

ČASOPIS ZA UNAPREĐENJE ŠUMARSTVA, HORTIKULTURE I OČUVANJA OKOLINE
JOURNAL FOR THE IMPROVEMENT OF FORESTRY, HORTICULTURE AND PRESERVATION OF THE ENVIRONMENT

naše our forests šume

usitfbih.ba

ISSN 2712-2190 | UDK 630

UDRUŽENJE INŽENJERA I
TEHNIČARA ŠUMARSTVA FBiH

FORESTRY ASSOCIATION OF FEDERATION
OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

76•77

Decembar · Prosinac | Godina XXII | Sarajevo, 2024.



POSEBNO IZDANJE
SPECIAL EDITION



IZDAVAČ PUBLISHER	Udruženje inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine (UŠIT FBiH) Forestry Association of Federation of Bosnia and Herzegovina
ZA IZDAVAČA FOR PUBLISHER	Vahidin Lušija, dipl.ing.šum.
RECENZENTI POSEBNOG IZDANJA ČASOPISA NAŠE ŠUME BR. 76-77 REVIEWERS OF THE SPECIAL EDITION OF THE JOURNAL OUR FORESTS NO. 76-77	Prof.dr. Sead Ivojević Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet Dr.sc. Ljubinko Rakonjac Institut za šumarstvo, Beograd
REDAKCIJA ČASOPISA EDITORIAL BOARD	Akademik Vladimir Beus, Prof. dr. Ćemal Višnjić, mr. sc. Zehra Veljović, mr. sc. Edin Mešković, mr. sc. Sabahudin Solaković, Marica Jukić, dipl. ing. šum., Amir Lemo, dipl. ing. hort., Muhamed Smailhodžić, dipl. ing. šum.
SAVJET ČASOPISA EDITORIAL COUNCIL	Prof. dr. sc. Robert Brus (Slovenija <i>Slovenia</i>), akademik Tomislav Dubravac (Hrvatska <i>Croatia</i>), dr. sc. Martina Hudler (Njemačka <i>Germany</i>), dr. sc. Ljubinko Rakonjac (Srbija <i>Serbia</i>), prof. dr. sc. Trajko Pandev (Sjeverna Makedonija <i>North Macedonia</i>)
UREDNIČKI ODBOR PO NAUČNO-STRUČNIM OBLASTIMA EDITORIAL BOARD BY SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL FIELDS	Ekologija šuma i urbanog zelenila <i>Forest Ecology and Urban Greenery</i> - prof. dr. sc. Faruk Bogunić; Uzgojanje šuma i urbanog zelenila <i>Silviculture and Urban Greenery</i> - prof. dr. sc. Sead Ivojević; Zaštita šuma i urbanog zelenila <i>Forest Protection and Urban Greenery</i> - prof. dr. sc. Osman Mujezinović; Iskorištenje šuma <i>Forest Harvesting</i> - prof. dr. sc. Dževada Sokolović; Uređivanje šuma i urbanog zelenila <i>Forest Management and Urban Greenery</i> - prof. dr. sc. Ahmet Lojo; Ekonomika, politika i organizacija šumarstva i hortikulture <i>Economics, policy and organization of Forestry and Horticulture</i> - prof. dr. sc. Sabina Delić; Planiranje i projektovanje u hortikulturi <i>Planning and Design in Horticulture</i> - prof. dr. sc. Dino Hadžidervišagić
GLAVNI UREDNIK EDITOR IN CHIEF	Akademik Sead Vojniković
TEHNIČKI UREDNIK TECHNICAL EDITOR	Azer Jamaković, dipl. ing. šum.
LEKTOR PROOFREADER	Mr.sc. Dunja Grabovac
LEKTORISANJE ENGLESKOG JEZIKA ENGLISH PROOFREADING	Prof. Zorana Goletić
GRAFIČKO UREĐENJE I DTP GRAPHIC DESIGN AND DTP	Studio Art 7, Sarajevo
FOTOGRAFIJE NA NASLOVNOJ STRANI PHOTO ON THE FRONT PAGE	Prašuma Studešnica <i>Studešnica Primeval Forest</i> (Foto: autori monografije <i>Photo: authors of the monograph</i>)
ŠTAMPA PRINTING	Štamparija Fojnica d.d. Fojnica
TIRAŽ COPY	200 primjeraka
CIJENA PRICE	Besplatan <i>Free of charge</i>

NAŠE ŠUME

Časopis za unapređenje
šumarstva, hortikulture i
očuvanja okoline

OUR FORESTS

*Journal for the improvement
of forestry, horticulture and
preservation of the
environment*

ISSN 1840 – 1678 (Print)

ISSN 2712 – 2190 (Online)

UDK 630

ADRESA REDAKCIJE ČASOPISA
ADDRESS

Redakcija časopisa
“Naše šume”

*Editorial board of Journal
“Our Forests”*

Ul. Zagrebačka 20,
71000 Sarajevo,
Bosna i Hercegovina
Tel./fax: +387 33 812 448
email: info@usitfbih.ba
Web: [https://usitfbih.ba/
casopisi/](https://usitfbih.ba/casopisi/)

NAPOMENA | NOTE

Redakcija časopisa “Naše šume” ne mora biti saglasna sa stavovima autora. Rukopisi, fotografije i CD se ne vraćaju. Članci, fotografije i recenzije se ne honoriraju. Naučni članci podliježu međunarodnoj recenziji. Recenzenti su doktori šumarskih nauka.

The Editorial board of Journal “Our Forests” may not be consistent with the attitudes of the authors. Manuscripts, photos and CDs cannot be returned. There are no fees for the articles, photos and reviews. Scientific articles are subject to international reviews. The reviewers are doctors of Forestry science.

Časopis „Naše šume“ upisan je u Registar medija u Ministarstvu obrazovanja, nauke i informisanja Kantona Sarajevo pod brojem: NMK 43/02 od 03.04.2002. godine, na osnovu člana 14. Zakona o medijima.

Journal “Our Forests” is registered at the Register of the media of the Ministry of Education, Science and Information of Sarajevo Canton under the number: NMK 43/02 from 03.04.2002. on the basis of the Article 14 Law on the media.

Časopis “Naše šume” je indeksiran u naučnim bazama podataka CAB Abstract i EBSCO

Journal “Our Forests” is indexed and abstracted in the scientific databases CAB Abstract and EBSCO

Posebna izdanja “Naše šume” br. 76-77
Special Editions “Our Forests” No. 76–77

PRAŠUMA STUDEŠNICA

strukturne, vegetacijske karakteristike,
podmlađivanje i biodivezitet

STUDEŠNICA PRIMEVAL FOREST

structural, vegetation characteristics,
regenerations and biodiversity

Prof. dr. sc. Ćemal Višnjić
Prof. dr. sc. Besim Balić
Mr. sc. Edin Mešković
Mr. šum Mehmed Čilaš
Prof. dr. sc. Sead Vojniković

RIJEČ GLAVNOG UREDNIKA | EDITOR'S WORD

NAŠE ŠUME I NAŠE PRAŠUME: OD TRADICIJE KA BUDUĆNOSTI - POVODOM OTKRIĆA "STUDEŠNICE" OUR FORESTS AND OUR PRIMEVAL FORESTS: FROM TRADITION TO THE FUTURE – ON THE OCCASION OF THE DISCOVERY OF "STUDEŠNICA"

Akademik Sead Vojniković

Časopis Naše šume prošao je kroz dugu i bogatu historiju, prateći razvoj šumarstva i društva u Bosni i Hercegovini. Još od svoga osnivanja 1947. godine, kada je izlazio pod nazivom Narodni šumar, časopis je predstavljao značajno glasilo stručne i naučne zajednice. Tokom sedamdesetih godina prošlog stoljeća preimenovan je u Šumarstvo i prerada drveta, a od 2002. godine nosi današnji naziv Naše šume. Kroz više od sedam decenija postojanja, časopis je mijenjao izgled, koncepciju i ulogu, ali mu je cilj uvijek ostao isti – biti pouzdan izvor znanja i iskustava iz oblasti šumarstva i očuvanja prirode. Uprkos brojnim promjenama i izazovima, ovo je prvi put da pred čitaocima stoji poseban broj posvećen jednom šumskom fenomenu – prašumi.

Društvene prilike, razvoj naučnih spoznaja i promjene u šumarskoj praksi oblikovali su i sadržaje našeg časopisa. U impresumu prvog broja Narodnog šumara jasno je naglašeno da je to bio „list za stručno usavršavanje pomoćnog šumarskog osoblja i propagandu šumarstva“. Kasnije, kao Šumarstvo i prerada drveta, časopis je dobio ulogu stručnog glasila namijenjenog i šumarskoj proizvodnji i drvnoj industriji. Danas, pod imenom Naše šume, njeguje se šira misija – unaprjeđenje šumarstva, hortikulture i očuvanja okoliša. Zato i nije neobično da se u duhu vremena i novih naučnih interesa pojavi i tematski broj posvećen istraživanju i zaštiti prašuma, kao jedinstvenih prirodnih fenomena.

Ako se osvrnemo na blisku prošlost, uvidamo koliko se šumarska misao mijenjala. Trapisti, koji su sredinom 19. stoljeća djelovali u Banjoj Luci, predvođeni prvim školovanim šumarom u BiH, redovnikom Ferdinandom Orthmayrom (1869), stvarali su parkove i šumske površine u duhu tadašnjeg evropskog trenda. Oko samostana sadili su domaće vrste poput crnog i bijelog bora, pitomog kestena, breze i evropskog ariša, ali i alohtone vrste: virdžinijsku borovicu, istočnu tuju, kavkasku jelu, kriptomeriju, vajmutov bor, pajasen, gledičiju, divlji kesten, crveni i crni hrast, te mno-

The journal Naše šume (Our Forests) has gone through a long and rich history, following the development of forestry and society in Bosnia and Herzegovina. Since its founding in 1947, when it was published under the name Narodni šumar (The People's Forester), the journal has represented an important publication for the professional and scientific community. During the 1970s, it was renamed Šumarstvo i prerada drveta (Forestry and Wood Processing), and since 2002 it has borne its current name Naše šume. Throughout more than seven decades of existence, the journal has changed its appearance, concept, and role, but its goal has always remained the same: to be a reliable source of knowledge and experience in the field of forestry and nature conservation. Despite numerous changes and challenges, this is the first time readers are presented with a special issue dedicated to one forest phenomenon – the primeval forest.

Social circumstances, the development of scientific knowledge, and changes in forestry practice have shaped the contents of our journal. In the imprint of the first issue of Narodni šumar, it was clearly emphasized that it was a "journal for the professional training of auxiliary forestry staff and the promotion of forestry." Later, as Šumarstvo i prerada drveta, the journal took on the role of a professional publication intended for both forestry production and the wood industry. Today, under the name Naše šume, it pursues a broader mission – the advancement of forestry, horticulture, and environmental protection. It is therefore not surprising that, in the spirit of the times and new scientific interests, a thematic issue dedicated to the research and protection of primeval forests, as unique natural phenomena, has appeared.

If we look back at the recent past, we see how much forestry thought has changed. The Trappists, who were active in Banja Luka in the mid-19th century, led by the first formally educated forester in Bosnia and Herzegovina, the monk Ferdinand Orthmayr (1869),

ge egzotične grmove. To je područje i danas poznato kao „Trapistička šuma“. U to vrijeme, prevladavala je ideja unošenja novih vrsta i oblikovanja šuma nalik parkovima. Međutim, šumarska nauka i praksa u proteklih 150 godina značajno su se promijenile. Današnji trendovi usmjereni su na očuvanje prirodnosti šuma i gospodarenje „close to nature“, uz sve šire prihvaćanje koncepta „continuous forest cover“ – trajnog šumskog pokrova.

Da bismo u potpunosti razumjeli i primijenili ove moderne principe, moramo dobro poznavati prašume. One su izuzetno vrijedne za nauku i društvo jer predstavljaju „žive laboratorije“ u kojima možemo proučavati prirodne procese bez značajnog utjecaja čovjeka. Prašume pohranjuju višestruko više ugljika nego plantaže, povezuju fragmentirane šumske površine i jačaju otpornost ekosistema. U njima se nalaze staništa za hiljade biljnih i životinjskih vrsta, a njihova uloga u regulaciji voda, sprječavanju poplava i očuvanju čiste vode od neprocjenjive je važnosti. Osim toga, doprinose stabilnosti klime i očuvanju prirodne raznolikosti. Ne iznenađuje stoga što je Evropska unija postavila cilj da sve preostale prašume u Evropi budu pod strogim režimom zaštite do 2030. godine.

Bosna i Hercegovina je, može se reći, bogato blagoslovljena ovim prirodnim blagom. Naša zemlja još uvijek čuva niz izuzetno vrijednih prašuma: Perućicu, Janj, Lom, Ravnu Valu, Plješevicu, Bobiju, Mačen do, Trstionicu, Malovčića dolinu, Crni Vrh, Goliju i druge. Nedavno se ovoj listi pridružila i novootkrivena i naučno potvrđena prašuma Studešnica. Njena pojava i istraživanja predstavljena u ovom posebnom broju časopisa, svjedoče o neiscrpnim prirodnim bogatstvima naše zemlje i o ulozi nauke u njihovom prepoznavanju i očuvanju.

Zadovoljstvo mi je stoga predstaviti čitaocima najnovija istraživanja o prašumi Studešnica. Nadam se da će ovaj broj časopisa Naše šume doprinijeti ne samo boljem razumijevanju značaja prašuma nego i jačanju svijesti o potrebi njihovog trajnog očuvanja kao zajedničkog naslijeđa i prirodnog kapitala Bosne i Hercegovine i Evrope.

created parks and forest areas in the spirit of the European trends of that time. Around the monastery they planted native species such as black and white pine, sweet chestnut, birch, and European larch, as well as allochthonous species: Virginia juniper, eastern thuja, Caucasian fir, cryptomeria, Weymouth pine, tree of heaven, honey locust, horse chestnut, red and black oak, and many exotic shrubs. This area is still known today as the „Trappist Forest.“ At that time, the prevailing idea was the introduction of new species and the shaping of forests to resemble parks. However, forestry science and practice have undergone significant changes over the past 150 years. Today's trends are directed toward the preservation of forest naturalness and „close to nature“ management, with growing acceptance of the concept of „continuous forest cover.“

In order to fully understand and apply these modern principles, we must have a good knowledge of primeval forests. They are extremely valuable to science and society because they serve as „living laboratories“ where we can study natural processes without significant human influence. Primeval forests store several times more carbon than plantations, connect fragmented forest areas, and strengthen ecosystem resilience. They are home to thousands of plant and animal species, and their role in water regulation, flood prevention, and the preservation of clean water is of immeasurable importance. In addition, they contribute to climate stability and the conservation of biodiversity. It is therefore no surprise that the European Union has set the goal for all remaining primeval forests in Europe to be under strict protection by 2030.

Bosnia and Herzegovina can be said to be richly blessed with this natural treasure. Our country still preserves a number of highly valuable primeval forests: Perućica, Janj, Lom, Ravna Vala, Plješevica, Bobija, Mačen Do, Trstionica, Malovčića Dolina, Crni Vrh, Golija, and others. Recently, this list has been joined by the newly discovered and scientifically confirmed primeval forest Studešnica. Its discovery and the research presented in this special issue of the journal testify to the inexhaustible natural wealth of our country and to the role of science in recognizing and preserving them.

It is therefore my pleasure to present readers with the latest research on the primeval forest Studešnica. I hope that this issue of Naše šume will contribute not only to a better understanding of the significance of primeval forests but also to raising awareness of the need for their permanent preservation as a common heritage and natural capital of Bosnia and Herzegovina and Europe.





PREDGOVOR | FOREWORD

U sjeveroistočnom dijelu Bosne i Hercegovine, na planini Konjuh, sačuvana od ljudskog utjecaja, nalazi se prirodna, dominantno bukova šuma – **“prašuma Studešnica”**. U elaboratima i izvještajima o zaštiti prirode ona se povremeno spominje, ali do sada nije bila detaljno opisana sa svim osobinama koje joj daju epitet prašume. Naučna monografija **“Prašuma Studešnica”** daje odgovore na pitanja da li struktura šume, miješanje vrsta drveća, podmlađivanje, količina i stanje mrtvog drveta, prisustvo stanišnih stabala i pripadajućih mikrohabitata, te sastav, diverzitet i brojnost vaskularne flore ukazuju na prašumski karakter istraživane bukove šume. Istraživanja su pokazala da se, svojim karakteristikama, šuma na lokalitetu Studešnica (Konjuh) može svrstati među jedinstvene i rijetke prirodno očuvane dominantno bukove šume koje se nalaze na krajnjem istočnom dijelu ilirske provincije.

Iako ima naučni karakter, ova monografija nije samo doprinos nauci, već predstavlja i potrebu da se trajno zabilježi i fotodokumentuje recentni izgled i karakteristike rijetke, od čovjeka sačuvane, dominantno bukove šume. Prašumskih ekosistema, zbog sve izraženijeg negativnog antropogenog utjecaja i učestalijih prirodnih poremećaja izazvanih klimatskim ekstremima, u budućnosti će biti sve manje. Pokušaj „pisane konzervacije“ jednog dinamičnog prirodnog šumskog ekosistema može poslužiti za bolje razumijevanje prirodnih sastojinskih dinamičkih procesa u interakciji sa sve učestalijim prirodnim poremećajima, jer najvjerovatnije pripadamo posljednjim generacijama koje šume poznaju u obliku kakve ih danas vidimo. Stoga je važno učiniti dodatni napor kako bi, putem konzervacije rijetkih i ugroženih šuma, što duže uživali u ekosistemskim uslugama koje nam one pružaju.

Monografija je pisana i kao izvor informacija koji mogu poslužiti šumarima i prirodnjacima za buduće aktivnosti na očuvanju i održivom gospodarenju šumama, ali i kao trajni podsjetnik da ono što nam je priroda podarila treba čuvati i prenijeti budućim pokoljenjima.

Autori

PRAŠUMA STUDEŠNICA

strukturne, vegetacijske karakteristike, podmlađivanje i biodivezitet

STUDEŠNICA PRIMEVAL FOREST

structural, vegetation characteristics, regenerations and biodiversity

Prof. dr. sc. Ćemal Višnjić | Prof. dr. sc. Besim Balić | Mr. sc. Edin Mešković |

Mr. šum. Mehmed Čilaš | Prof. dr. sc. Sead Vojniković

UDK 630*1/*5:581.5(497.6 Konjuh)(253)

Sadržaj

1. UVOD INTRODUCTION	8
1.1. Definicija i značaj prašuma Definition and Importance of Primeval Forests	8
1.2. Prašume u Bosni i Hercegovini Primeval forest in Bosnia and Herzegovina	9
1.3. Prašuma Studešnica The “Studešnica” Primeval Forest	11
2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA STUDY AREA	14
2.1. Orografske karakteristike Orographic Characteristics	15
2.2. Hidrografske karakteristike Hydrographic characteristics	15
2.3. Klimatske karakteristike Climatic Characteristics	15
2.4. Geomorfološke karakteristike Geomorphological characteristics	16
2.5. Geološka podloga Geological substrate	16
2.6. Pedološke karakteristike Pedological characteristics	17
2.7. Šumska vegetacija Forest vegetation	18
3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA MATERIALS AND METHODS	19
3.1. Postavljanje primjernih površina Establishment of sample plots	19
3.2. Snimanje taksacionih elemenata prašumske sastojine Measurement of stand parameters in the primeval forest stand	20
3.3. Snimanje mrtvog drveta Deadwood inventory	21
3.4. Snimanje stanja prirodnog podmlatka Natural regeneration survey	21
3.5. Utvrđivanje teksture prašumske sastojine Determination of the primeval forest stand texture	21
3.6. Metodika za utvrđivanje prisustva mikrohabitata na stablima Tree microhabitat presence assessment protocol	22
3.7. Metodika prikupljanja fitocenoloških podataka Vegetation survey methodology	22
3.8. Postavljanje trajne (ogledne) plohe Establishment of the permanent (sample) plot	22
3.8.1. Taksaciona snimanja na stalnoj oglednoj plohi Mensurational survey on the permanent plot	24
3.9. Obrada i analiza podataka Data processing and analysis	24

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA RESEARCH RESULTS	25
4.1. Prostorni opis prašume Studešnica Spatial description of the Studešnica primeval forest	25
4.2. Prirodi bliska biljna zajednica Natural-like Plant Community	26
4.3. Antropogeni utjecaj u prašumi Studešnica kroz historiju i danas Human impact on the Studešnica primeval forest: historical and current perspectives	28
4.4. Osnovni taksacioni elementi prašume Mensurational characteristics of the study area	30
4.5. Miješanje vrsta drveća unutar šumske sastojine Mixing of Tree Species Within the Forest Stand	32
4.6. Strukturne karakteristike Structural characteristics	33
4.6.1. Strukturne karakteristike prašume Studešnica Forest Structure of the Studešnica primeval forest	33
4.6.2. Stara stabla velikih dimenzija (habitat stabla) Old Large-Dimension Trees (Habitat Trees)	37
4.7. Tekstura prašume Texture of primeval forest	38
4.8. Mrtvo drvo Deadwood	39
4.9. Dinamika razvoja i odumiranje stabala Tree Development Dynamics and Mortality	42
4.10. Najvažniji mikrohabitati u prašumi Tree related microhabitats in primeval forest	44
4.10.1. Epifite Epiphytes	44
4.10.2. Šupljine-duplje Cavities	46
4.10.3. Plodna tijela gljiva Fungal Fruiting Bodies	47
4.10.4. Pukotine na deblu Cracks on the Trunk	48
4.10.5. Dendrošljemovi Dendrohelmets	48
4.11. Prirodni podmladak Natural Regeneration	50
4.12. Rezultati analiza fitocenoloških podataka Results of Phytosociological Data Analyses	53
4.12.1. Peripanonske submontane bukove šume – kratak pregled Peri-Pannonian Submontane Beech Forests – A Brief Overview	53
4.12.2. Peripanonske submontane bukove šume u sjevernoj Bosni i prašumi Studešnica – fitocenološka analiza Peri-Pannonian Submontane Beech Forests in Northern Bosnia and the Studešnica Primeval Forest – Phytocoenological Analysis	54
4.12.3. Diverzitet flore prašume Studešnica Floristic Diversity of the Studešnica Primeval Forest	59
5. ZAKLJUČCI CONCLUSIONS	61
SUMMARY	65
6. ZAHVALNICA ACKNOWLEDGMENT	67
7. LITERATURA REFERENCES	68

1. UVOD | INTRODUCTION

1.1. Definicija i značaj prašuma | Definition and Importance of Primeval Forests

Prašume i drugi očuvani prirodni ekosistemi predstavljaju dragocjeno prirodno naslijeđe čija vrijednost nadilazi granice pojedinačnih država i postaje globalno dobro čovječanstva. One obuhvataju višeslojne vrijednosti – ekološke, naučne, kulturne, estetske, obrazovne i duhovne – i kao takve zahtijevaju strateško očuvanje u savremenom dobu obilježenom intenzivnim korištenjem prirodnih resursa. Zaštićena prirodna područja predstavljaju osnovu očuvanja biološke raznolikosti jer omogućuju neometano odvijanje prirodnih procesa, očuvanje rijetkih i ugroženih vrsta, te služe kao referentna mjesta za naučna istraživanja, monitoring i edukaciju (Watson i dr., 2014; Dudley, 2008, Sabatini, F. M., i dr., 2018).

U naučnoj literaturi postoji veliki broj definicija prašume. Sastojinsko stanje koje najbolje opisuje prašume umjerene zone (temperate region), kojoj pripada i Bosna i Hercegovina, dao je Leibundgut (1993). On navodi da je prašuma šuma netaknuta od strane čovjeka, sa ogromnim stablima, velikom zapreminom drvne mase, teško prohodnom podstojnom etažom, te s mnoštvom stojećeg i ležećeg mrtvog drveta. U ovu definiciju treba uključiti i stanje tla, hidrologiju, te primarni biljni i životinjski svijet unutar određenog šumskog kompleksa. Nešto uopćeniju definiciju dala je Organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO), koja navodi da se pojam prašume, odnosno prirodne šume, odnosi na šume autohtonih vrsta koje se prirodno podmlađuju, u kojima nema jasno vidljivih tragova ljudskih aktivnosti i gdje ekološki procesi nisu značajno narušeni (FAO, 2015). Takve šume su rijetke u Evropi – manje od 0,7% ukupne šumske površine Evrope čine šume koje se klasificiraju kao “primarne šume” ili “prašume” (Sabatini i dr., 2018). U Bosni i Hercegovini se mogu naći ostaci nedirnutih šuma, ali njihovo očuvanje zahtijeva precizno kartiranje, kategorizaciju i snažan institucionalni okvir upravljanja.

Jedno od najčešće postavljanih pitanja vezano za prašume je čemu one služe i zašto su toliko važne. Šumarska praksa u prošlosti nije prepoznavala ekosistemske koristi koje nude prašume, pa su minimizirali njihov značaj. Međutim, prašume su složeni multifunkcionalni ekosistemi koji su izuzetno značajni za očuvanje i unaprjeđenje biodiverziteta šumskih ekosistema, bolje razumijevanje prirodnih procesa, konkurentnih od-

nosa i sukcesije vegetacije. Prašume su izuzetno važne referentne površine za istraživanje prirodne strukture i diverziteta. Uporedbom strukture i diverziteta između gospodarske šume i prašume dobija se predstava o kvalitetu gospodarenja šumskim kompleksima, da li se narušava struktura, stabilnost i diverzitet i koliko daleko se može ići sa gospodarskim zahvatima (Droessler, 2006). Prašume služe kao model za razumijevanje prirodnih poremećaja i sukcesijskih dinamika, posebno u kontekstu klimatskih promjena. One pomažu kod procjene utjecaja čovjeka na šumske ekosisteme i bolje razumijevanje potencijala i ograničenja gospodarenja šumama (Sabatini i dr., 2018).

U cjelini značaj prašuma se ogleda u sljedećem:

- Prašume predstavljaju sigurno stanište i skrovište za osjetljive vrste biljaka, životinja i gljiva, šumskih biljnih zajednica i predstavljaju ključne tačke biodiverziteta odakle se pojedine vrste biljaka i životinja šire u okolne šumske ekosisteme.
- One nude osnovu za bolje razumijevanje prirodnih procesa: narušavanja prirode, prometa materije i energije, rasta, razvoja i odumiranja biljaka i sl.
- Eksperimenti su na otvorenom koje služe za praćenje procesa klimatskih promjena u netaknutom okolišu.
- Koriste se za vrednovanje utjecaja čovjeka na šumske ekosisteme i razumijevanje potencijala i ograničenja gospodarenja šumama modelom „close to nature“.
- Pogodne su za praćenje procesa i uzroka razvojne dinamike različitih prirodnih šumskih zajednica.
- Laboratorije su na otvorenom u kojim se mogu pratiti procesi klijanja, rasta, konkurentni odnosi među pojedinim vrstama drveća, starenje i odumiranje kao i interakcija između biljaka i životinja unutar složene prirodno očuvane biogeocenoze.
- Služe za određivanje stabilnosti različito strukturisanih dijelova šuma na nepovoljno djelovanje vanjskih faktora.
- Značajne su za bolje razumijevanje pojave u razloga smjene vrsta drveća u šumskim zajednicama.
- U njima se provode istraživanja utjecaja pojave prirodnog podmlatka pojmova vrsta drveća na dalji razvoj i starenje stabala u sastojini.
- Istraživanja u prašumama mogu doprinijeti razvoju strategija za održivo gazdovanje šumama koje uzima u obzir, ekonomske, ekološke, sociološke i zaštitne komponente korištenja šuma.

U većini evropskih zemalja uzgojni ciljevi su orijentisani prema prirodnom multifunkcionalnom gospodarenju šumama. Pri tome često nedostaju uporedive referentne vrijednosti iz antropogeno nedirnutih šuma-prašuma, ili se teorijski modeliraju (Meyer i dr., 2001). Ostaci nedirnutih šuma u Evropi se mogu naći, ali samo u fragmentima, a istraživanja koja su provedena u njima daju nam neprocjenjive relevantne podatke koji se mogu aplicirati u održivo gospodarenje prilagođavajući uzgojne potrebe zahtjevima pojedinih vrsta drveća (Leibundgut 1986, 1993; Korpel 1995; Tabaku 1999; Uzunović 2015, Vrška i dr., 2001; Meyer i dr., 2003; Mešković, 2004; Anić i dr., 2006; Diaci i dr., 2011; Višnjić i dr., 2009, 2013, 2015, 2017, 2025, Dubravac i dr., 2024; Motta i dr., 2024)

Prašume takođe imaju nezamjenjivu ulogu u kontekstu klimatskih promjena. One djeluju kao rezervoari ugljika, stabilizuju lokalne klimatske uslove i omogućuju praćenje prirodnih sukcesija i otpornosti ekosistema. Vojniković i dr. (2023) ističu klimatske specifičnosti ilirskog fitogeografskog područja, dok Govedar i dr. (2024) analiziraju značaj starijih šuma jugoistočne Evrope za buduće modele održivog šumskog upravljanja. Međunarodne studije snažno ukazuju na potrebu zaštite preostalih prašuma u Evropi jer njihova degradacija često prolazi neopaženo, uprkos međunarodnim obavezama država prema Konvenciji o biološkoj raznolikosti (CBD), Bernskoj konvenciji i IUCN standardima (Forest Europe, 2020). IUCN klasifikacija stavlja prašume u kategoriju Ia – Strogi rezervati prirode – čime se osigurava potpuna zaštita prirodnih procesa i isključuje gospodarska eksploatacija (Dudley, 2008).

1.2. Prašume u Bosni i Hercegovini | Primeval forests in Bosnia and Herzegovina

Strukturno očuvane prirodne šume u Bosni i Hercegovini čine 95% visokih šuma i nekada ih je teško razlikovati od prašuma. Utjecaj čovjeka u gospodarskim šumama je prisutan, permanentno, kroz realizaciju planova gospodarenja. Prilikom planiranja i doznake stabala za sječu nastoji se da struktura sastojine ostane bolja nego što je bila prije sječe. Takva „preborna“ struktura mješovitih šuma je dosta slična prašumskoj strukturi. Međutim, između prašume i gospodarske šume koje pripadaju istoj šumskoj zajednici (fitocenozi) postoje velike razlike. Osnovna razlika se ogleda u prisustvu panjeva i ostataka sječine u gospodarskoj šumi. U prašumi se nalaze stabla ogromnih

dimenzija sa prečnicima većim od 80 cm i visinama preko 40 metara. Na jasne razlike između gospodarske šume i prašume ukazuje i prisustvo mrtvog stojećeg i ležećeg drveta. U prašumi je količina mrtvog drveta značajno veća nego u gospodarskoj šumi. Tekstura sastojine je različita. U prašumi je jako izražena sa smjenama pojedinih razvojnih faza dok u gospodarskoj šumi dominira jedna razvojna faza. Evidentne su razlike u prirodnom podmlađivanju. U prašumi se prirodni pomladak pojavljuje uglavnom na čitavom prostoru dok ga u gospodarskoj šumi ima tamo gdje je izvršeno prirodno ili vještačko podmlađivanje. Navedene razlike između prašume i gospodarske šume sličnog strukturnog sastava predstavljaju osnovu za definisanje kriterija na osnovu kojih se, na naučno-utemeljenoj metodici, može definisati prašumski status nekog šumskog kompleksa. Bosna i Hercegovina, smještena unutar Dinarskog luka – jednog od najvažnijih biogeografskih regiona Evrope, sadrži značajne ostatke netaknutih šuma, uključujući i prašumske rezervate poput: Perućice, Janja, Loma, Ravne Vale, Plješevice, Bobije, Trstionice, Crnog Vrha, Mačen dola (Mešković, 2004; Keren i dr. 2017, 2019, Keren 2020, Solaković 2011; Višnjić i dr., 2009; 2013; Vojniković 2017a; Motta i dr. 2023, 2024;). Ovi ekosistemi, kako potvrđuju međunarodni i domaći literaturni navodi, karakterišu se kompleksnom strukturom i izraženom biološkom raznolikošću (Beus & Vojniković, 2002, Beus & Vojniković, 2005; Beus & Vojniković, 2006; Paluch i dr. 2021, Pintarić 1978, Sabatini i dr., 2020; Višnjić i dr., 2013, 2015, 2025).

Dosadašnja istraživanja u bosanskohercegovačkim prašumama ukazuju na prisustvo starih stabala ogromnih dimenzija, velike zalihe živog i mrtvog drveta, kompleksnu strukturnu izdiferenciranost, bogastvo biljnih i životinjskih vrsta, saproksilnih organizama, mahovina, lišajeva i gljiva. Tako u najvećoj bosanskohercegovačkoj prašumi Perućici, u kojoj dominiraju jela i bukva, prosječan broj stabala po hektaru iznosi 430. Zaliha živog drveta dostiže 937 m³/ha, dok je mrtvo drvo prisutno u količini od 406 m³/ha (Keren i dr., 2014). U prašumi Janj, Keren i Diaci (2018) su utvrdili prosječnu zalihu živog drveta od 1215 m³/ha, dok zaliha mrtvog drveta iznosi 387 m³/ha. Istraživanja u Ravnoj Vali, koja su proveli Višnjić i dr. (2017), pokazala su da prosječna zaliha živog drveta iznosi 770 m³/ha, a mrtvog 167 m³/ha. Prema istraživanjima Palandrani i dr., (2021), broj stabala po hektaru u prašumi Lom iznosi oko 489 ± 19, zaliha živog drveta je 893 m³/ha (Govedar i dr., 2018, Govedar i dr. 2021), mrtvo drvo je

zastupljeno sa 327 m³/ha (Motta i dr., 2011). U prašumi Bobija utvrđeno je prosječno 429 stabala po hektaru, prosječna zaliha živog drveta iznosi 725 m³/ha, a zapremina mrtvog drveta dostiže 157 m³/ha (Višnjić i dr., 2013). Mešković (2004) je u bukvoj prašumi Mačen do utvrdio zalihu živog drveta od 503 m³/ha, sa prosječno 491 stabala po hektaru.

nih insekata, gljiva, mahovina i drugih organizama. Posebno važan doprinos u istraživanju biodiverziteta prašuma čini rad Višnjić i Weckesser (2005) koji dokumentuje bogatstvo epifitskih organizama u dinarskim prašumama. U prašumi Ravna Vala identifikovano je čak 35 vrsta lišajeva, 12 vrsta mahovina i 17 vrsta jetrenjača koje se javljaju u specifičnim zajednicama na



Slika 1. Zajednice mahovina i lišajeva na deblu bukve u prašumi Ravna Vala (Foto: Č. Višnjić)

Figure 1. The moss and lichen communities on beech trunks in the Ravna Vala primeval forest (Photo: Č. Višnjić)



Slika 2. Lišajevi i mahovine na deblu gorskog javora u prašumi Ravna Vala (Foto: Č. Višnjić)

Figure 2. Lichens and mosses on the trunk of sycamore maple in the Ravna Vala primeval forest (Photo: Č. Višnjić)

Istraživanja također pokazuju da su prašume u Bosni i Hercegovini važna staništa za specifične biljne i životinjske vrste. Rad Sebastia i dr., (2005) vezan za područje Ravne Vale ukazuje na jaku korelaciju između diverziteta biljaka i hemijskih svojstava tla u netaknutim i gospodarenim sastojinama mješovitih šuma BiH, dok noviji radovi Višnjić i dr., (2025) pokazuju visoku brojnost i raznolikost mikrostaništa na različitim vrstama drveća u prašumi Ravna Vala. Takve morfološke strukture ili mikrostaništa (TreeMs) su ključna za očuvanje ptica, sitnih sisara i glodara, saproksil-

drveću i stijenama, čime se potvrđuje izuzetna biološka složenost prašuma i njihova uloga i značaj u očuvanju biološke raznolikosti.

Za Bosnu i Hercegovinu, prioritet treba biti revizija i proširenje mreže zaštićenih područja, posebno kroz kategorizaciju postojećih "zaboravljenih" prašumskih područja i formalizaciju zaštite onih koja već imaju visoki stepen očuvanosti. Šumarska nauka i praksa imaju ključnu ulogu u ovom procesu jer upravo stručnjaci iz ove oblasti raspolažu znanjem o biološkoj strukturi, ekološkoj dinamici i dugoročnim poten-

cijalima očuvanih šuma. U prilog navedenom govori i istraživanje Višnjića i dr. (2009) o stanju prašume Plješevica koja ukazuje na urgentnu potrebu procjene „prašumskog statusa“ i zaštitu brojnih šumskih kompleksa u BiH koji još nisu formalno klasifikovani kao prašume, ali posjeduju sve ključne ekološke i strukturne karakteristike i u njima nisu evidentirane antropogene aktivnosti.

