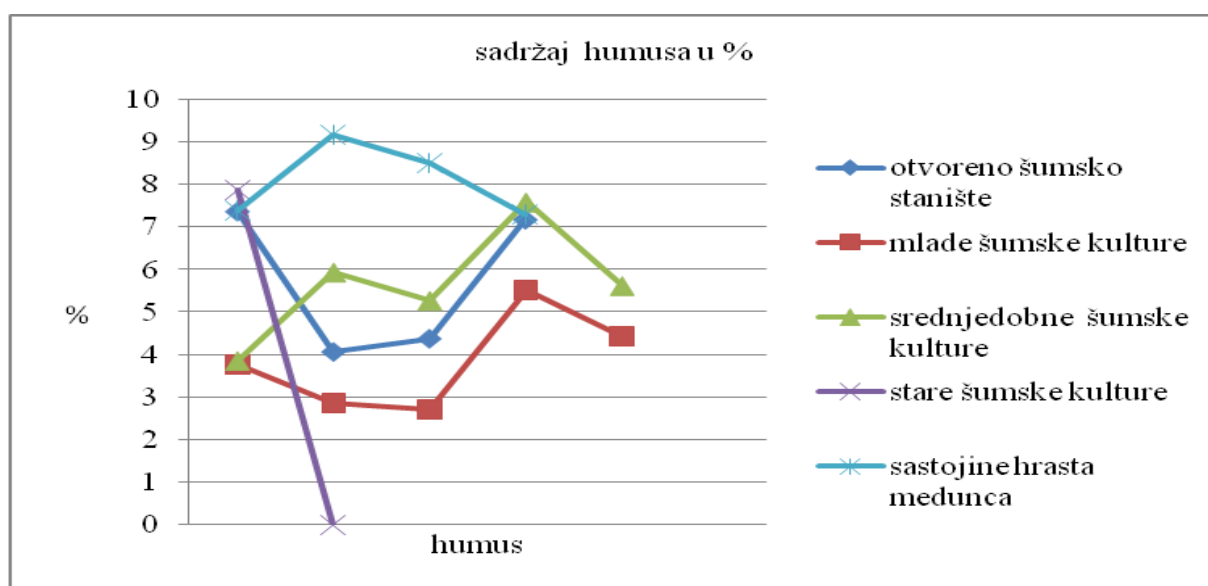
Slika 25. Grafički prikaz sadržaja kalija po tipu sastojina.

Sadržaj kalija u mladim i srednjim sastojinama je relativno jednaka, u starim i na otvorenom staništu je samo nešto više, dok se u sastojinama medunca uočavaju velike oscilacije (Tablica 33, Slika 25).

## Sadržaj humusa

Tablica 34. Sadržaj humusa.

Tip sastojine	Otvoreno šumsko stanište	Mlade šumske kulture	Srednjedobne šumske kulture	Stare šumske kulture	Sastojine hrasta medunaca
Humus (%)	8,26	5,6	6,6	6,61	6,97
	7,36	3,77	3,85	7,89	7,38
	4,07	2,88	5,94	8,75	9,18
	4,38	2,72	5,27		8,5
	7,17	5,53	7,59		7,29
		4,45	5,62		



Slika 26. Grafički prikaz sadržaja humusa.

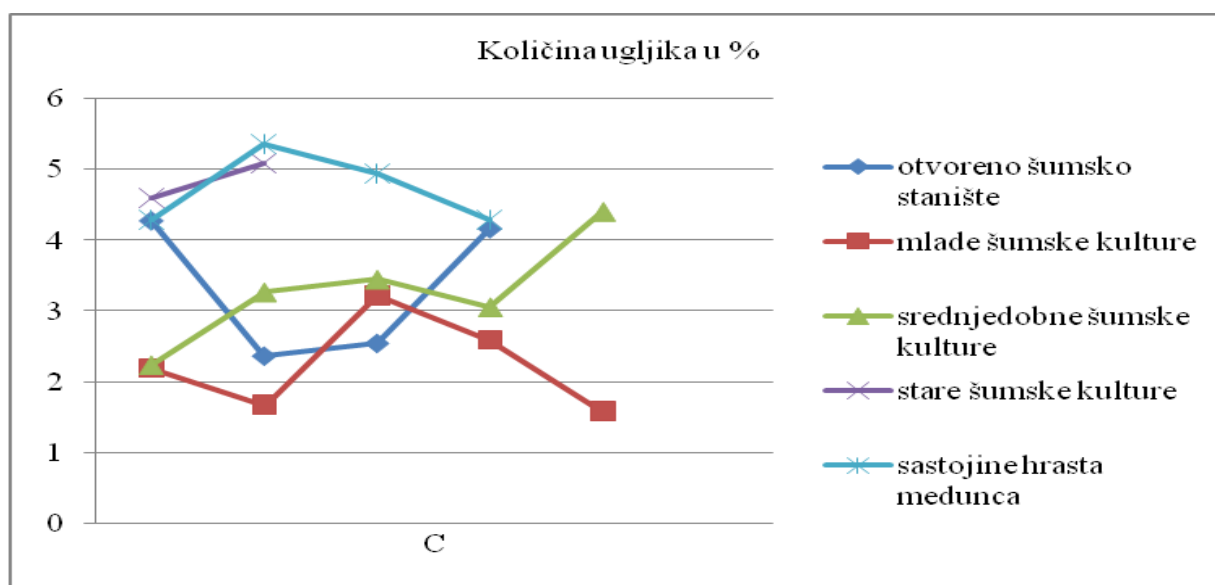
Sadržaj humusa najmanja je u mladim sastojinama, a najveća u sastojinama medunca. Stare sastojine imaju oscilaciju od najveće do najmanje količine, dok otvoreno stanište i srednje sastojine imaju relativno sličnu količinu (Tablica 34, Slika 26).



## Sadržaj ugljika

Tablica 35. Sadržaj ugljika.

Tip sastojine	Otvoreno šumsko stanište	Mlade šumske kulture	Srednjedobne šumske kulture	Stare šumske kulture	Sastojine hrasta medunca
C	4,8	3,26	4,94	3,84	4,05
	4,28	2,19	2,24	4,59	4,29
	2,37	1,67	3,27	5,09	5,36
	2,55	3,22	3,45		4,94
	4,17	2,59	3,06		4,29
		1,58	4,41		



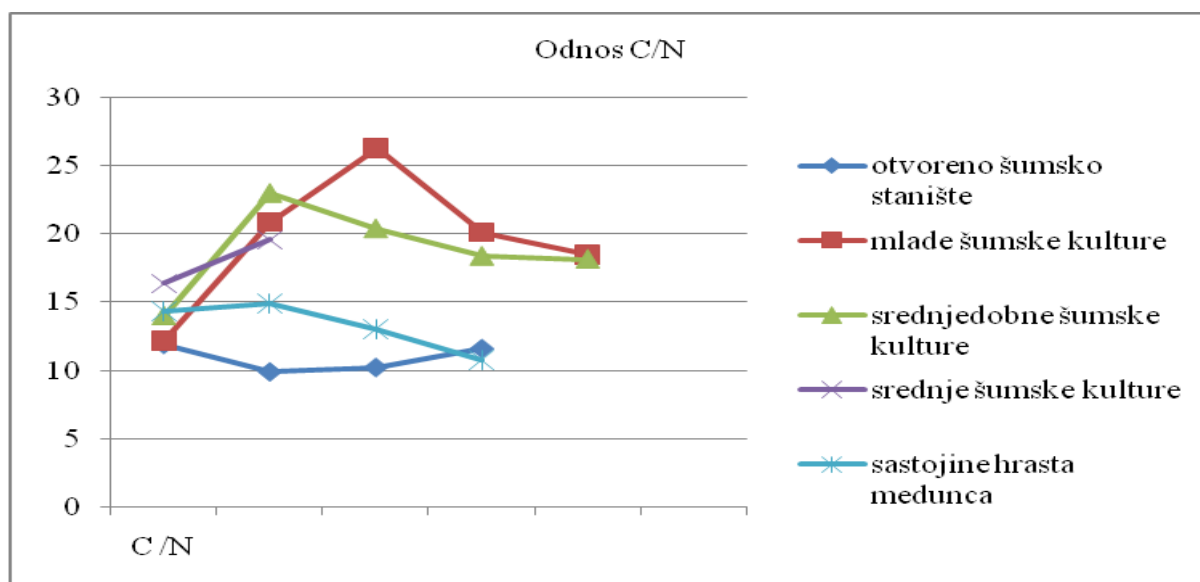
Slika 27. Grafički prikaz sadržaja ugljika po grupama sastojina.

Nastavno na sadržaj humusa, sadržaj ugljika najveći je u sastojinama hrasta medunca i starim sastojinama, najmanja u mladim sastojinama, dok je na otvorenom staništu i srednjim sastojinama slična, između najvećih i najmanjih vrijednosti (Tablica 35, Slika 27).

## Odnos C/N

Tablica 36. Odnos C/N.

