

Univerzitet u Beogradu

Šumarski fakultet

Studijski program Erasmus+

Erozija zemljišta i prevencija od bujičnih poplava

ADNAN HODŽIĆ

**ZNAČAJ ŠUMSKIH KULTURA BIJELOG BORA U
REGULACIJI VODNIH REŽIMA NA KREČNJACIMA U
JUGOZAPADNOJ BOSNI**

Master rad

Beograd, 2022.

Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet
Studijski program Erasmus+
Erozija zemljišta i prevencija od bujičnih poplava

**ZNAČAJ ŠUMSKIH KULTURA BIJELOG BORA U
REGULACIJI VODNIH REŽIMA NA KREČNJACIMA U
JUGOZAPADNOJ BOSNI**

Master rad

Mentor:
prof.dr. Čemal Višnjic

Student
Adnan Hodžić, MA

Beograd, 2022.

Komisija za ocjenu i odbranu završnog rada:

prof.dr. Ćemal Višnjić

prof.dr. Muhamed Bajrić

prof.dr. Mirjana Todosijević

_____ u Beogradu

U spomen na Đulkana, Rahmu, Izu...

Ovim putem želim se zahvaliti svom mentoru prof.dr.Ćemalu Višnjiću na nesebičnoj podršci prilikom izrade ovog master rada.

Zahvaljujem se članovima komisije prof.dr.Muhamedu Bajriću i prof.dr.Mirjani Todosijević.

Zahvaljujem se kolektivu Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, kolegicama i kolegama studentima ovog studija.

Zahvaljujem se svojoj porodici, a posebno ocu Hikmetu, majci Feridi i sestri Adni na svemu što su do sada uradili za mene i nastavljaju činiti.

Od srca se zahvaljujem Evelin, Irfanu, Anti, Muameru na svim savjetima, razgovorima i nesebičnoj prijateljskoj podršci.

Značaj šumskih kultura bijelog bora u regulaciji vodnih režima na krečnjacima u jugozapadnoj Bosni

Sažetak

Uticaj šuma na vodni režim ogleda se u većoj akumulaciji i stvaranju rezervi vode i njenom sporijem oticanju gdje veliku ulogu igra listinac, koji u funkciji spuđera ima visok kapacitet za vodu te time smanjuje površinsko oticanje vode. Izuzev vezivanja vode u šumi upijanjem od listinca i tla, oborinska voda se veže i intercepcijom u šumi, odnosno jedan dio vode se zadrži na krošnjama drveća, odakle ispari (intercepcija). Na šumsko gospodarskom području Livanjsko u jugozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine u šumskoj kulturi bijelog bora G.J. Tribanj - Tušnica, odjel 1a postavljena je eksperimentalna ploha površine 50x50 m na kojoj su izvršeni premjeri takasacionih elemenata sastojine te postavljeni kišomjeri unutar sastojine i na otvorenom području. Na istraživanoj šumskoj kulturu na površini od 1ha nalazi se 720 stabala, preko 70% stabala se nalazi u debljinskom stepenu 12,5 cm do 27,5. Prosječna temeljnica iznosi 30,398 m²/ha. Ukupna zaliha iznosi 260,34 m³/ha. Koeficijent vitkosti za istraživanu šumsku kulturu bijelog bora iznosi 80,91 te se može konstatovati da je sastojina stabilna. Rezultati ovih istraživanja su pokazali da su krošnje bijelog bora u promatranom periodu pri stepenu sklopa 0.6-0.7 zadržale 14,07% oborina, a pri stepenu sklopa 0.8-0.9 zadržale su 29,62% u odnosu na količinu oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području.

Ključne riječi: vodni režim, bijeli bor, intercepcija

The importance of white pine forest cultures in the regulation of water regimes on limestones in southwestern Bosnia

Abstract

The impact of forests on the water regime is reflected in the greater accumulation and creation of water reserves and its slower outflow, where a large role is played by the leaf, which, in the function of a sponge, has a high water capacity and thereby reduces surface runoff. Apart from binding water in the forest by absorption from leaves and soil, rainwater is also bound by an interception in the forest, that is, a part of the water is retained on the treetops, from where it evaporates (interception). In the forest management area Livanjsko in the southwestern part of Bosnia and Herzegovina in the forest culture of white pine G.J. Tribanj - Tušnica, department 1a, an experimental area of 50x50 m was set up, where measurements of tree elements in the stand were carried out, and rain gauges were installed inside the stand and in the open area. There are 720 trees in the researched forest culture on an area of 1 ha, over 70% of the trees are in the thickness range of 12,5 cm to 27,5. The average cross-sectional area of trees (at a height of 1,3 m) is 30,398 m²/ha. The total stock is 260,34 m³/ha. The slenderness coefficient for researched white pine forest culture is 80,91 and it can be concluded that the stand is stable. The results of this research showed that in the observed period, white pine crowns retained 14.07% of precipitation at the level of the canopy 0.6-0.7, and at the level of the canopy 0.8-0.9 they retained 29.62% concerning the amounts of precipitation that reached the ground in an open area.

Keywords: water regime, white pine, interception

Radna biografija (CV)

Ime i prezime: Adnan Hodžić

Datum i mjesto rođenja: 18.12.1991., Livno, BiH

Adresa prebivališta: Stjepan II Kotromanić bb, 80101 Livno, BiH

Kontakt: 0038763476358

Email: adnanhodzicado@gmail.com

Obrazovanje:

- Osnovna škola Ivan Goran Kovačić u Livnu
- Srednja škola (Gimnazija) u Livnu
- I ciklus studija Šumarski fakultet, Univerzitet u Sarajevu (specijalizacija na *katedri za iskorištavanje šuma, projektovanje i građenje u šumarstvu i hortikulturi*) zvanje *Bachelor šumarstva*
- II ciklus studija Šumarski fakultet, Univerzitet u Sarajevu/ studijski program Održivo upravljanje šumskim ekosistemima (specijalizacija na *katedri za ekonomiku, politiku i organizaciju šumarstva i urbanog zelenila*) zvanje *Magistar šumarstva*
- III ciklus studija (doktorski studij) Šumarski fakultet, Univerzitet u Sarajevu – multidisciplinarna tema doktorske disertacije (2018. – danas)

Dobitnik pohvale Nastavno-naučnog vijeća Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu za ostvarene izvanredne rezultate tokom školovanja.

Učesnik domaćih i međunarodnih naučnih konferencija iz oblasti biotehnologije, održivo upravljanje prirodnim resursima.

Poznavanje stranih jezika i stepen:

- Engleski jezik - C1
- Njemački jezik - A2

Radni angažman:

2018. – 2021. – Revirnik u ŠGD HBŠ Kupres d.o.o.

2021.- Rukovoditelj službe interne kontrole ŠGD HBŠ Kupres d.o.o.

Angažman u oblasti kulture:

- Član skupštine Asocijacije muzičkih umjetnika i stvaralaca BiH (AMUS BIH)
- Učesnik međunarodnih književnih susreta

Bibliografija:

- Sokolović, Dž., Halimić, N., Gurda, S., Bajrić, M., Halilović, V., Knežević, J., Hodžić, A. (2017): The analysis of the forest truck roads in aim of planned opening the forests in the mu „Gornja Rakitnica“, FMR „Trnovsko, Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo (naučni rad)
- Hodžić, A., Avdibegović, M., Pečenković, N. (2018): Potencijali za razvoj ekoturizma na području Kantona 10, Naše šume, Sarajevo (naučni rad)
- Bajrić, M., Ljevo, E., Sokolović, Dž., Hodžić, A. (2021): Značenje funkcionalnosti vodopropusnih objekata u protuerozijskoj zaštiti na šumskim cestama. Nova mehanizacija šumarstva, br.42 , Zagreb (naučni rad)
- Hodžić, A., Bajrić, M. (2022): Uticaj erozionih procesa i bujičnih tokova na troškove sanacije šumskih kamionskih puteva na području ŠGP „Glamočko“, Naše šume, Sarajevo (naučni rad)
- Hodžić, A., Bajrić, M., Kapović Solomun, M. (2022): Legal and institutional tools in the field of land degradation in the Federation of Bosnia and Herzegovina. FORSD, International scientific conference, Banja Luka (book of abstracts)
- IPBES - Procjena stanja prirode i upravljanja prirodnim resursima u BiH (član multidisciplinarnog autorskog tima)