Treba naglasiti da udio formalno zaštićenih površina u BiH još ne dostiže međunarodne ciljeve (npr. Aichi ciljevi i EU Strategija za biodiverzitet). Strategija i akcioni plan za zaštitu biološke raznolikosti BiH (2015–2020) predviđa značajno proširenje zaštite, ali implementacija i dalje kasni (FBiH, 2014). Prema podacima Beus i Vojniković (2007) i Vojniković (2017a), Bosna i Hercegovina raspolaže brojnim šumskim kompleksima sa visokim potencijalom za strogu zaštitu, koji su zbog administrativnih i institucionalnih

prepreka ostali izvan službene mreže zaštićenih područja. Šumarska nauka i praksa u BiH imaju ključnu odgovornost i kapacitet da doprinesu procesu proširenja i verifikacije zaštićenih šumskih područja. Kao i u širem evropskom kontekstu, očuvanje prašuma u BiH nije samo pitanje očuvanja prirode, već i obaveza u pogledu međunarodnih sporazuma (CBD, Bernska konvencija), evropskih integracija i očuvanja kulturno-prirodne baštine.

1.3. Prašuma Studešnica | The “Studešnica” Primeval Forest

Pored registrovanih prašumskih rezervata u Bosni i Hercegovini, u višim planinskim šumskim područjima, udaljenim od putnih komunikacija, mogu se pronaći fragmenti netaknutih šuma koje su, upravo zbog otežane eksploatacije – nedostatka šumskih ka-



Slika 3. Pogled u prašumu Studešnica, prisustvo velikog broja suhih stabala u srednjoj etaži karakteriše dinamiku mrtvog drveta (Foto: M. Čilaš)

Figure 3. A View into the Studešnica Primeval Forest, The presence of many dead standing trees in the middle layer characterizes the dynamics of deadwood (Photo: M. Čilaš)

mionskih puteva ili zbog pripadnosti vodozahvatnim područjima – ostale sačuvane i zaštićene od gospodarskih zahvata.

Jedan od takvih šumskih kompleksa, u kojem dominira bukva, nalazi se na lokalitetu Studešnica, na planini Konjuh, unutar Zaštićenog pejzaža "Konjuh". Ovo šumsko područje je prvenstveno ostalo sačuvano jer se nalazi u vodozahvatnom području sliva rijeke Studešnice, te su gospodarske aktivnosti u čitavom području izostale ili su u nekim dijelovima provedene isključivo sanitarne sječe. Strukturne karakteristike, sastav vrsta drveća, zalihe živog i mrtvog drveta, razvojna dinamika, prirodno podmlađivanje, najvažniji mikrohabitati na stablima i vegetacijske karakteristike prašume Studešnica, predstavljeni su u ovom radu.

Kao osnova za izradu rada poslužio je izvještaj kojim je definisan prašumski status dijela šumskog područja Studešnice na planini Konjuh (Balić i dr., 2024). Prašuma Studešnica predstavlja jedan od vrijednijih

i bolje očuvanih prašumskih kompleksa u krajnjem sjeveroistočnom dijelu Dinarida. Karakteriše je dominacija bukve (*Fagus sylvatica*), u glavnoj etaži, nešto veća zastupljenost jele u donjoj etaži i sporadična zastupljenost sporednih vrsta drveća kao što su gorski javor, mlječ, gorski brijest. U prašumi je utvrđena velika zaliha živog drveta, značajna količina stojećeg i ležećeg mrtvog drveta, nešto slabije izražena razvojna struktura, ali velika brojnost i raznovrsnost mikrohabitata koji su od ključne važnosti za očuvanje i zaštitu biodiverziteta.

Zaštićeni pejzaž „Konjuh“ nalazi se u sjeveroistočnoj Bosni i Hercegovini, na središnjim dijelovima planine Konjuh, između slivova rijeka Oskove, Drinjače i Krivaje. Odlukom Skupštine Tuzlanskog kantona (Sl. novine TK God. XVI. Br. 13., 2009; Broj: 01-02-169-50/09) ovo područje je proglašeno zaštićenim prirodnim dobrom površine 8.016,61 ha. Područje se odlikuje izuzetnom geološkom i pedološkom raznolikošću, s naglašenim prisustvom peridotsko-serpentinitske podloge, što je uslovalo pojavu brojnih endemičnih i rijetkih biljnih vr-



Slika 4. Svjetlost nakon kiše u sklopu prašumske sastojine Studešnica, evidentna dominacija bukve u gornjoj etaži prašume (Foto: Č. Višnjić)

Figure 4. Light After Rain Within the Canopy of the Studešnica Primeval forest, the evident dominance of beech in the upper layer of the primeval forest (Photo: Č. Višnjić)

sta, tzv. serpentinofta. Osim planinske bukovo-jelove vegetacije, Konjuh je značajan i po specifičnim borovim, hrastovim i poplavnim šumama, kao i bogatom mikrolokalitetnom i pejzažnom raznolikošću.

Na planini Konjuh, u južnom dijelu GJ „Gostelja“, opisana je prašuma Mačen do - jedan od najznačajnijih ostataka prašumskih sastojina u ovom dijelu BiH (Mešković, 2004, 2007.). Površine je 33,3 ha. U sklopu je zaštitne šume vodozaštitnog područja „Tarevčica-Zatoča“ i to najuži zaštitni pojas. Naime, rješenjem I.V. NRBiH br. 98/60 od 17.06.1960. godine (Š.P.O. 1972-1981), izdvojene su i proglašene sastojine i neobraslo šumsko zemljište kao stalno zaštitne šume u cilju zaštite postojećih izvora kaptiranih za potrebe snabdjevanja pitkom vodom grada Tuzle. Dodatno je 2011. godine klasifikovana kao šuma visoke zaštitne vrijednosti (HCVF). Ova bukova prašuma, s prisustvom kitnjaka, javora i mlječa, razvijena je na krečnjačkoj podlozi s karakterističnim kalkomelanosolima i luvisolima. Strukturno, sastojine dostižu preko 100 godina starosti, s ukupnom drvnom masom od gotovo

600 m³/ha i značajnim udjelom mrtvog drveta, što potvrđuje visok stepen prirodnosti (Mešković, 2004; Vojniković, 2017). U sintakonomsko - fitocenološkom smislu pripada zajednici *Rusco hypoglossi – Fagetum* (Stef, 1996), a vegetaciju prizemnog sloja čine tipični neutrofilni fagetalni elementi.

Zaštićeni pejzaž „Konjuh“, zajedno s prašumom Mačen do, predstavlja važan okvir za očuvanje preostalih prašumskih kompleksa, što dodatno naglašava značaj istraživanja strukturnih i vegetacijskih karakteristika prašume Studešnica.

U kontekstu očuvanja prirodnih prašumskih ekosistema i u skladu s međunarodnim standardima zaštite, na lokalitetu Studešnica provedena su detaljna terenska istraživanja s ciljem da se procijeni stepen očuvanosti, prirodnosti i strukturne kompleksnosti prašume. Posebna pažnja posvećena je taksacionim, strukturnim i fitocenološkim parametrima, uključujući prisustvo starih stabala, mrtvog drveta, prirodnog podmlatka i morfoloških struktura na stablima (TreeMs).



Slika 5. Pogled uz živo stablo bukve (*Fagus sylvatica* L.) u prašumi Studešnica (Foto: E. Mešković)
Figure 5. Perspective alongside a living European beech (*Fagus sylvatica* L.) in the Studešnica primeval forest (Photo: E. Mešković)



Slika 6. Pogled niz raspadnuto stablo u prašumskoj sastojini (Foto: M. Čilaš)
Figure 6. View Down a Decomposed Tree in the Primeval Forest Stand (Photo: M. Čilaš)

Dobijeni podaci ukazuju na visoku razinu prirodnosti i ekološke stabilnosti šumske zajednice, što omogućava njeno svrstavanje u kategoriju prašume u smislu definicija koje koristi Međunarodna unija za zaštitu prirode (IUCN).

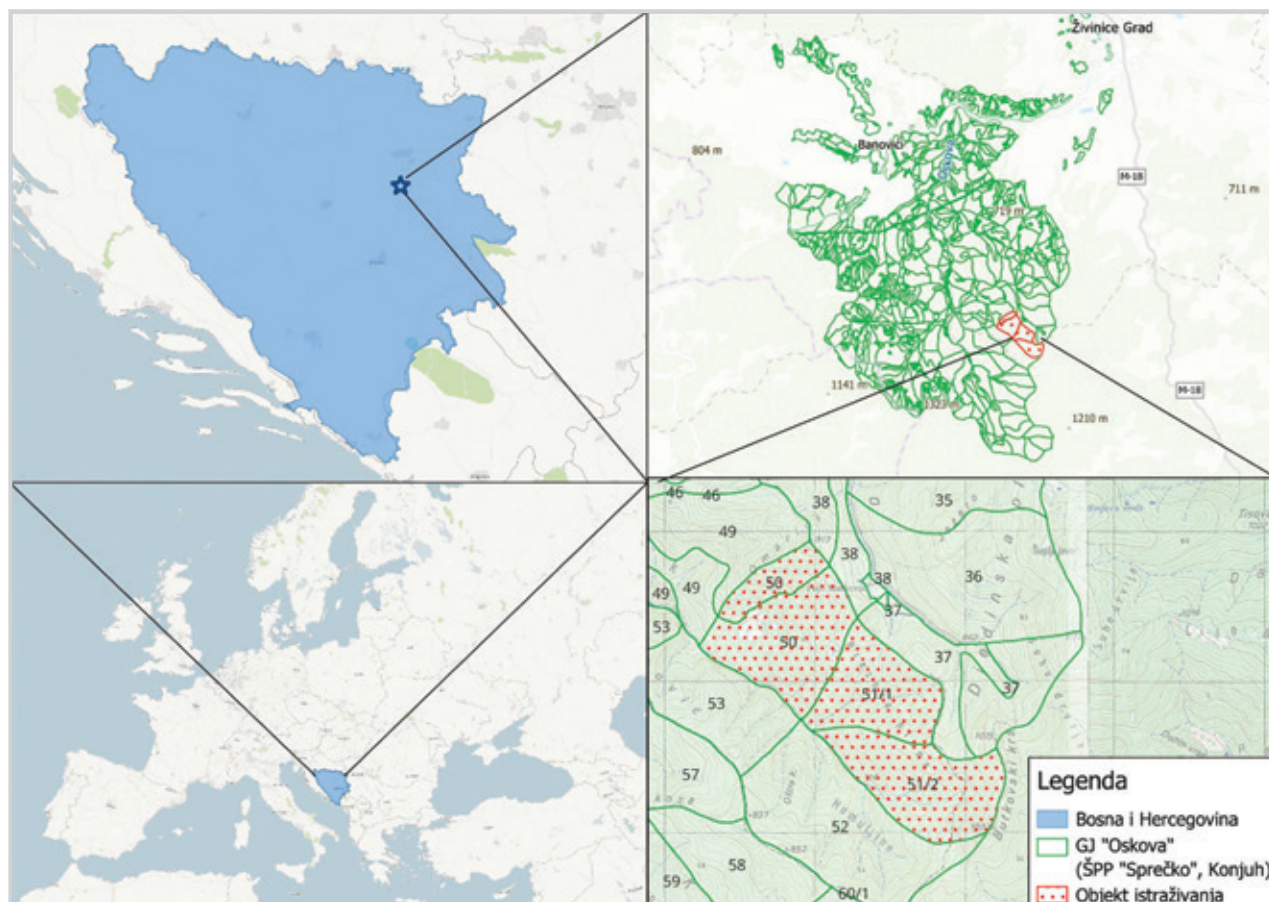
Studešnica, kao prašuma, ima ključnu ulogu u očuvanju prirodne šumske zajednice, te predstavlja vrijednu referentnu tačku za naučna istraživanja prirodnih procesa sukcesije, karbonizacije tla i biodiverziteta. Uprkos službenoj zaštiti područja, postoje izazovi u efikasnom upravljanju ovim područjem, zbog čega je neophodno kontinuirano praćenje stanja prašume i usklađivanje lokalnih mjera sa međunarodnim standardima zaštite.

Očuvanje Studešnice ima poseban značaj i u regionalnom kontekstu, jer doprinosi povezanosti prirodnih staništa unutar Dinarskog planinskog luka i jačanju ekološke mreže u skladu s EU direktivama i strategijama očuvanja prirode. Takođe, njena vrijednost se

ogleda i u održavanju klimatske stabilnosti lokalnog ekosistema, djelujući kao rezervoar ugljika i prirodni laboratorij za praćenje efekata klimatskih promjena u ovom dijelu Evrope (Castagneri i dr. 2011, Vojniković i dr., 2023; Govedar i dr., 2024).

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA | STUDY AREA

Prašuma Studešnica nalazi se u sjeveroistočnom dijelu Bosne i Hercegovine na planini Konjuh u slivu istoimene rijeke Studešnice. Administrativno pripada Tuzlanskom kantonu, a unutar je Zaštićenog pejzaža „Konjuh“ i zbog izražene vodozaštitne uloge pripada prvoj kategoriji zaštite u kojoj je dozvoljena isključivo sanitarna sječa. Ovim područjem gospodari JP „Šume Tuzlanskog kantona“ d.d. Kladanj, a u organizacionoj raspodjeli pripada Šumsko privrednom području „Sprečko“, gospodarskoj jedinici „Oskova“. Geografski položaj prašume Studešnica prikazan je na Karti 1.



Karta 1. Geografski položaj prašume Studešnica

Map 1. Geographical location of the Studešnica primeval forest

2.1. Orografske karakteristike | Orographic Characteristics

Prema ekološko-vegetacionoj rejonizaciji BiH (Stefanović 1983) Š.P.P. "Sprečko" smješteno je pretežno u pripanonskoj oblasti i sjeverno-bosanskom području na cca 80% površine i u oblasti unutarnjih Dinarida u zavidovičko-teslićkom području na cca 20% površine. U oblasti unutarnjih Dinarida, odnosno zavidovičko-teslićkom području smješten je veći dio GJ "Oskova" (središnji i južni dio) i cca 60% zapadnog i južnog dijela GJ "Turija" čiji se tereni odlikuju brdskoplaninskim obilježjima sa dosta izraženim reljefom. Veći dio područja, odnosno GJ "Šemunica", GJ "Mala Spreča", GJ "Gornja Spreča", GJ "Majevica-Jala" i GJ "Rudenik-Svatovac" nalaze se na sjeverno-bosanskom području koje se orografski odlikuje brežuljkastim reljefom i aluvijalnim ravnima rijeka Spreče, Turije i Jale. Najviša tačka područja je Konjuh 1.327 m n.v., a najniža 150 m n.v. kod mjesta Velika Brijesnica u dolini rijeke Spreče.

2.2. Hidrografske karakteristike | Hydrographic characteristics

Obilje površinskih voda, koje ovise o geološkom sastavu, formiraju manje i veće potoke i rijeke. Svi vodotoci područja ulijevaju se u rijeku Bosnu i pripadaju crnomorskom slivnom području. Sve gospodarske jedinice u manjoj ili većoj mjeri dodiruje rijeka Spreča (glavna hidro-arterija područja). Spreču čine Paprača i Ljeskovača, koje se sastaju na Viličanskom polju, tekući od istoka prema zapadu i sjeverozapadu, protječući kroz Modračko jezero i ulijeva se u rijeku Bosnu kod Doboja. Sa lijeve strane prima Malu Spreču sa pritokama, Toplicu, Lukavačku rijeku, Oskovu sa Gosteljom, Bukovački potok i Sušicu, te druge mnoge veće vodotoke koji se ulijevaju u Modračko jezero odnosno indirektno u Spreču od kojih su važnije: Ribački potok, Trstenjak, Ugar, Mednica i Turija sa svojim pritokama.

Najvažnije desne pritoke Spreče su Tavna, Dubnica, Rainska rijeka, Gribaja, Jala sa pritokama, Lukavačka rijeka, Šikuljačka rijeka, Seferska rijeka, Kruševačka rijeka i Sokoluša. Najveća vodena akumulacija je vještačko jezero Modrac površine cca 17 km².

2.3. Klimatske karakteristike | Climatic Characteristics

Zbog veličine područja i nedostatka meteoroloških stanica u užem njegovom dijelu, nije moguće dati precizniji prosjek faktora koji utječu na klimu područja. Kako je rečeno, ŠPP "Sprečko" se prostire na sjeverno-bosanskom i zavidovičko-teslićkom području sa različitim režimima padavina, vjetrova i temperaturama zraka unutar svakog od područja, što se vidi iz tabele 1., te će se klimatski utjecaji razmatrati na osnovu podataka dva područja i meteoroloških stanica i to: Maoča, Kladanj, Tešanj, Doboj i Tuzla iz različitih perioda osmatranja iz kojih navodimo podatke koji utječu na razvoj šumske vegetacije.

Ako se uporede prosječne vrijednosti za navedena područja, vidi se da zavidovičko-teslićki bazen, koji pokriva cca 1/5 ovog područja, ima povoljnije uslove za razvoj šumske vegetacije od sjeverno-bosanskog područja na kojem je smješten veći dio Š.P.P. "Sprečkog", jer ima višu nadmorsku visinu, količinu padavina, srednju temperaturu zraka, nižu evapotranspiraciju uz trajanje vegetacionog perioda kraće za 8 dana u odnosu na sjeverno-bosansko područje. Zavidovičko-teslićki bazen ima najvećim dijelom godine izmijenjenu umjereno kontinentalnu klimu. U toku vegetacionog perioda u ovom bazenu padne prosječno 61,8% godišnjeg iznosa padavina. Sjeverno-bosansko područje ima izrazitiji umjereno kontinentalni karakter. Potencijalna evapotranspiracija je veća od padavina u vegetacionom periodu (0,91). U toku vegetacionog perioda u ovom bazenu padne cca 54,8% godišnjeg iznosa

Tabela 1. Meteorološki podaci za šire istraživano područje
Table 1. Meteorological data for the broader study area (Š.P.O. 2023-2032)

Područje	Rejon	met. st.	nad. vis. m.	srednja temp. zraka °C		srednja relativna vlaga %		sred. sume padavina mm		veg. per. dana	pot. evapotransp. mm
				IV-IX	god.	IV-IX	god.	IV-IX	god.		
Zavidovičko-teslićko		Maoča	335	15,8	9,8	75	79	642	1183	185	543
		Kladanj	560	15,1	8,9	75	79	602	1028	183	544
		prosjeck	547	15,4	9,4	75	79	622	1006	184	544
Sjeverno-bosansko		Tešanj	238	15,9	9,6	75	79	579	1069	180	560
		Doboj	146	16,9	10,5	76	80	534	995	200	584
		Tuzla	305	16,3	10,2	73	76	522	921	197	567
		prosjeck	230	16,4	10,1	74,6	78,3	545	995	192	570

padavina, što ukazuje na kontinentalnost i kserotermnost klime. Vegetacioni period traje od 180 do 200 dana. U području zapadne varijante umjereno kontinentalne klime i dolinsko-kotlinske klime nema jakih vjetrova. Preovladavaju uglavnom vjetrovi iz sjevernog kvadranta, najviše iz pravaca NW i NE. Olujni vjetrovi su rijetki. Obzirom na ovakav način rejoniranja klime na dvije klimatske zone, može se reći da su uslovi za obrazovanje zemljišta različiti po pojedinim zonama. U zoni dolinsko-kotlinskog tipa i nižim predjelima planinskog tipa klime dobro je vlaženje, srednje temperature (mjesečne i godišnja) su dosta visoke, insolacija je jaka tako da su i uslovi za razlaganje organske materije povoljni. Uz povoljan mull humus, fizičke osobine zemljišta koje su također dobre i optimalne uslove za razvoj pedofaune, za očekivati je i razvoj mnogobrojnih šumskih zajednica. Za razliku od nižih dijelova područja, u višoj zoni umjereno-kontinentalne sa prijelazom ka planinskoj klimi, uslovi su nešto nepovoljniji, što mjestimično dovodi do stvaranja polusirovog humusa, kao i slabijeg razvoja pedofaune (viši dijelovi GJ "Oskove" uslijed čega su i uslovi za razvoj vegetacije lošiji.

2.4. Geomorfološke karakteristike | Geomorphological characteristics

Prema Š.P.O. (2023-2032) geomorfološke karakteristike ŠPP se razlikuju u navedena dva ekološko-vegetaciona područja. Zavidovičko-tesličko područje odlikuje se orografski brdsko-planinskim obilježjima sa dosta izrazitim reljefom. Izgrađeno je pretežno od

serpentiniziranog peridotita, eruptiva i rožnjaka, dok su krečnjaci malo zastupljeni.

Dio šumsko privrednog područja koji leži na sjeverno-bosanskom području (tok rijeke Spreče sa diluvijalnim terasama) izgrađen je uglavnom od tercijarnih sedimenata, prekrivenih beskarbonatnim lesom na brežuljkastim terenima. Na cijelom području mogu se izdvojiti dvije osnovne morfološke jedinice i to: planinski vijenci i riječne doline. Doline rijeka Spreče i njenih pritoka pružaju se u pravcima NW-SE, kakvo morfološko obilježje imaju pravci pružanja planinskih vijenaca, tj. dinarski pravac pružanja.

2.5. Geološka podloga | Geological substrate

Prema Š.P.O. (2023-2032) ovo područje ima složenu geološku građu koju čine različite sedimentne, eruptivne i magmatske stijene, uglavnom mezozojske starosti: Trijas, Jura, Kreda i kenozojske starosti: Tercijar i Kvartar. Najveće rasprostranjenje u svim GJ ima jurska vulkanogeno-sedimentna formacija u kojoj su zastupljeni spiliti i dijabazi, kao i veće mase ultrabazičnih stijena peridotita i serpentinita, pored kojih se na rubovima najčešće nalaze gabri i amfiboliti. Ovakav sastav imaju najveće: GJ "Oskova", GJ "Turija" i GJ "Rudenik-Svatovac". Alternirajuće serije karbonatnih, karbonatno-silikatnih i silikatnih stijena, među kojima dominiraju dijabaz-rožnjačke formacije zastupljene su također u ovim GJ, ali pretežno i u ostalim i to: GJ "M. Spreča", GJ "G. Spreča", GJ "Šemunica" i GJ "Majevica-Jala", gdje ima nešto više jedrih krečnjaka nego



Slika 7. Smrt i raspadanje jednog organizma
(Foto: S. Vojniković)

Figure 7. Death and Decomposition of an Organism
(Photo: S. Vojniković)



Slika 8. Rast i razvoj drugog organizma
(Foto: E. Mešković)

Figure 8. Growth and Development of Another Organism
(Photo: E. Mešković)



Slika 9. Izbijanje krečnjaka na površinu u prašumi Studešnica a) i b) (Foto: S. Vojniković)

Figure 9. Outcrop of limestone at the surface in the Studešnica primeval forest a) and b) (Photo: S. Vojniković)

u prve tri jedinice. Dolinski dio Spreče i njenih pritoka čine pretežno riječno-jezerski sedimenti (sitnozrnasti šljunak, pijesak, oleviti, gline).

2.6. Pedološke karakteristike | Pedological characteristics

Podaci o pedološkim karakteristikama uzeti su iz Š.P.O. (2023-2032). Zemljišni pokrivač ovog područ-

ja, kao i geološka podloga, izrazito je heterogenog sastava i to prema zastupljenosti:

1. Zemljišta na silikatnim supstratima,
2. Zemljišta na silikatno-karbonatnim supstratima,
3. Zemljišta na krečnjacima i dolomitima.

Najrasprostranjeniji tip zemljišta je distrični kambisol koji je zastupljen u svim gospodarskim jedinicama, a drugorazrednu ulogu imaju kombinacije tipa mozaika



Slika 10. Izvala stabla na distričnom kambisolu na rošnjacima (Foto: E. Mešković)

Figure 10. Uprooted tree on a dystic cambisol over chert (Photo: E. Mešković)

kalkomelanosola i kalkokambisola na krečnjacima, kao i eutrični kambisol na laporcima. U GJ "M. Spreča", GJ "G. Spreča", GJ "Majevica-Jala" i GJ "Šemunica" zastupljeni su: kalkokambisol na krečnjaku kao i kompleks rendzina-distrični kambisol-pseudoglej na flišolikim sedimentima.

2.7. Šumska vegetacija | Forest vegetation

Prema horizontalnom raščlanjenju vegetacije (Stefanović, 1986) ŠPP "Sprečko" svrstano je u područje srednjobosanskih šuma hrasta kitnjaka i bijelog graba (*Quercus-Carpinetum illrycum*). Realna vegetacija zavidovičko-tesličkog područja koje čini manji dio ovog ŠGP je, zbog izuzetno heterogenih stanišnih prilika vezanih za ofiolitsku zonu, raznolika i mozaičnog karaktera. Obuhvata različite šumske fitocenoze, a najzastupljenije su: bazifilne šume borova (*Erico Pinetum nigrae serpentinicum*, *Erico Pinetum nigrae-silvestris serpentinicum*), bazifilne šume hrasta kitnjaka (*Po-*

tentillo albae-Quercetum, *Erico-Quercetum petraeae*), acidofilne šume kitnjaka (*Quercetum petraeae montanum*), acidofilne šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum silicicolum*). Za ovo područje karakteristično je pojavljivanje smrče na peridotitsko-serpentinjskim zemljištima u višim (hladnijim) pojasevima, a na nižim dijelovima zbog utjecaja panonske klime samo šume bukve i jele, bez smrče. Osim ovih fitocenoza rasprostranjene su i šume bukve u višim predjelima i sekundarnog su karaktera. U zoni sjeverno-bosanskog područja koje pokriva veće dijelove ovog ŠPP, na brežuljkastim terenima uz dolinu Spreče, zastupljene su šume kitnjaka i običnog graba (*Quercus-Carpinetum s.l.*). Pored ovih značajno su rasprostranjene brdske šume bukve (*Fagetum montanum*) i šume kitnjaka (*Quercetum petraeae montanum*), kao i šume kitnjaka i cera (*Quercetum petraeae-cerris*), a znatno manje u vidu eksklava šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum*). U nizijskim dijelovima i na zaravnima diluvijalnih terena, zastupljene su šume lužnjaka i običnog graba



Slika 11. Prašuma "Studešnica" u fenofazi cvjetanja madvjeđeg luka (*Allium ursinum* L.) (Foto: E. Mešković)
Figure 11. The "Studešnica" Primeval Forest during the flowering phenophase of wild garlic (*Allium ursinum* L.)
(Photo: E. Mešković)

(*Carpino betuli-Quercetum roboris*). Kao što je slučaj sa realnom, tako je i potencijalna šumska vegetacija veoma mozaična. Najveće površine zauzimaju klimazonalne šume kitnjaka i bijelog graba sa kojima alteriraju šume lušnjaka i bijelog graba. U višim predjelima zastupljene su klimatogene šume bukve i jele. Treba napomenuti da su sekundarne visoke i izdanačke šume bukve na staništu šuma bukve i jele.

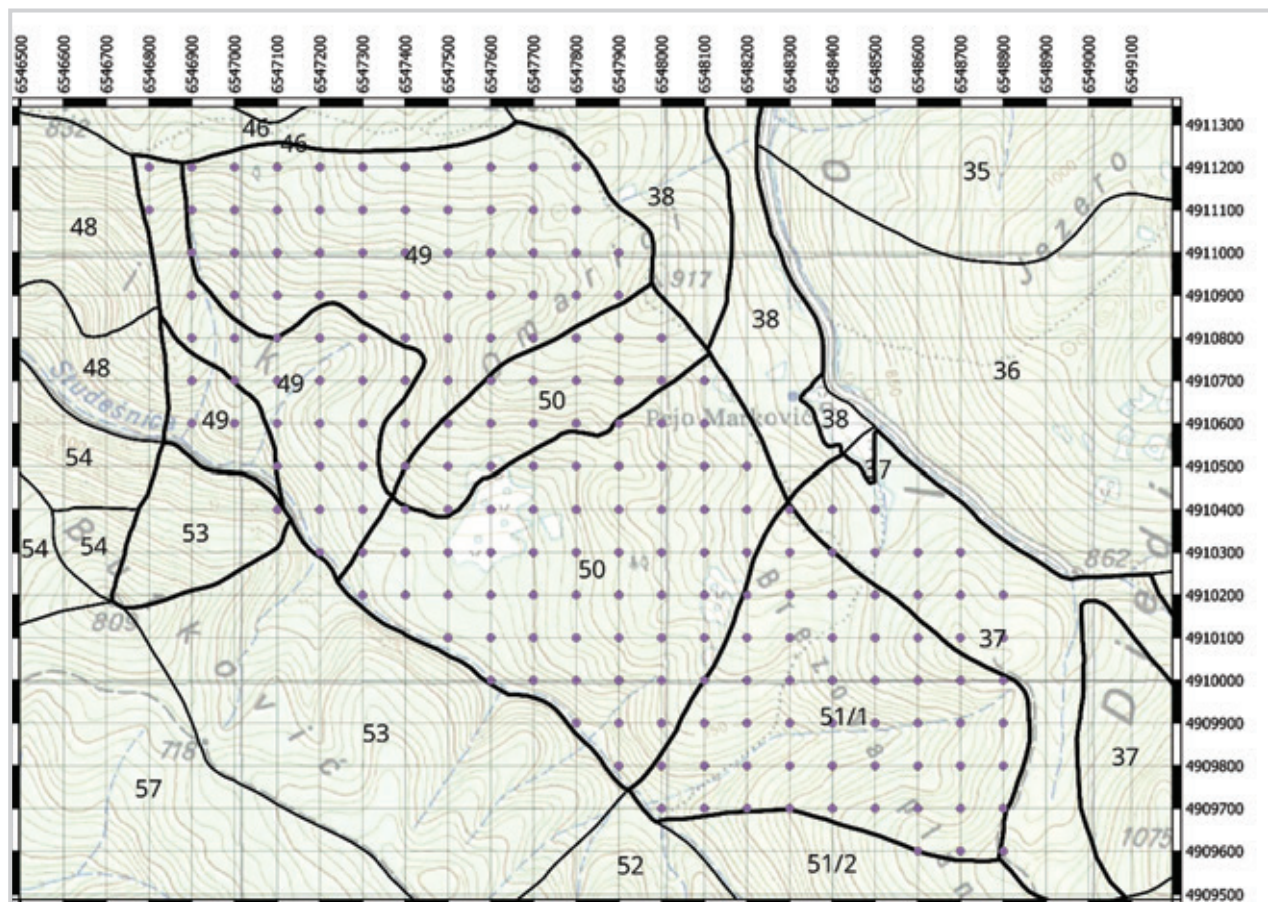
3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA | MATERIALS AND METHODS

Područje na kome su provedena istraživanja se nalazi unutar Tuzlanskog kantona na planini Konjuh i prostire se od 650 do 1000 m n.v. Najniža tačka izdvojene prašume nalazi se u dolini rječice Studešnice na 673 m n.v., a najviša tačka je 925 m n.v. (ispod stare vlake). Razlika u visinama najniže i najviše tačke izdvoje-

ne prašume je 252 m n.v. Nagib prašume je u prosjeku između 10 do 20°, dok je dio odjela 51/1 koji graniči sa odjelom 51/2 strma padina sa nagibom od 40°. Ekspozicija prašume je najvećim dijelom sjeverna, a manjim dijelom sjeveroistočna.

3.1. Postavljanje primjernih površina | Establishment of sample plots

Za istraživanje strukturnih karakteristika, stanja mrtvog drveta, podmlađivanja, teksturnih i vegetacijskih karakteristika u prašumskoj sastojini Studešnica, korišten je reprezentativni metod ili metod uzorka (Balić i dr. 2015). U tu svrhu na istraživanom području su postavljene privremene ogledne površine sistematski raspoređene u kvadratnoj mreži na međusobno jednakoj udaljenosti (100 x 100 metara). Primjer realizacije sistematskog izbora na istraživanom lokalitetu prikazan je na karti 2.

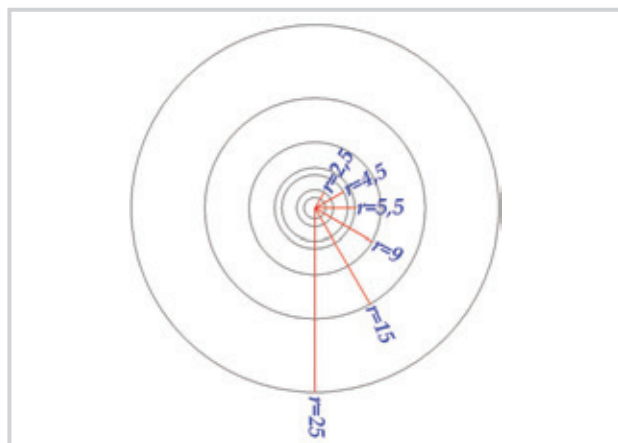


Karta 2. Prikaz područja istraživanja sa ucrtanom kvadratnom mrežom centara primjernih površina 100m x 100m kao modelom realizacije sistematskog izbora

Map 2. Representation of the study area with a plotted square grid of 100m x 100m sample plot centers as a model for systematic selection

Centri primjernih površina raspoređeni su prema dizajnu jednostavnog sistematskog uzorka. Realizacija sistematskog izbora primjernih površina provedena je na način da je prvi element uzorka (primjerna površina) izbran slučajno, a svaki naredni prema nekom sistemu (svaka n-ta primjerna površina ili svaka površina na određenom odstojanju, u ovom slučaju na odstojanju od 100 metara). Praktična realizacija sistematskog izbora urađena je po modelu kvadratne, mreže. Centri primjernih površina predstavljeni su kao presjecišta upravnih i horizontalnih linija.

Kao jedinice ili elementi uzorka korišteni su koncentrični krugovi po nešto izmijenjenom modelu Stojanović & Drinić, (1975) čiji radijusi zavise od veličine prečnika stabala -PPS uzorak (Zöhrer, 1980). Jedinica uzorka je kompleksna kružna površina koji se sastojala od šest krugova koji imaju zajednički centar dok im veličina radijusa zavisi od debljine stabla (Lojo i dr. 2011, Lojo i dr. 2008). Izgled i veličina graničnih radijusa prikazani su na grafikonu 1., dok su pripadajuće debljinske klase stabala, površine krugova i faktori preračunavanja na jedinicu površine dati u tabeli 2.



Grafikon 1. Šema koncentričnih primjernih površina
Graph 1. Scheme of concentric sample plots

Tabela 2. Osnovni parametri koncentričnih kružnih površina
Table 2. Basic parameters of concentric circular plots

Debljina stabla ($D_{1,3}$ cm)	Radijus kruga (m)	Površina kruga (m^2)	Faktor preračunavanja na 1 hektar
$5 \leq d < 10$	2,5	19,63	509,29
$10 \leq d < 20$	4,5	63,62	157,19
$20 \leq d < 30$	5,5	95,03	105,23
$30 \leq d < 50$	9,0	254,47	39,29
$50 \leq d < 80$	15,0	706,86	14,15
≥ 80 cm	25,0	1963,49	5,09

3.2. Snimanje taksacionih elemenata prašumske sastojine | Measurement of stand parameters in the primeval forest stand

Na primjernim površinama snimani se sljedeći taksacioni elementi stabala i obilježja sastojine:

- Stepennost zemljišta krošnjama stabala iznad taksacionog praga i to posebno prekrivenog i neprekrivenog dijela tla u dužini koja iznosi 50 m;
- Prsni prečnici stabala (iznad taksacionog praga) koja pripadaju probnom krugu;
- Visine živih i normalno formiranih stabala koja pripadaju probnom krugu;
- Brojno stanje, kvalitet i način pojavljivanja prirodnog podmlatka (na krugovima fiksnog radijusa od 3 m);
- Analiza i ocjena vitaliteta šuma;
- Procjena stjenovitosti;
- Broja panjeva na primjernim površinama (svježih i starijih);
- Razvojne faze u šumskoj zajednici;
- Mrtvo drvo.

Prečnik na prsnoj visini mjereno je na svim stablima debljine iznad 5 cm. Mjerenje je obavljeno pomoću milimetarske prečnice, i to u dva unakrsna pravca: prvo mjerenje izvedeno je s gornje strane stabla, a drugo pod uglom od 90 stepeni u odnosu na prvo. Srednji prečnik dobijen je kao aritmetička sredina ova dva mjerenja i izražen je u milimetrima. Visine stabla čiji je prečnik iznad 5 cm na prsnoj visini mjerene su pomoću visinomjera „Vertex IV“, sa tri ponovljena mjerenja, te je na osnovu njih izračunata srednja vrijednost visine stabla izražana u decimetrima. Za pravilnu ocjenu boniteta vrste drveća u sastojini na osnovu visina stabala mjerene se visine samo pravilno formiranih stabala. Visina nije mjerena kod stabala koja su suhova, prevršena ili su ranije prevršavana, a sada imaju novi vrh. Zbog zaostajanja u rastu u visinu u jednom periodu, ta stabla nemaju visinu, kao normalno formirana stabla istog prsnog prečnika.

Utvrđivanje stepena zastrtosti zemljišta krošnjama izvršeno je na svakoj primjernoj površini i to na prečniku kruga od 50 m (radijusa 25 m). Taj postupak proveden je od pravca vizure prethodno premjerenog probnog kruga prema pravcu vizure narednog probnog kruga. Idući duž (po mogućnosti) horizontalno postavljene pantlijeke, registruje se i mjeri prekrivenost vizure (pantlijeke) vertikalnim projekcijama krošnja stabala svih vrsta drveća iznad taksacionog praga.