Tip sastojine	Otvoreno šumsko stanište	Mlade šumske kulture	Srednjedobne šumske kulture	Stare šumske kulture	Sastojine hrasta medunca
C/N	14,55	11,64	14,77	15,36	15,58
	11,89	12,17	14	16,39	14,3
	9,88	20,88	23	19,58	14,89
	10,2	26,33	20,4		13
	11,58	20,13	18,38		10,73
		18,5	18,17		

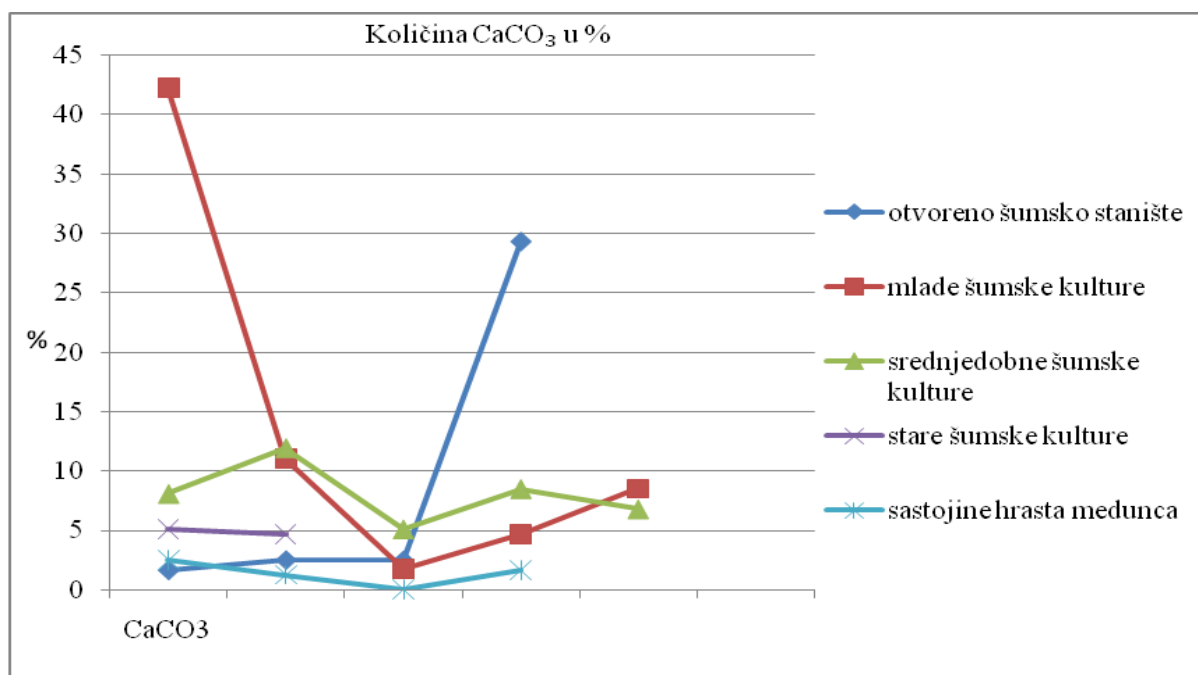


Slika 28. Grafički prikaz odnosa C/N po grupama sastojina.

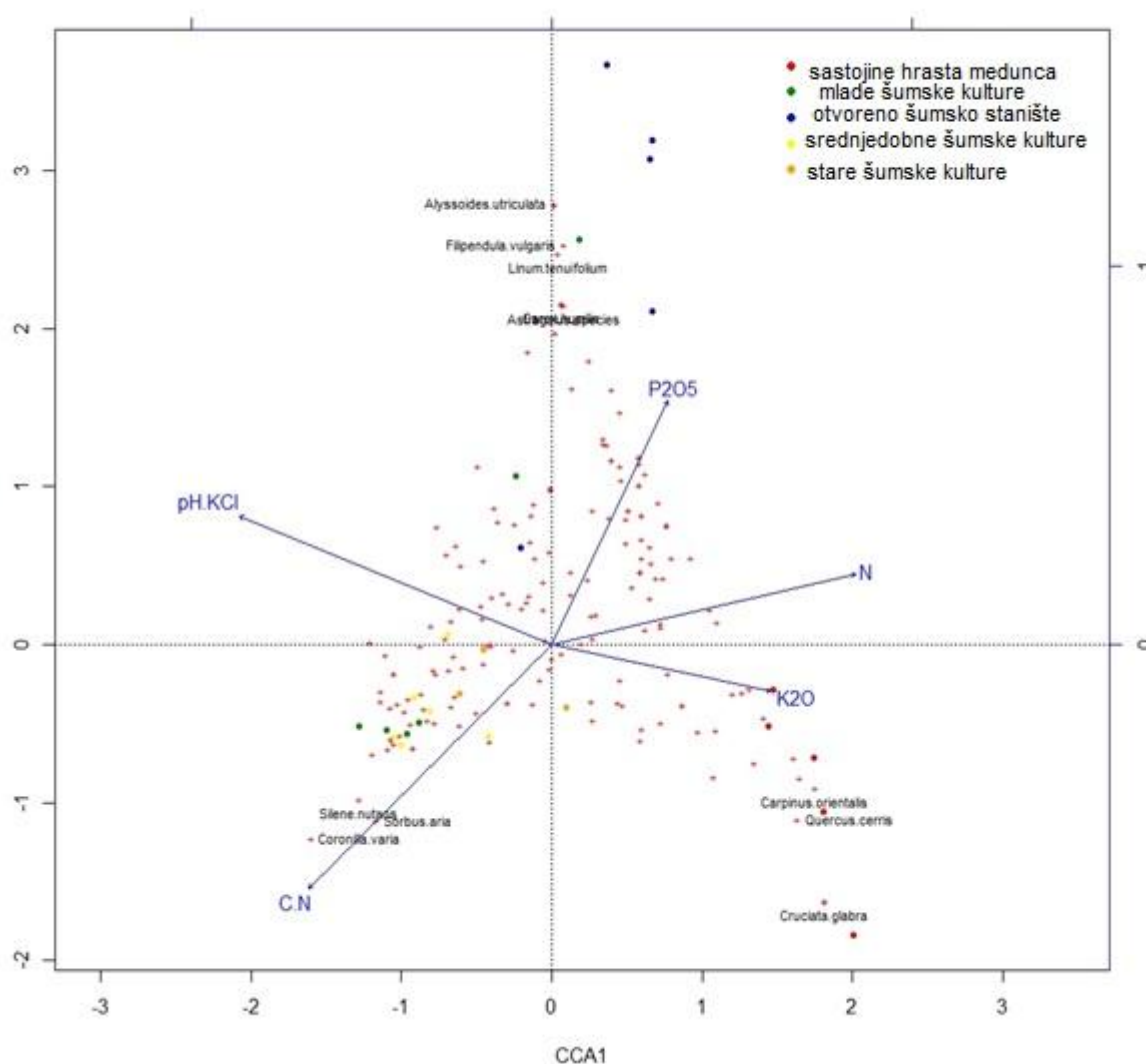
Odnos ugljika i dušika najveći je u mladim sastojinama, a najmanji na otvorenom staništu i u sastojinama medunca. Najveći raspon nalazi se u mladim sastojinama, dok je najmanji na otvorenom i sastojinama hrasta medunca (Tablica 36, Slika 28).

Sadržaj  $\text{CaCO}_3$ Tablica 37. Sadržaj  $\text{CaCO}_3$ .

Tip sastojine	Otvoreno šumsko stanište	Mlade šumske kulture	Srednjedobne šumske kulture	Stare šumske kulture	Sastojine hrasta medunca
$\text{CaCO}_3$ (%)	6,76	21,76	3,38	0,84	-
	1,66	42,27	8,08	5,1	2,54
	2,54	10,99	11,91	4,68	1,25
	2,51	1,7	5,1		-
	29,29	4,66	8,48		1,66
		8,48	6,78		

Slika 29. Grafički prikaz sadržaja  $\text{CaCO}_3$ 

Količina kalcij-karbonata najmanja je u sastojinama hrasta medunca, dok u drugim sastojinama nema jasna razgraničenja (Tablica 37, Slika 29).



Slika 30. Grafički prikaz povezanosti tla i vegetacije.

Iz grafova analize glavnih sastavnica (*principal coordinates analysis*) pomoću koje smo reducirali broj varijabli, kako bi se mogle prikazati u dvije dimenzije, dobili smo raspored točaka za svaki uzorak prema glavnim sastavnicama.

Iz grafova se može iščitati da se svi medunci grupiraju desno na x osi, dok su sve mlade sastojine lijevo od 0 na x osi, ali posvuda na y osi (Slika 30)

Osi su izvedene varijable (glavne sastavnice – *principal components*), koje su u određenoj korelaciji sa izvornim varijablama ugljik, dušik, fosfor, kalij, odnos C/N, humus,

pH u vodi i pH u KCl-u. Korelacije su prikazane na drugom grafu pri čemu duljina strelice prikazuje jačinu korelacije sa x i y osima, a smjer označava smjer korelacije.

Vidimo da su pH u vodi i u KCl jako korelirani sa x osi, i to u negativnom smjeru, čime se još jednom metodom potvrđuje već rečeno da sastojine medunca imaju generalno manji pH od mladih sastojina. Nadalje, kalij i ugljik su također jako korelirani sa x osi u pozitivnom smjeru te su sastojine medunca bogate tim elementima, za razliku od mladih sastojina. Odnos C/N u sastojinama medunca je loš, ali je zato povoljan u srednjodobnim i mladim sastojinama. S druge strane, fosfor je jako koreliran sa y osi, te stare sastojine i srednje imaju manje fosfora, ali i u srednjim i u mladim je bolji.

Uočavajući da je zbroj DIM1 i DIM2 70% može se zaključiti da ova metoda dobro opisuje istraživana svojstva tla u ispitivanim sastojinama.