Izjava o akademskoj čestitosti

Student: Adnan Hodžić

Broj indeksa: 23/2021

Student master akademskih studija: Erasmus+ Erozija zemljišta i prevencija od bujičnih poplava

Autor master rada pod nazivom: Značaj šumskih kultura bijelog bora u regulaciji vodnih režima na krečnjacima u Jugozapadnoj Bosni

Potpisivanjem izjavljujem:

- da je rad isključivo rezultat mog sopstvenog istraživačkog rada;
- da sam rad i mišljenja drugih autora koje sam koristio/la u ovom radu naznačio/la ili citirao u skladu sa Uputstvom;
- da su svi radovi i mišljenja drugih autora navedeni u spisku literature/referenci koji su sastavni deo ovog rada i pisani u skladu sa Uputstvom;
- da sam dobio sve dozvole za korišćenje autorskog dela koji se u potpunosti/celosti unose u predati rad i da sam to jasno naveo;
- da sam svestan da je plagijat korišćenje tuđih radova u bilo kom obliku (kao citata, fraza, slika, tabela, dijagrama, dizajna, planova, fotografija, filma, muzike, formula, veb sajtova, kompjuterskih programa i sl.) bez navođenja autora ili predstavljanje tuđih autorskih dela kao svojih, kažnjivo po zakonu (Zakon o autorskom i srodnim pravima, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 104/2009, 99/2011, 119/2012), kao i drugih zakona i odgovarajućih akata Univerziteta u Beogradu;
- da sam da sam svestan da plagijat uključuje i predstavljanje, upotrebu i distribuiranje rada predavača ili drugih studenata kao sopstvenih;
- da sam svestan posledica koje kod dokazanog plagijata mogu prouzrokovati na predati master rad i moj status;
- da je elektronska verzija master rada identična štampanom primerku i pristajem na njegovo objavljivanje pod uslovima propisanim aktima Univerziteta.

Beograd, _____

Potpis studenta

SADRŽAJ

Popis korištenih skraćenica.....	1
Popis fotografija	2
Popis karata.....	2
Popis grafikona.....	2
Popis tabela	2
1. UVOD.....	3
2. CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA	5
3. METODE ISTRAŽIVANJA	6
4. OPIS OBJEKTA ISTRAŽIVANJA	9
4.1. Šumsko gospodarsko područje Livanjsko	9
4.1.1. Klimatske karakteristike	10
4.1.2. Orografske karakteristike.....	10
4.1.3. Geološke karakteristike	11
4.1.4. Hidrografske karakteristike.....	11
4.1.5. Vegetacijske karakteristike	11
4.2. Tribanj-Tušnica.....	12
4.2.1. Odjel 1a	13
5. TEORIJSKE OSNOVE I PRETHODNA ISTRAŽIVANJA	15
5.1. Erozijska zemljišta.....	15
5.1.1. Oborine kao faktor erozije zemljišta	16
5.2. Uloga šumskog resursa u borbi protiv erozije	16
5.3. Pošumljavanje kao protiveroziona mjera.....	17
5.4. Bijeli bor	20
5.4.1. Areal bijelog bora (<i>Pinus silvestris</i> L.).....	20
5.4.2. Stanišne karakteristke bijelog bora	21
5.4.3. Klimatski uvjeti.....	21
5.4.4. Svjetlost	21
5.4.5. Toplota.....	22
5.4.6. Vlaga.....	22
5.4.7. Zemljište	22
5.4.8. Razmnožavanje bijelog bora.....	22
5.4.10. Uzgojne karakterstke bijelog bora	23

5.5.	Šume na krečnjačkim terenima	24
6.	REZULTATI ISTRAŽIVANJA	26
6.1.	Stanje osnovnih taksacionih pokazatelja šumskih kulture	26
6.1.1.	Debljinska struktura	26
6.1.2.	Broj stabala po visinskim klasama	27
6.1.3.	Zaliha	28
6.1.4.	Temeljnica	30
6.1.5.	Odnos prosječnih prečnika i prosječnih radijusa krošnje	31
6.1.6.	Vitkost stabala.....	32
6.2.	Oborine	32
6.3.	Intercepcija.....	33
7.	DISKUSIJA	36
7.1.	Osnovni taksacioni elementi:	36
7.2.	Vitkost stabala.....	37
7.3.	Oborine	38
7.4.	Intercepcija.....	38
8.	ZAKLJUČCI.....	40
9.	LITERATURA.....	43
	PRILOZI	46
	REZIME.....	48

Popis korištenih skraćenica

NBSAP (engl. National Biodiversity Strategy and Action Plan) – Strategija i akcioni plan za zaštitu biološke raznolikosti

BiH – Bosna i Hercegovina

GJ – gospodarska jedinica

ŠGO – šumsko gospodarska osnova

H – visina

D – prečnik stabla na prsnoj visini

ŠGP – šumsko gospodarsko područje

Popis fotografija

Fotografija 1 i 2: Prikaz improviziranih kišomjera unutar sastojine i na otvorenom (autor: Hodžić, A.).....	7
Fotografija 3 i 4: Stepen sklopa (autor: Hodžić, A.).....	8
Fotografija 5: Odjel 1a – Šumska kultura bijelog bora (autor: Hodžić, A.).....	13
Fotografija 6: Okruženje oko odjela 1a Tribanj tušnica (autor: Hodžić, A.).....	14

Popis karata

Karta 1: Eksperimentalna ploha u odjelu 1a, Tribanj – Tušnica.....	6
Karta 2: Bosna i Hercegovina, Livno.....	9
Karta 3: Gospodarska jedinica Tribanj – Tušnica, prikaz odjela.....	12

Popis grafikona

Grafikon 1: Distribucija stabala po debljinskim stepenima.....	27
Grafikon 2. Distribucija stabala po visinskim klasama.....	28
Grafikon 3: Raspodjela zalihe (m^3/ha) po debljinskim stepenima.....	29
Grafikon 4: Raspodjela temeljnice (m^2/ha) po debljinskim stepenima.....	30
Grafikon 5: Odnos prosječnih prečnika i radijusa krošnje	31
Grafikon 6: Procentualni odnos količine oborina koja je dospjela na tlo u sastojini i na otvorenom.....	35

Popis tabela

Tabela 1. Distribucija stabala po debljinskim stepenima (ha)	26
Tabela 2. Broj stabala po visinskim klasama.....	28
Tabela 3. Zaliha po debljinskim stepenima (m^3/ha)	29
Tabela 4. Raspodjela temeljnice po debljinskim stepenima (m^2/ha)	30
Tabela 5. Koeficijent vitkosti (H/D)	32
Tabela 6. Količina oborina koja je dospjela na tlo na otvorenom području i u sastojini (l/m^2)..	33
Tabela 7: Procentualni odnos količine oborina koja je dospjela na tlo u sastojini pri stepenu sklopa 0.6 - 0.7, stepena sklopa 0.8-0.9 u odnosu na otvoreno područje.....	34

1. UVOD

Osnovna karakteristika šuma u BiH je da su one pretežno brdsko-planinskog karaktera, sa izraženom orografijom terena. Preko 80% teritorije BiH se nalazi pod nagibom iznad 13% što dovoljno upozorava na opasnost od erozije i razvoja bujičnih tokova. Prema NBSAP- za BiH (2016) najveći dio šumskih ekosistema u BiH još uvijek ima primarnu odnosno prirodnu strukturu. S aspekta zaštitne funkcije šuma možemo izdvojiti visokoplaninske šume (gornja granica šume), poplavne šume (šume oko riječnih tokova i močvarnih staništa), kao i šumske kulture na krečnjacima. Šume i šumsko zemljište u BiH zauzimaju preko 50% teritorije BiH, od čega je preko 1.600.000,00 ha visokih šuma i oko 1.200.000,00 ha šuma panjača (Lojo i sur., 2008). Bukove šume i šume bukve i jele čine preko 58% od površine visokih šuma (od čega Fagetum montanum oko 29,5%, Piceo - Abieti - Fagetum oko 19%, Abieti – Fagetum oko 8%), dok šume bijelog i crnog bora zauzimaju 1,8% od ukupne površine šuma i šumskog zemljišta u Bosni i Hercegovini. Mezofilne hrastove šume čine oko 22% teritorije, dok ostalo čine termofilne hrastove šume, šume smreke, higrofilne šume, planinske šume bora te degradacijski stadiji i kompleksi vegetacije. Prema statističkim podacima preko 30% teritorije BiH pogodno je za poljoprivrednu djelatnost. Plodne nizije u BiH sastoje se od 16% poljoprivrednog zemljišta, 62% su manje plodna brdovita i planinska područja, dok mediteransko područje čini oko 22%.