3.3. Snimanje mrtvog drveta | Deadwood inventory

Snimanje mrtvog drveta izvršeno je prema metodologiji Albrecht (1990). Mjerenja su obavljena na svim primjernim površinama unutar kruga radijusa 12,62 m. Kao centar kruga korišten je isti centar primjerne površine koji je prethodno upotrijebljen za snimanje taksacionih elemenata živih dubećih stabala. Utvrđena je zastupljenost mrtvog drveta, bilo u dubećem ili ležećem položaju, koje je u cijelosti ili djelimično pripadalo navedenom krugu. Kao taksaciona granica uziman je prečnik od najmanje 7 cm na tanjem kraju za ležeće mrtvo drvo, dok je za mrtvo drvo u dubećem stanju korišten prsni prečnik veći od 7 cm.

Klasifikacija mrtve drvene mase izvršena je prema vrsti drveća, tipu mrtvog drveta i stepenu raspadanja.

Razvrstavanje mrtvog drveta prema vrsti drveća izvršeno je na sljedeći način:

- četinari,
- lišćari,
- nepoznato.

Razvrstavanje mrtve drvene mase prema tipu mrtvog drveta sprovedeno je na sljedeći način:

- ležeće mrtvo drvo,
- dubeće (cijelo stablo – sušika),
- dubeće prelomljeno, $H > 1,3$ m (H – visina preloma mjereno od nivoa zemljišta),
- panjevi ($0,3$ m $< H < 1,3$ m).

Prema stepenu razgradnje, mrtva drvena masa razvrstana je u sljedeće kategorije:

- zdravo (svježe odumrlo, kora prisutna na stablu, bez živih grana, bez znakova truleži),
- natruхло (uočeno početno raspadanje, kora u raspadanju ili odsutna, drvo još uvijek čvrsto, trulež zahvatila manje od $1/3$ D; D – prečnik na sredini dužine komada),
- truhlo (uznapredovalo raspadanje, bjeljika mekana, srčika djelimično čvrsta, trulež zahvatila više od $1/3$ D),
- raspadnuto (drvo prisutno u tragovima).

U okviru ovih istraživanja utvrđeni su sljedeći parametri mrtvog drveta na istraživanom području:

- broj i temeljnica stojećih mrtvih stabala, razvrstanih na tanje mrtvo drvo (prečnik > 7 cm i < 20 cm na prsnoj visini) i krupnije mrtvo drvo (prečnik > 20 cm na prsnoj visini),
- zapremina i raspodjela mrtvog drveta prema vrstama drveća, stepenu razgradnje i tipu mrtvog drveta,

- udio mrtvog drveta u ukupnoj zapremini krupnog drveta,
- bilans razvoja mrtvog drveta u odnosu na mortalitet i zalihu mrtvog drveta.

3.4. Snimanje stanja prirodnog podmlatka | Natural regeneration survey

Snimanje prirodnog podmlatka obavljeno je prema postupcima koji su manje standardizovani u odnosu na mjerenje taksacionih elemenata krupnog drveta. Prirodni podmladak se često javljao u grupama, što je prilikom mjerenja izazivalo veća odstupanja. Tokom mjerenja izvršena je diferencijacija podmlatka po vrstama drveća, učestalosti pojavljivanja i visinskoj strukturi.

Stanje prirodnog podmlatka utvrđeno je na svim primjernim površinama. Kao centar plohe za snimanje korišten je isti centar kao i za snimanje ostalih taksacionih elemenata, s tim da je radijus za snimanje prirodnog podmlatka iznosio 3 m.

Na svakom krugu utvrđena je brojnost podmlatka po vrstama drveća, te je izvršena klasifikacija po uzrasnim kategorijama na:

- podmladak visine 10–50 cm,
- podmladak visine 50–130 cm,
- podmladak prsnog prečnika ($d_{1,3}$) od 0 do 5 cm.

Za mjerenje visina mladih biljaka korišten je štap građuiran skalom na svakih 10 cm. Visina je predstavljala vertikalno rastojanje od vršnog pupa do površine zemljišta.

Pored klasifikacije prirodnog podmlatka po uzrasnim klasama, utvrđeni su i sljedeći parametri:

- brojnost
- stepen oštećenosti,
- zastarčenost i
- porijeklo.

3.5. Utvrđivanje tekture prašumske sastojine | Determination of the primeval forest stand texture

Tekstura prašume definisana je na osnovu razvojnih faza. U okviru prašume, na većim ili manjim površinama, zabilježena je prisutnost različitih razvojnih faza. One su izrazito diverzifikovane, a njihov broj i frekvencija pojavljivanja na određenoj površini predstavljaju jedan od ključnih indikatora za procjenu prašumskog karaktera većih ili manjih šumskih kompleksa. Utvrđivanje razvojnih faza u šumskoj zajednici na istraživa-

nom lokalitetu provedeno je na sistematski postavljenoj kvadratnoj mreži, sa stranicom dužine 20 m, koja je pokrivala cijelu površinu šumske zajednice unutar odjeljenja 50 i 51/1. Za svaki pojedinačni kvadrat (20 × 20 m), površine 400 m², određena je pripadnost konkretnoj razvojnoj fazi, na osnovu sastojinske strukture. Za opis pojedinih razvojnih faza korištena je metodika po Meyeru 2001. Opis razvojnih faza na osnovu kojeg je izvršena kategorizacija prikazan je u tabeli 3.

3.7. Metodika prikupljanja fitocenoloških podataka | Vegetation survey methodology

Podaci o florističko-vegetacijskim zajednicama prikupljeni su na dva lokaliteta unutar bukovo-jelovih šuma sa smrčom, na širem području Studešnice (Banovići). Istraživanja su sprovedena u odjelima 37, 50 i 51/1, pri čemu je na svakom lokalitetu urađen najmanje jedan fitocenološki snimak. Podaci su eviden-

Tabela 3. Razvojne faze prašume s detaljnim opisom

Table 3. Developmental phase of the primeval forest with detailed description

Br. No.	Razvojna faza Develop. phase	Opis razvojne faze Description of the developmental phase
1	Progale (čistine)	Sklop krošanja manji je od 25%, a pokrovnost prirodnog podmlatka manja od 50%.
2	Faza podmlađivanja	U razbijenom sklopu krošnji ili unutar sastojine u fazi raspadanja razvija se podmladak koji zauzima više od 50% površine.
3	Optimalna faza	Počinja kada stabla dosegnu debljinu krupnog drveta (≥ 7 cm prsnog prečnika). Karakteriše je snažan prirast i redukcija broja stabala zbog konkurencije. Može se podijeliti na podfaze, npr. prije i poslije kulminacije zapreminskog prirasta.
4	Faza izjednačavanja	Nema povećanja neto produkcije jer se prirast i raspadanje drvne mase izjednačavaju. Karakteriše je stabilnost u prirastu, rastu i odumiranju. Ova faza može nastati kao reakcija na odumiranje dijela stabala.
5	Faza regeneracije	Nakon odumiranja dijela stabala, preostala sastojina pokazuje povećanu regeneracionu sposobnost i pojačan prirast.
6	Terminalna faza	Nema neto produkcije zbog stagnacije prirasta uslovljene starošću stabala. Karakteriše je dugotrajna stabilnost s malim ili odsutnim ciklusom produkcije i raspadanja.
7	Faza raspadanja	Dominira razgradnja krupnog drveta koja nadmašuje regenerativne procese. Ukoliko dođe do podmlađivanja, ova faza prelazi u fazu podmlađivanja.

3.6. Metodika za utvrđivanja prisustva mikrohabitata na stablima | Tree microhabitat presence assessment protocol

Na stablima sa prsnim prečnikom većim od 50 cm utvrđivano je prisustvo i frekvencija pojavljivanja mikrohabitata karakterističnih za odrasla živa stabla u šumskim zajednicama. Posebna pažnja posvećena je mikrohabitatima na stablima bukve i gorskog javora. Za prikupljanje podataka o brojnosti i frekvencije pojavljivanja mikrohabitata na starim stablima korištena je metodika data u Višnjić i dr., (2025)

Evidentirani su sljedeći mikrohabitat:

- plodna tijela gljiva,
- duplje u pridanku debla i deblu stabla,
- pukotine na deblu stabala,
- prisustvo bršljena i epifita (mahovina i lišajeva).

Pored navedenih mikrohabitata, evidentirani su i rjeđe prisutni, koji su od velikog značaja za biodiverzitet šumskih ekosistema, kao što su dendrošljemovi i duplje od djetlića.

tirani prema metodi Braun-Blanqueta (1964). Veličina eksperimentalnih ploha iznosila je 400 m² (20 × 20 m) (Mucina i dr. 2000).

Pri prikupljanju podataka korištena je skala brojnosti-pokrovnosti za vrste (kombinovani parametar brojnosti i pokrovnosti), čiji je pregled dat u tabeli 3. Naučna imena biljnih vrsta korištena su u skladu sa literaturom: Lauber i Wagner, (2001); Blamey i Grey-Wilson, (2008).

Atributivni podaci, kao što su nadmorska visina, ekspozicija, nagib terena, pokrovnost, geološka podloga, tip tla i drugi ekološki faktori, prikupljeni su na terenu uz pomoć standardne istraživačke opreme.

3.8. Postavljanje trajne (ogledne) plohe | Establishment of the permanent (sample) plot

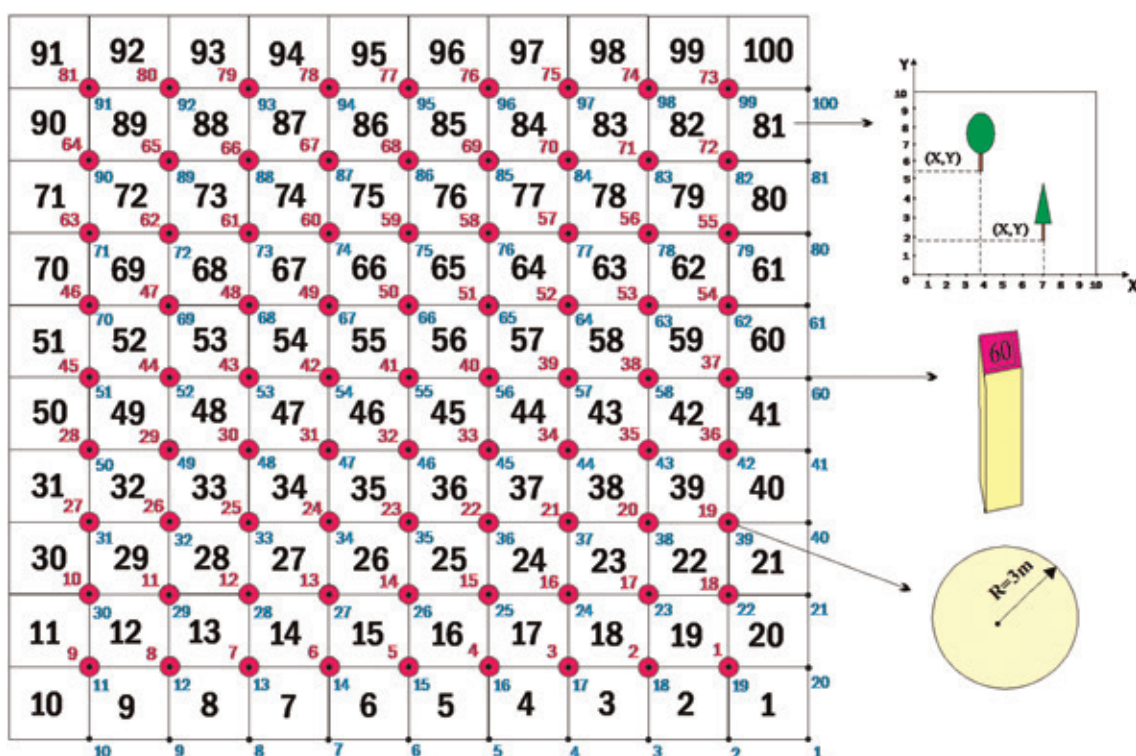
Unutar prašumske zajednice, osim na privremenim primjernim površinama, taksaciona mjerenja provedena su i na trajnoj oglednoj plohi kvadratnog oblika, površine 1 ha (100 × 100 m). Ova ogledna ploha je

trajnog karaktera, a na njoj će se periodično (svakih 5 do 10 godina) provoditi mjerenja u cilju utvrđivanja promjena u dinamici strukture, mrtvog drveta, podmlađivanja i biodiverziteta šumske sastojine.

Granice trajne plohe su orjentisane u pravcima sjever–jug i istok–zapad. Ogledna ploha površine jednog hektara podijeljena je mrežom kvadrata 10×10 m na ukupno stotinu ploha, od kojih svaka ima površinu od 100 m^2 . Obrojčavanje ploha izvršeno je tako da

je ploha u donjem desnom uglu (jugoistok) dobila oznaku 1. Ploha broj 2 nalazila se lijevo od nje, a redoslijed numeracije nastavljao se horizontalno do desete plohe, nakon čega se prelazilo u naredni red. Numeracija se nastavila u kontinuitetu, „zmijolikom putanjom“, sve do posljednje, stote plohe (slika 12.).

Numeracija stabala na trajnoj oglednoj plohi izvršena je odvojeno za svaku pojedinačnu plohu, počevši od plohe broj 1. Stabla iznad taksacionog praga od 5



LEGENDA:

- PLOHA (10×10)m
- PLOHA ZA PODMLADAK ($R=3$ m)
- GRANICE PLOHA (KOLIĆI)
- 1,2,3.....100 REDNI BROJEVI PLOHA
- 1,2,3.....81 REDNI BROJEVI PLOHA ZA PODMLADAK
- 1,2,3.....100 BROJEVI KOLIĆA

Slika 12. Prikaz izgleda trajne ogledne plohe, površine od 1 ha, sa svim elementima (vanjske, unutrašnje granice, kružne plohe za određivanja brojnosti prirodnog podmlatka, način određivanja položaja stabala)

Figure 12. Representation of the layout of the permanent sample plot, covering an area of 1 ha, with all elements (external and internal boundaries, circular subplots for assessing natural regeneration density, and the method for determining tree positions)



Slika 13. Detalj sa trajne ogledne površine u prašumi Studešnica (Foto: Č. Višnjić)

Figure 13. Detail from a Permanent Sample Plot in the Studešnica Primeval Forest (Photo: Č. Višnjić)

cm na prvoj plohi označena su kao 1/1, 1/2, 1/3 itd., dok su na drugoj plohi obilježena kao 2/1, 2/2, 2/3 i tako redom do posljednje plohe, gdje numeracija dostiže oznake poput 100/1, 100/2, 100/3, u zavisnosti od ukupnog broja stabala. Prvi broj označava redni broj plohe, a drugi redni broj stabla unutar te plohe. Stabla su obilježena trajnom farbom.

Položaj stabala iznad taksacionog praga (>5 cm) određen je za svaku plohu pojedinačno, kao i sumarno za cijelu plohu površine 1 ha, koristeći ortogonalnu metodu na osnovu X i Y koordinata. Nulta tačka je definisana na početnom kočiču, pri čemu je apscisa (X) u pravcu istok–zapad, a ordinata (Y) u pravcu sjever–jug. Pozicija svakog stabla određena je pomoću pantlije i visinomjera Vertex IV. Dobijene vrijednosti su unošene u terenski priručnik za snimanje.

3.8.1. Taksaciona snimanja na stalnoj oglednoj plohi | Inventory measurements on the permanent plot

Na trajnoj oglednoj plohi provedena su snimanja svih stabala iznad taksacionog praga (> 5 cm prsnog prečnika), kao i cjelokupnog mrtvog drveta debljeg od 7 cm u skladu s propisanom metodikom. Evidentirani su svi taksacioni elementi relevantni za utvrđivanje strukturnih karakteristika, konkurentskih odnosa i diverziteta na istraživanom lokalitetu. Prikupljeni podaci obuhvataju:

- vrstu drveća,
- prsni prečnik (na visini 1,30 m od tla) za svako stablo iznad 5 cm,
- ukupnu visinu stabla,
- dužinu čistog debla,
- stepen zastrtosti zemljišta krošnjama stabala iznad taksacionog praga,
- stanje mrtvog drveta (potpuni premjer na čitavoj površini),
- brojnost prirodnog podmlatka po vrstama drveća (prirodni podmladak na trajnoj oglednoj plohi evidentiran je na 81. plohi. Primjerne površine za snimanje podmlatka imale su kružni oblik fiksnog radijusa od 3 m i reambulirane su na presjecištima unutrašnje mreže kvadrata dimenzija 10 × 10 m. Centri krugova označeni su unutrašnjim kočičima, koji su numerisani plavim oznakama (slika br. 5).
- položaj svih stabala iznad taksacionog praga na eksperimentalnoj plohi, određen ortogonalnom metodom.

3.9. Obrada i analiza podataka | Data processing and analysis

Podaci prikupljeni na terenu uneseni su u bazu podataka Excel, gdje je izvršena logička kontrola podataka. Nelogični podaci su provjereni u manualu, po po-

trebi i na terenu, te su sačinjene ispravke pogrešno unešenih podataka. Za obračun osnovnih prosječnih taksacionih elemenata sastojine korišten je program Statistica. Za obračun strukturalnih karakteristika sastojine, stanja prirodnog podmlatka i mrtvog drveta korišten je softverski paket R-studio. Za predstavljanje brojnosti i frekvencije pojavljivanja mikrohabitata u prašumi, podaci su obrađeni u Excelu. Karte obuhvata prašumskog kompleksa Studešnica su georeferencirane i digitalizirane u softverskom programu ArcGIS, u kojem je također izrađena karta tekture istraživane šume. Teksturni diverzitet izračunat je pomoću Shannonovog indeksa diverziteta. Za obradu vegetacijskih karakteristika i diverziteta prašume Studešnica, prikupljeni podaci uneseni su u fitocenološku bazu podataka Turboveg 2.38 (Hennekens i Schaminée, 2001), a potom su eksportovani u program Juice 7.1 (Tichý, 2002), gdje su provedene standardne fitocenološke analize. Analize su uključivale sintezu tabela stepena prisutnosti vrsta, kao i zajedničku analitičku tabelu za sve analizirane lokalitete. Za procjenu biodiverziteta korištena su tri ključna indeksa: Shannonov indeks diverziteta, indeks izjednačenosti (Evenness index) i brojnost vrsta.

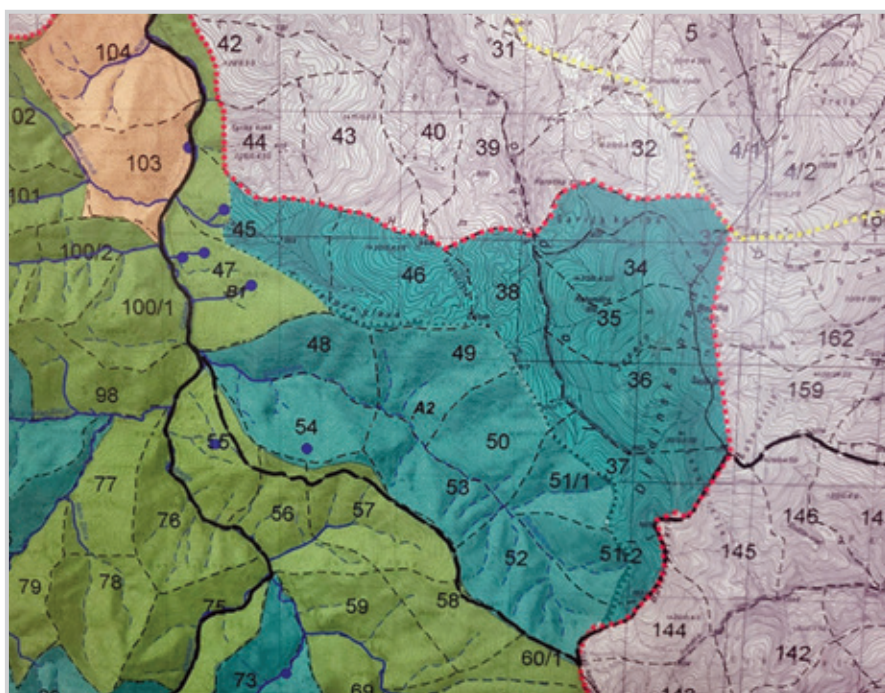
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA | RESEARCH RESULTS

4.1. Prostorni opis prašume Studešnica | Spatial description of the Studešnica primeval forest

Odjeljenja 50 i 51/1 nalaze se na jugoistočnom dijelu G.J. "Oskova", ŠPP "Sprečko" Živinice. Pripadaju slivu „Studešnica“, iznad lokaliteta zvani „Grab potok“ i unutar su zone A2, Zaštićenog pejzaža „Konjuh“ (karta 3.). Imeđu ostalog u sklopu su zaštitne šume vodozaštitnog područja „Studešnica“. Naime, Rješenjem I.V. SRBiH br. 31/69 od 24.07.1969. godine (Prilog), proglašen je zaštitnom šumom sliv „Studešnice“, odjeljenja: 48, 49, 50, 51, 52, 53 i 54, u površini od 565,50 ha, odnosno izdvojene su i

proglašene sastojine i šumsko zemljište kao stalno zaštitne šume u cilju zaštite postojećih izvora kaptiranih za potrebe snabdijevanja pitkom vodom grada Banovići. Također u cilju osiguranja zaštite izvorišta od zagađenja i drugih nepovoljnih utjecaja Odlukom o zonama sanitarne zaštite izvorišta „Studešnica“ („Službene novine TK“, broj: 09/10) utvrđene su tri zaštitne zone i to: I zaštitna zona, koja se dijeli na la zonu - najstroži režim zaštite i Ib - zona strogog režima zaštite, II zaštitna zona – zona ograničenog režima zaštite i III zaštitna zona - zona blagog režima zaštite. Prema ŠPO (2023-2032) odjeljenja 50 i 51/1 svrstana su u visoke šume bukve i jele sa smrčom (*Abieti-Fagetum illyricum* Treg. 1957), uža kategorija šuma 1200 (visoke šume bukve jele i smrče primarne i sekundarne) i 1203 gazdinsku klasu: šume bukve i jele na dubokom distričnom kambisolu, luvisolu i njihovim kombinacijama i pseudogleju na silikatnim i silikatno-karbonatnim sedimentnim supstratima i kiselim eruptivnim stijenama.

Uzimajući u obzir visoku drvenu zalihu, kao i izvornost, stabilnost i očuvanost, za šume u granicama odjeljenja: 48, 49, 50, 51, 51/2, 52, 53 i 54, a koje pripadaju ŠPP „Sprečko“, Prostornim planom (2010-2030) predloženo je sprovođenje neophodnih naučnih istraživanja u cilju izdvajanja sastojina prašumskog tipa u zoni A2.



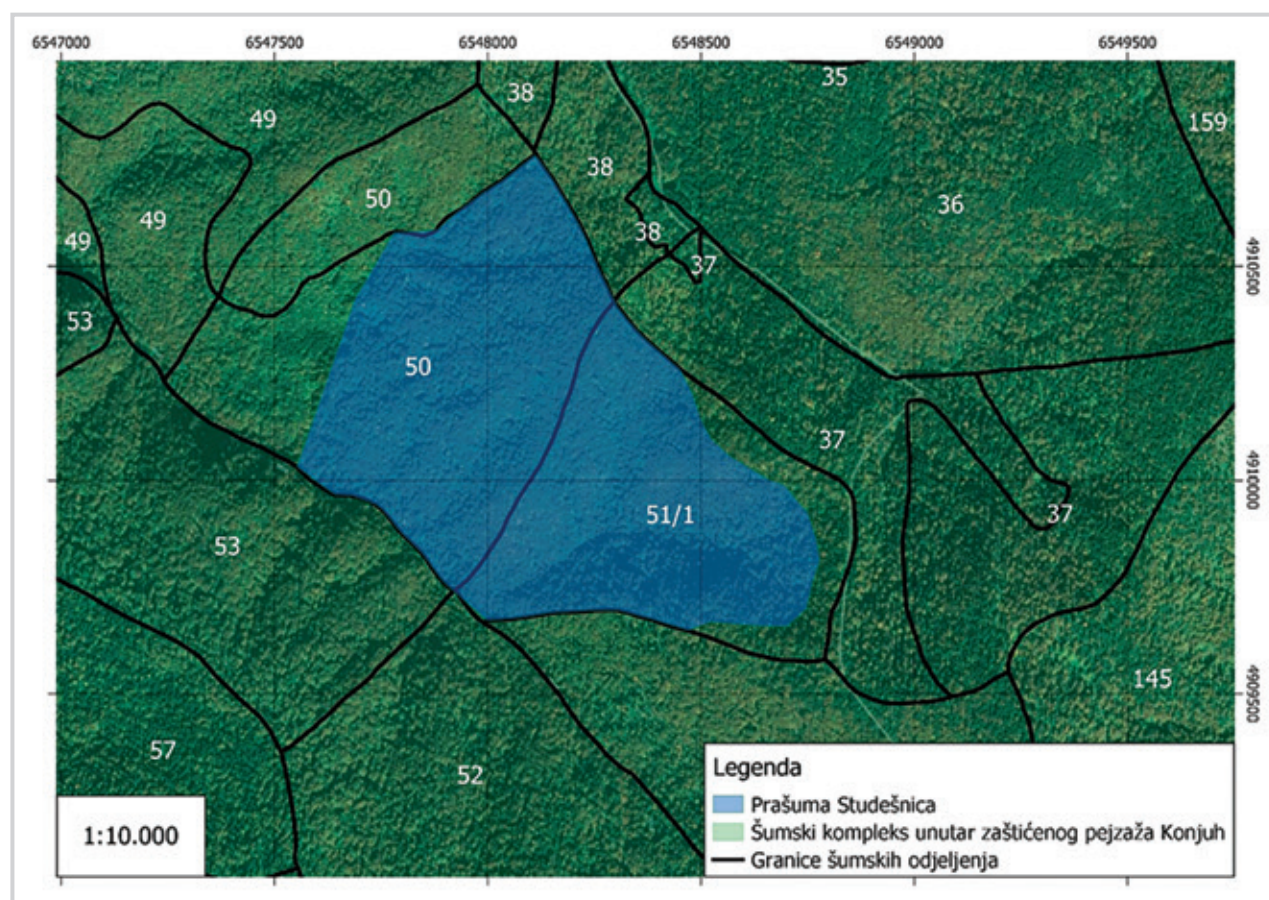
Karta 3. Zaštićeni pejzaž „Konjuh“, Zaštićena zona A2
Map 3. Protected Landscape „Konjuh“, Protected Zone A2

Površina odjeljenja 50 iznosi 69,50 ha, a odjeljenja 51/1 iznosi 43,30 ha, odnosno ukupno 112,80 ha, od čega je izdvojeno 74,26 ha kao prašuma (karta 4.), što se podudara sa tumačenjem KORPEL-a (1995), da je za samostalan razvoj mješovitih prašuma bukve, jele i smrče dovoljna površina od oko 50 ha.

Izdvajanje prašume sa sjeverne strane izvršeno je od prstena odjeljenja: 37, 38, 50 i 51/1 i ide grebenom tj. granicom odjeljenja 38 i 50 u dužini od 395 m. Zatim se granica sa zapadne strane spušta malom udolinom i to cijelom dužinom odjeljenja 50 sve do rječice Studešnice, tj. granice odjeljenja 53. Sa južne strane prašuma graniči rječicom Studešnicom do prstena odje-

prsnj visini dubećih stabala (1,30 m) - stavljene se dvije tačke žute boje, prečnika 30 mm jedna naspram druge i iste pokazuju smjer pružanja granice izdvojene prašume.

Najniža tačka izdvojene prašume nalazi se u dolini rječice Studešnice na 673 m n.v., a najviša tačka je 925 m n.v. (ispod stare vlake). Razlika u visinama najniže i najviše tačke izdvojene prašume je 252 m n.v. Nagib prašume je u prosjeku između 10 do 20°, dok je dio odjeljenja 51/1 koji graniči sa odjeljenjem 51/2 strma padina sa nagibom od 40°. Ekspozicija prašume je najvećim dijelom sjeverna, a manjim dijelom sjeveroistočna.



Karta 4. Prašuma „Studešnica“ (dio odjeljenja 50 i dio odjeljenja 51/1)

Map 4. Primeval Forest “Studešnica” (part of compartment 50 and part of compartment 51/1)

ljenja: 51/1, 51/2 i 52, a od navedenog prstena granica ide strmim grebenom (granicom odjeljenja 51/1 i 51/2) sve do stare vlake. Sjeveroistočna granica prašume je cijelom dužinom i to 10 m ispod navedene vlake (koja je u nivou sa izohipsom), te ponovo prema sjeveru, odnosno prstenu odjeljenja: 37, 38, 50 i 51/1. Grani- ce prašume “Studešnica” su propisno bilježene. Na

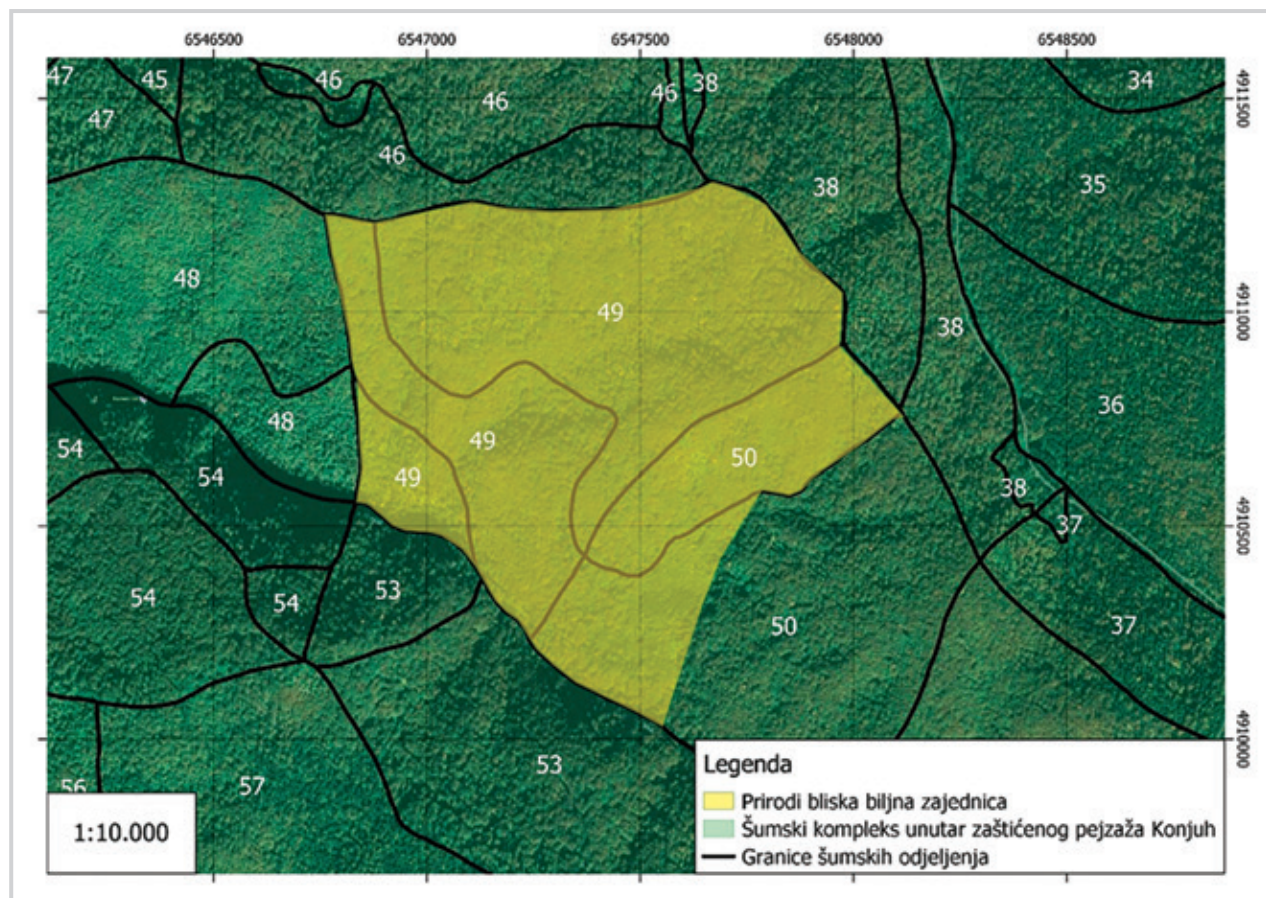
4.2. Prirodi bliska biljna zajednica | Natural-like Plant Community

Na prašumu Studešnica nadovezuje se prirodna zajednica u kojoj dominira bukva, potpuno očuvane strukture i sastava vrsta drveća, ali su stabla nešto manjih dimenzija, manje starosti i slabija je za-

stupljenost mrtvog drveta. Zbog svoje očuvanosti i prirodnosti svrstana je u kategoriju „prirodi bliska biljna zajednica“. Površina Prirodi bliske biljne zajednice iznosi 102,6 ha. Obuhvata cijelo odjeljenje 49 i dio odjeljenja 50, koji nije svrstan u prašumski rezervat (karta 5).

solu i njihovim kombinacijama i pseudogleju na silikatnim i silikatno-karbonatnim sedimentnim supstratima i kiselim eruptivnim stijenama.

Prema Baliću i dr. (2024), dodatne mjere zaštite izdvojene površine (Prirodi bliske biljne zajednice) nisu predložene, odnosno ostaju u skladu sa Odlukom o



Karta 5. Prirodi bliska biljna zajednica (odjeljenje 49 i dio odjeljenja 50)

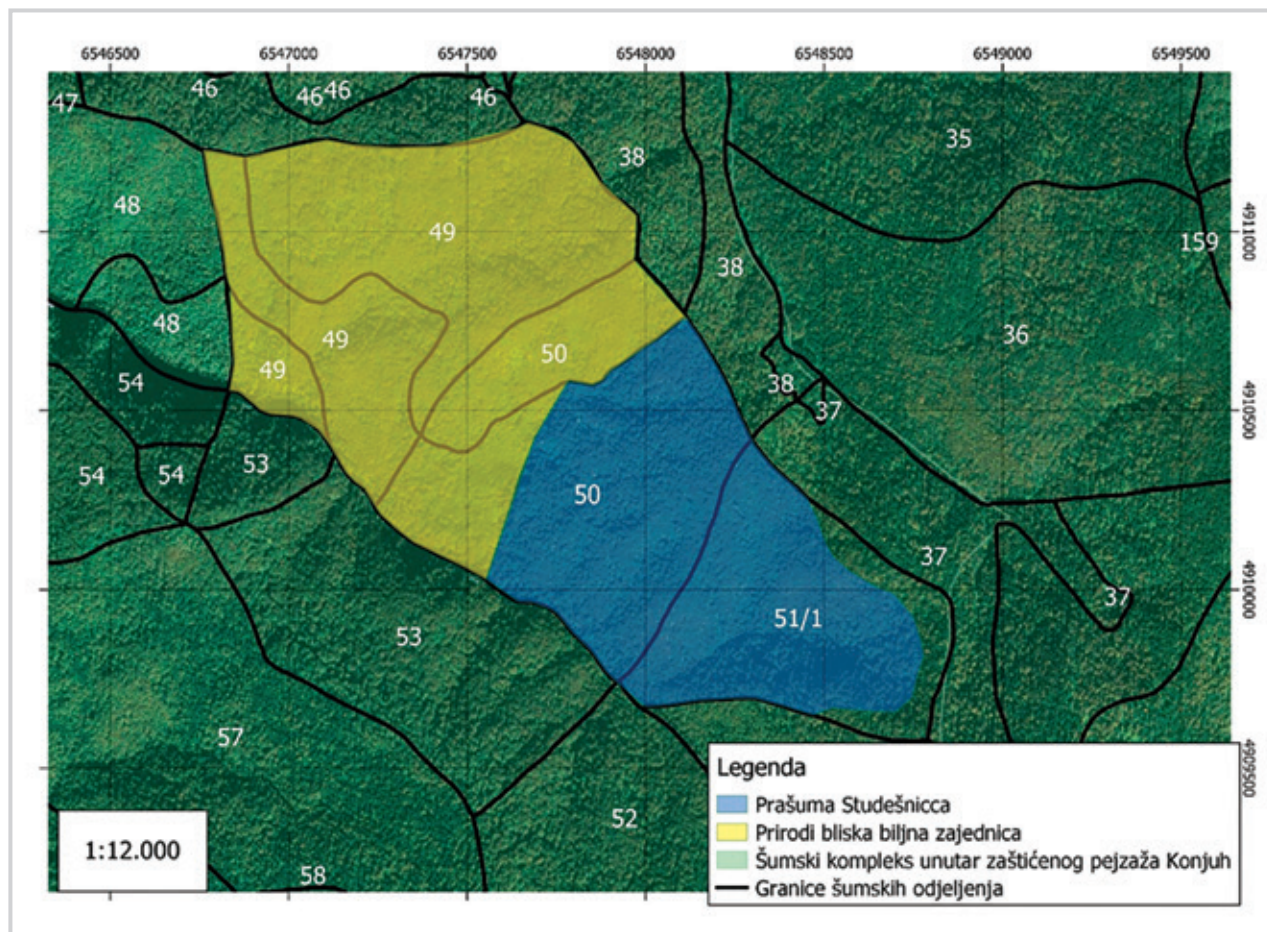
Map 5. Close to natural Plant Community (compartment 49 and part of compartment 50)

Najniža tačka Prirodi bliske biljne zajednice nalazi se u dolini rječice Studešnice na 592 m n.v., a najviša tačka je 921 m n.v. (prsten odjeljenja 38, 49 i 50). Nagib Prirodi bliske biljne zajednice je u prosjeku između 20 do 30°, a ekspozicija je najvećim dijelom sjeverna, manjim dijelom sjeverozapadna. Prašuma Studešnica i Prirodi bliska biljna zajednica prikazane su na karti 4.