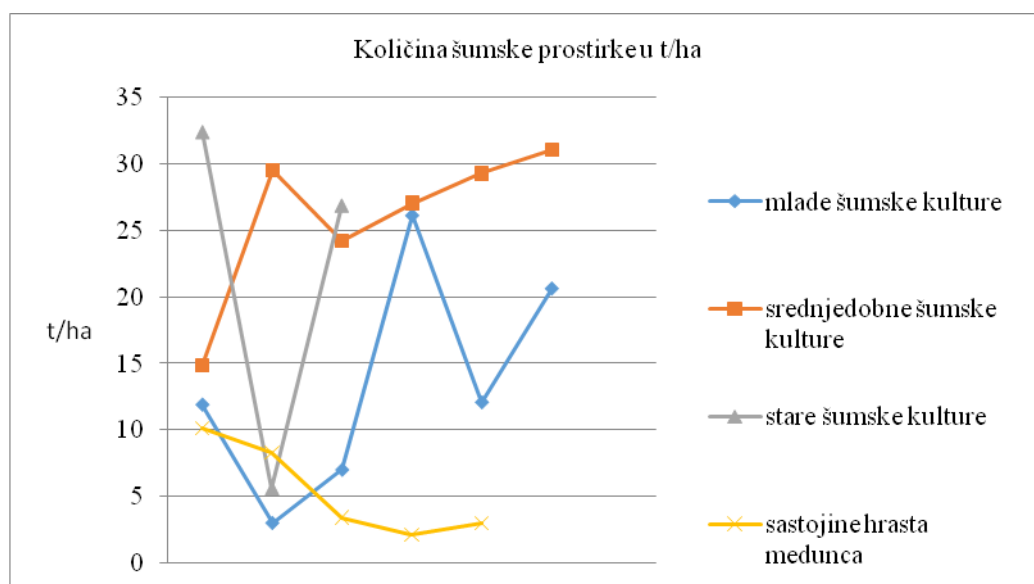
### 3.3. Količine šumske prostirke na plohama

Tablica 38. Količina šumske prostirke na plohama.

Oznaka uzorka	mps	mns	mps	mns
	(g)	(g)	t/ha	t/ha
Drniš t1	51,99	24,81	8,32	3,97
Drniš t3	13,49	9,11	2,16	1,46
Drniš t4	63,11	39,8	10,1	6,37
Drniš t5	21,57	11,43	3,45	1,83
Drniš t6	18,64	13,61	2,98	2,18
Drniš t9	35,05	28,17	5,6	4,5
Drniš t11	74,4	42,91	11,9	6,86
Drniš t12	18,64	13,61	2,98	2,18
Borovača t1	75,48	40,37	12,08	6,46
Borovača 5	93,06	36,64	14,88	5,86
Borovača t16	202,56	102,13	32,4	16,34
Borovača t17	167,98	95,1	26,87	15,22
Borovača t20	183,03	71,36	29,28	11,42
Borovača t21	129,05	72,48	20,65	11,6
Borovača t23	184,47	83,32	29,52	13,33
Borovača t24	194,05	93,12	31,04	14,9
Borovača t25	151,25	66,66	24,2	10,67
Borovača t26	163,41	75,72	26,15	12,12
Borovača t27	43,71	24,37	6,99	3,9
Borovača t28	169	73,24	27,04	11,71

Tablica 39. Prikaz količine šumske prostirke po grupama sastojina.

Tip sastojine	mlade šumske kulture	srednjodobne	stare	medunac
	(t/ha)	(t/ha)	(t/ha)	(t/ha)
Količina	11,9	14,88	32,4	10,1
	2,98	29,52	5,6	8,32
	6,99	24,2	26,87	3,45
	26,15	27,04		2,16
	12,08	29,28		2,98
	20,65	31,04		



Slika 31. Grafički prikaz količine šumske prostirke po grupama sastojina.

U sastojinama medunca uočavamo najmanju produkciju lisne mase i najmanje oscilacije u produkciji. U borovim sastojinama najveće oscilacije u produkciji lisne mase vidljive su u starim sastojinama, od minimalnih do maksimalnih vrijednosti. Najmanja zabilježena količina lisne mase je u mladim sastojinama i iznosi svega 2,98 t/ha dok je najveća zabilježena u staroj sastojini i iznosi 32,4 t/ha. U mladima sastojinama također su uočljive velike oscilacije za razliku od srednjih gdje nema tako velikih razlika (Tablica 39, Slika 31).

## 4. RASPRAVA

Broj biljnih vrsta među istraživanim sastojinama prati karakterističan trend sličan onome kod prirodnih sukcesijskih procesa (Pickett i Candenasso, 2005), pri čemu u mladim sastojinama crnoga bora (početnim stadijima sukcesije) dolazi do blagog povećanja broja vrsta u odnosu na sastojine na otvorenim staništima. Nakon toga zatvaranjem sklopa sastojine dolazi do ponovne redukcije broja vrsta, čiji se trend opadanja nastavlja idući prema formiranju šumske sastojine (Slika 11). Slični rezultati potvrđeni su i u drugim istraživanjima (Osbornová i dr. 1990).

Uspoređujući i sam floristički sastav uočljiva je velika razlika između otvorenih staništa i onih u kojima se pristupilo meliorativnim zahvatima sadnje crnoga bora. Poznato je i iz sličnih istraživanja da sukcesija, osobito u početnim stadijima značajno utječe, kako na promjene svojstava određenoga staništa, tako i na izmjenu vrsta kroz sukcesijske stadije na staništu (Chytrý i dr. 2001, van Breugel i dr. 2007, Paušić i Čarni 2012, Krstonošić 2013). Crni bor stvaranjem zasjene mijenja mikroklimatske uvjete oko sebe te na neki način čini jezgre (*nucleus*) ponovnog zarastanja u šumsku vegetaciju (Feoli i Scimone, 1981).

Na provedenoj ordinacijskoj analizi vidljivo je da se po flornom sastavu vegetacijske snimke grupiraju s obzirom na tip sastojine, te se jasno uočava sukcesijski niz od otvorenih staništa, preko mladih, pa srednjedobnih i starih kultura crnoga bora do sastojina hrasta medunca. Tako na otvorenim staništima istraživanih ploha prevladavaju heliofilne vrste suhih travnjaka (razreda *Festuco-Brometea*), a osobito mediteranskih kamenjarskih pašnjaka reda *Scorzonero-Chrysopogonetalia* kao što su *Chrysopogon gryllus*, *Bromus erectus*, *Bupleurum baldense* subsp. *gussonei*, *Eryngium amethystinum*, *Koeleria splendens*, *Plantago holostium*, *Centaurea spinociliata*, *Helichrysum italicum*, *Picris hieracioides*, *Teucrium chamaedrys*, *T. montanum*, *Sanguisorba minor* ssp. *muricata*, *Scorzonera villosa*, *Thymus longicaulis* i dr. (Tablica 16). Veliki broj tih vrsta dolazi i u kulturama, ali i u starim sastojinama hrasta medunca, što je uobičajeno za takve šumske sastojine s niskim visinama stabala i često više-manje prekinutim sklopom. Ipak njihov broj i pokrovnost se odmakom sukcesije značajno smanjuje. Tako je npr. u mladim kulturama crnoga bora vrlo dobro razvijen sloj grmlja, s dominacijom vrsta sveze *Ostryo-Carpinion orientalis* i reda *Quercetalia pubescentis*, kao što su *Prunus mahaleb*, *Fraxinus ornus*, *Frangula rupestris* i *Quercus pubescens*. To sve ukazuje



na započete procese progresivne sukcesije prema šumama hrasta medunca i bijeloga graba. Međutim, sloj prizemnog rašća još uvijek odražava karakter mediteranskih kamenjarskih pašnjaka reda *Scorzonero-Chrysopogonetalia*, pa su tako vrlo česte vrste *Chrysopogon gryllus*, *Bromus erectus*, *Plantago holosteum*, *Anthericum ramosum*, *Sesleria juncifolia*, *Sanguisorba minor* ssp. *muricata*, *Eryngium amethystinum* i dr.

U mladim kulturama pojavljuju se vrste koje indiciraju započete sukcesijske procese. Dio njih su vrste karakteristične za šume hrasta medunca toga područja pa se njihova učestalost i pokrovnost odmakom sukcesije postepeno povećava. Takve vrste su: *Fraxinus ornus*, *Quercus pubescens*, *Q. cerris*, *Carpinus orientalis*, *Lonicera caprifolium*, *Prunus avium* i dr. Drugi dio njih su tipične sukcesijske vrste čija je najveća pokrovnost u srednjedobnim kulturama, a nakon toga se ona smanjuje, što je uobičajen obrazac izmjene vrsta prilikom sekundarne sukcesije (usp. Krstonošić 2013). Takve vrste su npr. *Juniperus oxycedrus*, *Brachypodium pinnatum*, *Frangula rupestris*, *Genista sylvestris*, *Globularia cordifolia*, *Cornus sanguinea*, *Frangula rupestris* i dr.

Na plohama u srednjedobnim kulturama crnoga bora sloj grmlja je još bolje razvijen nego kod mladih kultura crnoga bora, a zabilježena je i veća dominacija vrste *Juniperus oxycedrus* što ukazuje na spore sukcesijske procese. Naime, šmrika je široko zastupljena na degradiranim staništima gariga i kamenjara. U sloju prizemnog rašća dominiraju vrste karakteristične za staništa u sekundarnoj sukcesiji kao što su *Brachypodium pinnatum*, *Teucrium montanum*, *Argylobium zanonii* i dr. (Tablica 18). U srednjedobnim kulturama se pojavljuju i prve vrste koje su uglavnom ograničene na šumska staništa istraživanog područja, iako je tu njihov broj i učestalost vrlo mala. Njihov broj se povećava u starim kulturama crnoga bora, a očekivano ih je najviše u sastojinama hrasta medunca. Takve vrste su: *Hedera helix*, *Sesleria autumnalis*, *Neottia nidus-avis*, *Viola hirta* i dr. U starim kulturama još uvijek je prisutan značajan broj vrsta mediteranskih kamenjarskih pašnjaka reda *Scorzonero-Chrysopogonetalia*, iako one ovdje dolaze s malom pokrovnošću (Tablica 19). Iz svega toga može se reći da su se većina srednjedobnih, a osobito stare kulture crnoga bora, po flornom sastavu približile sastojinama hrasta medunca na tome području.