Koristi od prirode u funkciji sprečavanja i ublažavanja rizika od prirodnih katastrofa i kriznih događaja najbolje se ogledaju kroz primjer općekorisnih funkcija šumskih ekosistema, odnosno usluge šume, utjecaje šuma, koristi od šuma, vrijednosti koje šume pružaju čovjeku, zajednici, okolišu i prirodi. Sklopljena šuma sprječava vodnu eroziju tla, reguliše vodni režim što je zasigurno među značajnim funkcijama šumskih ekosistema u ublažavanju odnosno sprečavanju prirodnih katastrofa. Stepennost sklopa sastojine je u uskoj korelaciji sa brojem stabala jer se sa povećanjem broja stabala iste starosti povećava i sklopljenost sastojine. Sposobnost zadržavanja oborinskih voda unutar sastojine je veća ukoliko je sastojina boljeg sklopa. Intercepcija, odnosno sposobnost zadržavanja oborinskih voda varira i zavisi od mnogobrojnih faktora, prije svega vrste drveća, starosti sastojine, vertikalne strukture sastojine, količine i intenziteta oborina, godišnjeg doba. Starije sastojine i bolje sklopljene sastojine zadržavaju u krošnjama veću količinu oborinske vode od mlađih i rjeđih sastojina. Sastojine četinara zadržavaju veću količinu vode od sastojina lišćara. Veći broj stabala ne znači nužno da je sastojina stabilnija, također može značiti i manju stabilnost sastojine koja zbog nepovoljnih uvjeta za rast i negativnog djelovanja abiotskih faktora može da propadne uslijed čega može doći lomova i

izvala koji posebno na strmim terenima dospijevaju u riječna korita gdje dolazi do ustava ili brana koje usporavaju tok rijeke i formiranje jezera. U donjim dijelovima riječnih korita dolazi do formiranja bujičnih tokova i poplava nakon pucanja ovih ustava i brana. Upravo radi toga je radi optimiranja zaštitne funkcije šuma u pogledu regulisanja vodnog režima, od velikog značaja u svakom momentu voditi računa o broju stabala u šumskim sastojinama te imati zdrava, vitalna i stabilna stabla.

S tim u vezi, na području regije Jugozapadna Bosna, šumsko gospodarskom području Livanjsko odabran je lokalitet šumske kulture bijelog bora za postavljanje eksperimentalnih istraživanja. Unutar šumske kulture bijelog bora starosti 42 godine postavljena je eksperimentalna ploha i izvršeno je mjerenje osnovnih taksacionih elemenata te postavljanje kišomjera unutar sastojine pri različitim stepenima sklopa i na otvorenom u cilju optimiranja strukturnih karakteristika šumske kulture bijelog bora u funkciji što bolje zaštite šumskih zemljišta na krečnjacima od ispiranja oborinskom vodom.

2. CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Šume kao prirodni resurs imaju, pored ekonomskog značaja, nezamjenjivu ulogu u regulisanju vodnog režima. Taj prirodni pufer koji postepeno upija, zadržava i nakon toga postepeno otpušta vodu sprječava brzo proticanje vode i stvaranje bujičnih tokova. Krošnje stabala dijelom zadržavaju obornisku vodu sprječavajući nagli dotok velike količine vode na površini zemljišta. Humusni sloj i sloj listinca koji se formira godinama ima veliku moć apsorpcije vode, kao sunder upija obornisku vodu i reguliše njeno oticanje te na taj način sprječava eroziju mineralnog dijela tla, posebno na strmim terenima. Krečnjačka tla su posebno osjetljiva. Za formiranje jednog centimetra tla na krečnjacima potrebno je hiljadu godina, a nezaštićena tla bez šumskog pokrivača, zbog stalne erozije uzrokovane vodom i vjetrom brzo nestaju i preostaje samo goli krš. Šume na kršu, upravo zbog očuvanja i zaštite zemljišta od ispiranja, imaju primarno zaštitnu funkciju. Zdravije, vitalnije i dobro strukturno izgrađene šume bolje obavljaju ovu funkciju. Posebnu važnost pri tome ima vrsta drveća koja je zastupljena u šumskoj zajednici na krečnjacima, stepen sklopljenosti krošanja, broj stabala po jedinici površine i distribucija stabala po debljini i visini.

Cilj ovih istraživanja bio je optimiranje strukturnih karakteristika šumske kulture bijelog bora u funkciji što bolje zaštite šumskih zemljišta na krečnjacima od ispiranja obornikom vodom. Da li rjeđe ili gušće sklopljene šumske kulture, odnosno da li veći ili manji broj stabala u određenoj životnoj dobi utiče na intercepciju od strane krošnji stabala bijelog bora je bio poseban fokus ovih istraživanja.

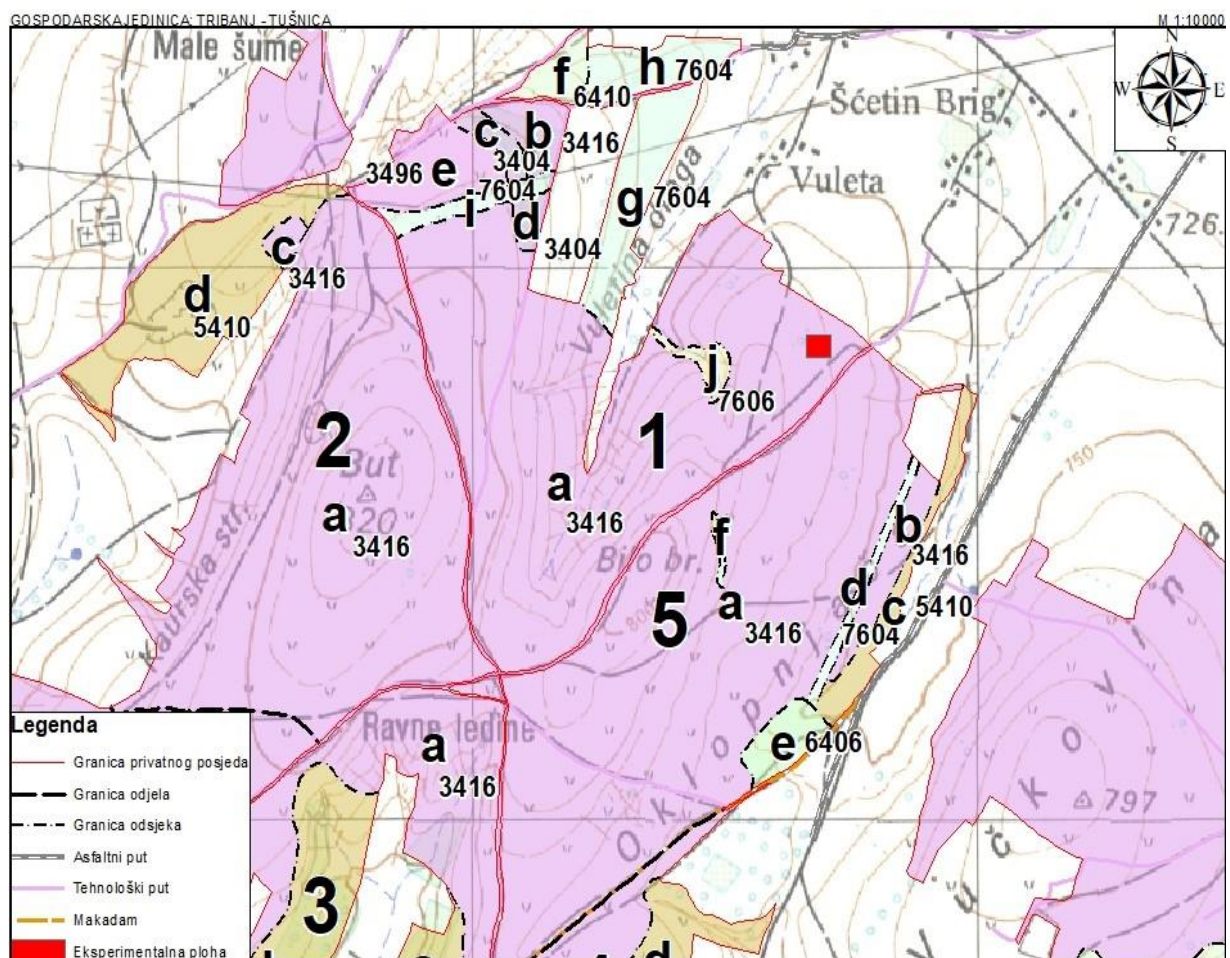
Da bi se realizovao postavljeni cilj istraživanja utvrđeni su sljedeći zadaci:

1. Odabir šumske kulture i postavljanje eksperimentalne plohe.
2. Premjer osnovnih taksacionih pokazatelja šumske kulture bijelog bora na eksperimentalnoj plohi.
3. Unošenje podataka, logička kontrola i obrada unešenih podataka
4. Analiza dobijenih rezultata istraživanja i njihovo upoređivanje sa sličnim rezultatima istraživanja.
5. Optimiranje osnovnih taksacionih pokazatelja šumske kulture za određenu starosnu dob u pogledu njenih taksacionih elemenata u funkciji regulisanja vodnog režima.

3. METODE ISTRAŽIVANJA

U svrhu ostvarenja postavljenog cilja istraživanja korišten je eksperimentalni metod. Na području gospodarske jedinice Tribanj - Tušnica, odjel 1a, šumsko gospodarsko područje Livanjsko postavljena je eksperimentalna ploha površine 50x50 m (karta 1).

Ploha je postavljena u odjelu šumske kulture bijelog bora, udaljenosti prosječne visine dominantnog stabla od rubova šume. Izvršeni su taksacioni premjeri svih stabala te je pritom utvrđena pozicija stabla (koordinate za svako stablo), prečnik stabala, visina stabala, dužina krošnje, dužina debla, te projekcija krošnje prema 4 strane svijeta.



Karta 1: Eksperimentalna ploha u odjelu 1a, Tribanj – Tušnica

Izmjera taksacionih elemenata vršena je prečnicom, vertex IV uređajem, busolom, zaparačem te pantljkikom. Za izmjeru projekcije krošnje u smjeru strana svijeta korištena je letvica i pantljika. Stabla su obilježena rimskim brojevima korištenjem zaparača. Unos podataka izvršen je u dnevnik za premjer taksacionih elemenata. Za daljni obračun podataka te prikaz na jedinici

površine 1 ha, korišten je faktor preračunavanja 4 (obzirom da je površina eksperimentalne plohe 2.500 m^2), dok su za izračune zalihe korištene tarife za III bonitet.

U svrhu utvrđivanja količine oborina na datom lokalitetu izrađeni su improvizirani kišomjери od dvolitarskih boca (prečnik otvora boce - 5 cm, što odgovara površini $0,76\text{ cm}^2$) te su postavljeni na letvu visine 1,00 m (fotografija 1 i 2) na otvorenom području i unutar sastojine (plohe). Na udaljenosti od 25 metara od ruba šume na otvorenom području postavljena su 3 kišomjera za izmjeru količine oborina na otvorenom, dok je unutar sastojine (eksperimentalne plohe $50\times 50\text{ m}$) postavljeno 6 kišomjera za dvije situacije stepena sklopa.



Fotografija 1 i 2: Prikaz improviziranih kišomjera unutar sastojine i na otvorenom (autor: Hodžić, A.)

Za situaciju pokrivenosti tla krošnjama – stepena sklopa 0.6 – 0.7 postavljena su 3 kišomjera na 3 konkretne lokacije unutar plohe dok su za situaciju stepena sklopa 0.8 – 0.9 također postavljena 3 kišomjera na 3 konkretne lokacije unutar plohe.



Fotografija 3 i 4: Stepen sklopa (autor: Hodžić, A.)

Kišomjeri su postavljeni u sredini između stabala koji sklopom definišu konkretnu situaciju (fotografije 3 i 4). Kišomjeri su vidno označeni brojevima te su očitane koordinate za svaku lokaciju kišomjera i unutar plohe i na otvorenom. Za izmjeru količine oborina korištena je menzura zapremine 0.5l (fotografija 2). Izmjere su vršene u periodu april – juni 2022. godine nakon evidentiranih oborina u protekla 24h u 16:00 h i vođene u dnevniku rada. Za sve izmjerene količine oborina izvršena je konverzija na jedinicu površine m^2 te izražena u l/m^2 .

4. OPIS OBJEKTA ISTRAŽIVANJA

4.1. Šumsko gospodarsko područje Livanjsko

Šumskogospodarsko područje „Livanjsko“ nalazi se između $16^{\circ} 33' 10''$ do $17^{\circ} 14' 40''$ istočne geografske dužine i $43^{\circ} 40' 10''$ do $44^{\circ} 03' 10''$ sjeverne geografske širine (Gauss-Krügerov koordinatni sistem). Administrativne granice općine Livno smještene su između ovih tačaka. Šumsko gospodarsko područje Livanjsko sa sjeverozapadne strane graniči sa Bosanskim Grahovom, sa jugozapadne Republikom Hrvatskom, sa južne i istočne strane sa Tomislavgradom, sa sjeverne sa općinama Kupres i Glamoč (karta 2). Šumsko gospodarsko područje Livanjsko pripada historijsko geografskoj mikroregiji naziva Tropolje, koja se nalazi u jugozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine. Ova regija pokriva prostor triju kraških polja: Livanjskog, Duvanjskog i Glamočkog polja.



Karta 2: Bosna i Hercegovina, Livno

4.1.1. Klimatske karakteristike

Šumsko gospodarsko područje Livanjsko u klimatskom pogledu se nalazi na prijelazu mediteranske u kontinentalnu klimu. Velika nadmorska visina i planinski masiv Dinare i uveliko smanjuju utjecaj mediteranske klime. Područje šumskog gospodarskog područja Livanjsko pripada humidnoj klimi koju karakteriziraju suha i kratka ljeta, duge i hladne zime. Najtopliji mjesec je juli sa srednjom prosječnom temperaturom 18,9°C, a najhladniji januar sa temperaturom -0,8 °C. Kada je u pitanju apsolutni godišnji maksimum isti je iznosio 34,4°C u augustu, a apsolutni godišnji minimum -28,8°C u januaru. Srednja godišnja količina oborina iznosila je u razdoblju od 1980. do 2000. godine 1120 mm. Dominantni vjetrovi na ovom području su sjeverni i južni vjetar (ŠGO Livanjsko, 2021).

4.1.2. Orografske karakteristike

Prema podacima Ekološko-vegetacijske rejonizacije šumskogospodarsko područje Livanjsko situirano je pretežito u Mediteransko – Dinarskoj oblasti i manjim sjevernim dijelom u oblasti unutarnjih Dinarida.

U okviru Mediteransko – Dinarske oblasti izdvajaju se tri područja:

- Submediteransko,
- Submediteransko – planinsko i
- Submediteransko – montano.