Također, prema ŠPO (2023-2032) odjeljenje 49 i dio odjeljenja 50 koji nije izdvojen tj. nije uvršten u obuhvat prašume, svrstani su u visoke šume bukve i jele sa smrčom (*Abieti-Fagetum illyricum* Treg. 1957), uža kategorija šuma 1200 (visoke šume bukve jele i smrče primarne i sekundarne) i 1203 gazdinsku klasu: šume bukve i jele na dubokom distričnom kambisolu, luv-

zonama sanitarne zaštite i zaštitnim mjerama izvorišta vode za piće „Studešnica“ za javno vodosnabdijevanje Opštine Banovići („Službene novine TK“, broj: 09/10).

Na karti 6. prikazan je položaj prašume i prirodi bliske biljne zajednice. Po strukturnoj izgrađenosti, sastavu vrsta drveća drveća i florističkom sastavu one se ne razlikuju, međutim u prašumi su evidentirana stabla ogromnih dimenzija i prisutna je veća količina mrtvog drveta nego u Prirodi bliskoj biljnoj zajednici bukve. U obje kategorije šuma nema vidljivog antropogenog utjecaja. Zbog velikog broja starih stabala ogromnih dimenzija za prašumski rezervat Studešnica može se koristiti i naziv stara šuma (old growth forest).



Karta 6. Prašuma Studešnica (dio odjeljenja 50 i dio odjeljenja 51/1) i Prirodi bliske biljne zajednice (odjeljenje 49 i dio odjeljenja 50)

Map 6. Primeval Forest "Studešnica" (part of compartment 50 and part of compartment 51/1) and close to natural plant communities (compartment 49 and part of compartment 50)

4.3. Antropogeni utjecaj u prašumi Studešnica kroz historiju i danas | Human impact on the Studešnica primeval forest: historical and current perspectives

Utjecaj čovjeka na šumu je vidljiv. Permanentnim gospodarskim zahvatima, koji se ogledaju u sječama različitog intenziteta, čovjek mijenja sastav i strukturu šume prema postavljenim ciljevima. Ti ciljevi mogu biti različiti, ali se u najvećem broju slučajeva dostižu selektivnim sječama stabala koja su zrela, oštećena, bolesna ili smetaju razvoju drugih stabala. Pored zahvata definisanih planovima gospodarenja, čovjek često djeluje destruktivno na šumu. Ilegalne sječe mogu izazvati poremećaje u strukturi sastojine. One negativno utječu na sastav vrsta drveća, strukturu, kvalitet, stabilnost i vitalitet sastojine. Kao posljedica ilegalnih sječa može doći do jače degradacije šuma i nestajanja pojedinih vrsta drveća.

Krčenje šuma i spaljivanje istih s ciljem prenamjene korištenja zemljišta bile su česte pojave kroz historiju u Evropi, pa i kod nas.

Pokušaji da se kroz prirodni razvoj očuva prirodnost šuma, daje polovične rezultate. Na ovaj način se imitira prirodni razvoj i procesi u šumi, ali se pojedine vrste potiskuju, dok se drugima osiguravaju bolji uvjeti za razvoj. Tako se mijenja sastav vrsta drveća, struktura i bioraznolikost. Zbog toga se prašume ili šumski kompleksi koji se razvijaju bez utjecaja čovjeka odlikuju specifičnim florističkim sastavom i građom, koja se razlikuje od gospodarske šume. Ova svojstva prašumske zajednice isključivo su pod utjecajem prirodnih faktora i međusobne interakcije vrsta drveća koja čine tu zajednicu.

Na planini Konjuh, u širem području istraživanja, nalazi se kompleks gospodarskih šuma u kojima se

provode sječe na njezi i obnovi već više desetljeća. Zahvati su periodični; svakih deset godina se provodi stabilimično-preborna sječa kojom se sastojina njeguje i podmlađuje. Prebornom sječom, sastav i struktura sastojine mijenjaju se prema željenom cilju, ali se minimalno narušava stabilnost sastojine (Pintarić 1992). U pojedinim slučajevima, pored desetogodišnjih turnusa – vraćanja sa sječom u isto odjeljenje zbog kalamiteta insekata ili negativnog djelovanja abiotičkih faktora (vjetrolomi, vjetroizvale, snjegolomi) izvodi se sanitarna sječa kojom se iz sastojine uklanjaju bolesna, osušena i polomljena stabla.

Na osnovu provedenih taksacionih snimanja u prašumskim odjeljenjima 49, 50, 51/1 i 51/2, na lokalitetu Studešnica na primjernim krugovima radijusa 25 metara, analizirano je prisustvo mrtvog drveta, sa posebnim osvrtom na prisustvo panjeva, sortimenata ili ležećih dijelova stabla ostavljenih u sastojini nakon sječe, prisustvo traktorskih puteva koji služe za izvla-

čenje drveta ili staza za privlačenje drveta animalom. Snimanja na terenu su pokazala da u istraživanom dijelu šumskog kompleksa Studešnica nema panjeva ili drugih ležećih dijelova stabala preostalih nakon sječe, niti su evidentirani traktorski putevi ili staze za izvlačenje drveta, niti su evidentirani bilo koji poremećaji sastojinske strukture i sastava vrsta drveća koji bi indicirali utjecaj čovjeka. Nije isključeno da je šumsko područje sliva Studešnice prije 100 i više godina imalo određeni vid namjene, međutim tragovi ranijeg korištenja drveta ili drugih vidova eksploatacije prostora nisu vidljivi. Tlo je prirodno bez tragova degradacije, u hidrološkom pogledu nema promjena, a biljni i životinjski svijet u području prašume je potpuno očuvan.

U gospodarskoj šumi koja graniči sa prašumom Studešnica, gospodari se selektivnim uzgojnim sistemom (preborno gospodarenje), te nema bitnijeg narušavanja strukture sastojine koji bi mogli utjecati na procese i razvojnu dinamiku u prašumi (odjeljenja 37 i 38).



Slika 14. Velika količina stojećeg i ležećeg mrtvog drveta je jasan pokazatelj prašumske strukture sastojine (Foto: Č. Višnjić)

Figure 14. The abundance of both standing and lying deadwood clearly indicates a primeval forest structure within the stand (Photo: Č. Višnjić)

4.4. Osnovni taksacioni elementi prašume | Basic inventory elements of the primeval forest

Na osnovu provedenih mjerenja na privremenim eksperimentalnim površinama sa koncentričnim krugovima različitog radijusa izračunate su prosječne veličine taksacionih elemenata živih stabala koji su i najvažniji pokazatelji proizvodnosti, obraslosti i strukturne izgrađenosti prašumskog kompleksa Studešnica. Obračun je izvršen po vrstama drveća koje su zastupljene u prašumskom kompleksu i prikazan je u tabeli 4.

je sa 616,0 m³/ha, jela sa 53,4 m³/ha, gorski javor sa 17,6 m³/ha, mlječ sa 8,4 m³/ha, dok je udio gorskog brijesta u zalihi svega 6,3 m³/ha.

Iz navedenih podataka je vidljivo da je procentualni udio bukve po broju stabala u prašumskoj sastojini znatno manji (67%), od procentualnog udjela bukve po sveukupnoj zalihi prašumske sastojine (87%). Tako se prašumska sastojina u pogledu miješanja vrsta drveća po broju stabala može svrstati u mješovitu šumu bukve i jele i ostalih vrsta lišćara, dok, se prema

Tabela 4. Osnovni taksacioni elementi u prašumi Studešnica dobijeni na osnovu premjera na privremenim kružnim površinama promjenjivog radijusa postavljenim u odjeljenjima 50 i 51/1

Table 4. The basic mensurational elements in the Studešnica primeval forest were obtained based on measurements taken on temporary circular plots of variable radius, established in compartments 50 and 51/1

Oznaka taksacionog Parametra Label of the mensurational parameter	Vrste drveća Tree species					UKUPNO (Sve vrste drveća) TOTAL (All tree species)
	Bukva Beech	Jela Fir	Gorski javor Sycamore maple	Mlječ Norway maple	Gorski brijest European mountain elm	
N (no./ha)	232,5	98,09	5,0	1,5	6,5	343,5
G (m ² /ha)	32,6	4,06	1,0	0,4	0,4	38,5
V ₀ (m ³ /ha)	659,7	61,7	20,1	9,5	5,9	756,9
V ₇ (m ³ /ha)	616,0	53,4	17,6	8,4	6,3	701,7
Omjer smjese (%) / Mixture ratio (%)	87,2	8,2	2,7	1,3	0,8	100,0
Ds (cm)	46,4	28,1	68,8	66,5	29,6	45,0
Dg (cm)	49,8	29,1	69,2	66,5	30,4	40,8
Hs (m)	31,6	20,1	36,6	37,0	29,0	28,3
H _{loray} (m)	36,8	22,7	37,1	37,0	30,6	35,7

Iz tabele 4. se vidi da u prašumi Studešnica prosječan broj stabala po hektaru iznosi 344, pri čemu taj broj varira u intervalu od 261 do 423 stabla po hektaru. Bukva (*Fagus sylvatica* L.) je najzastupljenija vrsta drveća i učestvuje sa 67% u ukupnom broju stabala. Jela (*Abies alba* Mill.) ima udio od 29%, dok ostale vrste drveća: gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), mlječ (*Acer platanoides* L.) i brijest (*Ulmus glabra* Huds.) zajedno učestvuju sa svega 4% u ukupnom broju stabala.

Temeljnica prašume iznosi 38,5 m²/ha. Najveći dio temeljnice otpada na bukvu (32,6 m²/ha), jela učestvuje sa 4,06 m²/ha, dok ostale vrste zajedno učestvuju u temeljnici sa 1,8 m²/ha. Ukupna zaliha živog drveta u prašumi iznosi 756,9 m³/ha koji se kreće u intervalu od 695 m³/ha do 819 m³/ha. Od ukupne zalihe, na bukvu otpada 659 m³ (87%), na jelu 61,7 m³ (8%), dok ostale vrste učestvuju sa 35,5 m³ (5%).

Zaliha krupnog drveta u prašumi iznosi 701,7 m³/ha. Od ukupne zapremine krupnog drveta, bukva učestvu-

uje sa 616,0 m³/ha, jela sa 53,4 m³/ha, gorski javor sa 17,6 m³/ha, mlječ sa 8,4 m³/ha, dok je udio gorskog brijesta u zalihi svega 6,3 m³/ha.

Velika razlika u procentualnom učešću bukve i jele u prašumi u broju stabala u odnosu na drvenu zalihu ukazuje da je bukva prisutna pretežno u gornjoj etaži, sa stablima većih dimenzija u odnosu na ostale vrste drveća. Zbog dominantnog udjela u temeljnici i zalihi sastojine bukva u najvećoj mjeri uslovljava ključne procese u sastojini, kao što su: raspoloživost svjetlosti, konkurentski odnosi, dinamika razgradnje humusa, diverzitet prizemne vegetacije, prisustvo mrtvog drveta, te učestalost i raznovrsnost mikrohabitata.

Iz tabele 5. je vidljivo da je u bukovim prašumama najčešće prisutan manji broj stabala po hektaru nego u bukovoj-jelovim prašumama (Višnjić i dr., 2015). Najveći broj stabala u bukovim prašumama utvrđen je u prašumi Valle Cervara u Italiji (532 st/ha; Piovesan i dr., 2005), ali je zaliha drveta u ovoj prašumi manja u

Tabela 5. Osnovni taksacioni elementi bukovih prašuma u Evropi

Table 5. Key forest inventory parameters of European beech primeval forests

Naziv prašume (država)	Vrsta drveća	Broj stabala (N/ha)	Temeljnica (m ² /ha)	Zaliha živo drvo (m ³ /ha)	Autori
Mirdita (Albanija)	Bukva	331	37,2	559,3	(Meyer i dr., 2002)
Puka (Albanija)	Bukva	325	45,6	780,7	(Meyer i dr., 2002)
Lagodekhi (Gruzija)	Bukva	197	33,2	640	(Droessler i Wolff, 2023)
Badín (Slovačka)	Bukva	324	40,5	760	(Kucbel i dr., 2011)
Havešová (Slovačka)	Bukva	196	31,9	627	(Kucbel i dr., 2011)
Valle Cervare (Italija)	Bukva	532	38,0	497	(Piovesan i dr., 2005)
Mačen do (BiH)	Bukva	491	33,05	503,5	(Mešković Edin, 2004)
Studešnica (BiH)	Bukva	343	38,5	756,9	Ova istraživanja

odnosu na ostale bukove prašume (497 m³/ha). Veliki broj stabala po hektaru utvrdio je i Mešković (2004) u bukovoj prašumi Mačen do (491 st/ha), dok se u ostalim bukovim prašumama broj stabala po hektaru kreće između 300 i 400.

Najveće zalihe sveukupnog živog drveta utvrđene su u prašumi Puka u Albaniji od 780,7 m³/ha, u kojoj je zastupljeno 325 stabala po hektaru (Meyer i dr., 2002) i u prašumi Badin u Slovačkoj, sa zalihom od 760 m³/ha pri 324 stabla po hektaru (Kucbel i dr., 2011), kao i u ovim istraživanjima, u prašumi Studešnica sa 756,9 m³/ha, sa 343 stabla po hektaru.

Tabelarni podaci pokazuju da zaliha bukovih prašuma zavisi od broja stabala po hektaru, posebno onih u dominantnoj etaži. Bukva naginje formiranju jednodobnih i jednoetažnih sastojina, brzo sklapa krošnje i onemogućava razvoj stabala u podstojnoj etaži (Müller 2005). Tako manji broj stabala u dominantnoj etaži značajno utječe na veličinu zalihe sastojine. Sa starošću, uslijed konkurentskih

odnosa, broj stabala u dominantnoj etaži se smanjuje, ali se zbog debljinskog prirasta preostalih stabala, zaliha živog drveta povećava ili duže vrijeme ostaje konstantna.

Na osnovu prethodnih istraživanja u bukovim prašumama, datih u tabeli 5., zalihe sveukupnog drveta su najveće pri prosječnom broju stabala po hektaru koji se kreće između 196 i 343.



Slika 15. Dominacija bukve u gronjoj etaži prašume u najvećoj mjeri određuje sve procese koji se odvijaju u srednjoj i donjoj etaži sastojine (Foto: Č. Višnjić)

Figure 15. The dominance of beech in the upper canopy layer of the primeval forest largely determines all ecological processes occurring in the middle and lower strata of the stand (Photo: Č. Višnjić)

4.5. Miješanje vrsta drveća unutar šumske sastojine | Mixing of Tree Species Within the Forest Stand

Miješanje pojedinih vrsta drveća unutar šume može biti slučajno ili prema određenoj šemi. Šematsko miješanje vrsta drveća unutar sastojine posljedica je gospodarskih zahvata na njezi i obnovi sastojine, kao što su pošumljavanje i optimizacija omjera smjese pojedinih vrsta drveća kroz mjere njege u ranim fazama razvoja sastojine (faza mladika i guštika).

Za razliku od gospodarske šume, gdje se vrste smjenjuju po određenom rasporedu, a sva stabla su iste starosti ili su pravilno raspoređena po debljinskim razredima, starosnim klasama ili grupama – skupinama, u prašumi je miješanje stabala različitih vrsta drveća i različite starosti slučajno. Različite vrste drveća se miješaju stabilno ili u manjim-većim grupama u istoj ili u različitim etažama prašumske sastojine (Čermak 1910). Debljinska struktura po vrstama drveća koje su zastupljene u prašumi Studešnica prikazana je u grafikonu 2.

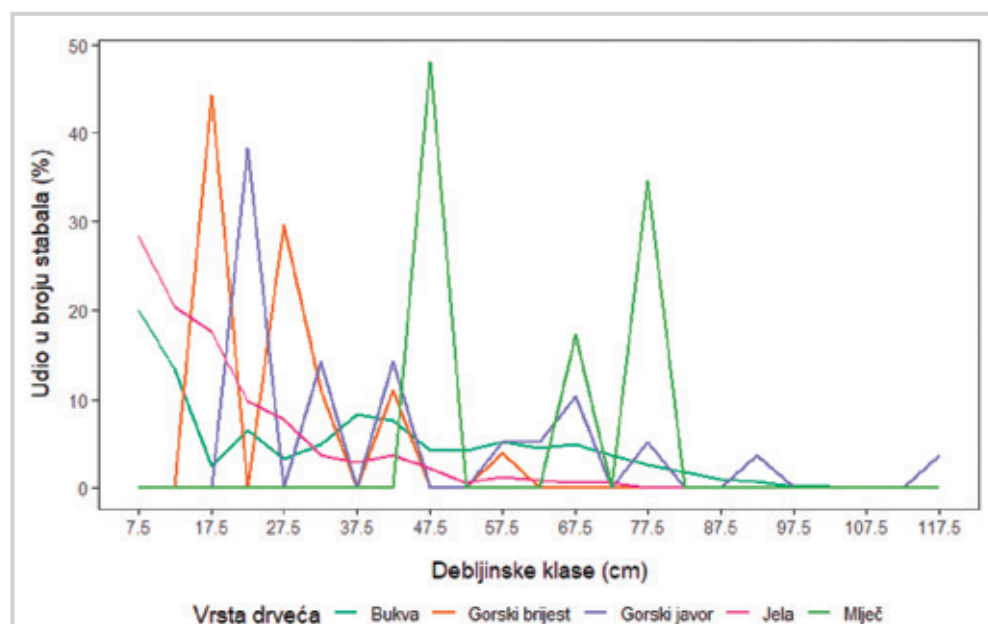
Iz grafikona 2. vidljiva je dinamika debljinske strukture dviju glavnih vrsta drveća prisutnih u prašumi (bukva i jela). Bukva dominira u gornjoj etaži, gdje se nalaze stabla većih dimenzija, sa pojedinačnim stablima koja imaju prečnik na prsnoj visini iznad 100

cm. Jela se postepeno širi ispod bukve i značajnije je prisutna u nižim debljinskim klasama, što odgovara donjoj i srednjoj etaži. Od ostalih vrsta drveća, gorski javor je nešto više zastupljen u nižim debljinskim klasama, ali se javljaju i pojedinačna stabla s prečnicima većim od 100 cm.

Ako se analizira miješanje vrsta putem indeksa segregacije, vidljivo je da nema izdvajanja pojedinih vrsta drveća u grupe koje bi činile zasebnu cjelinu. Odnosno, vrste poput bukve, jele gorskog javora, mlječa i gorskog brijesta u sastojini nisu prostorno odvojene. Miješanje vrsta unutar sastojine je slučajno i uslovljeno prirodnim faktorima, prvenstveno klimatskim i orografsko-edafskim karakteristikama područja, kao i konkurentskim odnosima između vrsta drveća koje čine šumsku zajednicu.

Analizom dobijenih rezultata iz podataka taksacionih snimanja može se konstatovati da unutar istraživane prašume, u svim debljinskim klasama dominira bukva, koja je na ovom staništu biološki najjača i konkurentnija u odnosu na ostale vrste drveća. U mikronišama ili razbijenom sklopu nastalom uslijed različitih prirodnih poremećaja i pojedinačnog odumiranja starih stabala bukve, stvaraju se uslovi za razvoj ostalih vrsta drveća, posebno plemenitih lišćara, dok se jela, zbog svoje velike tolerancije na zasjenu, sporadično

javlja na čitavom prostoru ispod krošanja odraslih stabala bukve. Ovakav obrazac miješanja vrsta drveća karakterističan je za prirodne šume, u kojima nema gospodarskih zahvata, a razvoj šumskog ekosistema ovisi o stanišnim uslovima i konkurentskim odnosima unutar jedne vrste ili između različitih vrsta drveća (Bončina i dr. 2003). Izostanak antropogenog utjecaja, koji bi gospodarskim zahvatima uredio sastojinu po vrstama drveća i



Grafikon 2. Debljinska struktura po vrstama drveća koje su zastupljene u šumskom kompleksu Studešnica (J-jela, B-bukva, GJ-gorski javor, ML-mlječ, GB- gorski brijest
Graph 2. Diameter structure by tree species represented in the Studešnica forest complex (J – spruce, B – beech, GJ – sycamore maple, ML – norway maple, GB – european mountain elm)



Slika 16. Pojedinačna stabla gorskog javora obavijena bršljanom, ili obrasla mahovinama mogu se naći u svim dijelovima prašume Studešnica (Foto: Č. Višnjić)

Figure 16. Individual sycamore maple trees enveloped in ivy or covered with moss can be found throughout all areas of the Studešnica primeval forest (Photo: Č. Višnjić)

strukturi, očituje se u činjenici da ostale, manje zastupljene vrste drveća, uključujući jelu u podstojnoj etaži, zbog konkurencije biološki jače bukve, postepeno gube vitalitet i odumiru.

4.6. Strukturne karakteristike | Structural characteristics

Struktura sastojine zavisi od mnogih faktora, kao što su starost sastojine, vrste drveća koje je čine, stanišnih uslova, ali i gospodarskih zahvata kojim se u najvećoj mjeri oblikuje struktura sastojine. Radi postizanja ciljeva gospodarenja, sastojine se kroz različite uzgojno-selektivne zahvate dovode u željeno stanje u pogledu broja stabala po jedinici površine, sastava vrsta drveća, prirasta, temeljnica i zalihe. Za razliku od gospodarskih šuma, u antropogeno nedirnutim šumama - prašumama - strukturni parametri se mijenjaju u zavisnosti od prirodnih procesa (Lingua i dr. 2011). Kriva opadanja broja stabala po debljinskim klasama u prašumskim sastojinama bukve i jele je često izlomljena, sa konkavnim i konveksnim poremećajima

kod viših debljinskih klasa. Za razliku od krive u gospodarskim šumama koja ima pravilan opadajući tok. Često je broj stabala, temeljnica i zaliha sastojine u prašumi znatno veći nego u gospodarskoj šumi. Pored toga, u prašumama se susreću i stara stabla velikih dimenzija (prsni prečnik preko 80 cm), dok takvih stabala u gospodarskim šumama nema. U prašumama je zastupljen veliki broj stojećeg i ležećeg mrtvog drveta što daje posebnu kompleksnot strukturne izgrađenosti prašumskih rezervata.

4.6.1. Strukturne karakteristike prašume Studešnica | Forest Structure of the Studešnica primeval forest

Procentualna raspodjela stabala, temeljnica i zalihe po debljinskim klasama širine 10 centimetara predstavljena je na grafikonu 3. Iz grafikona se vidi da je broj stabala u prašumi najveći u najnižoj debljinskoj klasi (10 cm) i zatim nepravilno (sinusoidno) opada prema većim debljinskim klasama, u početku strmije, a zatim blaže približavajući se x osi. Pojedinačna stabla su zastupljena i u debljinskim klasama iznad 100 cm,

dok je najdeblje stablo evidentirano u debljinskoj klasi od 140 cm. U dijelu krive između debljinskih klasa od 20 do 70 cm javljaju se lomovi – konkavnog i konveksnog oblika, koji su manje ili više izraženi, što cjelokupnoj krivulji daje nepravilan opadajući tok karakterističan za raspodjele stabala po debljinskim klasama u prašumskim rezervatima bukve i jele (Korpel 1995; Leibundgut 1993; Anić i dr. 2006, Drössler 2006, Višnjić i dr. 2015).

Krivu raspodjele stabala po debljinskim klasama u prašumi Studešnica karakteriše relativno mali broj stabala u najnižim debljinskim klasama. Iako ih u debljinskoj klasi od 5 do 15 cm ima najviše, ovaj broj stabala ne može osigurati kontinuirano podmlađivanje sastojine, kako je u mješovitim raznodobnim šumama. Mlada stabla letvenjaka bukve i jele se zbog nedostatka svjetla suše i u budućem razvoju sastojine kriva debljinske strukture će sve više poprimiti binomski oblik.

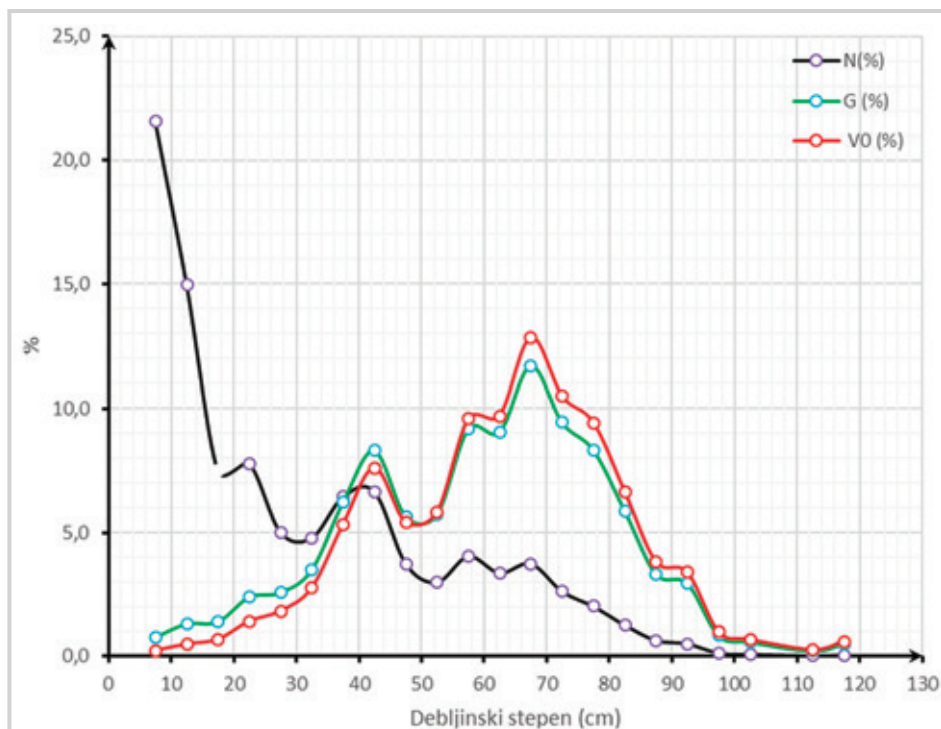
Ovo tumačenje se zasniva na činjenici da je u prašumskoj sastojini prisutan veliki broj stabala bukve u debljinskom razredu od 40 do 80 cm, koja svojim krošnjama formiraju gusti sklop, pa je razvoj stabala u srednjoj i donjoj etaži dosta otežan.

Za razliku od debljinske strukture u prašumi Studešnica, debljinska raspodjela stabala u gospodarskim šumama bukve i jele ima pravilniji opadajući tok u vidu negativne eksponencijalne krivulje. U početku broj stabala po debljinskim klasama strmo opada, a zatim se postepeno približava x osi do završnog debljinskog stepena, kada se prekida. U gospodarskim dominantno bukovim šumama, raspodjela stabala po debljinskim klasama ima oblik binomske krive. Najveći broj stabala je koncentrisan u jednu ili dvije debljinske klase, što je karakteristično za jednoslojne, jednodobne sastojine bukve.

Raspodjela stabala po debljinskim klasama u prašumi Studešnica ukazuje da su pored bukve prisutne i druge vrste drveća koje značajno modifikuju strukturu sastojine, posebno u nižim debljinskim klasama, gdje je i njihovo prisustvo veće. U ovim istraživanjima, u prašumi Studešnica taksacionim premjerima evidentirana su stabla debljine oko 120 cm.

Raspodjela zapremine i temeljnice po debljinskim klasama je binomska, sa dva maksimuma. Nešto manji maksimum zapremine evidentiran je u debljinskoj klasi od 40 cm i glavni maksimum u debljinskoj klasi od 70 cm i glavni maksimum u debljinskoj klasi

od 70 cm od koje zaliha naglo opada do debljinske klase od 100 cm, i ne mijenja do debljinske klase od 120 cm. Sličnu raspodjelu ima i temeljnica. Ovakva raspodjela zapremine i temeljnice po debljinskim klasama je nepravilna i atipična za gospodarske šume (grafikon 3). Nepravilan tok krive raspodjele temeljnice i zapremine po debljinskim klasama ukazuje na to da se u sastojini ne provode selektivni zahvati koji bi optimizirali i uravnotežili sastojinsko stanje u pogledu raspodjele stabala po debljinskim klasama, što bi se odrazilo na pravilnu raspodjelu zapremine i temeljnice.

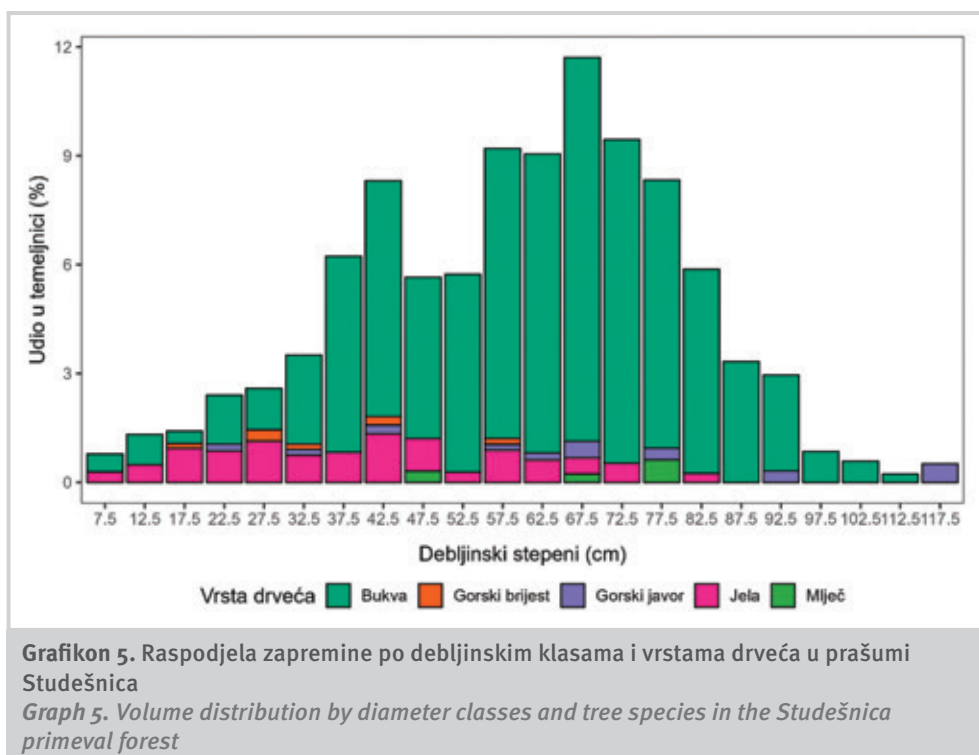
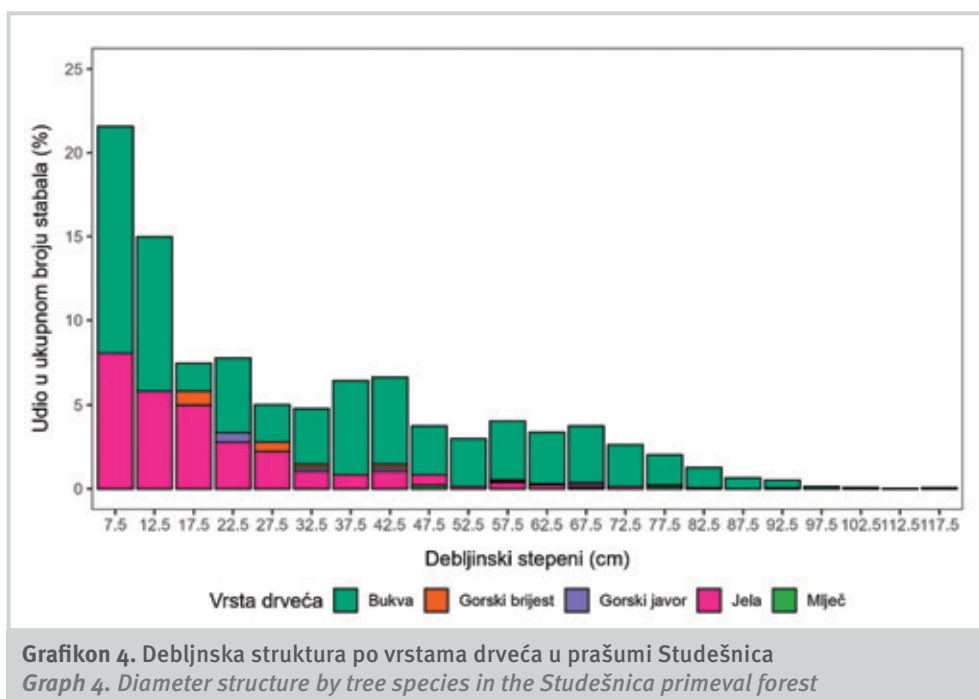


Grafikon 3. Procentualne debljinske raspodjele za broj stabala (N%), temeljnicu (G%) i zapreminu (Vo%) istraživanog šumskog kompleksa na lokalitetu Studešnica
Graph 3. Percentage diameter distributions for number of trees (N%), basal area (G%), and volume (Vo%) of the studied forest complex at the Studešnica site

Na grafikonu 4. prikazana je procentualna raspodjela stabala po debljinskim klasama i vrstama drveća. Iz grafikona je vidljivo da u sastavu vrsta drveća najveći udio imaju bukva i jela. Bukva je dominantna u svim debljinskim klasama, dok je apsolutno najzastupljenija u debljinskim klasama iznad 40 cm. Jele najviše ima u nižim debljinskim klasama od 10 do 30 cm. U debljinskoj klasi od 20 cm jela učestvuje sa više od 50 % od ukupnog broja stabala svih vrsta drveća u toj klasi. U višim debljinskim klasama jela se javlja pojedinačno i nema značajnije učešće. Ostale vrste drveća (gorski javor, mlječ, gorski brijest) javljaju se kao pojedinačna stabla u debljinskim klasama iznad 10 cm. S obzirom na veliko učešće jele u debljinskoj klasi od 20 cm, očekivati je u daljem razvoju sastojine urastanje jele u više debljinske klase i postepeno stvaranje uslova ka formiranju mješovite šume bukve i jele.

Procentualna raspodjela zalihe po debljinskim klasama za pojedine vrste drveća prikazana je na grafikonu 5. U prašumi Studešnica u sveukupnoj zapremini sastojine učestvuju dvije glavne vrste drveća: bukva i jela kao i ostale vrste drveća: gorski javor, mlječ i gorski brijest, koji imaju malo učešće, ali su veoma zna-

čajni sa aspekta biodiverziteta. Bukva ima najveći udio u zapremini sastojina (88%), slijedi je jela, koja učestvuje sa 8%, dok sve ostale vrste drveća (gorski javor, mlječ i gorski brijest) učestvuju sa 4% u zapremini sastojine. Koncentracija zalihe bukve je u višim debljinskim klasama sa izraženom dominacijom u de-

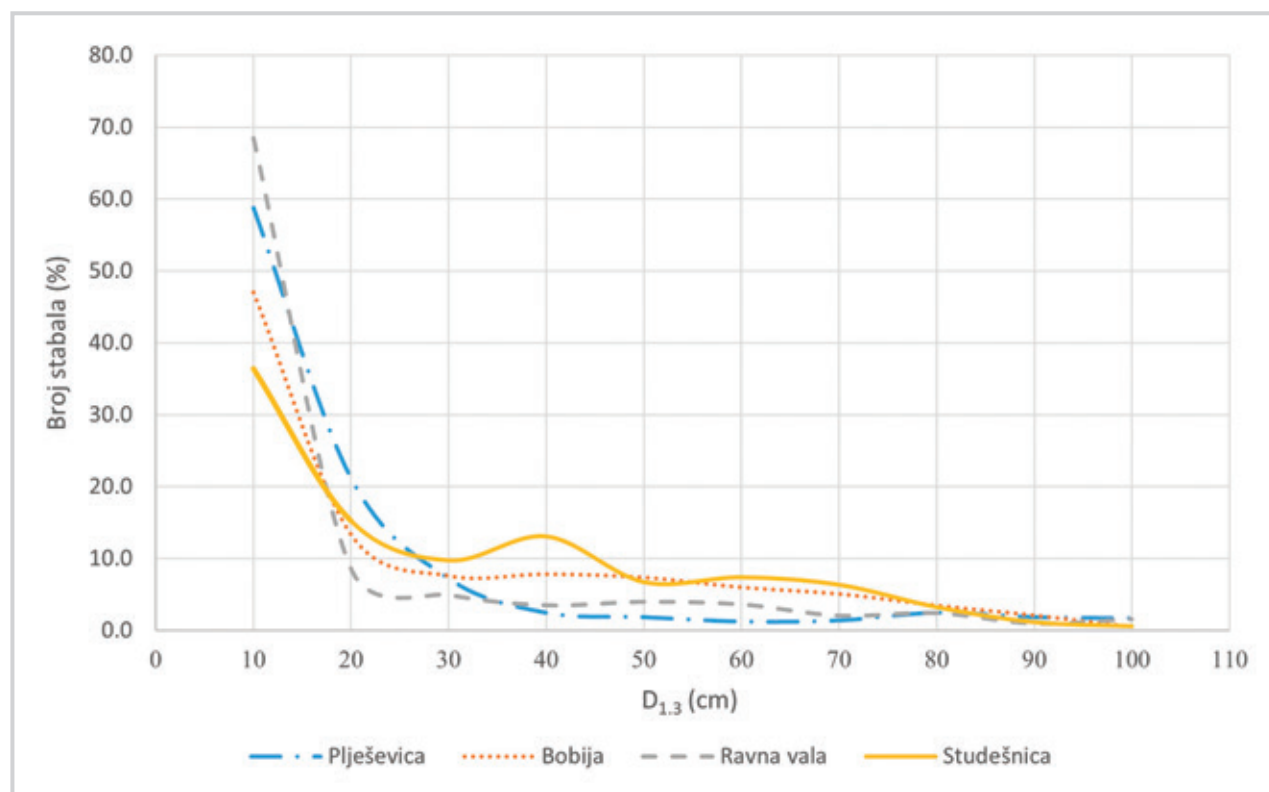


bljinskoj klasi 67,5 cm. Iz grafikona je vidljivo da jela više učestvuje u zapremini sastojine u nižim debljinskim klasama, dok je u višim debljinskim klasama iznad 87,5 cm nema.