Iz rezultata analize životnih oblika biljaka vidljivo je da je u svim grupama sastojina najveći udio hemikriptofita – višegodišnjih biljaka s izbojcima i pupovima neposredno na

površini tla, dok su regeneracijski organi poluskriveni u suhom lišću i prizemnim rozetama. S vremenom se njihov broj smanjuje, zbog same pojave zarašćivanja i veće pojavnosti fanerofita, kojih ima najviše u šumskim sastojinama. Najmanji je udio geofita – regeneracijski organi na stabljikama u tlu i terofita – jednoljetnice. Najveći udio terofita je na otvorenom staništu dok je minoran u srednjim sastojinama. Najveći udio hamefita – trajnica je na otvorenom staništu, dok je njihov udio u medunčevim sastojinama istraživanog područja najmanji. Srednje i mlade sastojine imaju relativno podjednak udio hamefita, dok je u starim sastojinama taj iznos malo manji. Također, mali je udio nanofanerofita, dok je udio svih fanerofita značajan i najveći je u srednjim i starim sastojinama te medunčeve sastojine, dok je najmanji na otvorenom staništu. Slični obrasci promjene udjela životnih oblika biljaka zabilježeni su i tijekom drugih istraživanja procesa sukcesije i promjena načina korištenja zemljišta (Castro i dr. 2010, Paušić i Čarni 2012, Krstonošić 2013).

Na otvorenim staništima zastupljen je veći broj jednogodišnjih biljaka nego u ostalim skupinama sastojina, u kojima je veći udio višegodišnjih, drvenastih vrsta, koje kompeticijom zasjenjuju jednogodišnje, manje otporne. Razlog tome je što su na otvorenim staništima i u početnim sukcesijskim stadijima puno burniji uvjeti opstanka i natjecanja među vrstama, pa je i smjena vrsta učestalija nego u kasnijim stadijima (Pickett i Candenaso, 2005).

S obzirom na anatomiju lista, najveći udio imaju mezomorfni i skleromorfni tip lista, dok je udio higromornih listova najmanji, odnosno na otvorenim staništima gdje je najveći udio skleromornih, higromornih listova gotovo uopće nema. Na otvorenim staništima biljke se na izravnu izloženost suncu prilagođavaju na način da u svoje listove ugrađuju posebne strukture, koje im omogućavaju zadržavanje vlage kroz duža razdoblja (Řehounková i Prach 2010). Najmanji udio skleromornih listova je u starim sastojinama, dok se u srednjim, mladim i medunčevim sastojinama ponovo povećava, zbog same prozračne i svjetlije strukture tih sastojina. S druge strane mezomorfni tipovi listova dominiraju upravo u tim starijim sastojinama.

S obzirom na CSR životne strategije biljaka, uočljiv je generalni pomak u životnim strategijama, od velikog udjela ruderalnih biljaka i biljaka tolerantnih na stresne okolišne uvjete na otvorenim staništima, prema većem udjelu kompetitivnih vrsta u starijim sastojinama. Takav proces je u skladu s teorijom dinamike vegetacije (Grime, 2001). Iz

rezultata je uočljivo da je već u mladim borovim sastojinama prisutan velik broj kompetitivnih vrsta što ukazuje na činjenicu da će u njima vrlo brzo započeti sukcesijski procesi u smjeru prema šumskim zajednicama.

Ekološke indikatorske vrijednosti (EIV) za reakciju tla imaju blagi porast u mladim grmastim sastojinama bora, nakon čega slijedi trend opadanja vrijednosti prema starijim sastojinama, jer napredovanjem sukcesije tla postaju kiselija (Harmes i Eijsackers 2005, Sýkora i dr. 2004). U sličnim istraživanjima također je zabilježen blagi porast vrijednosti pH u sastojinama grmlja, a tek zatim pad kako se tijekom sukcesije kretao prema šumi (Jírová i dr. 2012). Na otvorenim, a osobito strmijim staništima, često dolazi do ispiranja baza iz tla, pa nerijetko takva staništa imaju niže vrijednosti pH, kao i u slučaju ovog istraživanja. Opadanjem vrijednosti pH, smanjuje se i broj vrsta u stadijima idući prema šumi što je zabilježeno i u drugim istraživanjima (Cramer i Hobbs 2007, Prach i dr., 2007, Jírová i dr. 2012).

EIV za vlagu pokazuje postepeni porast od otvorenih staništa prema starim kulturama u kojima se EIV vrijednosti za vlagu izjednačuje s onima u sastojinama hrasta medunca. To je uobičajen obrazac, jer postepenim zatvaranjem sklopa stabala crnoga bora u sastojinama se stvaraju mezofilniji uvjeti. Gotovo identičan obrazac pokazuju u EIV za količinu hranjiva u tlu. Naime, odmakom sukcesije brže dolazi do razgradnje organske tvari i akumulacija hranjivih tvari uvelike nadmašuje onu na otvorenim travnjačkim površinama, to potvrđuju i slična istraživanja (Nunes i dr. 2012).

Melioracijski učinci pojedinih šumskih vrsta, u odnosu na pedosferu, vrlo su značajni i različiti. Učinci se manifestiraju kako u kemijskim, tako i fizikalnim promjenama u tlu. Jedan od kriterija za prosudbu kvalitete i razine melioracijskog učinka istraživanih vrsta, nesumnjivo je i sadržaj humusa, dušika, fosfora i kalija u tlu. Nadalje, reakcija tla (predstavlja odnos koncentracije vodikovih i hidroksilnih iona u tlu) uvjetuje biljkama raspoloživost hranjivih makro i mikroelemenata, te utječe na pristupačnost i ispiranje toksičnih elemenata. Reakcija tla je značajno kemijsko svojstvo tla, odnosno otopine tla pod kojim podrazumijevamo stupanj njegove kiselosti ili bazičnosti. Izražava se pH vrijednošću što je po definiciji negativni logaritam koncentracije  $H^+$  iona ( $-\log C_H$ ). Ovisno o stupnju kiselosti ili pH vrijednosti tla može se pretpostaviti koji su pedogenetski procesi dominantni u tlu, zatim u kojem pufernom rasponu se nalazi tlo i kakva je pristupačnost hranjiva, te biološka aktivnost tla.

C/N odnos indicira pristupačnost dušika u organskoj tvari. Oslobođanje dušika i mogućnost usvajanja u višim biljkama započinje tek kada je C/N odnos uži (manji) od 25. Ukoliko je ovaj odnos širi od 25, mineralizacija protiče sporo i pri tomu se proizvodi relativno niska količina mineralnih oblika dušika. Potpuna asimilacija od strane mikroorganizama je kod C/N odnosa većeg od 33 (biološka imobilizacija), istovremeno sužavanje omjera C/N na 10 do 12 ne osigurava dovoljno energije za potrebe metabolizma mikroorganizama te je stoga mineralizacija zaustavljena (Vukadinović i Lončarić, 1998). Povoljni odnos C/N za više biljke smatra se između 12 i 25. C:N odnos je vrlo značajan pokazatelj kvalitete humusa. Sve ovo upućuje na izravan utjecaj kvalitete listinca (drugim riječima biljne vrste), na značajke humusa, odnosno humizaciju.

Humus je glavni spremnik dušika tla. Organski dušikovi spojevi odumrlih biljnih i životinjskih organizama prelaze dekompozicijom i mineralizacijom opet u anorganske spojeve, u prvom redu amonijske, koji se dalje biološkim putem transformiraju u nitrate, nitrite i elementarni dušik. Prema Pernaru i dr. (1999) humizacija je nakupljanje humificirane organske tvari u tlu, te predstavlja rezultantu humifikacije i mineralizacije. Pokazatelji količine i kakvoće humizacije vrlo su značajni za proučavanje pedogenetskih procesa.

Melioracijski utjecaj crnog bora na pedosferu složen je i kompleksan proces te duljina trajanja ovisi o nizu okolišnih faktora.

Melioracijski učinci crnog bora vidljivi su u pošumljavanju kopova ugljena gdje se za razdoblje od 25 godina vide znatni učinci na pedosferu (Filcheva i dr. 2000). Naime, u dvadesetpetogodišnjem razdoblju crni bor je stvorio značajanu akumulaciju listinca te dubok organomineralni sloj na napuštenim eksploatacijskim poljima ugljena.

Meliorativni učinak pojačava se s obzirom da sastojine crnog bora u području svog pridolaska imaju odlučujuću ulogu u sprječavanju erozije. One svojim krošnjama ublažavaju i sprječavaju razorno djelovanje kišnih kapi, te značajan dio oborina (oko 30 %) zadržavaju na svojim krošnjama dok ostali dio kroz krošnju i niz deblo propuštaju na površinu rahlog propusnog šumskog tla koje ga lakše upija i infiltrira (Butorac i dr. 2009).

Pod istraživanim četinjačama na plohi Klačine (Topić, 1999) na području šumarije Sinj, u sličnim ekološkim uvjetima utvrđene su veće količine listinca, a manji sadržaj (osim

kod atlaskog cedra), ukupnog dušika i humusa u tlu, pogotovo u humusno akumulativnom horizontu, nego pod kulturama listača (posebice crnim jasenom i bijelim grabom), kao rezultat sporijeg transformiranja šumskog listinca četinjača i manjeg postotka dušika u njoj. Najmanje vrijednosti dušika, fosfora i kalija nalaze se u tlima pod kulturom crnog bora. Fiziološki aktivnog fosfora najviše sadrže tla pod kulturom crnoga jasena s većom količinom listinca, nešto manje pod kulturom hrasta medunca, primorskoga bora, bijeloga graba i atlaskoga cedra, a najmanje pod kulturom crnoga bora. Isto se tako i kalija nalazi najviše u tlima pod kulturom crnoga jasena, a najmanje pod kulturom crnoga i primorskoga bora. Ova istraživanja ukazuju na iznimnu važnost hraniva u tlu. Biljkama je naime potrebno 17 biogenih elemenata u pristupačnom obliku za rast (Brady 1984, Lopez-Serrano i dr. 2005).