Najveći dio ovog šumsko gospodarskog područja pripada Submediteransko – planinskome području (GJ Troglav., GJ Kamešnica GJ Golija, manji dio, GJ Tribanj-Tušnica i GJ Krug planina).

Orografija terena pod šumskom vegetacijom i ostalim površinama koje se klasificiraju kao šumska tla u državnome vlasništvu je raznolika sa mnogo izraženih 5 geomorfoloških oblika od ravnih i blago nagnutih terena oko Livanjskoga polja do područja sa visoko planinskim značajkama. Mediteransko–dinarska oblast čini dio Dinarida koji je pod utjecajem mediteranske klime, od Buškog jezera preko Livanjskoga polja cca. 720 m do najviših predjela koji prelaze 1900 m.n.v. i prema orografskim karakteristikama predstavlja izrazito planinsko područje sa zastupljenim subalpinskim pojasem. Položaji oko Buškog jezera na marginama Livanjskog polja sa visinama od 750 – 1200 m orografski pripadaju brdsko – planinskom pojasu. Najviša kota šumarije Livno je Troglav 1912 m, a najniža je na Buškom jezeru 716 m (ŠGO Livanjsko, 2021).

4.1.3. Geološke karakteristike

Na šumsko gospodarskom području „Livanjsko“ dominacija je krečnjaka te krečnjaka s ulošcima dolomita i dolomita što uvjetuje i razvoj takvih tla. Znatno varira stjenovitost koja je naročito velika na strmim padinama s prorijeđenom vegetacijom i pod dominacijom krečnjaka. Vrtače su česta pojava na ovom području pa su prisutna dublja smeđa i lesivirana tla.

4.1.4. Hidrografske karakteristike

Šumsko gospodarsko područje Livanjsko nalazi u zoni krša sa kraškim poljima gdje geološku podlogu čine krečnjaci i dolomiti. Krečnjaci i dolomiti ne zadržavaju površinske vode, te je ovo područje siromašno sa površinskim vodotocima. Sve površinske vode gravitiraju slivu Jadranskoga mora. Sve gospodarske jedinice su oskudne sa površinskim vodotocima izuzev GJ“Tribanj – Tušnica“ kroz koju protječe rječica Sturba i potoci Jezerac i Mandek koji pune akumulaciju Buškog jezera. U kontaktnim zonama čistih dolomita sa laporima i laporastim krečnjaka nastaju ovi vodotoci. Šumsko gospodarsko područje Livanjsko obiluje karstnim fenomenima (vrtače, špilje, ponori, škrape) koji ne zadržavaju površinske vode. Kroz Livanjsko polje oko kojega su situirane sve gospodarske jedinice teče i u njemu ponire rječica Jaruga. Buško jezero je najveća vodena površina te teritorijalno pripada općini Tomislavgrad i gradu Livnu.

4.1.5. Vegetacijske karakteristike

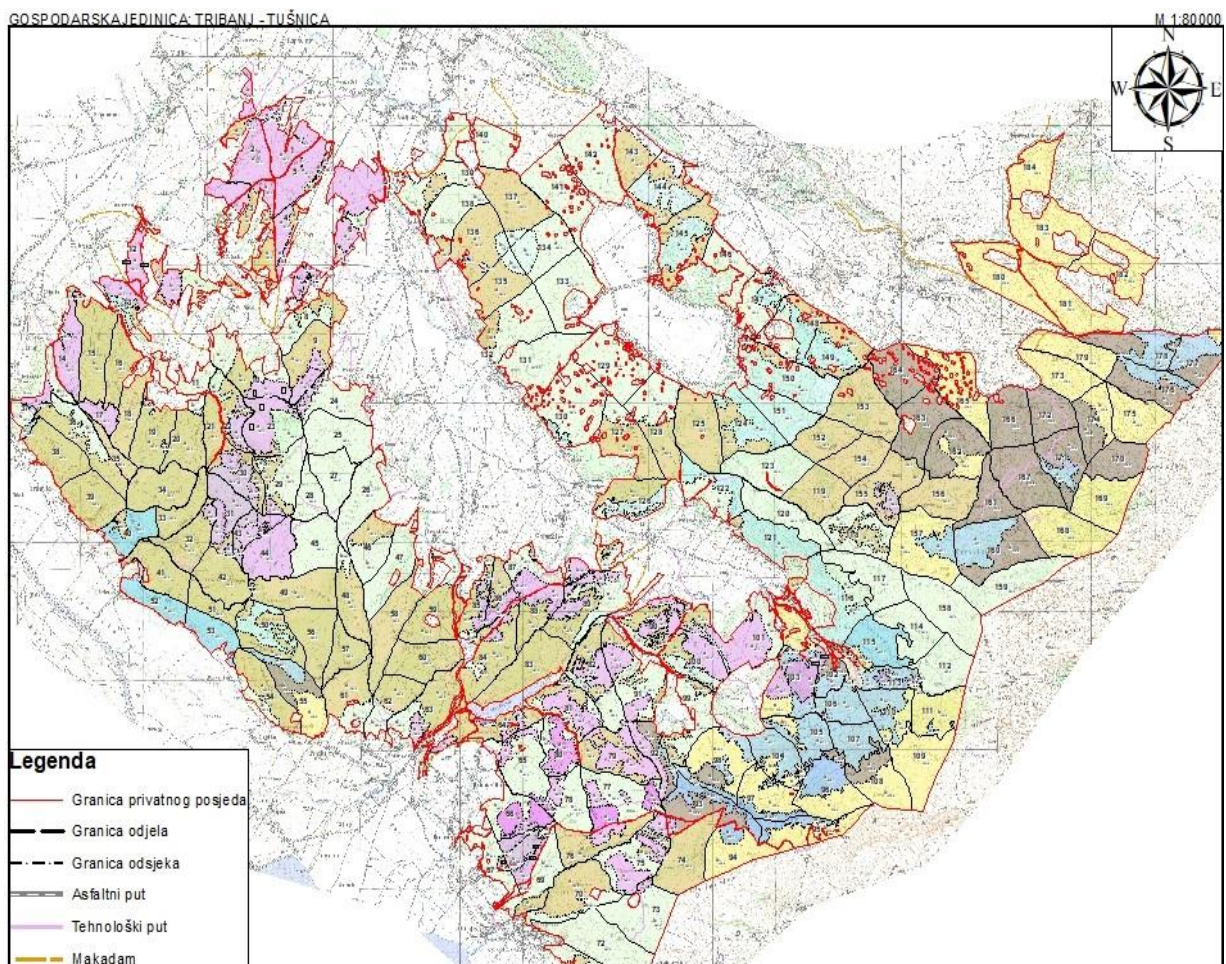
Navedene orografske te klimatske karakteristike uvjetuju značajan sastav i raspored pojedinih i glavnih vegetacijskih oblika. Ako se uzme u primjer Troglav, najniža točka gospodarskog područja na granici s Livanjskim poljem s nadmorskom visinom od 750 m, a visina padine prema Livanjskom polju iznosi 1900m, te da se na svakih ± 300 m relativne visine razvija posebni vegetacijski pojas, s obzirom na relativnu visinsku razliku od 1200 m možemo izdvojiti 4 vegetacijska pojasa. Međutim u realnom biljnom pokrovu može se razlikovati 6 vegetacijskih pojaseva. Sve je to posljedica jakog antropogenog utjecaja i jake antropogene degradacije biljnog pokrova. Gotovo sve gospodarske jedinice podliježu ovom vertikalnom rasporedu vegetacijskih pojaseva, izuzetak čini gospodarska jedinica „Tribanj-Tušnica“ u čijem se sastavu mogu razlikovati 2 vegetacijska pojasa (ŠGO Livanjsko 2021). U prošlosti je ovo područje bilo u potpunosti degradirano i skoro bez šumskog pokrova te je dugo vremena služilo kao pašnjak.

U smislu potencijalne vegetacije na interesnoj lokaciji su zastupljene:

- 1) mješovite šume bukve i jele (srednji pojas),
- 2) predplaninske šume bukve s gorskim javorom (najviši dijelovi, gornji pojas),
- 3) šume hrasta sa crnim ili bijelim grabom se nalaze pretežno u donjem pojasu ispod 850 metara nadmorske visine.