Velike razlike u procentualnom učešću jele po broju stabala (29%) i zapremini (8) ukazuju da je jela u većem broju prisutna u nižim debljinskim klasama, što joj povećava procentualni udio po broju stabala. Međutim tanja stabla ne učestvuju značajno u zapremini sastojine, pa je i procentualni udio jele u zapremini sastojine značajno niži. Ostale vrste drveća (gorski javor, mlječ, gorski brijest) učestvuju u zapremini sa svega 4%. Interesantno je da je u prašumskoj sastojini evidentirano jedno stablo gorskog javora u debljinskoj klasi od 117,5 cm, dok ostalih vrsta, prvenstveno bukve u toj debljinskoj klasi nema. Udio sporednih vrsta drveća ukazuje na njihovu važnost u dinamici ekosistema, procesima unutar šume i ukupnom biodiverzitetu.

Ako se uporedi debljinska struktura prašume Studešnica sa debljinskim strukturama nekih bosansko-hercegovačkih prašuma, mogu se uočiti određene sličnosti, ali i razlike. Iz grafikona 6. vidljivo je da sve

upoređivane prašume (Studešnica, Bobija, Plješevica i Ravna vala) imaju opadajuću raspodjelu broja stabala po debljinskim klasama. Ipak, u najnižoj debljinskoj klasi (10 cm) prašuma Studešnica ima najmanji relativni broj stabala, dok je kod ostalih prašuma, naročito kod Ravne vale i Plješevice, taj broj znatno veći. Kod tih prašuma, broj stabala u početku naglo opada i zatim se valovito – više-manje ujednačeno – usporeno približava x-osi sve do završnih debljinskih klasa koje su iznad 100 cm. Raspodjelu sličnu prašumi Studešnica ima prašuma Bobija, s tim da ona ima nešto veći relativni broj stabala u najnižoj debljinskoj klasi, ali se taj broj u višim klasama smanjuje ispod onog koji je prisutan u prašumi Studešnica. Kod prašume Studešnica, u srednjim debljinskim klasama zabilježen je relativno veći broj stabala u odnosu na sve ostale prašume. Ovakva raspodjela jasno ukazuje na razlike u sastavu vrsta drveća u analiziranim prašumama – dok je u prašumi Studešnica bukva izrazito dominantna vrsta, u ostalim prašumama, pored bukve, vrlo važnu ulogu imaju jela, smrča i plemeniti lišćari.



Grafikon 6. Uporedna analiza raspodjele broja stabala po debljinskim klasama u nekoliko prašumskih rezervata u Bosni i Hercegovini

Graph 6. Comparative analysis of the distribution of tree numbers by diameter classes in several primeval forest reserves in Bosnia and Herzegovina

Analizom dobijenih rezultata istraživanja strukturalnih karakteristika prašume na lokalitetu Studešnica, te njihovom interpretacijom, može se zaključiti da je prašuma Studešnica strukturno neujednačena, ali sa izraženim karakteristikama jednodobne, jednoetažne sastojine u kojoj domira bukva u glavnoj etaži sastojine, uz pretpostavku da će u budućem razvoju sastojine udio jele biti veći i da će doći do formiranja mješovite šume bukve i jele. Na čistinama koje nastaju odumiranjem pojedinačnih stabala ili uslijed prirodnih poremećaja (vjetrolomi, vjetroizvale, snjegolomi, štetnici, patogeni), stvaraju se povoljni uslovi za razvoj ostalih vrsta drveća koje formiraju gust mladik i guštik (Bottero i dr. 2011). Međutim, zbog brzog sklapanja krošnji okolnih stabala iz dominantne etaže, razvoj mladih biljaka biva usporen, a u kasnijim fazama, uslijed nedostatka svjetla, često dolazi do njihovog sušenja. Izuzetak je jela koja se postepeno probija u srednju etažu sastojine oblikujući sastojinu prema mješovitim šumama bukve i jele.



Slika 17. Staro stablo gorskog javora u prašumi Studešnica (Foto: E. Mešković)

Figure 17. An old sycamore maple tree in the Studešnica primeval forest (Photo: E. Mešković)

4.6.2. Stara stabla velikih dimenzija (habitat stabla) | Old Large-Dimension Trees (Habitat Trees)

U gospodarskim šumama, ciljevima gospodarenja definisan je završni debljinski stepen, koji se u bosanskohercegovačkoj šumarskoj praksi kreće između 70 i 80 cm. U gospodarskim šumama sva stabla koja dostignu ove prečnike sijeku se u funkciji korištenja šume. Ona su zrela za sječu, a njihov dalji ostanak u sastojini s ekonomskog aspekta nema nikakav značaj.

Za razliku od gospodarskih šuma, u prašumskim rezervatima stabla dostižu svoju biološku starost i odumiru. Ona žive po nekoliko stotina godina i mogu imati prečnike i preko 2 metra. U prašumama, gdje nema antropogenog utjecaja, često se mogu naći stabla impozantnih dimenzija. U prašumi Ravna vala na Bjelašnici je evidentirano stablo jele visine preko 54 metra, kao i stabla prečnika preko 1,8 metara (Višnjić i dr. 2015). Stara stabla ogromnih dimenzija su izuzetno važna za očuvanje i unaprjeđenje stanja biodi-



Slika 18. Staro stablo bukve obraslo bršljanom (Foto: Č. Višnjić)

Figure 18. An old beech tree overgrown with ivy (Photo: Č. Višnjić)

verziteta. Na starim stablima se mogu naći specifične morfološke tvorevine koje u svom životnom ciklusu koriste mnogobrojni organizmi. Ove strukture nazvane mikrohabitatima su sklonište, mjesta za razmnožavanje, mjesta za prezimljavanje ili ishranu velikom broju organizama uključujući ptice, šišmiše, insekte, beskičmenjake, gljive, lišajevе i mahovine. Mikrohabitatima koji su svojstveni za stara stabla ogromnih dimenzija. Najčešće zatupljeni mikrohabitatima na živim i suhim dubećim stablima su: mrtvo drvo (suhe grane u krošnji, osušeni dijelovi stabla ili osušeno stablo), mahovine, lišajevi, liane, plodna tijela gljiva, duplje i šupljine na deblu i u pridanku stabla koje predstavljaju dom za sitne sisare i ptice, pukotine na deblu, dendro-šljemovi, eksudati (crvotočine) i mnogi drugi. Stara stabla na kojim se nalazi najmanje jedan mikrohabitat se nazivaju habitat stabla, metuzalemi ili stanišna stabla (Višnjić i dr. 2025).

Iz taksacionih premjera vidljivo je da su u prašumi Studešnica prisutna stara stabla ogromnih dimenzija s prečnicima iznad 80 cm. Tako su evidentirana stabla gorskog javora i bukve prečnika preko 100 cm i stabla bukve sa visinama preko 50 metara. Pored starih živih stabala, evidentirana su i stojeća mrtva stabla. Veliki udio mrtvog drveta na starim stablima ukazuje na prisustvo velikog broja saproksiličnih organizama, čiji životni ciklus zavisi od mrtvog drveta, a koji su od izuzetnog značaja za očuvanje i unaprjeđenje biodiverziteta. Od stabala sa prečnicima preko 80 cm, najviše je zastupljena bukva, ali ima i stabala gorskog javora i mlječa.

4.7. Tekstura prašume | Texture of a primeval forest

Tekstura, kao pokazatelj strukturne izgrađenosti prašume, predstavljena je učešćem pojedinih razvojnih faza drveća, frekvencijom pojavljivanja i njihovim prostornim rasporedom. U prašumi nema antropogenog utjecaja; svi procesi se odvijaju pod utjecajem prirodnih faktora, pa često dolazi do poremećaja u razvoju sastojine na manjim ili većim površinama. Ova pojava je u prašumi znatno izraženija nego u gospodarskoj šumi, gdje su horizontalna i vertikalna struktura, kao i raspored stabala po vrstama drveća, znatno homogeniji.

Pojedine razvojne faze u prašumi nisu prostorno raspoređene prema određenoj šemi. Njihova pojava je slučajna i zavisi, prije svega, od utjecaja prirodnih faktora i međusobne konkurencije unutar iste vrste i između različitih vrsta drveća. Ukoliko je zastuplje-

na samo jedna razvojna faza, tada se radi o linearnoj sukcesiji. U slučaju prisutnosti više razvojnih faza, riječ je o cikličnoj sukcesiji (Anić i Mikac 2008).

Linearna sukcesija je karakteristična za prašumu u kojoj dominira jedna vrsta drveća, gdje su sva stabla približno iste starosti (glavni dio sastojine stariji od 100 godina), dok je ciklična sukcesija karakteristična za prašumu koja se sastoji od više vrsta drveća, pomiješanih pojedinačno ili u grupama sa stablima različite starosti.

Unutar prašumskog kompleksa na lokalitetu Studešnica, za istraživanje prisustva, frekvencije pojavljivanja i rasporeda razvojnih faza korištena je metodika po Meyeru (1999). Prema ovoj metodici, u prašumskim rezervatima mogu se izdvojiti sedam razvojnih faza i to: faza čistine-progale, faza podmlađivanja, optimalna faza, faza izjednačavanja, faza regeneracije, terminalna faza i faza raspadanja. U tabeli 6. prikazana je procentualna raspodjela razvojnih faza u prašumi Studešnica.

Tabela 6. Frekvencija pojavljivanja pojedinih razvojnih faza u prašumi Studešnica

Table 6. Frequency of occurrence of individual developmental stages in the Studešnica primeval forest

Br.	Razvojna faza prašume	Frekvencija pojavljivanja (%)
1	Progale (čistine)	0
2	Faza podmlađivanja	3
3	Optimalna faza	10
4	Faza izjednačavanja	52
5	Faza regeneracije	31
6	Terminalna faza	2
7	Faza raspadanja	2

Iz tabele se može vidjeti da je u šumi najzastupljenija razvojna faza izjednačavanja, sa učešćem od 52%. U ovoj razvojnoj fazi u gornjem spratu šume dominiraju zrela stabla bukve, uz pojedinačna stabla jele, gorskog javora i mlječa. Obilježje ove faze je dugotrajna uravnotežena konstanta produkcije drveta i odumiranja stabala, pri visokom ciklusu prirasta i odumiranja drveta. Faza izjednačavanja nastupa nakon prirodne selekcije i sušenja stabala uslijed izražene konkurencije među stablima u optimalnoj razvojnoj fazi.

Pored faze izjednačavanja, veliki dio prašumskog kompleksa nalazi se u razvojnoj fazi regeneracije, i to oko 31%. Obilježje ove faze je povećanje prirasta drvene mase preostalih stabala u sastojini. Nakon odumiranja stabala uslijed prirodnih nepovoljnih faktora,

konkurencije i starosti, preostali dio šume pokazuje jaku regeneracionu sposobnost. Ova razvojna faza sastojine karakteristične je za dijelove istraživnog šumskog kompleksa u kojima dominira bukva.

Optimalna razvojna faza je zastupljena na oko 10% površine. Ova faza počinje kada stabla dostignu prečnik na prsnom promjeru od 7 cm. Karakteriše je dobar prirast, odnosno neto produkcija biomase. Zbog jake konkurencije između mladih stabala unutar sastojine dolazi, u zavisnosti od zajednice, do izraženog slojanja sastojine i miješanja vrsta. U istraživnom šumskom kompleksu u ovoj razvojnoj fazi karakteristično je miješanje bukve i jele.

Ostale razvojne faze su zastupljene na minimalnim površinama: faza podmlađivanja prisutna je na 3% površine, dok su terminalna razvojna faza i faza raspadanja (slika 19.), zastupljene na po 2% površine. Progale-čistine nisu zabilježene unutar istraživnog šumskog kompleksa.

Ovakva raspodjela razvojnih faza ukazuje na dominaciju jedne vrste drveća unutar prašumskog komple-

sa, u ovom slučaju bukve, ali sa značajnim udjelom jele i drugih pratećih vrsta koje oblikuju izgled šume, posebno u dijelovima gdje je miješanje izraženije. Zbog značajnog udjela drugih vrsta drveća koje modificiraju težnju bukve ka formiranju jednodobnih jednoetažnih sastojina, u pogledu ove prašume radi se o kombinaciji linearne i ciklične sukcesije, koja je karakteristična za strukturno neujednačene šumske zajednice u kojima dominira jedna vrsta, dok ostale modifikuju njen sastav.

Razvojne faze sastojine nisu šematski raspoređene u istraživnom kompleksu, već imaju mozaičan izgled na čitavom prostoru. U tom smislu, tekstura i teksturni diverzitet prašume, posebno uzimajući u obzir prisustvo šest razvojnih faza, su veći u odnosu na gospodarsku šumu.

4.8. Mrtvo drvo | Deadwood

Mrtva drvna masa, poznata kao “mrtvo drvo”, jedan je od ključnih elemenata za očuvanje biodiverziteta šumskih ekosistema i predstavlja značajan struktur-



Slika 19. Razvojna faza raspadanja, iako je relativno malo zastupljena ukazuje na prašumski karakter istraživnog šumskog kompleksa (Foto: Č. Višnjić)

Figure 19. The decay developmental phase, although relatively rare, indicates the primeval forest character of the studied forest complex (Photo: Č. Višnjić)

ni element prirodnih šumskih ekosistema. Ima važnu ulogu u konzervaciji ugljenika i deponije hranjivih materija koje se mineralizacijom postepeno oslobađaju u tlo u rastvorljivom obliku koji je dostupan korijenju biljaka. Mrtvo drvo je ključno za očuvanje vlažnosti zemljišta i pospješuje prirodno podmlađivanje šuma.

Mrtvo drvo služi kao stanište, mjesto za ishranu i razmnožavanje za mnogobrojne saproksilne insekte, za čiji je životni ciklus potrebno mrtvo drvo. Količina krupnog mrtvog drveta (>20 cm) u različitim fazama raspadanja od presudnog je značaja za opstanak ovih organizama. Mnoge vrste insekata izumiru zbog nedostatka mrtvog drveta i nalaze se na listi zaštićene faune. Opstanak oko 20% šumskih vrsta zavisi od mrtvog drveta, koje predstavlja mikrohabitate za očuvanje i razvoj raznih gljiva, insekata, lišajeva i mahovina, te čak i podlogu za prirodno obnavljanje sastojina (Ammer 1991, Otto 1998; Crytes i Dale, 1998; Christensen i dr. 2005; Višnjić i dr. 2025).

Mnoge životinjske vrste zavise od mrtvog drveta lišćara, dok se druge hrane i gnijezde u mrtvom drvetu četinarara. Svježe mrtvo drvo izuzetno je važno za život pojedinih gljiva, lišajeva i saproksilnih insekata.

Uzimajući u obzir navedene činjenice, prilikom taksonomskih snimanja u prašumi Studešnica snimanju mrtvog drveta posvetila se posebna pažnja. Radi bo-

ljeg uvida u diverzifikaciju mrtvog drveta izvršeno je kategorisanje mrtvog drveta prema vrstama drveća na mrtvo drvo lišćara i mrtvo drvo četinarara. Prema stepenu raspadanja, mrtvo drvo je kategorisano u: svježe mrtvo drvo, mrtvo drvo koje je počelo s raspadanjem, mrtvo drvo kod kojeg je uznapredovalo raspadanje, i mrtvo drvo u tragovima – raspadnuto mrtvo drvo. U pogledu oblika ili forme mrtvog drveta izvršena je podjela na: stojeće mrtvo drvo, ležeće mrtvo drvo, panjevi i ležeći dijelovi mrtvog drveta.

Zbog izostanka gospodarskih zahvata u prašumskim sastojinama, količina mrtvog drveta znatno je veća u odnosu na gospodarske šume. Za evropske prašume može se računati na prosječne zalihe mrtvog drveta u rasponu od 50 do 200 m³/ha, uz udio od 10 do 35% u ukupnoj zalihi drveta (Mayer i dr. 1987, Albrecht 1991, Leibundgut 1993, Korpel 1995, Saniga & Schütz 2001). Ipak, razlike između različitih šumskih ekosistema su velike. Tako Harmon i dr. (1986) navode vrijednosti od 50 do 130 m³/ha za listopadne šume umjerenih geografskih širina, dok u mješovitim šumama bukve i jele zalihe mrtvog drveta se kreću i do 1000 m³/ha (Harmon i dr. 1986). U ostacima evropskih prašuma s četinarima, nalaze se veće zalihe mrtvog drveta i kreću se između 205 i 411 m³/ha (Motta i dr. 2024). Nasuprot tome, bukove prašume su relativno siromašne mrtvim

drvetom. U poređenju s četinarskim šumama, u bukovim prašumama uočava se vrlo mali udio stojećih i ležećih mrtvih stabala, što je posljedica brzog razlaganja drveta (Leibundgut, 1993).

U preporukama za očuvanje i zaštitu prirodnih šumskih rezervata, zaliha mrtvog drveta treba biti veća od 40 m³/ha. U gospodarskim šumama, taj udio je znatno manji i kreće se od 1 do 10% (Meyer 1999). Povećanje udjela mrtvog drveta u određenoj šumskoj fitocenozu prati i povećanje



Slika 20. Ležeće mrtvo drvo u istraživanom šumskom kompleksu na lokalitetu Studešnica (Foto: Č. Višnjić)

Figure 20. Lying deadwood in the studied forest complex at the Studešnica site (Photo: Č. Višnjić)

biološke raznolikosti. U dosadašnjim gospodarskim aktivnostima u bosanskohercegovačkim šumama nije ciljano povećavan udio mrtvog drveta koje ostaje u šumi, već se redovno provodi sanitarna sječa i higijena šume u funkciji uklanjanja suhih i oštećenih stabala. Tako su veće zalihe mrtvog drveta prisutne samo u prašumskim rezervatima.

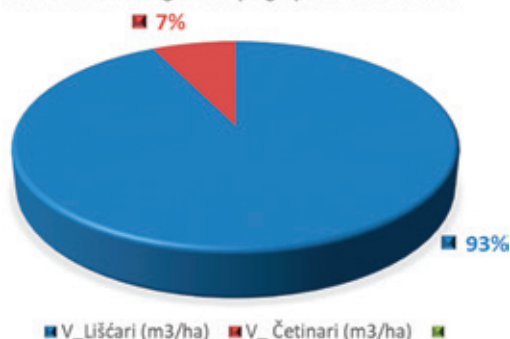
Pored količine mrtvog drveta, znatne su razlike i u formi mrtvog drveta između gospodarske šume i prašume. U gospodarskoj šumi, mrtvo drvo se uglavnom nalazi u obliku panjeva i sortimenata koji su zaostali nakon sječe i izvlačenja drveta, pri čemu je ovo mrtvo drvo najčešće u svježem stanju. U prašumi se mogu naći različite forme mrtvog drveta, uključujući dubece mrtvo drvo, ležeće mrtvo drvo i visoke panjeve. Stanje mrtvog drveta u prašumi u pogledu raspadanja, kreće se od svježe mrtvog drveta do mrtvog drveta u tragovima - raspadnutog mrtvog drveta.

Analizom rezultata dobijenih taksacionim snimanjima mrtvog drveta u prašumi Studešnica dobijena je ukupna zaliha mrtvog drveta od 76,5 m³/ha. Od navedene količine, 70,9 m³/ha otpada na mrtvo drvo liščara, dok na četinare otpada 5,6 m³/ha. Istraživanja pokazuju da je u šumskom kompleksu zastupljena velika količina stojećeg i ležećeg mrtvog drveta liščara i četinara, koja je nastala kao posljedica sušenja pojedinačnih stabala uslijed konkurencije među susjednim stablima, negativnog djelovanja štetnika i patogena, te prirodnih poremećaja (štetno djelovanje vjetra, snijega, suša). U prašumi nije evidentirano mrtvo drvo u formi panjeva ili dužih i kraćih sortimenata preostalih nakon sječe. Ovo jasno ukazuje na to da u navedenom području u prošlosti nije bilo gospodarskih aktivnosti na njezi i obnovi sastojine, niti su evidentirani drugi oblici antropogenih aktivnosti koji bi rezultirali sječom stabala u istraživanom šumskom kompleksu.

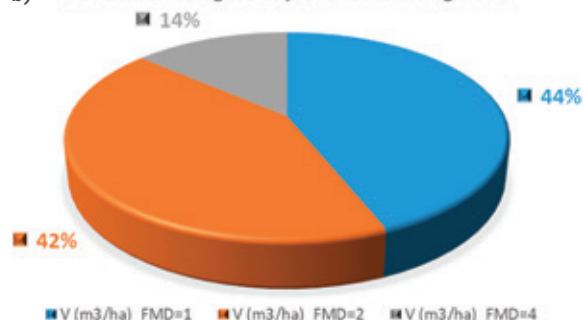
Na grafikonu 7. prikazano je stanje mrtvog drveta u istraživanom području prema vrsti mrtvog drveta i stepenu raspadanja. Iz grafikona se vidi da je, prema vrsti mrtvog drveta, 44 % mrtvog drveta u ležećem stanju (čitava stabla), 42 % u dubjećem stanju kao osušena stabla, a 14 % predstavljaju ležeći dijelovi stabala. U pogledu stepena raspadanja, najviše je mrtvog drveta u fazi poodmaklog raspadanja (64%) i započetog raspadanja (28%), dok je mrtvog drveta u svježem stanju 5%, a raspadnutog mrtvog drveta 3%.

Na osnovu analize zastupljenosti mrtvog drveta prema količini, formi i stepenu raspadanja, može se konstatovati da je količina mrtvog drveta u prašumi znat-

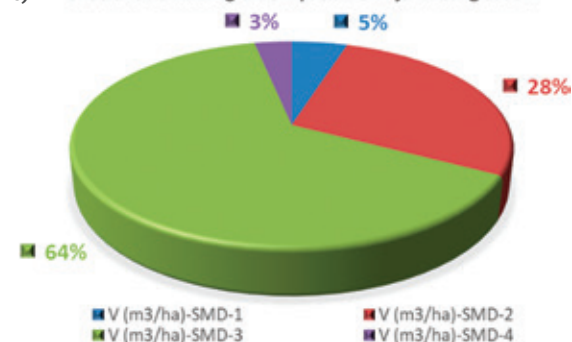
a) 1. Struktura mrtvog drveta po grupama vrsta drveća



b) 2. Struktura mrtvog drveta prema formi mrtvog drveta



c) 3. Struktura mrtvog drveta prema stanju mrtvog drveta



Legenda:

- V_Lišćari (m³/ha)- zapremina liščara
- V_Četinari (m³/ha)- zapremina četinara
- V (m³/ha)-VMD-1- zapremina mrtvog stojećeg
- V (m³/ha)-VMD-2- zapremina mrtvog ležećeg
- V (m³/ha)-VMD-4- zapremina ležećih dijelova stabala
- V (m³/ha)-SMD-1- svježe mrtvo
- V (m³/ha)-SMD-2- počelo raspadanje
- V (m³/ha)-SMD-3- poodmaklog raspadanje
- V (m³/ha)-SMD-4- raspadnuto

Grafikon 7. Struktura mrtvog drveta prema vrstama drveća, formi mrtvog drveta i stepenu raspadanja u prašumi Studešnica

Graph 7. Structure of deadwood by tree species, deadwood form, and degree of decomposition in the Studešnica primeval forest

no veća od one koja se može pronaći u gospodarskim šumama. Mrtvo drvo u istraživanom šumskom kompleksu je izdiferencirano prema formi i stepenu raspadanja na kategorije koje se ne nalaze u gospodarskim šumama, pri čemu je posebno evidentirana količina mrtvog drveta u obliku čitavih ležećih stabala ili stojećih suhih stabala (slike 21. i 22.). Velika količina i izdiferenciranost mrtvog drveta prema raličitim kategorijama upućuje na visok diverzitet mrtvog drveta koji osigurava povoljne uslove za razvoj mnogobrojnih životinjskih i biljnih vrsta, mahovina lišajeva i gljiva, te u velikoj mjeri utječe na očuvanje prirodnog biodiverziteta prašumskog kompleksa. Količina mrtvog drveta i njegova distribucija po formi i stanju, koja je utvrđena u prašumi Studešnica se kreće u okviru prosječnih vrijednosti za evropske prašume liščara.

4.9. Dinamika razvoja i odumiranje stabala | Tree Development Dynamics and Mortality

Dinamika razvoja i odumiranja stabala u šumskoj zajednici može se posmatrati kroz razvojne faze sastojine. U gospodarskoj šumi, čovjek uzgojnim zahvatima usmjerava razvoj sastojine prema željenim ciljevima, posebno u mladim razvojnim fazama (letvenjak), uklanjajući konkurenciju između pojedinih stabala putem prorednih zahvata. Nasuprot tome, u prašumskim kompleksima stabla najčešće odumiru zbog izražene konkurencije među susjednim stablima, pojedinačno ili u grupama, što se odražava na čitavom prostoru. Odumiranje je izraženo u mladim razvojnim fazama, posebno u ranoj optimalnoj fazi, kada u sastojini postoji veliki broj mladih stabala koja intenzivno rastu.



Slika 21. Stojeće mrtvo drvo četinarara, otpočelo raspadanje (Foto: Č. Višnjić)

Figure 21. Standing dead conifer tree, decomposition has begun (Photo: Č. Višnjić)



Slika 22. Stojeće mrtvo drvo liščara, uznapredovalo raspadanje (Foto: E. Mešković)

Figure 22. Standing dead broadleaved tree, advanced decomposition (Photo: E. Mešković)

U borbi za dovoljnom količinom svjetla među susjednim stablima, dolazi do odumiranja slabije konkurentnih stabala.

Prirodno odumiranje stabala dodatno se povećava u terminalnoj fazi ili fazi starenja, kada stabla postaju osjetljivija na insekte, patogene i druge nepovoljne prirodne poremećaje koji mogu dovesti do lomljenja ili izvaljivanja starih stabala s korijenom. U prašumi Studešnica analizirana je strukturna raspodjela po debljinskim klasama živih stabala i mrtvog drveta. Ova raspodjela je u prašumi veoma izražena i zavisí od starosti stabala, kao i od brojnih faktora, prije svega međusobne konkurencije i nepovoljnog djelovanja abiotičkih faktora, štetnika i patogena. Na grafikonu 8. prikazana je strukturna dinamika odumiranja stabala u istraživanom prašumskom kompleksu.

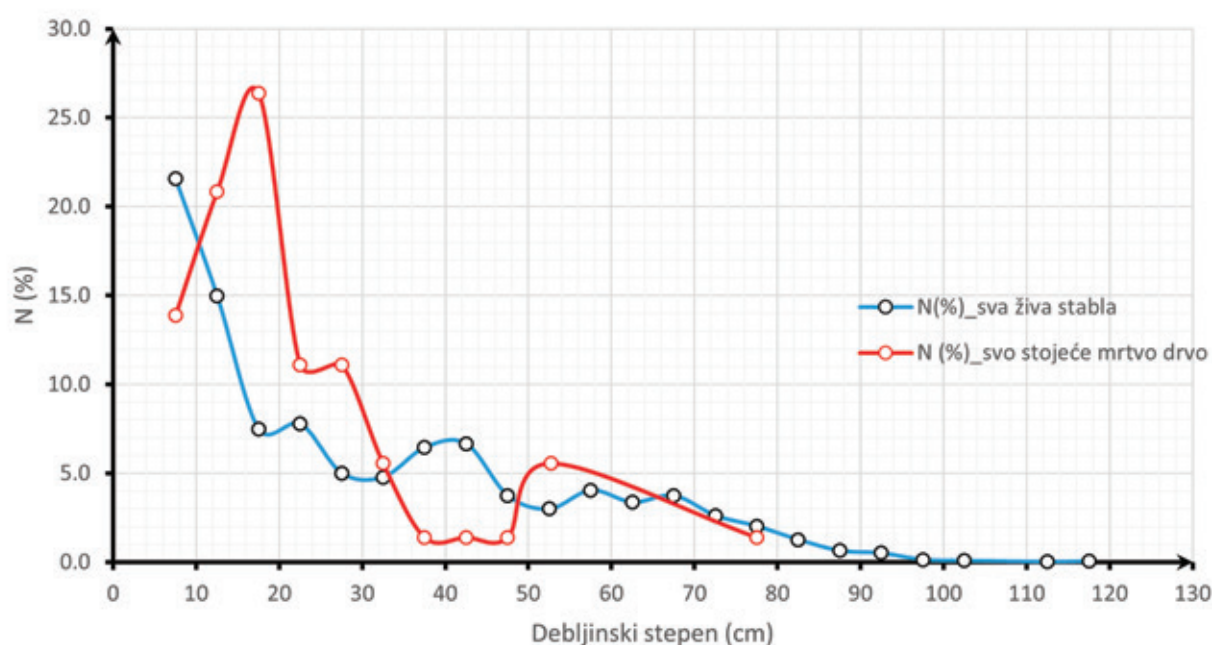
Iz grafikona se može vidjeti da se u nižim debljinskim klasama, naročito u klasama od 10 i 20 cm, nalazi najveći broj suhih stabala. Ova pojava je uobičajena u prašumskim rezervatima, gdje uslijed intenzivnog rasta mladih stabala dolazi do odumiranja konkurentski slabijih jedinki. U ovoj razvojnoj fazi (ranoj optimalnoj fazi u prašumi ili fazi letvenjaka u gospodarskoj šumi), stabla imaju najveći visinski i debljinski prirast. Zbog nedostatka prostora i svjetla za razvoj krošnji, konkurentski slabija stabla brzo odumiru. U gospodarskim šumama, u razvojnoj fazi letvenjaka mrtvog stojećeg

drveta gotovo da nema, jer se provode prorede kojima se osigurava dovoljno prostora za rast najboljih mladih stabala, dok se proredni materijal iznosi iz sastojine.

U uslovima bez intervencije čovjeka, zbog intenzivnog izlučivanja i sušenja stabala u nižim debljinskim klasama, konkurentski jača stabla svojim krošnjama potiskuju potištena stabla i osiguravaju dovoljno svjetla za svoj razvoj.

U višim debljinskim klasama od 30 i 50 cm odumiranje stabala znatno rjeđe. Vitalna stabla iz ovih debljinskih klasa zauzimaju gornju etažu i imaju dovoljno prostora za rast, konkurencija među njima je manja. Sa daljim rastom stabala, krošnje zauzimaju više prostora i već u debljinskim klasama od 50 i 60 cm dolazi do jače konkurencije za svjetlom koja rezultira sušenjem pojedinih stabala. Zbog intenzivnog sušenja, preostala stabla u debljinskim klasama 70 i više cm imaju dovoljno prostora za rast, što rezultira nižom stopom sušenja stabala. Sušenje stabala debljih od 70 cm se najčešće dešava zbog starosti stabala, prirodnih poremećaja ili uslijed djelovanja štetnika i patogena, a ne zbog konkurentskih odnosa među drvećem.

Analizirajući dobijene rezultate iz prašume Studešnica, vidljivo je da je mrtva drvna masa prisutna u svim debljinskim klasama. Količina drvne mase se ciklično povećava ili smanjuje u zavisnosti od razvojne faze sa-



Grafikon 8. Dinamika strukture živog i mrtvog drveta po debljinskim klasama na lokalitetu Studešnica
Graph 8. Dynamics of live and deadwood structure by diameter classes at the Studešnica site

stojine. Najviše je zastupljena u nižim debljinskim klasama, kada je i konkurencija među stablima najveća. U prostornom pogledu, na čitavoj površini istraživanog šumskog kompleksa evidentirana je mrtva drvena masa, pojedinačno ili u manjim grupama. Nisu registrovane veće progale ili čistine koje najčešće nastaju čistim sjecama u gospodarskim šumama ili uslijed negativnog djelovanja abiotskih faktora, štetnika i patogena.

4.10. Najvažniji mikrohabitati u prašumi | Tree related microhabitats in a primeval forest

Iako šumski ekosistemi trenutno pokrivaju samo 6% Zemljine površine, oni predstavljaju stanište za dvije trećine biljnih i životinjskih vrsta te sadrže 80-90% terestričke bioraznolikosti. Unutar šumskih ekosistema, „habitat stabla“ i mikrohabitati koje ova stabla pružaju od ključnog su značaja za biodiverzitet, jer mogu biti utočište mnogim ugroženim i rijetkim vrstama flore i faune. Habitat stabla su sva živa i mrtva stojeća stabla koja sadrže morfološke ekološke niše, poput duplji, pukotina, debelih suhih grana, gnijezda epifita i plodnih tijela gljiva (Bütler i dr., 2013; Hämäläinen i dr., 2023). Ovi mikrohabitati su jasno definirane strukture koje se pojavljuju na stablima i predstavljaju specifičan supstrat ili mjesto za život za razne vrste tokom barem jednog dijela njihovog životnog ciklusa, uključujući razvoj, ishranu, sklonište ili razmnožavanje. Minimalno 205 šumskih vrsta zavisi od mrtvog drveta i habitat stabala, ili ima koristi od njih. Stabla pružaju sklonište i hranu mnogim kičmenjacima, uključujući vodozemce, koji su globalno najugroženija klasa (Bütler i dr., 2013). Ovi ekosistemi igraju ključnu ulogu u očuvanju bioraznolikosti i zdravlju cijelih ekosistema.

Živa stabla su temelj bioraznolikosti šuma. Njihove specifične karakteristike, poput vrste, starosti i prisustva mikrohabitata, značajno utiču na to kako različite vrste organizama koriste stabla za hranu, gniježđenje ili kao supstrat za rast. Frekvencija pojavljivanja mikrohabitata obično je veća kod starijih stabala velikih dimenzija, koja se najčešće susreću u prašumama. Prašume su od izuzetnog značaja jer predstavljaju hot-spot tačke za širenje ugroženih i rijetkih vrsta biljaka, životinja, gljiva, lišajeva, mahovina i saproksilčnih organizama u okolne šumske ekosisteme. Mikrohabitati koji se najčešće pojavljuju u prašumskim rezervatima i koji ukazuju na dugotrajnu odsutnost gospodarskih zahvata su: epifite, šupljine (duplje), pukotine na deblu, plodna tijela gljiva i dendrošljemovi (Višnjić i dr. 2025).

Ovi mikrohabitati ne samo da su važni za bioraznolikost, već i značajno doprinose ekološkoj stabilnosti i otpornosti šumskih ekosistema. Oni omogućavaju opstanak mnogim vrstama koje su ovisne o specifičnim uslovima koje ova staništa pružaju. Ovi uslovi, uključujući dostupnost hrane, skloništa i mjesta za razmnožavanje, igraju ključnu ulogu u održavanju ekoloških procesa i ravnoteže unutar šumskih zajednica. Kroz interakcije između različitih vrsta i njihovih mikrohabitatskih potreba, šumski ekosistemi postaju otporniji na promjene i stresove, čime se osigurava njihovo očuvanje i funkcionalnost.

U prašumi Studešnica evidentirano je prisustvo mikrohabitata na odraslim stablima bukve i gorskog javora prečnika većeg od 40 cm. U tabeli 7. prikazana je procentualna učestalost pojavljivanja pojedinih mikrohabitata na stablima različitih dimenzija.

Tabela 7. Učestalost pojavljivanja mikrohabitata na stojećim stablima u prašumi Studešnica

Table 7. Frequency of Microhabitat Occurrence on Standing Trees in the Studešnica Primeval Forest

Prečnik (d _{1,3} m)	Učestalost pojavljivanja mikrohabitata (%)				
	Mahovine i lišajevi	Duplje- šupljine	Plodna tijela gljiva	Pukotine na deblu	Dendro- šljemovi
40-80	30	45	30	20	1
> 80	80	90	60	65	3

Iz tabele se vidi da je učestalost pojavljivanja mikrohabitata na stojećim stablima veća kod debljih stabala (>80 cm na prsnom prečniku). Čak kod 90 % analiziranih stabala prečnika iznad 80 cm evidentirane su duplje u krošnji, na deblu ili u pridanku stabla. Mahovine i lišajevi se javljaju u zajednicama i znatno su više zastupljene na debljim stablima gdje zahvataju čitavo deblo i dijelove krošnje. Kod mladih stabala bukve mahovine se najčešće javljaju na dijelu debla iznad površine tla.