Topić (1999) utvrđuje da crni bor u prostirci ima manji postotak dušika, fosfora i kalija od ostalih istraživanih vrsta (crni jasen, crni grab, medunac), no većom produkcijom listinca kompenzira taj nedostatak; 16,68 t/ha šumske prostirke u suhom stanju. Također Topić (1992) navodi za crni bor količinu lisne mase od 8,1 do 22,1 t/ha na pokusnim plohama osnovanim 1958. godine na području šumarije Sinj, lokalitet Klačine. Na istraživanom području također je utvrđena veća količina šumske prostirke (najviše vrijednosti za istraživane sastojine iznosile su 26,15 t/ha, 31,04 t/ha i 32,40 t/ha).

Šumska prostirka je također jedan od pokazatelja melioracijskog učinka. Prema stupnju razgradnje šumska prostirka se može razdvojiti na tri podhorizonta ili sloja. OL ili listinac (površinski sloj) u kojem se jasno razlikuju dijelovi biljaka. OF u kojem su biljni ostaci fragmentirani, dijelom razgrađeni i transformirani. OH u kojem su organski ostaci humificirani i ne raspoznaje se njihova struktura. Prema Martinoviću (1969) u šumskoj su prostirci nagomilane relativno velike količine biogenih elemenata i zadatak je šumsko uzgojnih mjera da reguliraju njihovo racionalno iskorištavanje od strane šumskog drveća. Šumska prostirka predstavlja prirodno organsko gnojivo zastupljeno svim hranidbenim elementima koje zahtijeva šumsko drveće. Šumska prostirka važan je činitelj reguliranja hidroloških uvjeta tla, smanjuje evaporaciju i povećava infiltracijsku sposobnost oborinske vode, te povoljno djeluje na temperaturne odnose u tlu. Usko je povezana s općim stanjem humusa u tlu, a njen sastav i svojstva zavise o mnogim čimbenicima i procesima. U području krša posebno je izražen faktor tvorbe tla. Osim što s klimatskim uvjetima djeluje kao bioklimatski faktor, vegetacijski pokrov i neposredno utječe na genezu i evoluciju tla,

podržavajući progresijski pravac evolucije tala (Martinović 1987). U sredozemnom području krša potrebno je istaknuti činjenicu da šumska prostirka ima dominantnu ulogu u zapaljenju, odnosno nastanku šumskog požara, ponašanju požara te ekološkim posljedicama požara (Kreye i dr. 2014; Bakšić, 2017).

Očuvana šumska vegetacija važna je za konzervaciju i zaštitu tla od erozije. Jak utjecaj šumske vegetacije na genezu i evoluciju tala očituje se također u tvorbi organskog horizonta tla. Otpalo lišće pojedinih vrsta drveća različito utječe na hranidbeni režim tla. Prosječna količina šumske prostirke na pokusnim plohama crnog bora u G.J. Borovača i G.J. Moseć-Srnohor iznosi 20,10 t/ha, najveća količina iznosi 32,4 t/ha, a najmanja 2,98 t/ha. Bakšić (2017) je utvrdila primjerice da u sastojinama dalmatinskog crnog bora (debljinski razred 0-50 cm) na otoku Braču količine šumske prostirke u svim podhorizontima 25,3 t/ha. Količina raste sa starošću sastojine. Ti podaci usporedivi su s istraživanjima iz Grčke gdje je utvrđeno da crni bor starosti 40 godina ima prosječnu količinu od 41 t/ha na boljem staništu, odnosno 31 t/ha na lošijem staništu (Kavvadias i dr. 2001). U sastojinama hrasta medunca na istraživanom području količina je značajno manja i iznosi maksimalno 10,1 t/ha, odnosno minimalno 2,16 t/ha, prosječno 5,04 t/ha. U svom radu Barčić (2007) navodi veću produkciju šumske prostirke u prirodnim sastojinama gdje se količine kreću od 6 do 28 t/ha, dok se u šumskim kulturama kreću od 2-23 t/ha.

Šumsko se drveće, zavisno o biološkim svojstvima, ekološkim zahtjevima i nekim drugim čimbenicima različito ponaša u procesu biološkog kruženja (dušika i mineralnih elemenata) koje teče u sustavu izmjene tvari tlo-biljka-prostirka-tlo (Martinović 2003). Stoga i postoje značajne razlike u proizvodnoj vrijednosti i meliorativnoj sposobnosti glede plodnosti šumskih tala pojedinih vrsta šumskog drveća. Dobivenim rezultatima u sastojinama hrasta medunca na kalcikambisolu utvrđene su vrijednosti dušika u rasponu od 0,26-0,40 %. Za područje Makarske i područje Dubrovnika Martinović (2003) na kalcikambisolu sastojine hrasta medunca sa bjelograbićem imaju vrijednosti 0,45% (Dubrovnik), odnosno 0,29-0,40% (Makarska). Rezultati na plohama u G.J. Borovača i G.J. Moseć-Srnohor ukazuju da je najmanja količina dušika u mladim sastojinama crnog bora (0,06 % - 0,28 %), dok je u sastojinama hrasta medunca najveća i kreće se od 0,26 % - 0,4 %. Dobivene vrijednosti su pokazale kako za sadržaj ukupnog dušika možemo utvrditi da se radi o rasponu tala od siromašnih ukupnim dušikom (0,06%) do tala bogatih ukupnim dušikom (0,40%). U svom

radu Topić (1999) navodi najmanju vrijednost za crni bor kod prvih mjerenja 1977. godine gdje je starost sastojine 19 godina od 0,11 % te najveću izmjerenu 13 godina kasnije od 0,20 % (starost sastojine 32 godine).

Vrijednost ugljika za crni bor na pokusnoj plohi Klačine u ranije navedenim mjerenjima iznosila je minimalno 1,79 % (1977. godine) i najviše 3,14 % (1990. godine) dok je u mladim sastojinama crnog bora na području šumarije Split i šumarije Drniš najmanja vrijednost 1,58 %, a najveća u starim sastojinama 5,09 %. U sastojinama hrasta medunca na području šumarije Split i šumarije Drniš mjerenja su pokazala najveće vrijednosti od 5,36 %, dok je na pokusnoj plohi u Klačinama taj iznos varirao od minimalno 1,81 % do najviše 3,57 %.

Reakcija tla (pH u H<sub>2</sub>O) na istraživanim plohama u G.J. Moseć-Srnohor kreće se od osrednje kiselosti 5,6 do slabo alkaličnih 7,7 dok je prema Martinoviću (2003) za područje Makarske vrlo slabo kiselo 6,5 - 6,7 i područje Dubrovnika neutralno 7,1. Otprilike iste vrijednosti su i kod pokusne plohe Klačine i kreće se za crni bor od slabo kisele 6,1 do vrlo slabo kisele vrijednosti 6,7, a za hrast medunac od vrlo slabo alkalične 7,3 do slabo alkalične vrijednosti 7,7.

Sadržaj humusa u tlu na istraživanom području Drniša kretao se u postocima od 6,9% - 9,1%; što je jako humozno. Na području Makarske sadržaj je bio u sličnim granicama i kretao se od 6,4 - 9,8%, a za područje Dubrovnika (Martinović, 2003) značajno veći 12,2% što je vrlo jako humozno. Topić (1999) bilježi minimalne količine za crni bor od minimalno 3,0 % do maksimalno 5,4 %, a za hrast medunac 3,11 % - 6,17 %.

U tlu šumskih ekoloških sustava udjel dušika češće se koristi za iskazivanje kakvoće tla pomoću odnosa udjela ugljika i dušika. Na istraživanim plohama taj odnos C:N je u rasponu od 9,88 do 26,33 što se može smatrati povoljnim u biljnohranidbenom i ekološkom smislu. U svom radu Barčić (2007) za sastojine crnoga bora, šumske kulture i prirodne sastojine, navodi odnos C:N u vrijednostima od 6,99 do 15,43.

Odnos C:N za područje Dubrovnika (Martinović 2003) u šumi hrasta medunca i bjelograbića je 15,8, dok je za područje Makarske, po istom autoru u rasponu od 12,9 - 14,4. Na području Klačina odnos C:N za crni bor bio je u rasponu od 14,1 do 17,0, a za hrast od 14,6 do 17,0 (Topić, 1999).

U melioracijskom smislu pozitivan edafski učinak i značajne geokemijske promjene teško je očekivati radi velike varijabilnosti. Ako se uzme u obzir jedan važan problem, a to je koncentracija i odnosi mineralnih oblika dušika u tlu; dosadašnje spoznaje upućuju da na tu dinamičnu pojavu utječu različiti čimbenici. Od klime (mikrokline), žive i mrtve organske tvari, mikroorganizama, reakcije tla, vlage tla, strukture sastojine i požara. Prema Martinoviću (2003) stanje ukupnog dušika u uskoj je vezi sa stanjem humusa u tlu, a 99% dušika šumskih tala može biti ugrađeno u visoko molekularne humusne tvari.



## 5. ZAKLJUČAK

Temeljem dobivenih rezultata možemo reći kako meliorativni zahvati sadnje crnoga bora vrlo dobro simuliraju prirodne procese sukcesije na istraživanim staništima. To se očituje već i u generalnom trendu kretanja broja biljnih vrsta, kao i u promjenama u flornom sastavu istraživanih ploha.