4.2. Tribanj-Tušnica

Na sjevernom dijelu G.J. „Tribanj- Tušnica“ graniči s G.P. „Krug planina“, na istočnom sa Šumarijom Tomislavgrad, na južnom s G.J. „Kamešnica“ i na zapadnom dijelu graniči s Livanjskim poljem (karta 3). Ukupna površina ove G.J. iznosi cca 10.320,00 ha.



Karta 3: Gospodarska jedinica Tribanj – Tušnica, prikaz odjela

Jedna od glavnih karakteristika ove gospodarske jedinice je razlika u prosječnim nadmorskim visinama te podijeljenost na dva područja. Prvo je na zapadnom i centralnom dijelu jedinice gdje su nadmorske visine u rasponu od 800m do 980m. Drugi dio jedinice je na krajnjem

zapadnom dijelu gdje nadmorske visine iznose od 1300m do blizu 1700 m s najvišim vrhom Vitrenik (1697m). Područje Gospodarske jedinice „Tribanj – Tušnica“ u klimatskom pogledu nalazi se na prijelazu mediteranske u kontinentalnu klimu. Utjecaj mediteranske klime je umanjen planinskim masivom Dinare i velikom nadmorskom visinom samog područja. Područje G.J. „Tribanj – Tušnica“ nalazi se između 700 i 1697 m.n.v. Obilježje klimatske zone iznad 1500 m.n.v. (područje oko vrha Tušnice) je planinska klima (humidna) koju karakteriziraju suha, kratka ljeta i duge, hladne zime. Ovo područje je pod jakim utjecajem zračnih strujanja, uglavnom dominiraju sjeverni i južni vjetrovi.

Tokom 1980-ih godina prošlog stoljeća rađene su sistemska pošumljavanja ogoljenih površina na ovoj gospodarskoj jedinici sa vrstama bijeli bor i crni bor te je u tome periodu osnovano preko 1000 ha šumskih kultura navedenih vrsta.

4.2.1. Odjel 1a

Odjel 1a se nalazi na području gospodarske jedinice Tribanj Tušnica na šumsko gospodarskom području Livanjsko (karta 2). Prema posljednim taksativnim premjerima površine je 40,4 ha. Radi se o šumskoj kulturi bijelog bora odnosno jednodobnoj sastojini bijelog bora gustog sklopa koja je podignuta prije 42 godine na nadmorskoj visini 765 do 803 m (fotografija 5 i 6). Ekspozicija je Sjeveoristočna i istočna.



Fotografija 5: Odjel 1a – Šumska kultura bijelog bora (autor: Hodžić, A.)

Nagib terena unutar odjela varira od 4 do 30 stepeni, a tlo je bez kamena prekriveno slojem iglica. Sloj grmlja je slabije razvijen tek pojedinačno pridolaze glog i divlja ruža. Kada je u pitanju stanišna podloga u odjelu 1a javlja se kombinacija rendzina na laporu i laporovitim krečnjacima te sirozem na karbonatnom supstratu.



Fotografija 6: Okruženje oko odjela 1a Tribanj tušnica (autor: Hodžić, A.)

Nažalost, većina BiH zemljišta nosi obilježje nepovoljnih svojstava u odnosu na eroziju. Isto tako geološka podloga utiče na erodibilnost tla svojim stepenom razloženosti i poroznosti. Kristalasti škriljci, meki pješčari, fliš, serpentini i dolomiti spadaju u stijene koje su veoma podložne eroziji i fizičkom trošenju, naročito na južnim ekspozicijama, gdje se često razvija dubinska erozija. Gline, fliš i dolomiti svojom nepropusnošću onemogućavaju poniranje vode. Ako se takvi slojevi nalaze blizu površine, nakon prvih kiša dolazi do saturacije i do snažnih erozijskih procesa. Poseban problem u erozijskom smislu je BiH krš, koji je praktično već ostao bez pedosfere.

5.1.1. Oborine kao faktor erozije zemljišta

Potrebno je istaći da kiše jakog intenziteta stvaraju veliko površinsko otjecanje što direktno dovodi do povećanog intenziteta erozije. Prema dosadašnjim istraživanjima, ustanovljeno je da se erozija javlja pri prvom i neposrednom udaru kišnih kapi u zemlju. To je iz razloga što je kinetička energija veoma bitna kod raspadanja površinskih slojeva zemljišta i razdvajanja zemljišnih čestica. Veličina kišnih kapi je uslovljena jačinom uzlazne zračne struje i ujedno je i ograničena njenom brzinom. Kod neravnomjernih padavina vjerovatnost erozije zemljišta se povećava. Kada su u pitanju padavine u obliku snijega važno je istaći da i ovaj tip padavina ima veliki uticaj na eroziju zemljišta čiji intenzitet uticaja ovisi od debljine snježnog pokrivača, dubine smrzavanja zemljišta i brzine topljenja snijega.

Veoma je važna funkcija šuma u očuvanju prostora od erozije zemljišta kada su u pitanju padavine, naime naučno je dokazano da šuma utiče na zadržavanje oborina, filtriranje i pročišćavanje voda te na oticanje i poniranje oborina iz razloga što se u šumama događaju procesi isparavanja (evaporacije), te transpiracija šumskih biljaka (drveća, grmlja i prizemne flore). Također je utvrđeno da se u krošnjama smrčinih i jelinih stabala zadrži otprilike 19%, u borovim 27%, u bukovim 5% sveukupnih padavina, što u prosjeku iznosi 15% od ukupnih padavina (Peleš, 2017).

5.2. Uloga šumskog resursa u borbi protiv erozije

U općekorisnim funkcijama šuma integrirane su osnovne funkcije (Sabadi i dr., 1990):

- proizvodna (drvne sirovine, sporedni šumski proizvodi, životinje),
- ekološka (tlozaštitna, vodoprivredna, klimatska) i
- okolišna.

Danas se u Europi prema Stalnom odboru za šumarstvo Europske unije razlikuju četiri kategorije općekorisnih funkcija šuma s dvanaest glavnih funkcija, a kategorija ekoloških/zaštitnih funkcija šuma sadrži sljedeće funkcije (Prpić, 2001):

- hidrološka funkcija,
- vodozaštitna funkcija,
- protuerozijska funkcija,
- klimatska funkcija i
- protuimisijska funkcija.

Na primjer, ekološke vrijednosti šuma na kršu najviše se očituju u reguliranju slijevanja i otjecanja vode, gdje šume zaštićuju tla od erozije i nastanka bujica. Iako se u novije vrijeme daje naglasak bioraznolikosti i socijalnim funkcijama šuma, treba naglasiti kako su prirodni šumski ekosistemi hidrogeološki najstabilniji sistemi na Zemlji (Tikvić, Seletković, 2003). Šumska prostirka (lišće, četine) može zadržati količinu vode koja je veća od težine prostirke čime šumska prostirka znatno umanjuje površinsko oticanje vode. Količine vode koje šumska prostirka upije su različite i zavise od vrste listinica.

Tako npr. 1 m³ bukovog listinca upije 176 l, iglice smrče 248 l, a iglice bijelog bora 160 l (Pintarić, 2004). Istraživanjem u Švicarskoj je utvrđeno da „listinac hrasta može upiti količinu vode koja je devet puta veća od njegove težine; bukve osmerostruko; a bora peterostruko“. I u pogledu brzine upijanja vode, Burgerova istraživanja u istom području su pokazala „da pašnjačko tlo upija 100 mm umjetnih oborina više od 2 h; tlo rijetke šumske sastojine 20 mm a tlo preborne sastojine jele, smreke i bukve samo 2 mm“ (Beus, 2015).