4.10.1. Epifite | Epiphytes

Epifite (lišajevi, mahovine) koje su u velikom broju zastupljene u brdskim i planinskim šumama Alpa i Dinarida od velikog su značaja za bioraznolikost šuma. Njihova brojnost i frekvencija pojavljivanja posebno su vezani za prašumske rezervate. Epifite na živim stablima predstavljaju mikrohabitatske i imaju važnu ulogu, jer osiguravaju neophodan materijal za izradu gnijezda pticama i sisavcima, te predstavljaju skrovi-

šte i mjesto za gniježđenje mnogobrojnih insekata. Epifitski lišajevi i mahovine pružaju stanište raznim beskičmenjacima, kao što su pauzi, grinje i sićušni mikroorganizmi - tardigrade, te su domaćini lišajnim gljivama i epibiotičnim lišajevima. Prisustvo različitih vrsta epifita vezano je za određene vrste drveća i mjesto na stablu. Lišajevi su više prisutni kod četinara i javljaju se na deblu i krošnji stabala. Mahovine se javljaju gotovo isključivo na deblu stabala, najčešće

kod gorskog javora i bukve, često zajedno s lišajevima, čime formiraju kompleksne zajednice epifita. U prašumi Studešnica, kod velikog broja starih stabala bukve u pridanku debla evidentirane su zajednice lišajeva i mahovina (slika 23.), dok su na starim stablima javora mahovine i lišajevi prisutni na čitavom deblu (slika 24.). Slične rezultate dobili su Višnjić i dr., (2025) istražujući frekvenciju pojavljivanja i diverzitet mikrohabitata u prašumi Ravna Vala na Bjelašnici.



Slika 23. Mahovine i lišajevi u pridanku odraslog stabla bukve u prašumi Studešnica (Foto: Č. Višnjić)
Figure 23. Mosses and lichens on the bark of a mature beech tree in the Studešnica primeval forest (Photo: Č. Višnjić)



Slika 24. Zajednice lišajeva i mahovina na deblu odraslog stabla gorskog javora u prašumi Studešnica (Foto: Č. Višnjić)
Figure 24. Communities of lichens and mosses on the trunk of a mature sycamore maple tree in the Studešnica primeval forest (Photo: Č. Višnjić)

4.10.2. Šupljine-duplje | Cavities

Duplje na deblu najčešće nastaju bušenjem živog ili osušenog debla od strane ptica (djetliči u potrazi za hranom ili za gnijezda) ili djelovanjem gljiva truležnica (slike 25. i 26.). Duplje-šupljine na deblu, bez obzira na to gdje se nalaze, tretiraju se kao jedan mikrohabitat (djetličeve šupljine i duplje nastale razvojem truleži). Prisustvo djetličevih šupljina najviše se povezuje s vitalnošću stabala: vjerojatnost pojave je znatno veća na mrtvim dubećim stablima nego na živima. Djetličeve duplje češće su prisutne na listopadnom

drveću, dok su šupljine uzrokovane truljenjem češće na starim stablima lišćara. Duplje pružaju staništa mnogim insektima i beskičmenjacima, te su mjesta za gniježđenje i skrovišta za veliki broj ptica i neke sisare, poput šišmiša i vjeverice. U šumskom kompleksu Studešnica evidentirane su duplje na vratu korijena većeg broja starijih stabala bukve i gorskog javora. Na deblima, na većim visinama duplje se znatno rjeđe javljaju, ali su pojedinačno zastupljene kod osušenih dubećih stabala kao i starijih stabala slabog vitaliteta svih vrsta drveća.



Slika 25. Duplja u pridanku debla starog gorskog javora u prašumi Studešnica (Foto: Č. Višnjić)
Figure 25. Cavity in the bark of an old sycamore maple trunk in the Studešnica primeval forest (Photo: Č. Višnjić)



Slika 26. Duplje na deblu osušenog stabla nastale aktivnošću djetlića u prašumi Studešnica (Foto: Č. Višnjić)
Figure 26. Cavities on the trunk of a dead tree created by woodpecker activity in the Studešnica primeval forest (Photo: Č. Višnjić)

4.10.3. Plodna tijela gljiva | Fungal Fruiting Bodies

Plodna tijela saproksilnih gljiva sama po sebi utječu na veću biološku raznolikost, ali također koriste kao skrovište i izvor hrane drugim vrstama koje žive u šumi, kao što su kornjaši, dvokrilci, moljci i ravne stjenice. Prisustvo plodnih tijela gljiva zavisi od vitaliteta stabla, starosti stabla i vrste drveća. Vjerojatnoća pojave plodnih tijela gljiva je veća na mrtvom drvetu nego na živim stablima. Na stablima većih dimenzija, prečnika iznad 80 cm, frekvencija pojavljivanja plodnih tijela gljiva je znatno veća (Višnjić i dr. 2025).

U prašumama je učestalost pojavljivanja plodnih tijela gljiva veća zbog velikog udjela mrtvog drveta i prisustva velikog broja starih stabala ogromnih dimenzija. U prašumi Studešnica evidentiran je veliki broj živih i mrtvih dubećih i ležećih stabala bukve, gorskog javora i mlječa na kojima su prisutna plodna tijela gljiva. Na stablima s plodnim tijelima gljiva najčešće su prisutni i drugi mikrohabitati, kao što su duplje, pukotine, mahovine i lišajevi.



Slika 27. Plodna tijela gljiva na suhom stablu bukve u prašumi Studešnica (Foto: Č. Višnjić)

Figure 27. Fungal fruiting bodies on a dead beech tree in the Studešnica primeval forest (Photo: Č. Višnjić)



Slika 28. Plodna tijela gljiva i pukotine na deblu na odraslom stablu bukve u prašumi Studešnica (Foto: Č. Višnjić)

Figure 28. Fungal fruiting bodies and cracks on the trunk of a mature beech tree in the Studešnica primeval forest (Photo: Č. Višnjić)

4.10.4. Pukotine na deblu | Cracks on the Trunk

Pukotine na deblu mogu nastati zbog mraza, udara groma ili mehaničkog udara od strane susjednih stabala koja se lome uslijed starosti ili vjetera. Pukotine služe kao mjesta za gniježđenje i skrovište za razne beskičmenjake, uključujući pauke i ploštice, dok veće pukotine mogu poslužiti pticama i šišmišima. Pukotine na deblu češće se javljaju na starijim stablima većih dimenzija. Na odraslim živim stablima bukve u istraživanom šumskom kompleksu utvrđen je veliki broj pukotina koje su nastale zbog mraza, udara groma ili tenzije drveta (slika 29.)

U prašumi Studešnica evidentiran je određeni broj stabala sa pukotinama na deblu. Pukotine na deblu se primarno javljaju na srednjodobnim stablima bukve gdje se kasnije razvija trulež i dolazi do lomova

stabala. U gospodarskim šumama negativno utječu na kvalitet debla, dok su u prašumi skrovište i mjesto za gniježđenje mnogobrojnim organizmima.

4.10.5. Dendrošljemovi | Dendrohelmets

Konkavna udubljenja na odraslim stabalima u kojima se voda može zadržavati duže vrijeme nazivaju se dendrošljemovi. Oni su od izuzetnog značaja za život organizama čiji je životni ciklus povezan s vodom, ali također služe kao pojilište za mnogobrojne životinjske organizme. Najčešće se nalaze u pridancima debla, između površinskog korijenja i stabla (slika 30.) ili u račvama debelih grana. U prašumi Studešnica, kod pojedinačnih starih stabala bukve i gorskog javora, najčešće na vratu korijena, utvrđeno je prisustvo dendrošljemova ispunjenih vodom.



Slika 29. Pukotine na odraslom deblu bukve, prašuma Studešnica (Foto: Č. Višnjić)

Figure 29. Cracks on the trunk of a mature beech tree, Studešnica primeval forest (Photo: Č. Višnjić)



Slika 30. Dendrošljem u pridanku odraslog stabla ispunjen vodom, prašuma Studešnica (Foto: Č. Višnjić)

Figure 30. Dendrohelmets (concave water-holding depression) on the bark of a mature tree filled with water, Studešnica primeval forest (Photo: Č. Višnjić)

Velika brojnost različitih mikrohabitatata, čak i na jednom stablu, te njihova učestala pojava, naročito kod odraslih stabala velikih dimenzija (prečnika preko 80 cm), ukazuje na visoku biološku raznolikost ovog prašumskog kompleksa. U prašumi Studešnica je kod starih stabala bukve i gorskog javora (prsni prečnik preko 80 cm) evidentirano na jednom stablu minimalno 4 mikrohabitatata od kojih su najčešći mahovine, lišajevi,

duplje, suhe grane u krošnji i lijane. Prisustvo mikrohabitatata i diverzitet mikrohabitatata je u velikoj zavisnosti od prsnog prečnika stabla i povećava se značajno sa većim prsnim prečnikom. Prisustvo velikog broja mikrohabitatata također je jedan od pokazatelja da u istraživanom prašumskom kompleksu u prošlosti nije bilo gospodarskih aktivnosti kojima bi se redukovala brojnost i frekvencija pojavljivanja mikrohabitatata.



Slika 31. Više mikrohabitatata (TreeMs) na starom stablu bukve: duplje u pridanku, mahovine i lišajevi (Foto: Č. Višnjić)

Figure 31. Multiple microhabitats (TreMs) on an old beech tree: cavity in the bark, mosses, and lichens (Photo: Č. Višnjić)



Slika 32. Bršljan na stablu bukve - sklonište i mjesto za gniježđenje mnogobrojnih ptica (Foto: Č. Višnjić)

Figure 32. Ivy on a beech tree – a shelter and nesting site for numerous birds (Photo: Č. Višnjić)

4.11. Prirodni podmladak | Natural Regeneration

U šumskim ekosistemima koji se razvijaju bez antropogenog utjecaja, podmlađivanje pojedinih vrsta drveća nema određene zakonitosti, već se odvija spontano pod utjecajem prirodnih faktora. Vrste drveća koje obilnije i češće plodonose, kao i one koje bolje podnose zasjenu, te vrste koje su konkurentski jače, češće se javljaju u prirodnom podmlatku. Podmlađivanje pojedinih vrsta, u svakom slučaju, u najvećoj mjeri zavisi od potreba mladih biljčica pojedinih vrsta drveća za svjetlom. Istraživanja pokazuju da podmladak bukve u kontrolisanim rasadničkim uslovima može preživjeti pri relativnom intenzitetu svjetla od 1%.

Međutim, potreba za svjetlom važnim za preživljavanje podmlatka u sastojinskim uslovima je daleko veća zbog dodatnog stresa izazvanog nedostatkom vode, hranjivih materija, konkurencijom drugih vrsta prizemne vegetacije, djelovanjem patogena i insekata (Emborg, 1998). Konkurencija za svjetlo je ključni proces koji oblikuje promjene u sastavu vrsta drveća u prirodnim bukovim šumama, tako da u odsustvu prirodnih poremećaja dolazi do povećanja dominacije vrsta koje podnose zasjenu, dok se brojnost i značaj vrsta koje ne podnose zasjenu smanjuju. Iako se podmladak bukve pojavljuje i u uslovima potpune sklopljenosti sastojine, dosta je osjetljiv na ljetne suše, od čega mogu imati koristi druge vrste drveća u prirodnom podmlatku (Peterken, 1996). Bukva je izrazito sjenopodnoseća vrsta drveća (Ellenberg, 1988), pri čemu je

ta osobina posebno značajna u juvenilnim fazama razvoja biljaka. Bukvica proklije pod punom zasjenom, a mlade biljke mogu preživjeti nekoliko godina sa malom količinom dostupnog svjetla (Emborg, 1998; Wagner i dr., 2010). Zbog toga su prirodni poremećaji koji se dešavaju nakon klijanja bukve značajniji za njihov opstanak nego oni koji se dese prije klijanja. Iako većina mladih biljaka bukve uginu tokom prvih 10 godina, neke mogu preživjeti i nekoliko decenija pod zasjenom (Peters, 1997). U svom odrastanju, mlade biljke bukve prolaze kroz više faza zasjenjivanja i oslobađanja krošnje prije nego dostignu dominantnu etažu sastojine (Nagel i Diaci, 2006). Prosječni period koji stabla bukve provedu u podstojnoj etaži do oslobađanja od krošnji stabala iz dominantne etaže traje 65 godina, a bukva može rasti pod zasjenom krošnji starih stabala i do 177 godina (Trotsiuka i dr., 2011).

U prašumi se uslijed različitih prirodnih poremećaja ili zbog odumiranja pojedinačnih starih stabala mozaično susreću otvoreni prostori - male čistine ili progale na kojima ima dovoljno svjetla za razvoj podmlatka (slika 33.). Nakon klijanja sjemena u daljem razvoju sastojine, uslijed djelovanja abiotskih i biotskih faktora, konkurentske korovske vegetacije, brzog sklapanja krošnji susjednih stabala i izražene konkurencije među vrstama drveća u prirodnom podmlatku, pojedine vrste nestaju iz podmlatka ili im se broj značajno smanjuje. S druge strane, prilagodljivije vrste u podmlatku, posebno one koje dobro podnose zasjenu i koje su otpornije, uspijevaju da odole negativnim utje-

cajima, te kroz kraći ili duži vremenski period formiraju mladik i guštik. Za razliku od prašume, u kojoj se prirodni podmladak javlja pojedinačno ili u manjim grupama na čitavom prostoru, u ekološkim nišama pogodnim za razvoj podmlatka pojedinih vrsta drveća, u gospodarskoj šumi pojavljivanje i razvoj podmlatka se vezuje za način obnove sastojine ili primijenjeni uzgojni sistem. Najčešće se kod prebor-



Slika 33. Podmladak bukve i jele u istraživanom šumskom kompleksu na lokalitetu Studešnica (Foto: E. Mešković)

Figure 33. Beech and spruce regeneration in the studied forest complex at the Studešnica site (Photo: E. Mešković)

ne sječe ciljano obnavlja i stimuliše rast jedne ili dvije vrste drveća u grupama ili skupinama, dok se nakon oplodne sječe podmladi matična vrsta drveća na čitavoj površini. Nakon čiste sječe često se vrši pošumljavanje vrstama drveća koje su od privrednog značaja, pa tako nastaju šumske monokulture.

U prašumi Studešnica na uzorku od 55 ekperimentalnih ploha kružnog oblika, radijusa 3 metra, utvrđivana je brojnost podmlatka po vrstama drveća i njihovom uzrastu. Kako se način i intenzitet pojavljivanja prirodnog podmlatka u gospodarskoj šumi i prašumi razlikuju, pošlo se od pretpostavke da je prirodni podmladak različitih vrsta drveća prisutan svuda unutar prašume.

Istraživanja su pokazala da se podmladak različitih vrsta drveća javlja na čitavom prostoru prašume Studešnica, kako ispod gustog sklopa, tako i na progalama nastalim odumiranjem pojedinačnih stabla. Različite vrste drveća u podmlatku nisu prostorno odvojene već se javljaju zajedno sa ostalim vrstama

drveća. Najčešće miješanje vrsta drveća je utvrđeno kod podmlatka bukve, jele i gorskog javora. U tabeli 8. je prikazano brojno stanje podmlatka po vrstama drveća za sve uzrasne kategorije podmlatka.

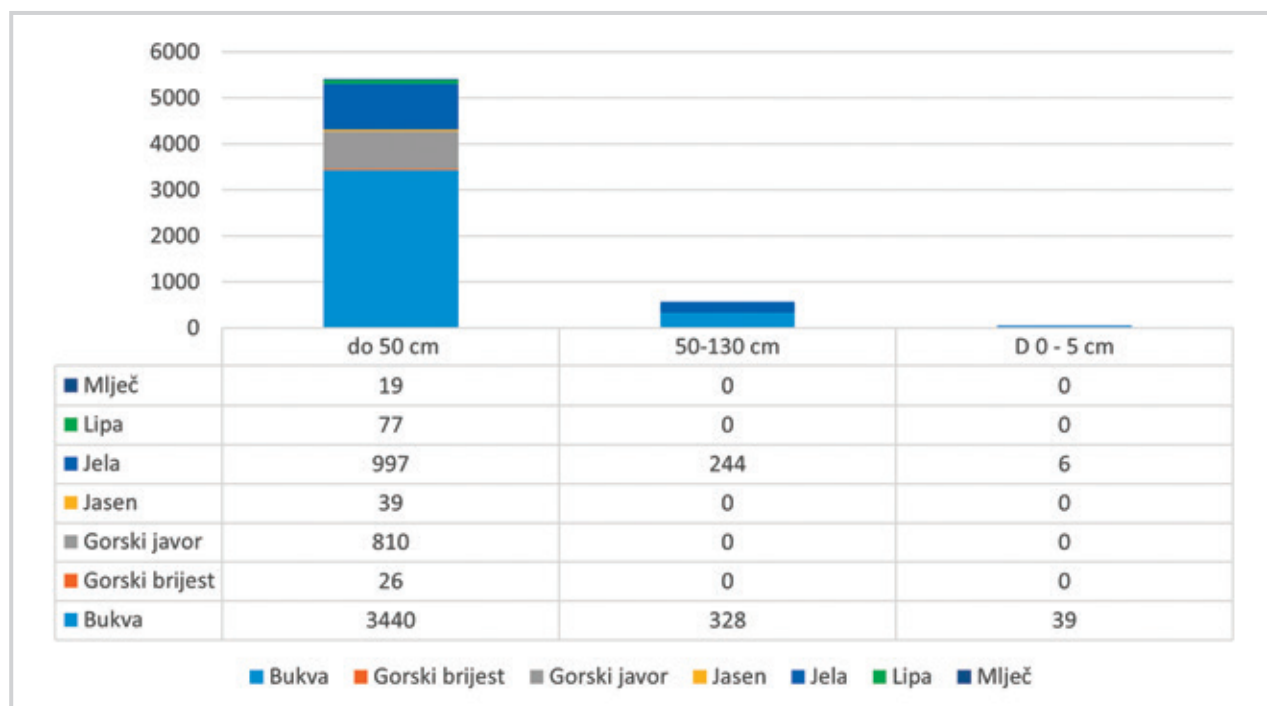
U prašumi Studešnica je prisutan prirodni podmladak sedam vrsta drveća. Podmladak bukve je najzastupljeniji sa prosječno 3.807 biljaka po hektaru ili 63,2% od ukupnog broja biljaka u podmlatku. Jela je na drugom mjestu po broju mladih biljaka (1.248) ili 20,7% od ukupnog broja podmlatka. Javor zauzima udio od 13,4% od ukupnog broja podmlatka ili prosječno 810 biljaka po hektaru. Ostale vrste drveća se sporadično javljaju u podmlatku: lipa (77), bijeli jasen (39), gorski brijest (26) i mlječ (19). Lipa i bijeli jasen koji se javljaju u podmlatku nisu inventarizovani među odraslim stablima.

Na grafikonu 9. prikazano je učešće pojedinih vrsta drveća u prirodnom podmlatku u prašumi Studešnica po uzrasnim kategorijama.

Tabela 8. Stanje prirodnog podmlatka po vrstama drveća

Table 8. Representation of tree species in regeneration across all categories

	Jela <i>Fir</i>	Bukva <i>Beech</i>	Lipa <i>Lime</i>	G. Javor <i>Sycamore Maple</i>	Mlječ <i>Norway Maple</i>	G. Brijest <i>European Mountain Elm</i>	G. Jasen <i>European Ash</i>	Sve Vrste <i>All Species</i>
kom/ha	1248	3807	77	810	19	26	39	6025
%	20,7	63,2	1,3	13,4	0,3	0,4	0,6	100,0



Grafikon 9. Zastupljenost vrsta drveća u podmlatku po uzrasnim kategorijama (a, b i c) i ukupno (d)

Graph 9. Representation of tree species in regeneration by age categories (a, b, and c) and total (d)

U prirodnom podmlatku, kod mladih biljčica do 50 cm visine, dominantnu ulogu ima bukva, sa oko 63,6 % od ukupnog broja podmlatka, zatim jela sa 18,4 % i gorski javor sa 15 %. Ostale vrste (lipa, mlječ, bijeli jase, gorski brijest) zastupljene su u malom procentu. Zbog jakih konkurentskih odnosa među vrstama i nedostatka svjetla za dalji razvoj, „ostale“ vrste nestaju u višim uzrasnim kategorijama podmlatka. Posebno je interesantno podmlađivanje gorskog javora, koji obilno klija i ima veliko učešće u prvoj uzrasnoj kategoriji podmlatka (do 50 cm visine), ali zbog nedostatka svjetla ispod gustog sklopa bukovih krošnji vrlo brzo nestaje, a što se podudara sa tumačenjem Meškovića (2007), da veliki broj podmlatka gorskog javora ne vodi do znatnog udjela gorskog javora, jer zbog slabog preživljavanja kasnije se u istraživanoj prašumi pojavljuje kao pojedinačna vrsta. Tako ga u uzrasnoj kategoriji od 50 do 130 cm nema. Za razliku od gorskog

javora, bukva i jela su prisutne u ovoj razvojnoj fazi podmlatka. Udio bukve u uzrasnoj kategoriji podmlatka od 50 do 130 cm iznosi 57 %, dok jela učestvuje sa 43 %. Rezultati pokazuju da su jela i bukva vrste koje dobro podnose zasjenu i da im je za razvoj potrebno malo raspoloživog svjetla. U razvojnoj fazi podmlatka (guštik) do 5 cm debljine na prsnoj visini, također se susreću samo bukva (86 %) i jela (14 %).

Navedeni podaci o podmlatku govore o dominaciji bukve u podmlatku. Zbog jakih konkurentskih odnosa, a posebno zbog nedostatka svjetla podmladak gorskog javora, mlječa, lipe, gorskog brijesta i bijelog jasena nestaje u kasnijim fazama razvoja, dok se bukva širi, potiskujući i jelu, koja, i pored toga što dobro podnosi zasjenu, ne uspijeva zadržati značajnije učešće u kasnijim razvojnim fazama sastojine (Diaci i dr. 2008). Međutim, uslijed sve izraženijih klimatskih promjena i sve češćih sušnih perioda tokom ljetnih mjeseci, oče-



Slika 34. Obilno podmlađivanje bukve pod zastorom krošanja odraslih stabla unutar prašume Studešnica. Mlade biljke mogu ostati u životu i po nekoliko desetljeća čekajući povoljne uslove za razvoj (Foto: E. Mešković)

Figure 34. Abundant regeneration of beech under the canopy of mature trees within the Studešnica primeval forest, young plants may survive for several decades while awaiting favorable conditions for development (Photo: E. Mešković)

kivati je redukciju i slabiji razvoj prirodng podmlatka bukve, što može u budućnosti značajno utjecati na izgled i strukturu prašume Studešnica. Dinamika prirodnog podmlatka pojedinih vrsta drveća u prašumi Studešnica nije svojstvena gospodarskim šumama, u kojima se ciljanim uzgojnim zahvatima pomaže razvoj ostalih pratećih vrsta drveća, u ovom slučaju plemenitih lišćara, koji imaju izuzetnu ulogu u očuvanju i unaprjeđenju stanja biodiverziteta. Ova činjenica nam pokazuje da prašume primarno nemaju uvijek najveći indeks diverziteta vrsta drveća, upravo zbog izražene prirodne konkurencije među vrstama, koja često dovodi do dominacije samo jedne vrste drveća u gornjoj etaži, dok se ostale vrste sporadično javljaju, kakav je slučaj u prašumi Studešnica.

Na osnovu provedene analize, vidljivo je da se prirodni podmladak različitih vrsta drveća javlja na čitavoj površini istraživanog šumskog kompleksa, pojedinačno ili u grupama, s različitom dinamikom po vrstama drveća i uzrasnim kategorijama. Pojavljivanje podmlatka je prirodno i rezultat je uzajamnog djelovanja stanišnih faktora i konkurentskih odnosa vrsta drveća koje čine šumsku zajednicu.

4.12. Rezultati analiza fitocenoloških podataka | Results of Phytosociological Data Analyses

4.12.1. Peripanonske submontane bukove šume – kratak pregled | Peri-Pannonian Submontane Beech Forests – A Brief Overview

Bukva (*Fagus sylvatica*) u predpanonskom području najčešće zauzima staništa na sjevernim ekspozicijama, često u uvalama, zahvaljujući širokoj ekološkoj amplitudi i historijskom razvoju vegetacije u postkvar-taru. Iako ovo područje nema visoke prosječne vrijednosti relativne vlažnosti, bukva opstaje zahvaljujući povoljnoj raspodjeli padavina u vegetacijskom periodu i blagim zimama. Zauzimaju visinski raspon od cca 200 do 700 (800) m u Hrvatskoj i BiH, a u Srbiji na njenom jugoistoku i preko 1000 m (Fukarek 1970, Stefanović, 1990; Jovanović, 1997; Tomić, 2004; Vukelić 2012, Tomić et Rakonjac 2017).

Vukelić et al. (2012) navodi da su prosječne godišnje temperature za ove šume 9,5 do 10,7 °C sa prosječnim godišnjim oborinama 800 – 1000 mm. Slično navodi i Stefanović (1990.) npr. za području Bilogore (st. Bjelovar i Virovitica), prosječne godišnje padavine su oko 850–860 mm, a u vegetacijskom periodu (IV–IX)

489–505 mm. Zimske temperature su blago pozitivne (0–0,3°C), sa negativnim vrijednostima samo u januaru. Približno iste klimatske osobine bilježe se i u sjevernoj Bosni npr. Banja Luka: godišnje padavine 1057 mm, temperatura 10,5°C; Prnjavor: 968 mm, 10,1°C.

Geološki, predpanonski prostor je složen i uključuje naslage svih geoloških perioda (paleozoik–kvartar). Dominiraju mezozojske i tercijarne formacije, posebno trijaski krečnjaci i laporci. Stare stijene (kristalni škrljac, eruptivne, paleozojske naslage) grade brda i planine sjeverne Hrvatske i Bosne (npr. Papuk, Psunj, Medvednica), dok mladi tercijarni sedimenti prekrivaju niže dijelove. Na nekim područjima (Bilogora, Fruška gora) prisutne su i debele lesne naslage (do 300 m).

Raznolikost geološke podloge uzrokuje i raznovrsnost tla (Stefanović, 1990): od rendzina i smeđih rendzina na laporcu, eutričnih i distričnih smeđih tala, do černozema. Tla su uglavnom ilovasta do glinasta, blago kisela po reakciji.

U početnim istraživanjima hronološkom i fitocenološkom smislu submontane peripanonske bukove zajednice provincije su svrstavane u različite asocijacije (Stefanović, 1990; Tomić, 2004) npr.: *Fagetum croaticum pannonicum* Horv. 1938; *Fagetum croaticum boreale montnum* Horv. 1938; *Fagetum subpannonicum* Wrab. 1961; *Fagetum submontanum praedinaricum* Mar. et Zup. 1977; *Fagetum croaticum pannonicum submontanum* Rauš 1973; *Aspetrulo – Fagetum* Pelcer 1981; *Staphyleo – Fagetum* Pelcer 1979... Sve ove asocijacije su svrstane u svezu *Aremonio - Fagion* (Horvat 1938) Borhidi in Török, Podani and Borhidi 1989 = syn. *Fagion illyricum* Horv. 1950., odnosno podsvezu *Primulo – Fagenion* Borhidi 1963.

Kasnije dolazi do nove sintaksonomske klasifikacije ovih šuma. Tako u Sloveniji za submontano pripanonsko područje su opisane sljedeće zajednice (Bončina et al. 2012.): *Vicio oroboidi – Fagetum* (Horv. 1938) Pocs et Borhidi in Borhidi 1960., kao i *Polysticho setiferi – Fagetum* Zupančič, Žagar et Surina 2000. One su također svrstane u ilirsku svezu bukovih šuma *Aremonio - Fagion* (Horvat 1938) Borhidi in Török, Podani and Borhidi 1989.

Prema recentnim istraživanjima u susjednoj Hrvatskoj (Vukelić, 2012.; Vukelić et al. 2012.) submontano – subpanonske bukove šume svrstava u asocijaciju zajednice *Cephalanthero longifoliae–Fagetum* Vukelić, Baričević et Šapić, 2012. Ovi autori u okviru ove asocijacije svrstavaju ranije opisane asocijacije: *Ca-*

rici pilosae – *Fagetum*, *Festuco drymeae* – *Fagetum*, *Polysticho setiferi* – *Fagetum*. Navedena zajednica je svrstana u srednjeevropsku svezu bukovih šuma *Fagion sylvaticae* Laquet 1926 kao dio podsveze *Galio odorati* – *Fagenion* (Tx. 1955) Th. Mueller 1959.

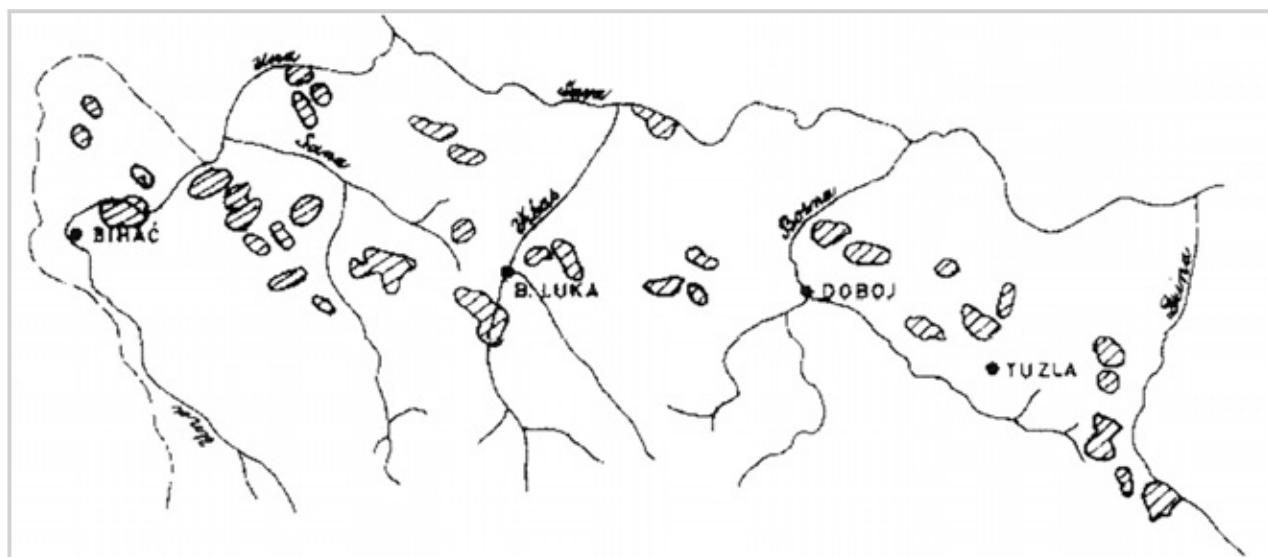
U mezijskoj provinciji (Stefanović 1990; Jovanović, 1997; Tomić, 2004, Tomić et Rakonjac 2017) razlikuju sljedeće submontane peripanonske asocijacije: *Tilio* – *Fagetum* M. Jank. et Miš 1960 emend V. Mišić 1972; *Festuco drymeae* – *Fagetum* Jov. 1973. Iste u definisane kao dio sveze *Fagion moesiaceae* Bleč. et Lakš. 1970. odnosno podsveze *Helleboro odori* – *Fagenion* Soo et Borhidi 1960 = syn. *Fagenion moesiaceae submontanum* Jov. 1976.

4.12.2. Peripanonske submontane bukove šume u sjevernoj Bosni i prašumi Studešnica – fitocenološka analiza | Peri-Pannonian Submontane Beech Forests in Northern Bosnia and the Studešnica Primeval Forest – Phytocoenological Analysis

Bukove šume sjevernobosanskog peripanonskog područja predstavljaju fitocenozu brdskog pojasa, koje se u vertikalnom smislu nadovezuju na šume kitnjaka i graba, a u istočnom dijelu areala na šume sladuna i cera (vidi kartu 7.). U visinskom smislu se rasprostiru od 190 m (Stefanović, 1996, 2000) do 790 (Fabijanić et al., 1967). Područje je geološki vrlo složeno sa zastupljenošću brojnih formacija koje potječu iz paleo-

zoika, mezozoika i tercijara. U većem dijelu dominiraju mezozojske i tercijarne naslage, naročito trijaski sediment (Stefanović, 1996, 2000). Na tim geološkim osnovama, u uslovima manje izražene reljefne raznolikosti, razvijena su pretežno duboka tla tipa luvisola. Na pojedinim lokalitetima prisutni su i permokarbonski pješčari i škriljci, na kojima dominiraju distrični kambisoli (Stefanović, 1996, 2000). U zavisnosti od mineralnog sastava matične podloge, tla pod ovom fitocenzom pripadaju različitim pedosistemskim jedinicama – od rendzina i smeđih rendzina na laporcima, do eutrično-smeđih i eutrično-distričnih tala (Stefanović, 1996, 2000). U kilmatskom smislu ovo poručje prema Vemiću (1954) pripada umjereno-kontinentalnoj klimi, međutim idući prema istoku BiH. odnosno Bijeljini, dobija više kontinentalni karakter. Kontinentalni utjecaj Panonske nizije prodire dosta duboko dolinama rijeka i pritoka. Kod kartiranja vegetacije BiH, Stefanović (1988) navodi da bukove šume sjeverne Bosne predstavljaju dosta raširenu varijantu mezofilnih šuma pripanonskog područja. Navodi da se pretežno javljaju na dubljim eutričnim kambisolima ili eutrično-distričnim kambisolima (mozaici tipova zemljišta) sa slabom kiselom i neutralnom reakcijom.

U sjevernoj Bosni peripanonske submontane bukove šume, Stefanović (1988) prvobitno definiše kao *Latyro* – *Fagetum* Fab. 1963., te opisuje novu subasocijaciju *Lathyro* – *Fagetum* Fab. 1963. *ruscetosum hypoglossi* Stef. 1988. Kasnije on revidira svoj stav (Stefa-



Karta 7. Areal fitocenoza bukve i širokolisne veprine (*Rusco hypoglossi* – *Fagetum submontanum* Stef. 1996) u sjevernoj Bosni (Stefanović, 1996, 2000; Vojniković et al. 2017b.)

Map 7. Area of phytocenoses of beech and spineless butcher's-broom (*Rusco hypoglossi* – *Fagetum submontanum* Stef. 1996) in northern Bosnia (Stefanović, 1996, 2000; Vojniković et al. 2017b.)

nović, 1990), te je definiše kao submontanu predpanonsku šumu bukve kao makroasocijaciju *Fagetum subpannonoicum* Wrab, 1961 sa geog. var. *Ruscus hypoglossum* Stef. 1990, koja obuhvata širi peripanski prostor. Na kraju on ovu geografsku varijantu definiše kao novu asocijaciju za sjevernu Bosnu pod nazivom: *Rusco hypoglossi* – *Fagetum submontanum* Stef. 1996 (Stefanović, 1996, 2000).

Za potrebe fitocenološkog istraživanja područja prašume Studešnica, slučajnim izborom je postavljeno

5 eksperimentalnih ploha kvadratnog oblika (veličine 20 x 20 m), na kojima su izvršena fitocenološka snimanja po Braun–Blanquet metodi (1964 g.). Prikupljeni florističko vegetacijski podaci su unijeti u bazu podataka Turboveg 2.38 (Hennekens & Schaminee 2001), a odatle su eksportovani u program Juice 7.0 (Tichy, 2002), u kojem su vršene analize prikupljenih podataka. Unutar nevedenih eksperimentalnih ploha su registrovane više biljke kojima je načinjena Sinoptička tabela (tabela 9.), te određena frekvencija kao i rang pokrovnosti.

Tabela 9. Sinoptička tabela

Table 9. Synoptic Table

Number of relevés: 5

Table from relevés of the file: Studesnica.wct

Number of relevés: 5

		5 1342
<i>Abies alba</i>	[2]	3 +.12
<i>Athyrium filix-femina</i>	[6]	+ 2.1.
<i>Allium ursinum</i>	[6]	5 35..
<i>Anemone nemorosa</i>	[6]	. r+..
<i>Atropa bella-donna</i>	[6]	. r+..
<i>Cardamine bulbifera</i>	[6]	3 ++11
<i>Fagus sylvatica</i>	[1]	5 4355
<i>Festuca drymeia</i>	[6]	. +.3.
<i>Galium odoratum</i>	[6]	4 211+
<i>Hedera helix</i>	[6]	+ r.+.
<i>Lamium galeobdolon</i>	[6]	5 21+.
<i>Mercurialis perennis</i>	[6]	. 11..
<i>Oxalis acetosella</i>	[6]	. r.+.
<i>Polygonatum multiflorum</i>	[6]	+ r...
<i>Rubus hirtus</i>	[6]	+ 1...
<i>Helleborus odorus</i>	[6]	+ r+..
<i>Ruscus hypoglossum</i>	[6]	+ r...
<i>Dryopteris filix-mas</i>	[6]	. .1+2
<i>Acer pseudoplatanus</i>	[2]	. .1.1
<i>Daphne laureola</i>	[5]	. .r.+
<i>Fagus sylvatica</i>	[6]	1 .+.1.
<i>Ilex aquifolium</i>	[6]	. .++.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	[6]	+ ...+.
<i>Fagus sylvatica</i>	[2]	2 ..1.