Iz analize flornoga sastava jasno se uočava sukcesijski niz od otvorenih staništa, preko mladih, pa srednjedobnih i starih kultura crnoga bora do sastojina hrasta medunca.

Na otvorenim staništima prevladavaju heliofilne vrste kamenjarskih pašnjaka, a njihov broj i pokrovnost se odmakom sukcesije značajno smanjuje.

U mladim kulturama crnog bora pojavljuje se veliki broj drvenastih vrsta sveze *Ostryo-Carpinion orientalis* i reda *Quercetalia pubescentis*, čiji broj i pokrovnost se sa starošću povećava. U srednjedobnim kulturama se već pojavljuju vrste koje su uglavnom ograničene na šumska staništa istraživanoga područja, a njihov broj se povećava u starim kulturama crnoga bora. To sve ukazuje na procese progresivne sukcesije prema šumama hrasta medunca i bijeloga graba.

Prema flornom sastavu se većina srednjedobnih, a osobito stare kulture crnoga bora približila sastojinama hrasta medunca na tome području.

Analiza funkcionalnih značajki biljaka ukazuje na ubrzanu sukcesiju u kulturama crnoga bora. Tako se se već mlade i srednjedobne kulture crnoga bora po funkcionalnim značajkama približavaju sastojinama hrasta medunca sa značajnim smanjenjem udjela terofita, povećanjem udjela fanerofita, smanjenjem udjela vrsta sa skleromorfnim listovima i smanjenjem udjela ruderalnih biljaka i biljaka prilagođenih na stresna staništa.

Ekološke indikatorske vrijednosti (EIV) izračunate na temelju flornoga sastava također ukazuju kako meliorativni zahvati sadnje crnoga bora vrlo dobro simuliraju prirodne procese sukcesije prema sastojinama hrasta medunca. Tako se sa starošću šumskih kultura crnoga bora smanjuju EIV vrijednosti za količinu svjetlosti u sastojinama, a povećavaju EIV vrijednosti za vlagu i količinu hraniva u tlu.

Sve analizirane ekološke indikatorske vrijednosti u starim kulturama crnoga bora se izjednačavaju s vrijednostima u sastojinama hrasta medunca.

Kemizam tla, osim vegetacije ukazuje također na meliorativne učinke crnog bora kroz količinu biogenih elemenata i humusa u tlu kao i pH vrijednost tla. Tako uočavamo da se pH vrijednost u borovim kulturama smanjuje sa starošću sastojina, dok je u hrastovim sastojinama najmanja. Nadalje, količina ugljika povećava se od mladih i srednjedobnih do starih te je u sastojinama hrasta medunca najveća, dok je količina humusa u tlu najmanja u mladim kulturama i na otvorenom staništu, a povećava se prema starim borovim kulturama i sastojinama hrasta medunca. Odnos ugljika i dušika je uglavnom zadovoljavajući, osim manje na otvorenom staništu.

Količina šumske prostirke očekivano je veća u kulturama crnog bora, nego u sastojinama hrasta medunca. Vrijednosti količine šumske prostirke u kulturama crnog bora su vrlo varijabilne.

Navedeno ide u prilog pozitivnom učinku crnoga bora na stanište i zaključku kako šumske kulture crnoga bora potiču progresivnu sukcesiju vegetacije na istraživanom području.

## 6. LITERATURA

- Anić, M., 1957: Crni bor u sjevernom Velebitu. Glasnik za šumske pokuse 13: 461-508.
- Bajić, A., V. Vučetić, 1994: Osnovne termičke i oborinske prilike na području Hrvatske. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 66 str.
- Bakšić, N., 2017: Vlažnost mrtvog šumskog goriva kao čimbenik nastanka požara (disertacija). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 108 str.
- Barčić, D., 2007: Odnosi stanišnih čimbenika u sastojinama crnoga bora (*Pinus nigra* J.F. Arnold) u Hrvatskom primorju i u Istri (disertacija). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 115 str.
- Barčić, D., Ž. Španjol, R. Rosavec, 2011: Utjecaj na stanište i razvoj šumskih kultura crnog bora (*Pinus nigra* J.F. Arnold) na krškom submediteranskom području. Croatian Journal of Forest Engineering 32(1): 131-140.
- Bergner, A., 2015: Influences of forest type and habitat structure on bird assemblages of oak (*Quercus* spp.) and pine (*Pinus* spp.) stands in southwestern Turkey. Forest Ecology and Management 336: 137-147.
- Bertović, S., J. Martinović, 1987: Odnos tla i vegetacije. U: Šumarska enciklopedija 3, Zagreb, 489-491 str.
- 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, str. 352-355.
- Brady, N.C., 1984: The nature and properties of soils, ninth ed. MacMillan Publishing Co. Inc., New York.
- Braun-Blanquet, J., 1964: Pflanzensoziozoologie. Springer Verlag, Wien, 865 pp.
- Butorac, L., V. Topić, G. Jelić, 2009: Površinsko otjecanje oborina i gubici tla u opožarenim kulturama alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) na koluviju. Šumarski list 133(3-4): 165-174.
- Butorac, L., 2011: Uloga i značaj šumske vegetacije na kršu u zaštiti tla od erozije (disertacija). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1-154.
- Castro, H., V. Lehsten, S. Lavorel, H. Freitas, 2010: Functional response traits in relation to land use change in Montado. Agriculture, Ecosystems & Environment 137: 183-191.
- Chytrý, M., I. Sedláková, L. Tichý, 2001: Species richness and species turnover in a successional heathland. Applied vegetation science 4(1): 89-96.

- Cramer, V. A., R. J. Hobs, 2007: Old fields: dynamics and restoration of abandoned farmland. Island Press, Washington.
- Díaz, S., M. Cabido, M. Zak, C. E. Martínez, J. Aranibar, 1999: Plant functional traits, ecosystem structure and land-use history along a climatic gradient in central-western Argentina. *J. Veg. Sci.* 10: 651–660.
- Díaz, S., S. Pérez-Harguindeguy, F. Vendramini, S. Basconcelo, G. Funes, D. Gurvich, M. Cabido, J. H. C. Cornelissen, V. Falczuk, 1999a: Plant traits as links between ecosystem structure and functioning. *Proceedings of the VI-th International Rangeland Congress*, vol. 2, 896–901. Townsville (Queensland), Australia.
- Díaz, S., M. Cabido, 2001: Vive la difference: Plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends Ecol. Evol.* 16: 646-655.
- Dierschke, H., 1994: *Pflanzensoziologie*. Ulmer, Stuttgart, 686 str.
- Domac, R., 1994: *Flora Hrvatske. Priručnik za određivanje bilja*. Školska knjiga, Zagreb.
- Durbešić, A., 2009: *Utjecaj geološke podloge na vegetacijske značajke predjela Borovača-Muč na južnim padinama Svilaje (magistarski rad)*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1-141.
- Feoli, E., M. Scimone 1981: Gradient analysis in the spontaneous reforestation process of the karst region. *Gortania, Atti Mus. Friuli Stor. Nat.*, Udine, 3: 143-162.
- Filcheva, E., M. Noustorova, Sv. Gentcheva-Kostadinova, M. J. Haigh, 2000: Organic accumulation and microbial action in surface coal-mine spoils Pernik, Bulgaria. *Ecological Engineering* 15(1-2): 1-15.
- Franjić, J., Ž. Škvorc, 2010: *Šumsko drveće i grmlje Hrvatske*. Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet. Zagreb 432 str.
- Garnier, E., J. Cortez, G. Bille`s, M-L. Navas, C. Roumet, M. Debussche, G. Laurent, A. Blanchard, D. Aubry, A. Bellmann, C. Neill, J. P. Toussaint 2004: Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. *Ecology* 85: 2630–2637.
- Gegout, J., F. Houllier, 1996: Canonical correspondence analysis for forest site classification. A case study. *Annales des sciences forestieres* 53(5): 981-990.
- Gračanin, M., 1987: Pedogenetski procesi. U: *Šumarska enciklopedija* 3, JLZ, Zagreb, str. 476-496.
- Gračan, J., S. Matić, M. Ivanković, M. Oršanić, 2011: *Šume hrvatskog Sredozemlja*, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str 359-368.

- Graham R.T., A.E. Harvey, M.F. Jurgensen, 1989: Effects of site preparation on survival and growth of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco.) seedlings. *New Forests* 3:89-98.
- Grime, J. P., 2001: *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*, 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
- Harmsen, J. R.W., H. Eijsackers, 2005: Bioavailability: concept for understanding or tool for predicting? *Land. Con. Reclam.* 13: 161-171.
- Hennekens S. M., J.H.J. Schaminée, 2001: TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *J. Veg. Sci.* 12: 589-591.
- Javorka, S., V. Csapody, 1991: *Iconographia florae partis Austro-orientalis Europae centralis*. Akademiai Kiado, Budapest.
- Jedlowski, D., 1960: Plan kompleksne melioracije područja Općine Muć, Šumarija Split.
- Jírová, A., A. Klaudivová, K. Prach, 2012: Spontaneous restoration of target vegetation in old fields in a central European landscape: a repeated analysis after three decades. *Applied Vegetation Science* 15: 245-252.
- Lepš, J., P.Šmilauer 2007: Subjectively sampled Vegetation data: Don't Throw Out the Baby with the Bath water. *Folia Geobotanica* 42, str.169-178.
- Loreau M., S. Naeem, P. Inchausti, J. Bengtsson, J.P. Grime, A. Hector, D.U. Hooper, M.A. Huston, D. Raffaelli, B. Schmid, D. Tilman, D.A. Wardle 2001: Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294: 804-808.
- Kajba, D., J. Gračan, S. Bogdan, M. Ivanković, 2011: Dostignuća na oplemenjivanju vrsta drveća sredozemnih šuma. *Šume hrvatskoga Sredozemlja*, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb str. 339.
- Kavvadias, V.A., D. Alifragis, A. Tsiontsis, G. Brofas, G. Stamatelos, 2001: Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in northern Greece. *Forest Ecology and Management* 144: 113-127.
- Kleyer, M. 1999: Distribution of plant functional types along gradients of disturbance intensity and resource supply in an agricultural landscape. *J. Veg. Sci.* 10: 697-708.
- Klotz, S., I. Kühn, W. Durka, 2002: BIOLFLOR - Eine Datenbank zu biologisch-ecologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 38, str. 333, Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