U sprječavanju vodene erozije erozije tla i regulaciji vodnih režima veliku ulogu igra stepen sklopa šume. Sposobnost zadržavanja oborinskih voda unutar sastojine je veća ukoliko je sastojina boljeg sklopa. Intercepcija, odnosno sposobnost zadržavanja oborinskih voda varira i zavisi od mnogobrojnih faktora, prije svega vrste drveća, starosti sastojine, vertikalne strukture sastojine, količine i intenziteta oborina, godišnjeg doba. Starije sastojine i bolje sklopljene sastojine zadržavaju u krošnjama veću količinu oborinske vode od mlađih i rjeđih sastojina. Sastojine četinara zadržavaju veću količinu vode od sastojina lišćara.

5.3. Pošumljavanje kao protiveroziona mjera

Obnova šumskog pokrova jedini je način da se produktivna sposobnost tla sačuva a sa vremenom i poveća. Pošumljavanje je proces sadnje biljaka ili sjetve sjemena na goljoj površini na kojoj je prethodno nestala šumska vegetacija. Uglavnom se obavlja pionirskim vrstama i

prijelaznim vrstama drveća čiji je zadatak da s vremenom tlu vrate ona biološka, pedofizikalna i pedohemijska svojstva koja imaju šumska tla stvorena i očuvana pod šumom. Pošumljavanje je dakle osnovni šumskouzgojni postupak kojem je neposredan zadatak da sadnjom biljaka ili sjetvom sjemena osnuje sastojine koje će, među ostalim, početi zaustavljati daljnju degradaciju zemljišta te će se stvoriti općekorisna dobra.

Prema Višnjiću (2008) uspjeh pošumljavanja na ekstremnim staništima, zavisi od više faktora, a prije svega:

- izbora vrste za pošumljavanje,
- sortimenta,
- vremena sadnje,
- tehnike ili načina sadnje,
- orografsko-edafskih uvjeta na površini za pošumljavanje,
- temperature,
- oborina tokom vegetacionog perioda i dr.

Svi ovi faktori moraju biti optimirani u mjeri u kojoj to možemo da učinimo ili na njih da djelujemo (Višnjić, 2018). Uspijevanje šume i koristi koje će buduća šuma dati ovise o dobrom izboru vrste drveća. Vrste moraju imati široku ekološku valenciju što znači da imaju takva svojstva da će tijekom jedne ili eventualno dvije ophodnje stvoriti uvjete za povratak elemenata autohtone klimatogene vegetacije na novonastalom šumskom tlu (Vlahoviček, 2018).

Višnjić (2006) je istražujući pogodnost pojedinih vrsta za pošumljavanje na oglednim plohama postavljenim na ekstremnim staništima u BiH, došao do zaključka da je za uspjeh pošumljavanja na degradiranim staništima od izuzetnog značaja optimiranje vrste prema staništu. Od velikog broja testiranih vrsta drveća, za pošumljavanje kraških područja najveći uspjeh primanja na terenu pokazao je crni bor. Vrijeme za sadnju je definirano kao vremenski period u kojem su ostvareni takvi uvjeti okoline koji najviše pogoduju preživljavanju i rastu biljaka. Početak i kraj sadnje najviše su definirani vlagom tla i temperaturom. Idealno, potencijal vlage u tlu na dubini od 25 cm trebao bi biti veći od -0,1 MPa u vrijeme sadnje. Osim toga, temperatura tla ispod 5°C zaustavlja rast korijena pa je s toga idealna temperatura za rast korijena između 5 i 20°C (Mitchell i sur., 1990). Za razliku od kontinenta (gdje temperaturne razlike lako određuju trajanje i prestanak vegetacijskog razdoblja) na području Mediterana znatno je teže odrediti sadnju biljaka golog korijena. Takve se biljke sade u jesen i proljeće. Sadnja u jesen i zimi omogućava iskorištavanje pogodnih i obilnih padalina te povoljnih temperatura u tlu i iznad tla (Vlahoviček, 2018).

Sadnja sadnica u jame zadržala se kao najčešći i najučestaliji način sadnje na kraškim terenima. Međutim, u dosta slučajeva i sadnja sadnica sa golim korjenovim sistemom u jame ne daje očekivane rezultate, sadnice se nakon sadnje suše zbog nedostataka vode u tlu tokom ljetnih sušnih mjesec (Višnjić, 2018). Treba naglasiti da je kod pošumljavanja goleti na kršu najznačajnije pitanje kako povećati vodni kapacitet zemljišta i smanjiti evaporaciju (Brofas i sur., 2000) a vodni kapacitet je od ključnog značaja za preživljavanje sadnica (Packer, 1974). Zalivanje zasađenih kultura donošenjem vode može biti veoma skupo, prema istaživanjima Brofas i dr. (2004) izgradnja jednog takvog sistema za navodnjavanje u optimalnim uvjetima bi koštala više od 50% od ukupnih troškova pošumljavanja i njege sadnica tri godine nakon sadnje. Sadnice u kontejnerima različitog tipa se dosta koriste za pošumljavanje krša. Kao supstrat za punjenje kontejnera se koristi mješavina treseta rasadničke zemlje, te se na taj način povećava vodni kapacitet zemljišta. Istraživanja su pokazala da je za pošumljavanje optimalno koristiti kontejnere zapremine od 900 do 1800 cm^3 . S većim kontejnerima povećavaju se i troškovi proizvodnje sadnog materijala i pošumljavanja ali je uspjeh pošumljavanja veći, a takve sadnice se kasnije bolje razvijaju na terenu (Višnjić, 2018). Jedan od uobičajenih načina sadnje sadnica na kraškom području je metoda sadnje u brazde koje se prave uz pomoć ripera s ralom od 50 cm. Dubina brazdi može bila različita u zavisnosti od stjenovitosti i dubine zemljišta. Tako u mikrodepresijama, gdje je dubina zemljišta veća, brazde mogu imati dubinu do 50 cm, a na glavicama, strminama i stjenovitom terenu do 30 cm. Sadnice se sade u brazde na odgovarajućem razmaku. Kod ovog načina sadnje, brazde imaju funkciju umanjivanja negativnog djelovanja klimatskih faktora, prije svega direktnog sunčevog zračenja, one stvaraju zasjenu zasađenim biljkama, služe kao kanali za usmjeravanje oborina prema sadnicama čime su mikroklimatski uvjeti za razvoj sadnica pogodniji. Za ovakav način sadnje mogu se koristiti sadnice s golim ili obloženim korijenovim sistemom (Višnjić, 2018).

Također priprema terena za pošumljavanje koja podrazumjeva prije svega izgradnju odgovarajućih protupožarnih puteva, ograđivanje sadnog materijala ili površine u cilju zaštite sadnog materijala od ispaše i sl., te obrada tla i uspostavljanje sistema navodnjavanja ukoliko je potrebna od velikog su značaja za sam uspjeh pošumljavanja.

Pošumljavanje površina obešumljenih šumskih zemljišta i erodiranih terena ima višestruko značenje. Povećanje šumskih površina pošumljavanjem znači i povećanje njihovog ekološkog potencijala, tj. višestruke zaštitne uloge šuma. U planovima šumsko-gospodarskih osnova prioritet pošumljavanja trebaju biti površine šumskih goleti specifičnih orografsko-edafskih uslova, tj. erodirane i podložne erozionim procesima.

S aspekta regulacije vodnog režima i poplava, protuerozione zaštite zemljišta šume su nezamjenjiv faktor. U kojoj mjeri šuma može uticati na akumulaciju vode i pojave izvora vode pokazuju brojni primjeri njihovog nastanka ili obnavljanja poslije pošumljavanja površina šumskih goleti. Najbolja zaštita od erozije je biljni pokrivač, a naročito šumska vegetacija koja je najefikasnija (Beus, 2015). Pod očuvanim šumskim sastojinama nema izraženih erozionih procesa i obrnuto u degradiranim sastojinama su česta pojava. Najveći dio energije kišnih kapi prihvataju krošnje stabala dok prizemni pokrivač fizički štiti zemljište od otkidanja zemljišnih čestica udarom kišnih kapi, koje nisu zadržane krošnjama stabala (Đorović i sur., 2003). Mnogobrojni su primjeri u kojoj mjeri šuma štiti zemljište od erozije. Pintarić (2004) iznosi podatke (prema Casparisu): da je na slabo pošumljenom zemljištu odnošenje zemljišta za 70% veće nego na potpuno pošumljenom“, a (prema Valeku) informira da erozija na polju pri istom nagibu čak 4,6 puta veća nego pod šumom.