Other species:

Polystichum lonchitis [6] 1: +; *Cystopteris montana* [6] 1: +; *Actaea spicata* [6] 1: r; *Ilex aquifolium* [5] 1: r; *Scrophularia nodosa* [6] 1: r; *Dryopteris species* [6] 1: r; *Daphne mezereum* [6] 3: +; *Fraxinus excelsior* [2] 3: 2; *Hedera helix* [5] 3: +; *Ilex aquifolium* [3] 3: 1; *Tilia platyphyllos* [5] 3: +; *Aremonia agrimonoides* [6] 4: +; *Carex sylvatica* [6] 4: +; *Prunus avium* [6] 4: +; *Acer platanoides* [6] 5: +; *Aegopodium podagraria* [6] 5: 4; *Cardamine waldsteinii* [6] 5: +; *Cardamine enneaphyllos* [6] 5: +; *Euphorbia amygdaloides* [6] 5: +; *Fagus sylvatica* [5] 5: 1; *Glechoma hederacea* [6] 5: +; *Lilium martagon* [6] 5: +; *Paris quadrifolia* [6] 5: +; *Sambucus nigra* [6] 5: +; *Symphytum tuberosum* [6] 5: +; *Ulmus glabra* [1] 5: 1; *Ulmus glabra* [6] 5: +;

Software “Juice” je razdvojio dvije skupine snimaka. Jednu skupinu – klaster 2 obrazuju fitocenološki snimci: (1, 3, 4, 2) u odjelima: 50 (snimci 2 i 3) i odjelu 51/1 (snimci 1 i 4), te drugi skupinu – klaster 1 fitocenološki snimak: 5 u odjelu 37.

Za daljnu analizu fitocenoloških snimaka i flore je načinjena Sinoptička tabela (tabela 10.).

Tabela 10. Sinoptička tabela sa frekvencijom javljanja i medijalnom vrijednosti pokrovnosti po razdvojenim klasterima
Table 10. Synoptic table with frequency of occurrence and median cover values by separate clusters

Synoptic table with percentage frequency and median cover				
Group No.			Cluster 1	Cluster 2
No. of relevés			1	4
<i>Rubus hirtus</i>	6		100 +	25 ¹
<i>Cardamine enneaphyllos</i>	6		100 +	.
<i>Helleborus odorus</i>	6		100 +	50 ^r
<i>Polygonatum multiflorum</i>	6		100 +	25 ^r
<i>Fagus sylvatica</i>	5		100 ¹	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	6		100 +	.
<i>Fagus sylvatica</i>	2		100 ²	25 ¹
<i>Fagus sylvatica</i>	6		100 ¹	50 +
<i>Acer pseudoplatanus</i>	6		100 +	25 +
<i>Acer platanoides</i>	6		100 +	.
<i>Ruscus hypoglossum</i>	6		100 +	25 ^r
<i>Cardamine waldsteinii</i>	6		100 +	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	6		100 ⁴	.
<i>Symphytum tuberosum</i>	6		100 +	.
<i>Allium ursinum</i>	6		100 ⁵	50 ³
<i>Sambucus nigra</i>	6		100 +	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	6		100 +	50 ¹
<i>Ulmus glabra</i>	6		100 +	.
<i>Ulmus glabra</i>	1		100 ¹	.
<i>Hedera helix</i>	6		100 +	50 ^r
<i>Glechoma hederacea</i>	6		100 +	.
<i>Lilium martagon</i>	6		100 +	.
<i>Paris quadrifolia</i>	6		100 +	.
<i>Dryopteris filix-mas</i>	6		.	75 ¹
<i>Lamium galeobdolon</i>	6		100 ⁵	75 ¹
<i>Abies alba</i>	2		100 ³	75 ¹
<i>Galium odoratum</i>	6		100 ⁴	100 ¹
<i>Cardamine bulbifera</i>	6		100 ³	100 +
<i>Fagus sylvatica</i>	1		100 ⁵	100 ⁴
<i>Mercurialis perennis</i>	6		.	50 ¹
<i>Oxalis acetosella</i>	6		.	50 ^r
<i>Anemone nemorosa</i>	6		.	50 ^r
<i>Ilex aquifolium</i>	6		.	50 +
<i>Atropa bella-donna</i>	6		.	50 ^r
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2		.	50 ¹
<i>Daphne laureola</i>	5		.	50 ^r
<i>Festuca drymeia</i>	6		.	50 +
<i>Hedera helix</i>	5		.	25 +
<i>Fraxinus excelsior</i>	2		.	25 ²

Tabela 10. Nastavak sa prethodne stranice | Table 10. Continuation from previous page

Group No.		Cluster 1	Cluster 2
No. of relevés		1	4
<i>Daphne mezereum</i>	6	.	25 +
<i>Dryopteris species</i>	6	.	25 r
<i>Ilex aquifolium</i>	3	.	25 1
<i>Prunus avium</i>	6	.	25 +
<i>Carex sylvatica</i>	6	.	25 +
<i>Tilia platyphyllos</i>	5	.	25 +
<i>Aremonia agrimonoides</i>	6	.	25 +
<i>Ilex aquifolium</i>	5	.	25 r
<i>Actaea spicata</i>	6	.	25 r
<i>Scrophularia nodosa</i>	6	.	25 r
<i>Cystopteris montana</i>	6	.	25 +
<i>Polystichum lonchitis</i>	6	.	25 +

Za potrebe daljne analize fitocenoloških snimaka kao prisutnosti „vjernosti“ flore odgovarajućim klasterima i samog karaktera flore načinjena je analiza stepena 1 i 2. Rezultati ove analize prikazani su u tabeli 11.

Tabela 11. Analiza sinoptičke tabele – vjernost vrsta
Table 11. Analysis of the Synoptic Table – fidelity of species

Cluster 1

Number of relevés: 1

Threshold fidelity value for diagnostic species: 80 (70)

Threshold frequency value for constant species: 80 (70)

Threshold frequency value for dominant species with cover up to 70: 0 (100)

Diagnostic species: *Ulmus glabra* [1] 100.0; *Fagus sylvatica* [5] 100.0; *Acer platanoides* [6] 100.0, *Aegopodium podagraria* [6] 100.0, *Cardamine enneaphyllos* [6] 100.0, *Cardamine waldsteinii* [6] 100.0, *Euphorbia amygdaloides* [6] 100.0, *Glechoma hederacea* [6] 100.0, *Lilium martagon* [6] 100.0, *Paris quadrifolia* [6] 100.0, *Sambucus nigra* [6] 100.0, *Symphytum tuberosum* [6] 100.0, *Ulmus glabra* [6] 100.0

Constant species: *Fagus sylvatica* [1] 100, *Ulmus glabra* [1] 100; *Abies alba* [2] 100, *Fagus sylvatica* [2] 100; *Fagus sylvatica* [5] 100; *Acer platanoides* [6] 100, *Acer pseudoplatanus* [6] 100, *Aegopodium podagraria* [6] 100, *Allium ursinum* [6] 100, *Athyrium filix-femina* [6] 100, *Cardamine bulbifera* [6] 100, *Cardamine enneaphyllos* [6] 100, *Cardamine waldsteinii* [6] 100, *Euphorbia amygdaloides* [6] 100, *Fagus sylvatica* [6] 100, *Galium odoratum* [6] 100, *Glechoma hederacea* [6] 100, *Hedera helix* [6] 100, *Helleborus odoratus* [6] 100, *Lamium galeobdolon* [6] 100, *Lilium martagon* [6] 100, *Paris quadrifolia* [6] 100, *Polygonatum multiflorum* [6] 100, *Rubus hirtus* [6] 100, *Ruscus hypoglossum* [6] 100, *Sambucus nigra* [6] 100, *Symphytum tuberosum* [6] 100, *Ulmus glabra* [6] 100

Dominant species: *Fagus sylvatica* [1] 100; *Allium ursinum* [6] 100, *Lamium galeobdolon* [6] 100

Cluster 2

Number of relevés: 4

Threshold fidelity value for diagnostic species: 80 (70)

Threshold frequency value for constant species: 80 (70)

Threshold frequency value for dominant species with cover up to 70: 0 (100)

Diagnostic species:

Constant species: *Fagus sylvatica* [1] 100; *Cardamine bulbifera* [6] 100, *Galium odoratum* [6] 100

Dominant species: *Fagus sylvatica* [1] 50; *Allium ursinum* [6] 25

Rezultati fitocenoloških analiza prikazani u tabelama 9., 10. i 11. ukazuju na pojavu sljedećih vrsta dominantnih i konstantnih, uobičajenih za bukove i bukovo-jelove šume na krečnjacima na evropskom prostoru npr.: *Fagus sylvatica*; *Abies alba*; *Cardamine enneaphyllos*; *Cardamine bulbifera*, *Allium ursinum*, *Symphitum tuberosum*, *Galium odoratum* ... U sloju drveća dominira bukva uz učešće gorskog brijesta, mlječa, bijelog jasena, velelisne lipe. Jela (*A. alba*) se javlja u oba klastera, ali uvijek u podstojnoj etaži i sa uglavnom malom brojnosti i pokrovnosti (max. 3. po Braun – Blanquet skali u plohi br. 5), bez pojave u spratu grmlja ili prizemne flore. S obzirom da se nadmorska visina nalazi u rasponu cca 850-900 m jela se nalazi na donjoj granici javljanja u kontekstu vertikalnog rasprostranjenja, što svakako utječe na njeno manje učešće u građi zajednice, odnosno ukazuje da se u konkretnom slučaju istraživana zajednica nalazi na prijelazu ka šumama bukve i jele. U sloju grmlja koji je veoma slabo razvijen nalazimo božikovinu - *Ilex aquifolium*, lovorolisni likovac – *Daphne laureola*, te bršljan – *Hedera helix*. Vema važna je pojava vrste *Ilex aquifolium* u plohama u odjelima 50 i 51/1, koja se tretira kao atlansko - submediteranska vrsta, ali i kao dijagnostička vrsta. Druga interesantna vrsta koja je registrovana u ovom području također u odjelima 50 i 51/1 je vrsta lovorolisni likovac - *Daphne laureola*, koja se također tretira kao atlansko submediteranska vrsta. Pojava ove dvije vrste ukazuje na blizinu Panonske nizije kao i prodore vlažne atlanske klime preko Dinarida. Pojava srijemuša – *Allium ursinum*, kao i plementih lišćara *Acer pseudoplatanu*, *A. platanoides*, *Ulmus glabra*, *Tilia platyphyllos*, *Fraxinus excelsior* ukazuju na povoljne pedološke uslove, posebno pojavu zrelog humusa. Kao dijagnostičku, ali i rijetku i ugroženu biljnu vrstu, možemo izdvojiti mekolisnu veprinu - *Ruscus hypoglossum*.

Uz pomoć softvera Juice 7.0 izdvojeno je više karakterističnih vrsta za klaster 1 (tabela 11.). S obzirom da se na početnim istraživanjima nije znala lokacija potencijalne prašume, jedan snimak je načinjen u odjelu 37 na samoj granici sa 50 odjelom. Veliki broj softverski (algoritamski) izdvojenih karakterističnih vrsta se može pripisati malom broju snimaka (1 snimak). Softverski klaster 2 ne pokazuje pojavu karakterističnih vrsta. Ove plohe ne pokazuju izdvajanje tipičnih razlikovnih vrsta u odnosu na klaster 1.

Prema Stefanoviću (1996, 2000), karakteristične vrste zajednice *Rusco hypoglossi* – *Fagetum* su: *Epimedium alpinum*, *Ruscus hypoglossum*, *Ilex aquifolium*, *Vicia*

oroboides i *Knautia drymeia*. Na istraživanom lokalitetu Studešnica potvrđena je prisutnost prve tri vrste: *Epimedium alpinum*, *Ruscus hypoglossum* i *Ilex aquifolium*. Među dijagnostičkim vrstama koje Stefanović (1996) navodi za ovu zajednicu, a koje nisu zabilježene na području Studešnice, nalaze se *Vicia oroboides*, *Tamus communis* i *Knautia drymeia*. Kao važna ilirska komponenta u ovoj zajednici u širem prostoru sjeverne Bosne, navodi se i *Aposeris foetida*, koju Stefanović (1996, 2000) registrira u svojim istraživanjima.

U poređenju sa zajednicom *Cephalanthero longifoliae*–*Fagetum* Vukelić, Baričević et Šapić, 2012, uočeno je da dijagnostičke vrste te asocijacije, uopće nisu prisutne ni u ovom istraživanju ni u istraživanjima Stefanovića (1996, 2000) u Bosni i Hercegovini. Riječ je o vrstama: *Cephalanthera longifolia*, *Cyclamen purpurascens*, *Fraxinus ornus* i *Tilia tomentosa*, kao i o vrstama učestalim u Hrvatskoj, poput *Carex pilosa* i *Quercus petraea*. Na osnovu toga, može se zaključiti da iako prostorno najbliže submontane peripanonske bukove šume Hrvatske asocijacije *Cephalanthero longifoliae*–*Fagetum* Vukelić, Baričević et Šapić, 2012, floristički se razlikuju u dijagnostičkim vrstama, te ovaj naziv nije primjenjiv na šumsku zajednicu u prašumi Studešnici, ali i većem dijelu bukovih peripanonskih submontanih šuma u sjevernoj Bosni.

U poređenju sa zajednicom *Tilio*–*Fagetum submontanum* (Jank. et Miš. 1960) Mišić 1972, koja je rasprostranjena u Srbiji – na Fruškoj gori, Avali, Ceru i u Đerdapu (Jovanović, 1997) – moguće je uočiti određene sličnosti u sloju drveća, kao i u prizemnoj flori, što je i razumljivo s obzirom na geografsku i ekološku bliskost.

U sloju drveća, kako u šumi Studešnica, tako i u drugim submontanskim pripanonskim bukovim šumama u Bosni i Hercegovini, prisutne su vrste poput *Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca*, *Prunus avium* i *Ulmus glabra* (Jovanović, 1997). U prizemnom sloju obje zajednice pojavljuju se vrste: *Rubus hirtus*, *Asperula odorata*, *Asarum europaeum*, *Ruscus hypoglossum*, *Cardamine bulbifera*, *Euphorbia amygdaloides* i *Hedera helix*.

Međutim, razlike između ovih zajednica ogledaju se u sastavu sloja grmlja. U zajednici *Tilio*–*Fagetum submontanum* u Srbiji ne javljaju se vrste poput *Ilex aquifolium* i *Daphne laureola*, koje su karakteristične za submontane bukove šume u sjevernoj Bosni. Također, u navedenoj zajednici u Srbiji izostaju tipične ilirske vrste, koje su prisutne u šumi Studešnica i sličnim lokalitetima u BiH: *Epimedium alpinum*, *Arenaria agrimonoides* i *Cardamine waldsteinii*.

Još izraženije razlike uočavaju se kada se zajednica *Rusco hypoglossi-Fagetum* uporedi sa zajednicom *Festuco drymeae-Fagetum*, koja je znatno kserotermnija. Ova zajednica sadrži vrste kao što su npr.: *Quercus petraea*, *Fraxinus ornus*, *Ruscus aculeatus*, *Hypericum hirsutum*...

Značajan pokazatelj ilirskog karaktera vegetacije na lokalitetu Studešnica jeste prisustvo vrsta kao što su: *Epimedium alpinum*, *Ruscus hypoglossum*, *Aremonia agrimonoides*, *Cardamine waldsteinii* i *Cardamine enneaphyllos*. Također, vrlo učestala vrsta *Festuca drymeia*, koju Horvat i saradnici (1974) takođe svrstavaju u ilirske vrste, dodatno potvrđuje ovu interpretaciju. Stefanović (1996, 2000) za ovu zajednicu navodi ukupnu pojavu 4 vrste ili 6% učestalosti za ilirske i ilirsko - alpske vrste u ovoj zajednici što odgovara i ovom istraživanju.

Na osnovu analize florističkog sastava (tabele 9., 10. i 11.) može se zaključiti da šumska sastojina Studešnica u potpunosti zauzima biljna zajednica pripanonske šume bukve sa mekolisnom veprinom sjeverne Bosne: *Rusco hypoglossi – Fagetum* Stef. 1996. Na osnovu jasne pojave ilirskih vrsta ovog istraživanja kao i istraživanja Stefanović (1996, 2000), istaživanja zajednica submontane peripanonske šume bukve sa mekolisnom veprinom u sintaksonomskom smislu pripada ilirskoj svezi bukovih šuma - *Aremonio - Fagion* (Horvat 1938) Borhidi in Török, Podani and Borhidi 1989. Ova sveza je navedna u Habitat Direktivi (Directive 92/43/EEC-Annex I) kao habitat od interesa

za konzervaciju pod oznakom 91Ko. S obzirom na navedeno i zajednica dinarske šume bukve pripada habitatu od interesa za konzervaciju.

4.12.3. Diverzitet flore prašume Studešnica | Floristic Diversity of the Studešnica Primeval Forest

Brojnost vrsta nije velika i kreće se između 24 i 7. Ona se može objasniti velikim stajališnim prostorom koje zauzimaju krošnje bukve, i manjom dostupnom količinom svjetla na površini tla, što je utjecalo na manji broj vrsta u sloju prizemne vegetacije. Najveći Shannon indeks diverziteta pokazuje ploha 5, a najmanji ploha 1. Sumarno Shannon indeks diverziteta je nešto manji oko 2 ili ispod 2 (max. je oko 5 za životne zajednice). Što se tiče indeksa izjednačenosti on je malo iznad srednjih vrednosti, iznad 0,5 (max. 1). Može se zaključiti da postoje vrste koje dominiraju zajednicom, u konkretnom slučaju to su *Fagus sylvatica*, *Galium odoratum*, *Allium ursinum*, dok ostale vrste prizemne flore imaju približno istu pokrovnost i prostorni raspored, što utječe na osobine biološkog diverziteta. Navedeno ukazuje da se istraživano područje u kontekstu biodiverziteta viših biljaka može ocijeniti kao srednje bogato.

Prikaz indeksa sličnosti pokazuje da između analiziranih ploha postoji srednje jaka do jaka sličnost (za klaster 2), s obzrom da se vrijednosti Jaccard i Sorensen indeks nalaze između 0,6 - 0,7 (tabela 13.) Isto vrijedi ako se usporede sličnosti oba klastera (1+2), sličnost je srednje jaka do jaka.

Tabela 12. Indeksi bogatstva vrsta (Richnes), diverziteta (Shannon) i izjednačenosti (Evennes) vaskularne flore istraživanog područja

Table 12. Indices of species richness, diversity (Shannon), and evenness of the vascular flora of the studied area

Eksperimentalna ploha <i>Experimental plot</i>	5	1	3	4	2
Odjel/odsjek <i>Compartment/Section</i>	37	51/1	50	51/1	50
Richness	24	23	17	17	7
Shannon	2.33	2.02	1.77	1.60	1.03
Evenness	0.70	0.69	0.60	0.57	0.53

Tabela 13. Jaccard i Sorensen Dissimilarity po klasterima

Table 13. Jaccard and Sorensen Dissimilarity by Clusters

Klaster <i>Cluster</i>	Jaccard Dissimilarity	Sorensen Dissimilarity
1	---	---
2	0.7464	0.5979
1+2	0.7581	0.61462



Slika 35. Dio florističkog sastava prašume Studešnica: a) *Ruscus hypoglossum* L.; b) *Epimedium alpinum* L.; c) *Daphne laureola* L.; d) *Ilex aquifolium* L. (foto S. Vojnikovič)

Figure 35. Part of the Floristic Composition of the Studešnica Primeval Forest: a) *Ruscus hypoglossum* L.; b) *Epimedium alpinum* L.; c) *Daphne laureola* L.; d) *Ilex aquifolium* L. (photo by S. Vojnikovič)

5. ZAKLJUČCI | CONCLUSIONS

Istraživanje strukturnih i vegetacijskih karakteristika, ključnih elemenata biodiverziteta šumskih ekosistema, tekture i podmlađivanja provedena su u prašumskom kompleksu Studešnica na planini Konjuh. Istraživanjima je definisan prašumski status za jedan dio šumskog kompleksa, dok je drugi dio kategorisan u prirodi blisku biljnu zajednicu. Prašuma Studešnica je rijetka i specifična ilirska zajednica sa dominacijom bukve koja je smještena u krajnjem sjeveroistočnom dijelu Bosne i Hercegovine, na granici ilirske i mezij-ske provincije. Po sastavu vrsta drveća u njoj dominira bukva, ali se javlja i jela koja je u većem broju prisutna u podstojnoj etaži prašume. Pored bukve i jele u prašumi se na čitavom prostoru, pojedinačno javljaju plemeniti lišćari (gorski javor, bijeli jasen, gorski bri-jest i mlječ). U prašumi se u prošlosti nije gospodarilo, niti su primijetne antropogene aktivnosti koje bi utje-cale na strukturu i sastav vrsta drveća. Nema uočljivih panjeva, ležećih dijelova stabala preostalih nakon sječe, traktorskih vlaka ili drugih šumskih puteva koji se koriste za sječu i privlačenje posječenog drveta. Područje sliva rijeke Studešnice je 1969. godine za-štićeno kao vodozahvatno područje kada je zabranje-no gospodarenje, osim sanitarne sječe. Istraživanja su provedena na privremenim oglednim površinama kružnog oblika čija su tjemena postavljena na presje-cištima mreže kvadrata dužine stranice 100 metara, kao i na trajnoj oglednoj površini kvadratnog oblika, veličine 1 ha, koja je postavljena unutar prašume i po svom izgledu reprezentuje sastav vrsta drveća i struk-turne karakteristike prašume. Na osnovu provedenih istraživanja, dobivenih rezultata i njihove interpreta-cije došlo se do sljedećih zaključaka.

Prašuma Studešnica nalazi se u sjeveroistočnom di-jelu Bosne i Hercegovine na planini Konjuh u slivu istoimene rijeke Studešnice. Administrativno pripada Tuzlanskom kantonu, a unutar je zaštićenog pejzaža Konjuh i zbog izražene vodozaštitne uloge pripada pr-voj kategoriji zaštite u kojoj je dozvoljena isključivo sanitarna sječa. Ovim područjem gospodari JP „Šume Tuzlanskog kantona“ dd Kladanj, a u organizacio-noj raspodjeli pripada Šumsko privrednom području „Sprečko“, gospodarskoj jedinici „Oskova“. U pr-ostornom pogledu prašuma se rasprostire u dijelovima odjeljenja 50 i 51/1 na površini od 74,26 hektara. Dio odjeljenja 50 koji nije obuhvaćen prašumom i čitavo odjeljenje 49 svrstano je u Prirodi blisku biljnu za-jednicu koja se po vegetacijskim karakteristikama ne

razlikuje od prašume, ali su u prašumi evidentirana stabla znatno većih dimenzija.

Po svojim taksacionim elementima, prašuma Studeš-nica se ne izdvaja od ostalih evropskih bukovih pra-šuma. U prašumi je u prosjeku zastupljeno 343 stabla po hektaru, a taj broj varira u intervalu od 261 do 423 stabla po hektaru. Bukva (*Fagus sylvatica* L.) je naj-zastupljenija vrsta drveća i učestvuje sa 67% u uku-pnom broju stabala. Jela (*Abies alba* Mill.) čini 29%, dok ostale vrste drveća – gorski javor (*Acer pseudo-platanus* L.), mlječ (*Acer platanoides* L.) i brijest (*Ul-mus glabra* Huds.) – zajedno učestvuju sa svega 4% u ukupnom udjelu broja stabala.

Srednji prečnik stabala u prašumi, svih vrsta drveća, iznosi 45,0 cm, dok je srednja visina 28 metara. Naj-veći srednji prečnik ima gorski javor – 68,8 cm, sa srednjom visinom od 36,6 metara.

Prosječna temeljnica prašume iznosi 38,5 m²/ha. Najveći dio temeljnice otpada na bukvu (32,6 m²/ha), jela učestvuje sa 4,06 m²/ha, dok ostale vrste zajedno učestvuju sa 1,8 m²/ha.

Ukupna zaliha živog drveta u prašumi iznosi 756,9 m³/ha i varira u intervalu od 695 do 819 m³/ha. Od ukupne zalihe, na bukvu otpada 659 m³ (87%), na jelu 61,7 m³ (8%), dok ostale vrste učestvuju sa 35,5 m³ (5%). Zaliha krupnog drveta u prašumi iznosi 701,7 m³/ha. Od ukupne zapremine, bukva učestvuje sa 616,0 m³/ha, jela sa 53,4 m³/ha, gorski javor sa 17,6 m³/ha, mlječ sa 8,4 m³/ha, dok je udio gorskog brije-sta svega 6,3 m³/ha. Zaliha ukupnog drveta u prašu-mi Studešnica je iznad prosjeka za evropske bukove prašume, pa se prašuma Studešnica može svrstati u grupu prašuma s najvećom utvrđenom zalihom živog drveta, dok se broj stabala po hektaru kreće u okvirima prosjeka za evropske prašume.

Unutar istraživane prašume Studešnica, u svim de-bljinskim klasama dominira bukva, koja je na ovom staništu biološki najjača i konkurentnija u odnosu na ostale vrste drveća. U mikronišama, ili razbijenom sklopu nastalom uslijed različitih prirodnih poreme-ćaja i pojedinačnog odumiranja starih stabala bukve, stvaraju se uslovi za razvoj ostalih vrsta drveća, po-sebno plemenitih lišćara, dok se jela, zbog svoje veli-ke tolerancije na zasjenu, češće javlja ispod krošanja odraslih stabala bukve. Ovakav obrazac miješanja vrsta drveća karakterističan je za prirodne šume, u ko-jima nema gospodarskih zahvata, a razvoj šumskog ekosistema ovisi o stanišnim uslovima i konkurent-

skim odnosima unutar jedne vrste ili između različitih vrsta drveća.

Prašuma Studešnica je strukturno neujednačena, sa izraženim karakteristikama jednodobne, jednoetažne sastojine u kojoj dominira bukva u glavnoj etaži sastojine. U znatno manjoj količini u donjoj i srednjoj etaži javlja se jela koja utječe na strukturu sastojine, dajući joj raznodobni karakter i djelomično stepenast sklop. Na progalama koje nastaju odumiranjem pojedinačnih stabala zbog starosti ili uslijed prirodnih poremećaja (vjetrolomi, vjetroizvale, snjegolomi, štetnici, patogeni), stvaraju se povoljni uslovi za razvoj podmlatka ostalih vrsta drveća. Međutim, zbog brzog sklapanja krošnji okolnih stabala iz dominantne etaže, razvoj mladih biljaka biva usporen, a u kasnijim fazama, uslijed nedostatka svjetla, često dolazi do njihovog sušenja. Izuzetak je jela koja se postepeno probija u srednju etažu sastojine, oblikujući sastojinu prema mješovitim šumama bukve i jele. U prašumi Studešnica su evidentirana stabla prečnika preko 100 cm i visine preko 50 metara. Tako je najdeblje izmjereno stablo kod gorskog javora koje ima prečnik 118 cm i visinu 38 metara, dok je najveća izmjerena visina od 52 metra kod stabla bukve koje ima prečnik 93 cm.

U teksturi prašume najzastupljenija je razvojna faza izjednačavanja koja ima udio od 52%. Pored nje faza regeneracije ima značajan udio od 31%, dok se ostale razvojne faze rjeđe javljaju u prašumi (optimalna faza -10%, faza podmlađivanja - 3%, faza raspadanja - 2%, terminalna faza - 2%). Ovakva raspodjela razvojnih faza ukazuje na dominaciju jedne vrste drveća unutar prašumskog kompleksa, u ovom slučaju bukve, ali sa značajnim udjelom jele i drugih pratećih vrsta koje oblikuju izgled šume, posebno u dijelovima gdje je miješanje izraženije. Zbog značajnog udjela drugih vrsta drveća koje modificiraju težnju bukve ka formiranju jednodobnih jednoetažnih sastojina, u pogledu ove prašume radi se o kombinaciji linearne i ciklične sukcesije, koja je karakteristična za strukturno neujednačene šumske zajednice u kojima dominira jedna vrsta, dok ostale manje ili više utječu na njen sastav. Razvojne faze sastojine nisu šematski raspoređene u istraživanom kompleksu, već imaju mozaičan izgled na čitavom prostoru. U tom smislu, tekstura i teksturni diverzitet prašume imaju važnu ulogu u dinamici strukture prašume.

U prašumi Studešnica utvrđena je ukupna zaliha mrtvog drveta od 76,5 m³/ha. Od navedene količine,

70,9 m³/ha otpada na mrtvo drvo liščara, a na četinare 5,6 m³/ha.

Prema vrsti mrtvog drveta, 44 % mrtvog drveta je u ležećem stanju (čitava stabla), 42 % u dubećem stanju kao osušena stabla, a 14 % predstavljaju ležeći dijelovi stabala. U pogledu stepena raspadanja, najviše je mrtvog drveta u fazi poodmaklog raspadanja (64%) i započetog raspadanja (28%), dok je mrtvog drveta u svježem stanju 5%, a raspadnutog mrtvog drveta svega 3%. Velika količina i izdiferenciranost mrtvog drveta prema različitim kategorijama upućuje na visok diverzitet mrtvog drveta koji osigurava povoljne uslove za razvoj mnogobrojnih životinjskih i biljnih vrsta, mahovina lišajeva i gljiva, te u velikoj mjeri utječe na očuvanje prirodnog biodiverziteta prašumskog kompleksa. Količina mrtvog drveta i njegova distribucija po formi i stanju, koja je utvrđena u prašumi Studešnica se kreće u okviru prosječnih vrijednosti za evropske prašume liščara (50-130m³/ha). Mrtva drvna masa u prašumi Studešnica prisutna je u svim debljinskim klasama. Količina drvne mase se povećava ili smanjuje u zavisnosti od razvojne faze sastojine. Najviše je zastupljena u nižim debljinskim klasama, kada je i konkurencija među stablima najveća. U prostornom pogledu, na čitavoj površini istraživanog šumskog kompleksa evidentirana je mrtva drvna masa, pojedinačno ili u manjim grupama. Nije registrovana koncentracija mrtve drvne mase u manjim-većim grupama koja najčešće nastaje uslijed prirodnih poremećaja (suša, vjetar, snijeg) ili djelovanjem štetnika i patogena.

Mikrohabitati na drveću (TreeMs) su mehaničke tvorine koje predstavljaju skrovište, mjesto za gniježđenje i razmnožavanje, ali i izvor su hrane za mnogobrojne organizme. Mikrohabitati predstavljaju ključne elemente biodiverziteta šumskih ekosistema. Prisustvo velikog broja mikrohabitata također je jedan od pokazatelja da u istraživanom prašumskom kompleksu u prošlosti nije bilo gospodarskih aktivnosti kojima bi se redukovala brojnost i frekvencija njihovog pojavljivanja. U prašumi Studešnica je evidentiran veliki broj mikrohabitata sa izraženom frekvencijom pojavljivanja, posebno kod odraslih stabala prsnog prečnika iznad 80 cm. Kod starih stabala bukve i gorskog javora (prsni prečnik preko 80 cm) evidentirana su na jednom stablu najmanje 4 različita mikrohabitata od kojih se najčešće javljaju mahovine, lišajevi, duplje, plodna tijela gljiva i lijane (bršljen). Pojedini mikrohabitati se na jednom stablu javljaju više puta

(duplje, mahovine, pukotine) Prisustvo mikrohabitata i diverzitet mikrohabitata je u velikoj zavisnosti od prsnog prečnika stabla i povećava se značajno sa većim prsnim prečnikom ali zavisi i od vrste drveća. Tako je u prašumi kod stabala gorskog javora zabilježena veća frekvencija pojavljivanja mahovina i lišajeva nego kod bukve. Veliki broj stabala gorskog javora, bez obzira na dimenzije, je skoro u potpunosti prekriven mahovinama i lišajevima, dok se kod bukve najčešće javljaju u donjem dijelu debla.

U prašumi Studešnica je evidentiran prirodni podmladak bukve, jele, gorskog javora, mlječa, gorskog brijesta, jasena i lipe. U prirodnom podmlatku je najzastupljenija bukva zatim jela koje se javljaju u svim uzrasnim kategorijama podmlatka. Gorski javor se obilno podmlađuje, ali zbog nedostatka svjetla u kasnijim uzrasnim kategorijama podmladak postepeno nestaje. Ostale vrste (mlječ, obični jasen, gorski brijest lipa) su evidentirane pojedinačno kao male biljčice visine do 50 cm, ali ih u višim uzrasnim kategorijama nema. Ukupno, na čitavom prostoru prašume prosječno po hektaru utvrđeno je 6025 biljaka svih vrsta drveća u prirodnom podmlatku. Ova količina ne može osigurati kontinuirano podmlađivanje u prašumi, međutim bukva i jela su sjenopodnoseće vrste i mlade biljčice u zasjeni mogu ostati vitalne i nekoliko desetljeća „čekajući“ povoljnije uslove koji nastaju nakon odumiranja starih stabala ili prirodnih poremećaja, kada na površinu tla dospjeva više svjetla koje pospješuje razvoj zastarčenog podmlatka. Prirodni podmladak različitih vrsta drveća se javlja na čitavoj površini istraživanog šumskog kompleksa, pojedinačno ili u grupama, s različitom dinamikom po vrstama drveća i uzrasnim kategorijama. Pojavljivanje podmlatka je prirodno i rezultat je uzajamnog djelovanja stanišnih faktora i konkurentskih odnosa vrsta drveća koje čine šumsku zajednicu. Dinamika prirodnog podmlatka u budućem sastavu vrsta drveća u prašumi, ukazuje na potencijalno veći udio jele u letvenjaku i srednjodobnoj sastojini. Uslijed sve učestalijih klimatskih ekstrema može doći do poremećaja razvoja prirodnog podmlatka. Posebno su ugrožene mlade biljke bukve koje ne podnose ljetne suše, ali i podmladak jele koja je u ovom području na granici prirodnog rasprostranjenja.

Na osnovu poređenja sličnih submontanskih bukovih zajednica u regionu, može se zaključiti da prašuma Studešnica, iako prostorno najbliža hrvatskoj asocijaciji *Cephalanthero longifoliae*-*Fagetum* Vukelić, Baričević et Šapić, 2012, značajno odstupa floristički, jer u njoj izostaju dijagnostičke vrste te zajednice

(npr. *Cephalanthera longifolia*, *Cyclamen purpurascens*, *Tilia tomentosa*). Sličnosti sa zajednicom *Tilio-Fagetum submontanum* (Jank. et Miš. 1960) Mišić 1972 iz Srbije u sloju drveća (*Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca*, *Prunus avium*, *Ulmus glabra*) i prizemnoj flori (*Rubus hirtus*, *Asarum europaeum*, *Ruscus hypoglossum*) očekivane su s obzirom na geografsku i ekološku bliskost, ali su razlike u sloju grmlja izražene, posebno zbog prisustva vrsta karakterističnih za sjevernu Bosnu (*Ilex aquifolium*, *Daphne laureola*) i tipičnih ilirskih elemenata (*Epimedium alpinum*, *Aremonia agrimonoides*, *Cardamine waldsteinii*). Ove ilirske vrste, zajedno s čestom pojavom *Festuca drymeia*, potvrđuju ilirski karakter vegetacije Studešnice, čime se ona jasno diferencira od kserotermnijih zajednica poput *Festuco drymeae-Fagetum* Jov. 1973. Time se asocijacija *Rusco hypoglossi* - *Fagetum* (Stef. 1996) u prašumi Studešnica izdvaja kao posebna zajednica submontanske bukove šume sa izraženim ilirskim obilježjima, što naglašava njenu naučnu i konzervacijsku vrijednost.

Biodiverzitet prašume Studešnica pokazuje umjereno bogatstvo vrsta, pri čemu se broj vaskularnih biljnih vrsta kreće između 7 i 24 po plohi, što je posljedica velike projekcije krošnje bukve i smanjene količine svjetlosti u prizemnom sloju. Shannonov indeks diverziteta uglavnom je nešto ispod 2 (maksimalna vrijednost za zajednice je oko 5), s najvišom vrijednošću na plohi 5 (2,33) i najnižom na plohi 2 (1,03), dok je indeks izjednačenosti nešto iznad srednje vrijednosti (0,53–0,70), što upućuje na dominaciju nekoliko vrsta – prvenstveno *Fagus sylvatica*, *Galium odoratum* i *Allium ursinum* – dok ostale vrste imaju približno sličnu zastupljenost. Analiza indeksa sličnosti (Jaccard i Sorensen) ukazuje na srednje jaku do jaku sličnost između ploha (vrijednosti oko 0,6–0,7), potvrđujući homogenost vegetacijskih sastava unutar istraživanog područja. Ovi pokazatelji smještaju Studešnicu u kategoriju staništa sa srednjim bogatstvom bioraznolikosti, pri čemu njene specifične ekološke osobine i struktura doprinose očuvanju karakteristične ilirske bukove šume.