- Kreye, J.K., J.M. Varner, C.J. Dugaw, 2014: Spatial and temporal variability of forest floor duff characteristics in long-unburned *Pinus palustris* forests. *Canadian Journal of Forest Research* 44, 1477-1488.
- Krstinić, A., Ž. Borzan, J. Gračan, I. Trinajstić, D. Kajba, F. Mrva, M. Gradečki, 1992: Oplemenjivanje šumskog drveća. Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet sveučilišta u Zagrebu, Hrvatske šume–javno poduzeće za gospodarenje šumama i šumskim zemljištem Republike Hrvatske. str. 109
- Krstonošić, D., 2013: Sukcesija vegetacije na mezofilnim i kserofilnim travnjacima slavonskoga gorja (disertacija). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1-259.
- Lauault, F., V.D. Pillar, J. Aúfi-Ere, E. Gamier, J. F. Soussana 2005: Plant traits and functional types in response to reduced disturbance in a semi-natural grassland. *J. Veg. Sci.* 16: 151-160.
- Lavorel, S., S. McIntyre, J. Landsberg, T.D.A. Forbes 1997: Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends Ecol. Evol.* 12: 474–478.
- Lavorel, S., B. Touzard, J-D. Lebreton, B. Clément 1998: Identifying functional groups for response to disturbance in an abandoned pasture. *Acta Oecol.* 19: 227–240.
- Lepš, J., P. Šmilauer 2007: *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Liber, Z., T. Nikolić, B. Mitić, Z. Šatović, 2003: RAPD markers and black pine (*Pinus nigra* Arnold) intraspecies taxonomy - Evidence from the study of nine populations. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 72(3): 249-257.
- Loreau M., S. Naeem, P. Inchausti, J. Bengtsson, J.P. Grime, A. Hector, D.U. Hooper, M.A. Huston, D. Raffaelli, B. Schmid, D. Tilman, D.A. Wardle 2001: Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294: 804-808
- López-Serrano, F.R. J. de las Heras, A.I. González-Ochoa, F.A. García-Morote, 2005: *Forest Ecology and Management* 210: 321–336.
- Matas, M., 2009: Krš Hrvatske, Geografsko društvo Split, 264 str.
- Matić, S, I. Anić, M. Oršanić, 1997: Podizanje, njega i obnova suma kao temeljni preduvjeti ekološkog, društvenog i gospodarskog napretka Mediterana. *Šumarski list* 121(9-10): 463-472.

- Matić, S., 2007: Zahvati njege i obnove kao načini pridobivanja drva za energiju i povećanja kvalitete šuma u Hrvatskoj. Zbornik radova sa znanstvenog skupa „Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije“, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 17-41, Zagreb
- Martinčič, A., Wraber, T. Jogan, N. Ravnik, V. Podobnik, A. Turk, B. Vreš, 1999: Mala Flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk. Ljubljana, Tehniška Založba Slovenije, 845 str.
- Martinović, J., 1969: Prilog poznavanju promjena plodnosti tla pod utjecajem šumskog drveća. Šumarski list 93(7-8): 242-25.
- Martinović, J., 1987: Šumska tla. Šumarski list 111(7-9): 391-402.
- Martinović, J., 2000: Tla u Hrvatskoj. Državna Uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb, 250 str.
- Martinović, J., 2003: Gospodarenje šumskim tlima u Hrvatskoj, Šumarski institut Zagreb, str 525.
- McIntyre, S., S. Lavorel, R.M. Trémont 1995: Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. J. Ecol. 83: 31-44.
- Nikolić, T., (ur.) 2017: Flora Croatica baza podataka. On-Line (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Botanički zavod, Prirodoslovno–matematički fakultet, Zagreb.
- Nunes, A., A. Figueiredo, A. Almeida, 2012: The effects of farmland abandonment and plant succession on soil properties and erosion processes: a study case in central of Portugal. Revista de Geografia e Ordenamento do Território 2. Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, 165-190.
- Oksanen, J., R. Kindt, P. Legendre, R. B. O'Hara, 2006: Vegan: community ecology package version 1.6-100. <http://cran.r-project.org/>.
- Osbornová, J. M., J. Kovářová, J. Lepš, K. Prach 1990: Succession in abandoned fields: Studies in Central Bohemia, Czechoslovakia. Kluwer, Dordrecht.
- Paušić, A., A. Čarni, 2012: Functional response traits and plant community strategy indicate the stage of secondary succession. Hacquetia 2: 171-275.
- Pernar, N., D. Bakšić, Ž. Španjol, 1999: Neke značajke humizacije u borovim kulturama na otoku Rabu. Šumarski list 123(3-4): 101-108.
- Pickett, S.T.A., M. L. Canham, 2005: Vegetation dynamics. U: Maarel van der, E. (ur.) Vegetation Ecology, Blackwell Publishing.

- Pignatti, S., 1982: Flora d'Italia vol. 1-3. Bologna, Edagricole.
- Pignatti, S., 2005: Valori di bioindicazione delle piante vascolari della flora d'Italia. *Braun-Blanquetia* 39: 1-97.
- Prach, K., P. Pyšek, V. Jarošík, 2007: Climate and pH as determinants of vegetation succession in Central European man-made habitats. *Journal of Vegetation Science* 18: 701-710.
- Pravilnik o popisu stanišnih tipova, karti staništa te ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima (NN 88/14), [http://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014\\_07\\_88\\_1782.html](http://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_07_88_1782.html)
- Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Borovača za razdoblje od 2014-2023
- Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Moseć–Srnohor za razdoblje 2007-2016 god.
- Prpić, B., I. Tikvić, M. Idžojtić, Z. Seletković, 2011: Ekološka konstitucija, općekorisne funkcije i ugroženost šuma. Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb 243-269 str.
- Rauš, Đ., M. Glavaš; N. Komlenović; A. P. B. Krpan; A. Krstinić; S. Matić; Š. Meštrović, 1992: Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet u Sveučilišta Zagrebu, str. 348.
- Řehouňková, K., K. Prach, 2010: Life-history traits and habitat preferences of colonizing plant species in long-term spontaneous succession in abandoned gravel-sand pits. *Basic and Applied Ecology* 11: 45-53.
- Rothmaler, W., 2000: Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 3. Spektrum, Berlin.
- STATSOFT, INC. 2007: Statistica (data analysis software system), version 7.1. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Šarić, I., 2008: Analiza strukture i kvalitete prirodnog pomladka dalmatinskog crnog bora (*Pinus nigra* Arnold ssp. *dalmatica* /Vis./ Franco). Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Škorić, A., 1982: Priručnik za pedološka istraživanja. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb
- Španjol, Ž., D. Barčić, R. Rosavec, D. Ugarković, 2006: Ameliorative role of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) in regeneration of climazonal vegetation. *Periodicum biologorum* 108(6): 655-662.
- Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske za razdoblje 2016. – 2025., Zagreb.
- Ter Brakk, C. J. F. 1986: Canonical correspondence analysis: an eigen vector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167-1179.



- Ter Braak, C. J. F., P. Šmilauer 2002: CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide. Soft. for Canonical Community Ord. (ver. 4.5). Microcomputer Power, Ithaca.
- Tichý, L., 2002: JUICE, software for vegetation classification. J. Veg. Sci. 13: 451-453.
- Tiscar, P. A., J. C. Linares, 2007: *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* Forests from south Spain: using structure and process information to guide management. U: Frisiras, C. T. (ur) Pine Forestes: Types, Threats and Management. Nova science Publishers, Inc.
- Topić, V., 1992: Količina i kemizam šumske prostirke pod nekim šumskim kulturama na kršu. Šumarski list 116(9-10): 407-414.
- Topić, V., I. Leko, 1987: Erozija i bujice na krškom području Dalmacije. Prvo jugoslavensko savjetovanje o eroziji i uređenju bujica, Beograd, 29-38.
- Topić, V., 1995: Utjecaj šumske vegetacije na suzbijanje erozije u bujičnim slivovima mediteranskog područja Hrvatske. Šumarski list 119(9-10): 299-303.
- Topić, V., 1999: Melioracijski učinci šumskih kultura na kršu u odnosu na pedosferu. Šumarski list 123(9-10): 411-422.
- Topić, V., 2003: Šumska vegetacija na kršu kao značajan čimbenik zaštite tala od erozije. Šumarski list 127(13): 51-63.
- Topić, V., L. Butorac, 2005: Utjecaj šikare bijelog graba (*Carpinus orientalis* Mill.) na zaštitu tla od erozije u Hrvatskoj. Šumarski list 129: 40-50.
- Trinajstić, I., 1986: Fitogeografsko rasčlanjenje šumske vegetacije istočnojadranskog sredozemnog područja - polazna osnovica u gospodarenju mediteranskim šumama. Glasnik za šum. pokuse, pos. izd 2. 53-67.
- Trinajstić, I., 1995: Plantgeographical division of forest vegetation of Croatia. Annales Forestales 20: 37-66.
- Trinajstić, I., 1996: Fitocenološke značajke primorskih bukovih šuma (*As. Seslerio automnalis-Fagetum* /Ht./ M. Wraber) u Hrvatskoj. U: Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava: str. 365-376, Šumarski fakultet Zagreb i Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb
- Trinajstić, I., 1998: Nomenklaturno-sintaksonomska revizija submediteranskih šuma crnoga bora (*Pinus nigra* Arnold) u Hrvatskoj. Šumarski list 122(3-4): 147-154.
- Trinajstić, I., 2011: Fitogeografska raščlanjenost biljnoga pokrova. Šume hrvatskoga Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb s. 182

- Tutin, T. G., V. H. Heywood, N. A. Burges, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb, 1964-1980: Flora Europaea 1-5. Cambridge University Press. Cambridge.
- Vallejo, V. R., S. Bautista, J. Cortina, 2000: Restoration for soil protection after disturbances. U: Trabbaud, L. (ur.): Life and Environment in Mediterranean, Advances in Ecological Sciences 3, WIT press, Boston, str. 301-343.
- Van Breugel, M., F. Bongers, M. Martinez-Ramos, 2007: Species Dynamics During Early Secondary Forest Succession: Recruitment, Mortality and Species Turnover. Biotropica 35(5): 610-619.
- Van der Maarel, E. 1979: Transformation of Cover-abundance values in Phytosociology and its effects on Community Similarity. Vegetatio 39: 97-114.
- Vidaković, M., 1977: Some morphological characteristic of *xPinus nigrosylvis* (*Pinus nigra* x *Pinus sylvestris*). Ann. Forest 8: 15-27.
- Vidaković, M., J. Franjić, 2004: Golosjemenjače. Sveučilište u Zagrebu. Šumarski fakultet. Zagreb, 823 str.
- Vukadinović, V., Z. Lončarić, 1998: Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet Osijek, str. 292.
- Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj Zagreb, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str 310.
- Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet i Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, str. 403
- Woodward, F. I., W. Cramer 1996: Plant functional types and climatic changes - Introduction. J. Veg. Sci. 7(3): 306-308.
- Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13)

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Srednje mjesečne vrijednosti temeperature zraka (°C) za razdoblje 1981.-2010. godine.....	6
Tablica 2. Srednje sezonske vrijednosti temeperature zraka (°C) za razdoblje 1981.-2010. godine.....	6
Tablica 3. Srednje min. temp. zraka (°C) s godinom kada su zabilježene u razdoblju od 1981.-2010. godine.....	7
Tablica 4. Srednje maksimalne temp. zraka (°C) s godinom kad su zabilježene u razdoblju od 1981.-2010. god.....	7
Tablica 5. Srednje mjesečne vrijednosti količine oborina (mm) za razdoblje 1981.-2010. godine.....	8
Tablica 6. Srednje sezonske vrijednosti količine oborina (mm) za razdoblje 1981.-2010. godine.....	9
Tablica 7. Srednja mjesečna i godišnja relativna vlaga (%) za razdoblje 1981.-2010. godine.....	11
Tablica 8. Srednja relativna vlažnost zraka (%) po godišnjim dobima za razdoblje 1981.-2010. godine.....	11
Tablica 9. Srednji mjesečni broj dana s mrazom za razdoblje 1981.- 2010. godine.....	12
Tablica 10. Srednji broj dana sa tučom za razdoblje 1981.- 2010. godine.....	12
Tablica 11. Srednji broj dana sa sugradicom za razdoblje 1981.- 2010. godine.....	12
Tablica 12. Stanje površina šuma i šumskih zemljišta prema namjeni za razdoblje od 2013.-2023. godine.....	31
Tablica 13. Iskaz površina po uređajnim razredima sa pripadajućom drvnom zalihom i godišnjim tečajnim prirastom za G.J. Borovača u razdoblju od od 2013.-2023. godine.....	32

Tablica 14. Iskaz površina za G.J. Borovača za razdoblje od 2004.-2013. godine i 2014.-2023. godine.....	33
Tablica 15. Sadašnje stanje drvene zalihe i usporedba s prethodnim stanjem.....	33
Tablica 16 .Iskaz površina za G.J. Moseć-Srnohor za razdoblje od 2004.-2013. godine .....	34
Tablica 17 Sadašnje stanje drvene zalihe i usporedba s prethodnim stanjem.....	35
Tablica 18 Iskaz površina po uređajnim razredima sa pripadajućom drvnom zalihom i godišnjim tečajnim prirastom.....	35
Tablica 19 Karakteristike istraživanih ploha.....	50
Tablica 20. Analitička tablica vegetacijskih snimki otvorenih staništa. ....	56
Tablica 21. Analitička tablica vegetacijskih snimki mladih kultura crnoga bora. ....	58
Tablica 22. Analitička tablica vegetacijskih snimki srednjedobnih kultura crnoga bora.....	61
Tablica 23. Analitička tablica vegetacijskih snimki starih kultura crnoga bora. ....	63
Tablica 24. Analitička tablica sastojina hrasta medunca.....	65
Tablica 25. Udio životnih oblika po tipu sastojina.....	69
Tablica 26. Životni vijek biljaka po tipu sastojina .....	70
Tablica 27. Udio vrsta u grupama sastojina temeljeno na anatomiji lista.....	71
Tablica 28. Analiza uzoraka tla.....	76
Tablica 29. Sadržaj dušika po tipovima sastojina .....	78
Tablica 30. pH tla u H <sub>2</sub> O.....	79
Tablica 31.pH u MKCl-u.....	80

Tablica 32. Sadržaj fosfora.....	81
Tablica 33. Sadržaj kalija.....	82
Tablica 34. Sadržaj humusa.....	83
Tablica 35. Sadržaj ugljika.....	84
Tablica 36. Odnos C/N.....	85
Tablica 37. Sadržaj CaCO <sub>3</sub> .....	86
Tablica 38. Količina šumske prostirke na plohama.....	89
Tablica 39. Prikaz količine šumske prostirke po grupama sastojina.....	90

**POPIS SLIKA**

Slika 1. Položaj G.J. Borovača i G.J. Moseć Srnobar (Izvor: Odjel za uređivanje UŠP Split). 4	4
Slika 2. Walterov klimadijagram za meterološku postaju Drniš..... 9	9
Slika 3. Walterov klimadijagram za meterološku postaju Sinj. .... 10	10
Slika 4. Ruža vjetrova za meterološku postaju Drniš za razdoblje od 1981.-2010. godine. .... 13	13
Slika 5. Ruža vjetrova za meterološku postaju Sinj za razdoblje od 1981.-2010. godine. .... 14	14
Slika 6. Degradacijski oblik zajednice hrasta medunca i bjelogabića (foto A. Slamić). .... 22	22
Slika 7. G.J. Moseć-Srnobar, šuma hrasta medunca i bijeloga graba ( <i>Quercus pubescenti-Carpinetum orientalis</i> Horvatić 1939). .... 24	24
Slika 8. Prikaz istraživanih lokaliteta na području G.J. Moseć-Srnobar; Šumarija Drniš ..... 49	49
Slika 9. Prikaz istraživanih lokaliteta u G.J. Borovača; Šumarija Split ..... 49	49
Slika 10. Shematski prikaz uzimanja uzoraka tla i šumske prostirke ..... 52	52
Slika 11. Prosječan broj vrsta po grupama sastojina. .... 55	55
Slika 12. Ordinacijski CA dijagrama analiziranih vegetacijskih snimki. .... 68	68
Slika 13. Grafički prikaz udijela životnih oblika po tipu sastojine. .... 70	70
Slika 14. Grafički prikaz udijela vrsta u sastojinama temeljem anatomije lista. .... 71	71
Slika 15. Udio biljaka s obzirom na CSR strategiju u istraživanim sastojinama. .... 72	72
Slika 16. Grafički prikaz prosječnih EIV za reakciju tla..... 73	73
Slika 17. Grafički prikaz prosječnih EIV za količinu hranjiva u tlu. .... 73	73
Slika 18. Grafički prikaz prosječnih EIV za svjetlo..... 74	74

Slika 19. Grafički prikaz prosječnih EIV za temperaturu. ....	74
Slika 20. Grafički prikaz prosječnih EIV za vlagu.....	75
Slika 21. Grafički prikaz sadržaja dušika po grupama sastojina.....	78
Slika 22. Grafički prikaz pH u vodi po tipu sastojina. ....	79
Slika 23. pH u MKCl-u. ....	80
Slika 24. Sadržaj P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	81
Slika 25. Grafički prikaz sadržaja kalija po tipu sastojina. ....	82
Slika 26. Grafički prikaz sadržaja humusa. ....	83
Slika 27. Grafički prikaz sadržaja ugljika po grupama sastojina. ....	84
Slika 28. Grafički prikaz odnosa C/N po grupama sastojina. ....	85
Slika 29. Grafički prikaz sadržaja CaCO <sub>3</sub> .....	86
Slika 30. Grafički prikaz povezanosti tla i vegetacije.....	87
Slika 31. Grafički prikaz količine šumske prostirke po grupama sastojina. ....	90

## **POPIS PRILOGA**

Fitocenološka karta za G.J. Moseć-Srnobor i G.J. Borovača

Pedološka karta za G.J. Moseć-Srnobor i G.J. Borovača

Karta uređajnih razreda za G.J. Moseć-Srnobor i G.J. Borovača



## ŽIVOTOPIS

Ankica Čović rođena je 09. siječnja 1979.godine u Splitu. Nakon završene srednje škole, 1998. godine upisuje Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu gdje je diplomirala u veljači 2004. godine.

Od siječnja 2006. godine, nakon odrađenog pripravničkog staža, zaposlena je u Hrvatskim šumama d.o.o. Zagreb; Upravi šuma podružnici Split na različitim poslovima - revirnika, upravitelja šumarije, rukovoditelja odjela.

Trenutno radi u Odjelu za ekologiju Uprave šuma podružnici Split kao stručni suradnik za zaštitu šuma.

Udana, majka trojice sinova.