Na osnovu vegetacijskih analiza utvrđeno je da šuma pripada zajednici *Rusco hypoglossi* - *Fagetum* (Stefanović, 1996), iz sveze *Aremonio-Fagion*, koja je kao habitat od značaja za očuvanje navedena u Aneksu I EU Habitat Direktive (šifra 91Ko). Navedena istraživanja su pokazala da područje prašume Studešnica ispunjava sve uslove za kategorizaciju kao „Strogi rezervat prirode“, prema sljedećim pokazateljima:

- Očuvani autohtoni biljni sastav,
- Funkcionalni ekološki procesi,
- Izostanak ljudskih intervencija,
- Pogodnost za monitoring i edukaciju,
- Minimalan pristup ljudske populacije.

Radi praćenja dinamike miješanja vrsta, strukture, rasta i odumiranja, mrtvog drveta, mikrohabitata i prirodnog podmlađivanja unutar predložene prašume je

postavljena referentna trajna eksperimentalna ploha kvadratnog oblika površine od 1 hektar. Na eksperimentalnoj plohi su postavljene manje plohe, radijusa 3 m za utvrđivanje pojavljivanja i razvoja prirodnog podmlatka. Ploha je propisno obilježena. Sva dubeća stabla prečnika većeg od 5 cm na prsnom prečniku su obilježena brojevima. Izvršena su sva neophodna mjerenja na plohi koja će poslužiti kao polazni osnov za dalja mjerenja.

STUDEŠNICA PRIMEVAL FOREST structural, vegetation characteristics, regenerations and biodiversity

SUMMARY

Research on structural and vegetation characteristics, key biodiversity elements of forest ecosystems (including tree-related microhabitats), forest texture, and natural regeneration was conducted in the primeval forest complex of Studešnica on Mount Konjuh. Part of the complex was classified as primeval forest, while another part was categorized as a near-natural plant community. Studešnica Primeval Forest is a rare and distinctive Illyrian community dominated by European beech (*Fagus sylvatica* L.), located at the northeastern extremity of Bosnia and Herzegovina, on the boundary between the Illyrian and Moesian phytogeographic provinces. Although beech dominates the tree layer, silver fir (*Abies alba* Mill.) occurs substantially in the understory. In addition to beech and fir, individual noble broadleaves (sycamore maple *Acer pseudoplatanus* L., Norway maple *Acer platanoides* L., wych elm *Ulmus glabra* Huds., and white ash) are present across the area. There is no evidence of past forest management or anthropogenic disturbances affecting structure or species composition: no stumps, no windrows or skidding trails, and no logging roads typical of timber extraction. The catchment of the Studešnica River was protected in 1969 as a water supply area, restricting forest use to sanitary felling only. Field investigations were carried out on temporary circular sample plots whose centers were located at intersections of a 100 m grid, as well as on a permanent square experimental plot of 1 ha located inside the primeval forest, which is designed to visually represent the species composition and structural features of the forest. Based on the conducted research, the obtained data, and their interpretation, the following conclusions were drawn.

Studešnica Primeval Forest lies in northeastern Bosnia and Herzegovina on Mount Konjuh within the Studešnica River basin. Administratively it belongs to Tuzla Canton and is located inside the protected landscape of Konjuh; due to its significant water protection function it is in the highest protection category, where only sanitary logging is permitted. The area is managed by the public enterprise “Šume Tuzlanskog kantona” dd Kladanj, under the forestry economic region

“Sprečko,” management unit “Oskova.” Spatially, the primeval forest covers parts of compartments 50 and 51/1, totaling 74.26 hectares. The portion of compartment 50 not included in the primeval forest, together with compartment 49, is classified as a near-natural plant community—ecologically similar to the primeval forest but distinguished by substantially smaller tree dimensions.

In terms of stand parameters, Studešnica does not differ from other European beech primeval forests. On average, 343 trees per hectare occur in the primeval forest, ranging from 261 to 423 trees/ha. European beech is the dominant species, comprising 67% of the total tree count; silver fir represents 29%, while the remaining tree species (sycamore maple, Norway maple, wych elm) collectively contribute only 4%. The mean diameter at breast height (DBH) of all trees in the forest is 45.0 cm, with a mean height of 28 m. Sycamore maple has the largest mean DBH (68.8 cm) and mean height of 36.6 m. The average basal area is 38.5 m²/ha: beech contributes 32.6 m²/ha, fir 4.06 m²/ha, and the other species together 1.8 m²/ha. Total living volume stock is 756.9 m³/ha, varying between 695 and 819 m³/ha. Of that, beech accounts for 659 m³ (87%), fir 61.7 m³ (8%), and other species 35.5 m³ (5%). The merchantable volume stock is 701.7 m³/ha, with beech contributing 616.0 m³/ha, fir 53.4 m³/ha, sycamore maple 17.6 m³/ha, Norway maple 8.4 m³/ha, and wych elm only 6.3 m³/ha. The total living volume stock in Studešnica is above the average for European beech primeval forests, placing it among the forests with the highest confirmed living volume stocks, while its tree density remains within the European average.

Beech dominates across all diameter classes, being biologically most vigorous and competitive on this site. In micro-sites created by natural disturbances or individual mortality of large beech trees, conditions arise that allow establishment of other species, especially noble broadleaves. Fir, due to high shade tolerance, more often regenerates beneath the canopy of mature beech trees. This species-mixing pattern is characteristic of unmanaged natural forests, where ecosystem development is driven by site conditions and inter- and intra-specific competition. Studešnica is structurally uneven with pronounced characteristics of an even-aged, single-storey stand dominated by beech in the main canopy layer. Fir occurs in lower and mid layers to a lesser extent, contributing to a multi-aged aspect and partially stepped structure. Canopy gaps formed by tree mortality or natural disturbances

(windthrow, snow breakage, pests, pathogens) create favorable microsites for understory development of other tree species. However, rapid closure of adjacent canopies slows down young plant development, and in later stages light limitation often causes desiccation—except for fir, which gradually establishes into the mid-story, shifting the composition toward mixed beech-fir stands. Trees with diameters over 100 cm and heights exceeding 50 m were recorded: the largest-diameter tree was a sycamore maple (118 cm DBH, 38 m height), and the tallest measured tree was a beech (52 m height, 93 cm DBH).

The most represented developmental phase in the forest texture is the stabilization (equalizing) phase, constituting 52%. Regeneration phase holds a substantial share (31%), while other phases are less frequent: optimal (10%), understory re-initiation (3%), decay (2%), and terminal (2%). This distribution indicates dominance by a single species (beech) but also significant influence from fir and associated species, especially in areas with more evident mixing. Due to these subordinate species modifying beech's tendency toward a simple even-aged, one layered forest stand structure. The forest displays a combination of linear and cyclic succession—a pattern typical of structurally uneven forest communities dominated by one species with secondary influences. Developmental phases are spatially mosaic rather than schematically arranged, making forest texture and texture diversity important drivers in stand structural dynamics.

Total deadwood volume in Studešnica is 76.5 m³/ha, of which 70.9 m³/ha is broadleaf deadwood and 5.6 m³/ha is coniferous. By form, 44% of deadwood is in lying whole tree form, 42% as standing snags (dried trees), and 14% as fallen tree parts. Regarding decay stage, most deadwood is in advanced (64%) or initial (28%) decomposition, with fresh deadwood at 5% and fully decomposed only 3%. This diversity in quantity and decomposition states indicates high deadwood heterogeneity, supporting a wide array of fauna and flora (mosses, lichens, fungi) and contributing substantially to the maintenance of natural biodiversity. Deadwood occurs across all diameter classes, with its amount varying depending on the stand developmental phase; it is most abundant in lower diameter classes where competition is highest. Spatially, deadwood is distributed either individually or in small groups across the entire complex, without notable aggregations typically caused by disturbance agents (drought, wind, snow) or biotic pests/pathogens.

Tree microhabitats (TreeMs) are structural features that serve as refuges, nesting sites, reproductive platforms, and food sources for numerous organisms, representing key biodiversity elements in forest ecosystems. The high frequency and abundance of microhabitats in Studešnica indicate absence of past management interventions that would have reduced their occurrence. A large number of microhabitats were recorded, particularly on mature trees with DBH greater than 80 cm. Old beech and sycamore individuals (DBH > 80 cm) often host at least four different microhabitat types per tree, most commonly mosses, lichens, cavities, fungal fruiting bodies, and climbing vines (e.g., ivy). Some microhabitats appear multiple times on the same tree (e.g., multiple cavities, moss patches, cracks). Presence and diversity of microhabitats strongly correlate with tree diameter and species: sycamore maple shows higher frequencies of mosses and lichens compared to beech, and many sycamore maples—regardless of size—are almost completely covered by bryophytes and lichens, whereas on beech these are usually confined to lower stem portions.

Natural regeneration of beech, fir, sycamore maple, Norway maple, wych elm, ash, and linden was recorded across the forest. Beech is most abundant in the regeneration layer, followed by fir, both appearing in all categories. Sycamore maple regenerates prolifically but declines in older classes due to light limitations. Other species (Norway maple, ash, wych elm, linden) occur sparsely as small seedlings up to 50 cm high, with their presence diminishing in higher age classes. The average density of all tree species in the natural regeneration layer is 6,025 seedlings per hectare. Although this does not guarantee continuous recruitment, beech and fir are shade-tolerant; seedlings can remain viable for decades under suppressed light conditions, awaiting favorable conditions following mortality or disturbance that increase light availability. Regeneration occurs across the entire forest either isolated or in groups, with species-specific dynamics. The observed patterns reflect natural biotic and environmental interactions shaping future species composition, with an indication of potentially increasing fir proportion in mid-term stand dynamics. However, increasing climate extremes pose risks—especially to young beech (sensitive to summer droughts) and fir (at the limit of its natural distribution in this area).

Comparisons with similar submontane beech communities in the region indicate that, although spatially closest to the Croatian association *Cephalanthero*

longifoliae–Fagetum (Vukelić, Baričević & Šapić, 2012), Studešnica departs floristically due to absence of diagnostic species (e.g., *Cephalanthera longifolia*, *Cyclamen purpurascens*, *Tilia tomentosa*). Similarity with *Tilio*–Fagetum submontanum (Janković & Mišić 1960) Mišić 1972 from Serbia is expected in the tree layer (e.g., *Fagus sylvatica* ssp. *moesiaca*, *Prunus avium*, *Ulmus glabra*) and ground flora (*Rubus hirtus*, *Asarum europaeum*, *Ruscus hypoglossum*), but differences in shrub layer are pronounced due to presence of northern Bosnia characteristic species (*Ilex aquifolium*, *Daphne laureola*) and Illyrian elements (*Epimedium alpinum*, *Aremonia agrimonoides*, *Cardamine waldsteinii*). These Illyrian indicators, together with frequent *Festuca drymeia*, confirm the Illyrian character of Studešnica's vegetation, distinguishing it from more xerothermic communities like *Festuco drymeae*–Fagetum Jov. 1973. Thus, the association *Rusco hypoglossi* – Fagetum (Stefanović, 1996) in Studešnica emerges as a distinct submontane beech forest community with pronounced Illyrian traits, underscoring its scientific and conservation importance.

Biodiversity in Studešnica is moderate: the number of vascular plant species per plot ranges from 7 to 24, primarily constrained by dense beech crown projection limiting understory light. Shannon diversity index values are generally below 2 (with the theoretical maximum near 5), peaking at 2.33 on plot 5 and lowest at 1.03 on plot 2. Evenness index values (0.53–0.70) suggest dominance by a few species—chiefly *Fagus sylvatica*, *Galium odoratum*, and *Allium ursinum*—while other species have more balanced representation. Similarity analyses (Jaccard and Sørensen indices, ~0.6–0.7) reveal moderate to strong similarity among plots, indicating homogeneity of vegetation composition. These indicators place Studešnica in the category of habitats with intermediate species richness, where its unique ecological structure and composition contribute to preserving the characteristic Illyrian beech forest.

Vegetation analyses assign the forest to the *Rusco hypoglossi* – Fagetum community (Stefanović, 1996) within the *Aremonio-Fagion* alliance, which is listed as a habitat of conservation importance under Annex I of the EU Habitats Directive (code 91K0). The research demonstrates that the Studešnica area fulfills criteria for designation as a "Strict Nature Reserve" based on preserved autochthonous species composition, functional ecological processes, absence of human interventions, suitability for monitoring and education, and minimal human access.

To monitor dynamics of species mixing, structure, growth and mortality, deadwood, microhabitats, and natural regeneration, a permanent reference experimental plot (1 ha square) was established within the proposed primeval forest. Within it, smaller subplots (radius 3 m) were used to assess occurrence and development of natural regeneration. The plot is properly marked. All living trees with DBH > 5 cm were inventoried. Necessary measurements were conducted to serve as baseline data for future monitoring.

6. ZAHVALNICA | ACKNOWLEDGMENT

Zahvalnica:

Projekat (Broj ugovora: 01-09-2-2245/2024 od 19.04.2024.) je sufinansirao Fond za zaštitu okoliša FBiH, na čemu se autori ove publikacije zahvaljuju.

Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost autora/korisnika i ne predstavlja nužno stav Fonda za zaštitu okoliša FBiH.

Acknowledgment:

The project (Contract No. 01-09-2-2245/2024 dated 19 April 2024) was co-financed by the Environmental Fund of the Federation of Bosnia and Herzegovina, for which the authors of this publication express their gratitude.

The content of this publication is the sole responsibility of the authors/users and does not necessarily reflect the views of the Environmental Fund of the Federation of BiH.

7. LITERATURA | REFERENCES

- Albrecht, L. (1991).** Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 110, 106–113.
- Albrecht, L. (1990).** Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten. Naturwaldreservate in Bayern. Schriftenreihe des Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Landschaftstechnik, Band, München, 221 S, und Anhang.
- Ammer, U. (1991).** Konsequenzen aus den Ergebnissen der Totholzforchung fuer die forstliche Praxis. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 110, 149–157.
- Anić, I., Mikac, S., Oršanić, M., Drvodelić, D. (2006).** Structural relations between virgin and management beech-fir stands (*Omphalodo-Fagetum* Marinček et al. 1992) in forests of the Croatians Dinaric Karst. Periodicum Biologorum, 108 (6), 663–669.
- Anić, I., Mikac, S. (2008).** Struktura, tekstura i pomlađivanje dinarske bukovo jelove pašume Čorkova uvala. Šumarski list br. 11–12, 505–515.
- Balić, B., Vojniković, S., Dautbašić, M., Višnjić, Č., Avdibegović, M., Bogunić, F., & Lojo, A. (2015).** Metodika provođenja inventarizacije vrijednosti zaštićenog pejzaža „Konjuh“. JU Zaštićeni pejzaž „Konjuh“.
- Balić, B., Vojniković, S., Višnjić, Č., & Mešković, E. (2024).** Inventura stanja i izrada elaborata sa prijedlogom za izdvajanje novog prašumskog rezervata na lokalitetu Studešnica u Zaštićenom pejzažu „Konjuh“. Završni izvještaj. Fond za zaštitu okoliša FBiH.
- Beus, V., Vojniković, S. (2002).** Floristical characteristics of the virgin forest of beech and fir in Ravna Vala on mountain Bjelašnica. Razp. IV. razreda SAZU. XLIII, Ljubljana, 63–78.
- Beus, V., Vojniković, S. (2005).** Floristički sastav prašume i gospodarske šume u Ravnoj vali na planini Bjelašnici. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 35(1), 25–32.
- Beus, V., & Vojniković, S. (2006).** Floristički diverzitet prašume i gospodarske šume u Ravnoj vali na Bjelašnici; Zbornik radova: Gazdovanje šumskim ekosistemima nacionalnih parkova i drugih zaštićenih područja, Jahorina – Tjentište, str. 55–66.
- Beus, V., Vojniković, S. (2007).** Zaštićena i specifična područja šuma i šumskih zemljišta u Bosni i Hercegovini – teritorij FBiH. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 37(1), 11–28.
- Blamey, M., Grey-Wilson, C. (2008).** Die Kosmos Enzyklopädie der Blütenpflanzen. Franckh Kosmos Verlag.
- Bončina, A., Gašperšić, F., Diaci, J. (2003).** Long-term changes in tree species composition in the Dinaric mountain forests of Slovenia. The Forestry Chronicle 79 (2), 227–232.
- Bottero, A., Garbarino, M., Dukic, V., Govedar, Z., Lingua, E., Nagel, T., & Motta, R. (2011).** Gap-phase dynamics in the old-growth forest of Lom, Bosnia and Herzegovina. Silva Fennica, 45(5).
<https://doi.org/10.14214/sf.76>
- Büttler R, Lachat T, Larrieu L, Paillet Y. (2013).** Habitat trees: key elements for forest biodiversity. In: Kraus D, Krumm F, editors. Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. Joensuu: European Forest Institute. p. 284.
- Castagneri, D., Nola, P., Motta, R., & Carrer, M. (2014).** Summer climate variability over the last 250 years differently affected tree species radial growth in a mesic Fagus–Abies–Picea old-growth forest. Forest Ecology and Management, 320, 21–29.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.02.023>
- Christensen, M., Hahn, K., Mountford, E., Ódor, P., Standovár, T., Rozenberger, D., Diaci, J., Wijdeven, S., Meyer, P., Winter, S., & Vrska, T., (2005).** Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. Forest Ecology and Management, Submitted.
- Crytes, S., Dale, M.R.T. (1998).** Diversity and abundance of bryofites, lichens and fungi in relation to woody substrate and successional stage in aspen mixed wood boreal forests. Can. J. Bot, 76, (641–651).
- Čermak, L. (1910).** Einiges über den Urwald von waldbaulichen Gesichtspunkten. Centralblatt der gesamten Forstwesen, 36, 340–370.
- Diaci, J., Roženberger, D., Mikac, S., Anić, I., Hartman, T., & Bončina, A. (2008).** Long-term changes in tree species composition in old-growth dinaric beech-fir forest. Glasnik za šumarske pokuse, Vol. 42, 13–27, Zagreb.
- Diaci, J., Roženberger, D., Anić, I., Mikac, S., Saniga, S., Kucbel, M., Višnjić, Č., & Ballian, D. (2011).** Structural dynamics and synchronous silver fir decline in mixed old-growth mountain forests in astern and Southeastern Europe. Forestry, 84. 479–491.
- Drößler, L. (2006).** Struktur und Dynamik von zwei Buchenurwäldern in der Slowakei. Dissertation, Göttingen.
- Dubravac, T., Barčić, D., Rosavec, R., Španjol, Ž., & Vojniković, S. (2024).** The dynamics of stand structure development and natural regeneration of Common Beech (*Fagus sylvatica* L.) in Plitvice Lakes National Park. Forests, 15(2), 357.
- Dudley, N. (2008).** Guidelines for applying protected area management categories. IUCN.
- EEA – European Environment Agency. (2020).** State of nature in the EU – Results from reporting under the nature directives 2013–2018.
<https://www.eea.europa.eu/publications/state-of-nature-in-the-eu-2020>
- Emborg, J., (1998).** Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-

- natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management* 106 1998 83–95
- FAO (2015).** Global Forest Resources Assessment (2015). Terms and definitions. In: Forest resources Assessment Working Paper 180, p. 36. FAO, Rome.
- FBiH. (2014).** Strategija i akcioni plan za zaštitu biološke raznolikosti BiH (2015–2020). Ministarstvo okoliša i turizma FBiH.
- Federalni hidrometeorološki zavod FBiH. (2020, 8. januar).** Monitoring snježnog pokrivača.
<http://www.fhmzbih.gov.ba/latinica/KLIMA/monitoring-snijeg.php>
- Forest Europe. (2020).** State of Europe's forests 2020. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe.
- Fukarek, P. (1970).** Fitocenološka istraživanja i kartiranje šumskih i šibljačkih zajednica na hercegovačkim planinama: Orjen, Prenj i Čvrsnica. *Zbornik radova ANUBiH*, 11, 175–229.
- Govedar, Z., Kanjevac, B., & Velkovski, N. (2021).** Diameter structure of the stand and time of passage: an analysis in primeval forests janj and Lom in Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina). *The Journal „Agriculture and Forestry“*, 67(4).
<https://doi.org/10.17707/AgricultForest.67.4.09>
- Govedar, Z., Krstić, M., Keren, S., Babić, V., Zlokapa, B., & Kanjevac, B. (2018).** Actual and Balanced Stand Structure: Examples from Beech-Fir-Spruce Old-Growth Forests in the Area of the Dinarides in Bosnia and Herzegovina. *Sustainability*, 10(2), 540.
<https://doi.org/10.3390/su10020540>
- Govedar, Z., Vojniković, S., & Velkovski, N. (2024).** Old-growth forests of southeast Europe and their relevance for forest management. *Frontiers in Forests and Global Change*, 7.
- Harmon, M. E., Franklin, J. F., Swanson, F. J., Sollins, P., Gregory, S. V., Lattin, J. D., Anderson, N. H., Cline, S. P., Aumen, N. G., Sedell, J. R., Lienkaemper, G. W., Cromack Jr., K. and Cummins, K. W. (1986).** Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research*, Vol. 15, Academic Press.
- Hämäläinen, A., Runnel, K., Mikusinski, G., Himelbrant, D., Fenton, N., Löhmus, P., (2023).** Living Trees and Biodiversity. *Boreal Forests in the Face of Climate Change. Advances in Global Change Research, Volume 74.* Pp 145–166
- Hennekens, S. M., & Schaminée, H. J. (2001).** TURBOVEG, a comprehensive database management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 12, 589–591.
- Horvat, I. (1949).** Nauka o biljnim zajednicama. Nakladni zavod Hrvatske.
- Keren, S. (2020).** Modeling Tree Species Count Data in the Understory and Canopy Layer of Two Mixed Old-Growth Forests in the Dinaric Region. *Forests*, 11(5), 531.
<https://doi.org/10.3390/f11050531>
- Keren, S., Diaci, J. (2018).** Comparing the Quantity and Structure of Deadwood in Selection Managed and Old-Growth Forests in South-East Europe. *Forests*, 9(2), 76.
<https://doi.org/10.3390/f9020076>
- Keren, S., Diaci, J., Motta, R., & Govedar, Z. (2017).** Stand structural complexity of mixed old-growth and adjacent selection forests in the Dinaric Mountains of Bosnia and Herzegovina. *Forest Ecology and Management*, 400, 531–541.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.009>
- Keren, S., Motta, R., Govedar, Z., Lucic, R., Medarevic, M., & Diaci, J. (2014).** Comparative Structural Dynamics of the Janj Mixed Old-Growth Mountain Forest in Bosnia and Herzegovina: Are Conifers in a Long-Term Decline? *Forests*, 5(6), 1243–1266.
<https://doi.org/10.3390/f5061243>
- Keren, S., Svoboda, M., Janda, P., & Nagel, T. A. (2019).** Relationships between Structural Indices and Conventional Stand Attributes in an Old-Growth Forest in Southeast Europe. *Forests*, 11(1), 4.
<https://doi.org/10.3390/f11010004>
- Korpel, Š. (1995):** Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart, Jena, New York: Gustav Fischer Verlag. 310 S.
- Kucbel, S., Saniga, M., Jaloviar, P., Vencurik, J. (2011).** Stand structure and temporal variability in old-growth beech-dominated forests of the northwestern Carpathians: A 40-years perspective. *Forest Ecology and Management* 264 (2012), 125–133
- Droessler, L., Wolff, T. (2023).** Comparison of tree species diversity, deadwood volume and regeneration of managed and old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* L.) forests in Eastern Georgia. *Caucasiana* 2, (2023), 171–176
- Leibundgut, H. (1986).** Ziele und Wege der naturnahen Waldwirtschaft. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, 137, 245–250.
- Leibundgut, H. (1993).** Europäische Urwälder. Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart.
- Lingua, E., Garbarino, M., Mondino, E. B., & Motta, R. (2011).** Natural disturbance dynamics in an old-growth forest: From tree to landscape. *Procedia Environmental Sciences*, 7, 365–370.
<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.07.063>
- Lojo, A., Balić, B., & Treštić, T. (2001).** Metodika terenskih radova u prikupljanju podataka za izradu šumskogospodarske osnove. Šumarski fakultet, Sarajevo.
- Lojo, A., Balić, B., Mekić, F., Beus, V., Koprivica, Treštić, T., Musić, J., Čabaravdić, A., & Hočevan, M. (2008).** Metodika druge inventure šuma na velikim površinama u Bosni

- i Hercegovini. Radovi Šumarskog fakulteta u Sarajevu, Posebno izdanje, 20 (1), 1–156.
- Mayer, H., Diaci, J., Keren, S., & Motta, R. (2022).** Virgin forests and old-growth in Dinaric Mountains: Ecology, history and conservation challenges. *European Journal of Forest Research*, 141, 739–758.
- Meyer, P. (1999).** Bestimmung der Waldentwicklungsphasen und der Strukturdiversität in Naturwäldern. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 170. Jg. (10-11), 203-211.
- Meyer, P., Bartsch, N., Wolf, B. (2003).** Methoden der Totholzerfassung im Wald. *Forstarchiv* 74, 263-274.
- Meyer, P., Tabaku, V., und Luepke, v. B. (2003).** Die Struktur albanischer Rotbuchen-Urwälder – Ableitungen für eine naturnahe Buchenwirtschaft. *Forstw. Cbl.* 122, 47-58.
- Meyer, P., und Pogoda, P. (2001).** Entwicklung der räumlichen Strukturdiversität in nordwestdeutschen Naturwäldern. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 172. Jg. (12), 213-220.
- Mešković, E. (2004).** Istraživanje razvoja bukovih sastojina prašumskog tipa na lokalitetu „Mačen do“, GJ „Gostelja“ - Kladanj (Magistarski rad). Šumarski fakultet Univerzitet u Sarajevu.
- Mešković, E. (2007).** Analiza strukture prirodnog podmlatka u prašumskom rezervatu „Mačen do“ (BiH), Radovi šumarskog instituta 42 (2), Jastrebarsko, 85-94.
- Motta, R., Berretti, R., Castagneri, D., Dukić, V., Garbarino, M., Govedar, Z., Lingua, E., Maunaga, Z., & Meloni, F. (2011).** Toward a definition of the range of variability of central European mixed Fagus – Abies – Picea forests: The nearly steady-state forest of Lom (Bosnia and Herzegovina). *Canadian Journal of Forest Research*, 41(9), 1871–1884.
<https://doi.org/10.1139/x11-098>
- Motta, R., Garbarino, M., Berretti, R., Bono, A., Curovic, M., Dukić, V., & Nola, P. (2023).** Monastic silviculture legacies and current old-growthness of silver fir (*Abies alba*) forests in the northern Apennines (Italy). *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1252462.
<https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1252462>.
- Motta, R., Alberti, G., Ascoli, D., Berretti, R., Bilic, S., Bono, A., Milic, C., Vojislav, D., Finsinger, W., Garbarino, M., Govedar, Z., Keren, S., Meloni, F., Ruffinatto, F. and Nola, P. (2024).** Old-growth forests in the Dinaric Alps of Bosnia-Herzegovina and Montenegro: a continental hot-spot for research and biodiversity. *Front. For. Glob. Change* 7:1371144. doi: 10.3389/ffgc.2024.1371144.
- Mucina, L., Schaminée, J. H. J., & Rodwell, J. S. (2000).** Common data standards for recording relevés in field survey for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 11(5), 769–772.
- Müller, J. (2005).** Waldstrukturen als Steuergröße für Artengemeinschaften in kollinen bis submontanen Buchenwäldern. Dissertation, München.
- Odluka o zonama sanitarne zaštite i zaštitnim mjerama izvorišta vode za piće „Studešnica“ za javno vodosnabdijevanje opštine Banivčići (2010).** „Službene novine Tuzlanskog kantona“, broj: 09/10.
- Otto, H.J., (1998):** *Ecologie forestiere*. Paris: Institut pour la Développement Forestier.
- Palandrani, C., Motta, R., Cherubini, P., Curović, M., Dukić, V., Tonon, G., Ceccon, C., Peressotti, A., & Alberti, G. (2021).** Role of photosynthesis and stomatal conductance on the long-term rising of intrinsic water use efficiency in dominant trees in three old-growth forests in Bosnia-Herzegovina and Montenegro. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 14(1), 53–60.
<https://doi.org/10.3832/for3414-013>
- Paluch, J., Keren, S., & Govedar, Z. (2021).** The Dinaric Mountains versus the Western Carpathians: Is structural heterogeneity similar in close-to-primeval *Abies–Picea–Fagus* forests? *European Journal of Forest Research*, 140(1), 209–225.
<https://doi.org/10.1007/s10342-020-01325-0>
- Pintarić, K. (1978).** Urwald Perućica als natürliches Forschungslaboratorium. *Allgemeine Forst- und Waldzeitung* 33 (24), 702-707.
- Pintarić, K. (1991).** Uzgajanje šuma, II dio, Tehnika obnove i njege sastojine. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 246 S.
- Piovesan, G. Di Filippo, Alessandrini, Biondi, & Schirone, B. (2005).** Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth *Fagus* forest in the Apennines. *Journal of Vegetation Science* 16 (2005), 13-28
- Prašume Bosne i Hercegovine: Fotomonografija = Virgin Forests of Bosnia and Herzegovina. (2019).** Udruženja inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine.
- Prostorni plan (2010-2030).** Prostorni plan područja posebnih obilježja ZP „Konjuh“ 2010–2030. Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okolice Tuzlanskog kantona.
- Sabatini, F.M., Burrascano, S., Keeton, W.S., et al., (2018).** Where are Europe’ last primary forests? *Divers Distrib.* 2018;00:1–14.
<https://doi.org/10.1111/ddi.12778>
- Sabatini, F. M., et al. (2020).** Protection gaps and restoration opportunities for primary forests in Europe. *Biological Conservation*, 248, 108522.
- Sebastia, M.-T., Casalas, P., Vojniković, S., Bogunić, F., Beus, V. (2005).** Plant diversity and soil properties in pristine and managed stands from Bosnian mixed forests. *Forestry*, Oxford University Press, Oxford, 78(3), 297-303.
- Shannon, C. E. and Weaver, W. (1976).** *Mathematische Grundlagen der Informationstheorie*. München, Wien, Oldenburg.
- Solaković, S. (2011).** Diverzitet, struktura i tekstura prašume i gospodarske šume bukve i jele sa smrčom na Grmeču

- u zapadnoj Bosni, Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu, 11(1). 111-124. Sarajevo.
- Stefanović, V. (1986).** Fitocenologija sa pregledom šumskih fitocenoza Jugoslavije (II prošireno i dopunjeno izdanje). "Svjetlost", OOUR Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo
- Stefanović, V., Beus, V., Burlica, Č., Dizdarević, H., & Vukorep, I. (1983).** Ekološko-vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine. Posebna izdanja, 17, 1-49. Šumarski fakultet.
- Stojanović, O., & Drinić, P. (1975).** Istraživanje veličine koncentričnih kružnih površina za taksacionu procjenu šuma. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu, (5-34).
- Š.P.O. 1972-1981:** Šumskoprivredna osnova za Šumskoprivredno područje "Konjuh", sa važnošću od 01.01.1972. do 31.12.1981. godine.
- Š.P.O. 2023-2032:** Šumskoprivredna osnova za Šumskoprivredno područje "Sprečko", sa važnošću 01.01.2023. do 31.12.2032. godine.
- Tabaku, V. (1999).** Struktur von Buchen-Urwäldern in Albanien im Vergleich mit deutschen Buchen-Naturwaldreservaten und Wirtschaftswäldern. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen.
- Tichý, L. (2002).** JUICE, software for vegetation classification. Journal of Vegetation Science, 13(3), 451-453.
- Trotsiuka, V., Hobib, L.M., Commarmot, B., (2011).** Age structure and disturbance dynamics of the relic virgin beech forest Uholka (Ukrainian Carpathians). Forest Ecology and Management 265 (2012) 181-190
- Uzunović, A. (2012).** Strukturne karakteristike i diverzitet vaskularne flore u prašumi Ravna vala na Bjelašnici. Magistarski rad, Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet, Sarajevo.
- Vijeće ministara Bosne i Hercegovine. (2019, 26. novembar).** Strategija i akcioni plan za zaštitu biološke raznolikosti Bosne i Hercegovine (2015-2020). http://www.vijeceministara.gov.ba/akti/prijedlozi_zakona/default.aspx?id=25304&langTag=hr-HR
- Višnjić, Č., Vojniković, S., Ioras, F., Dautbašić, M., Abrudan, I. V., Gurean, D., Lojo, A., Treštić, T., Ballian, D., und Bajrić, M. (2009).** Virgin Status Assessment of Plješevica Forest in Bosnia- Hercegovina. Not. Bot. Agrobot. Cluj, 37(2), 22-27.
- Višnjić, Č., Solaković, S., Mekić, F., Balić, B., Vojniković, S., Dautbašić, M., Gurda, S., Ioras, F., Ratnasingam, J., Abrudan, I. V., (2013).** Comparison of structure, regeneration and dead wood in virgin forest remnant and managed forest on Grmeč Mountain in Western Bosnia. Plant biosystems 2013 v.147 no.4 pp. 913-922.
- Višnjić, Č., Balić, B., Vojniković, S., Mekić, F., Uzunović, A. (2015).** Structural characteristics, dynamics and texture development of virgin forest Ravna vala on Bjelašnica; Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu; Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu Vol. 45. Br. 2, str. 100-112.
- Višnjić, Č., Balić, B., Čilaš, M., & Vojniković, S. (2025).** The occurrence and diversity of tree-related microhabitats in Dinaric mixed beech-fir old growth forest Ravna Vala in Bosnia and Herzegovina. Austrian Journal of Forest Science, 142(1), 61-86.
- Višnjić, Č., Vojniković, S., Balić, B., Mekić, F., & Ivojević, S. (2017).** Stand structure, dead wood and floristic composition of a pristine forest stand of beech and fir compared to a managed forest in the dinaric mountain Bjelašnica. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 47(1), 13-31. <https://doi.org/10.54652/rsf.2017.v47.i1.64>
- Vlada Federacije BiH. (2020, 26. januar).** Zakon o zaštiti prirode FBiH – pretraga. <https://www.google.com/search?q=zakon+o+zastiti+prirode+fbih>
- Vojniković, S. (2017a).** Zaštićena šumska područja u Bosni i Hercegovini; Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo (str.: 1-220).
- Vojniković, S., Balić, B., Višnjić, Č., & Neumann, M. (2023).** Climate characteristics of the Illyrian phytogeographic area. South-east European Forestry, 14(2), 159-169.
- Vojniković, S., Bašić, N., Beus, V. (2017b).** Atlas šumske vegetacije i dendroflora Bosne i Hercegovine i susjednih područja, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu i ANUBiH, Sarajevo (str. 1-135).
- Von P. Meyer, V. Tabaku und B. v. Lupke (2003).** Die Struktur albanischer Rotbuchen-Urwälder Ableitungen für eine naturnahe Buchenwirtschaft. Forstw. Cbl. 122 (2003), 47-58
- Vrška, T., Hort, L., Odehnalova, P., Adam, D., Horal, D. (2001).** The Milešice virgin forest after 24 years (1972 - 1996). Journal of Forest Science 47(6), 255 - 276.
- Watson, J. E. M., Dudley, N., Segan, D. B., & Hockings, M. (2014).** The performance and potential of protected areas. Nature, 515(7525), 67-73. <https://doi.org/10.1038/nature13947>
- Weckesser, M., Višnjić, Č. (2005).** Moose und Flechten im Urwaldreservat „Ravna vala“ (Bosnien-Herzegovina). Herzogia, 18, str. 223-229.
- Zakon o zaštiti prirode (2013).** "Službene novine Federacije Bosne i Hercegovine", broj: 66/13.
- Zakon o proglašenju dijela planine „Konjuh“ zaštićenim pejzažom „Konjuh“ (2009).** "Službene novine Tuzlanskog kantona", broj: 13/09.
- Zöhrer, F. (1980).** Forstinventur. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Verlag Paul Parey

Kolektivni članovi Udruženja



ŠUMARSKI FAKULTET
UNIVERZITETA
U SARAJEVU



ŠGD
"HERCEGBOSANSKE
ŠUME"



ŠPD
"UNSKO-SANSKE
ŠUME"



JP "ŠUME TK"



JP "ŠPD ZDK"



ŠPD
"SREDNJOBOSANSKE
ŠUME"



KJP
"SARAJEVO
ŠUME"



JP
"BOSANSKOHERCEGOVAČKE
ŠUME"



UPRAVA ZA
ŠUMARSTVO ZDK



JP
"BOSANSKOPODRINJSKE
ŠUME"



ŠUMARSTVO
"PRENJ"



ŠUMARSTVO
"SREDNJENERETVANSKO"



SREDNJA ŠKOLA
ZA OKOLIŠ I
DRVNI DIZAJN



WALD PROJEKT D.O.O



SAMOSTALNI SINDIKAT
ŠUMARSTVA, PRERADE
DRVETA I PAPIRA BIH

NS D.O.O.
TURBE-TRAVNIK

IDEL COMERC D.O.O.
BUSOVAČA

IDEX GROUP D.O.O.
BUSOVAČA

GRAND D.O.O.
BUSOVAČA

ŠAKIĆ D.O.O.
BUSOVAČA

E&M-BHPAL D.O.O.
TURBE-TRAVNIK

Prašuma Studešnica | *Studešnica Primeval Forest*
Foto: autori monografije | *Photo: authors of the monograph*