5.4. Bijeli bor

5.4.1. Areal bijelog bora (*Pinus silvestris* L.)

U odnosu na sve domaće vrste drveća, bijeli bor zauzima najveći areal, ima vrlo veliku oblast prostiranja, gotovo kroz cijelu Evropu i Sibir do Amura. Zbog toga, kao i radi visokog kvaliteta drveta, bijeli bor je najvažnija šumska vrsta među našim borovima (Jovanović, 2000). Sjeverna granica areala je na oko 70° sjeverne širine i obuhvata veći dio Evrope i sjeverne Azije. Rasprostranjen je od nizina, već od 200 m (sjeverna Norveška) pa do 2.100 m (Siera Nevada). Areal bijeli bora nije ograničen na izrazite visinske regije, ali na jugu areala zauzima više položaje, a lokalni relikti se nalaze na različitim nadmorskim visinama (Pintarić, 2002).

Velika rasprostranjenost bijelog bora rezultat je njegove male izbirljivosti na tlo i klimatske uslove, a to dokazuje upravo i njegova rasprostranjenost u Evropi u okeanskoj, mediteranskoj, subkontinentalnoj, kontinentalnoj i alpskoj klimatskoj zoni.

Kada je u postglacijalu zavladao toplija klima, bijeli bor je kod nas uzmicao na lošija staništa, a bolja su zauzele druge vrste četinaru i lišćara. Vještački je proširen na staništa drugih vrsta drveća (Šafar, 1963). Areal bijelog bora u Bosni i Hercegovini opisao je detaljno Stefanović (1958). Bijeli bor u Bosni i Hercegovini, kao i u drugim državama Balkanskog poluotoka, nema cjelovit prirodni areal. Nalazišta prirodnih šuma bijelog bora u Bosni su pretežno vezana za centralne planinske masive, a njegovo rasprostranjenje prema submediteranskom području Hercegovine je uslovljeno klimatskim prilikama. Sjeverni dio areala pripada umjereno kontinentalnoj klimi i sa brežuljkastim terenima do 1200 metara nadmorske visine.

To je uglavnom peridotitsko-serpentinitsko područje gornjih tokova pritoka rijeke Save: Usorsko-ukrinsko, Sprečko, Gostović-Žuča-Ribnica i Krivajsko. Idući prema unutrašnjosti Bosne, središnji dio područja, oko linije Oštrej-Travnik-Sarajevo-Foča pokazuje obilježje planinske klime. Dio areala u jugozapadnoj Bosni - pretežno gornje vrbasko dolomitno područje, s dijelovima areala oko Glamoča i Preodca, pripada prelaznoj planinskoj klimi u kojoj se osjećaju uticaji mediteranske klime (Stefanović i sur., 1980).

Veći kompleksi bijelog bora se mogu naći u okolini Olova, dolinom rijeke Krivaje, oko Zavidovića, Kladnja, na Romaniji, na Sjemeću, okolini Višegrada, Foče, Jajca, na Igmanu, dok vrlo vrijedne sastojine sa veoma dobro formiranim stablima se nalaze u okolini Bosanskog Petrovca – Drinića, Ključa, Gornjeg Vakufa, Bugojna, Donjeg Vakufa i na Vlašiću – Skender Vakufu (Mekić, 1998).

5.4.2. Stanišne karakteristike bijelog bora

Kao vrsta koja ima izraženu konkurentsku sposobnost bijeli bor se nalazi na različitim staništima, te se održava u velikom broju šumskih zajednica sa drugim vrstama ili čini čiste sastojine. Dominantnu ulogu na staništu njegovog areala omogućuju mu edifikatorska svojstva, kserofilnost, te razmjerno dobra otpornost prema abiotskim i biotskim štetnicima.

5.4.3. Klimatski uvjeti

Velika rasprostranjenost bijelog bora je upravo rezultat njegove male izbirljivosti na klimatske uslove, a to dokazuje upravo i njegova rasprostranjenost u Evropi u okeanskoj, mediteranskoj, subkontinentalnoj, kontinentalnoj i alpskoj klimatskoj zoni. Općenito, bijeli bor se dobro prilagodio raznim tipovima klime, ali ipak slabije podnosi okeanski karakter podneblja.

5.4.4. Svjetlost

Iako se bijeli bor smatra izrazitom vrstom svjetla, s obzirom na velike razlike koje postoje u prirodnom arealu bijelog bora sa stanovišta nadmorske visine, geografske širine, karakteristike klime i tla, te izvanrednih mogućnosti prilagođavanja bijelog bora, i zahtjevi na svjetlo nisu isti. Na istoku i sjeveru areala bijelog bora, zahtjevi za svjetlo su manji, tako da se u tom području ne može smatrati izrazitom vrstom svjetla. Naime, pri smanjenom prilivu svjetla, bijeli bor ne stvara izrazite iglice sjene, ali je proizvodnja suhe supstance znatno smanjena (Pintarić, 2002).

5.4.5. Toplota

Bijeli bor je zastupljen u različitim područjima kontinentalne klime, dobro podnosi oštre zime kao i vruća ljeta i duži period vegetacije na visokim planinskim masivima. U našoj zemlji zauzima prosječno sunčanija, suša ili toplija staništa (Šafar, 1963).

5.4.6. Vlaga

Bijeli bor je skroman u zahtjevima za vlagom i u tom pogledu spada u grupu vrsta sa skromnim odnosno manjim zahtjevima kada je u pitanja vlaga. Međutim, sve vrste drveća, zahvalne su za višak vlažnosti (rastu brže i daju više mase na svježijim staništima), osim ukoliko on nije prekomjeran i štetan, odnosno ukoliko se ne radi o stagnirajućoj vodi (Mekić, 1998).

5.4.7. Zemljište

Nakon hrasta kitnjaka ima najveće zahtjeve prema dubini zemljišta zbog duboke žile srčanice iako bijeli bor čak dobro uspjeva na plitkim zemljištima gdje se zakorijenjuje prilično plitko, ali dublje nego ostale vrste drveća. Također ima skromne zahtjeve i prema mineralnim materijama i drugim svojstvima tla, što je jedan od razloga njegovog velikog areala rasprostranjenja. Pojavljivanje bijelog bora na raznolikim vrstama zemljišta i stijena, također dokazuje da on nema pretjeranih zahtjeva i da posjeduje veliku sposobnost prilagođavanja (Mekić, 1998). Optimalne edafske uslove nalazi na umjereno svježim i dubokim zemljištima, raste i na tresetištima ali je vrlo osjetljiv na zaslanjene terene i černoze (Jovanović, 1970).

5.4.8. Razmnožavanje bijelog bora

Bijeli bor je jednodoma, anemofilna, heliofilna i kserofilna vrsta koja relativno rano fiziološki sazrijeva. Razmnožava se sjemenom, a vegetativno razmnožavanje je moguće ali s znatnim poteškoćama.

5.4.9. Prirašćivanje

Intenzivan rast u visinu u ranoj mladosti je osnovna karakteristika bijelog bora koji dostize i visine od 30 do 35 metara i vrijednosti prsnog promjera preko 100 cm sa 90 godina starosti. Kulminaciju visinskog prirasta dostiže pri starosti od 30 do 34 godina. Pri starosti od 60 godina dostiže najveću Najveću vrijednost prosječnog dobnog zapreminskog prirasta (od oko 8 m³ krupne drvne mase po ha). Bijeli bor u mladosti reaguje jako na prorede, dok u starosti slabo.

Bijeli bor može doživjeti veliku starost od 150 do 300 godina. Kod Olova u Bosni i Hercegovini na panjevima posječenih stabala konstatirana je starost od 250 do 300 godina i visina od 40 do 45 metara (Pintarić, 2002). Na staništima izvan prirodnog areala odnosno na ranijim bukovim staništima ima najbolji priraštaj.

5.4.10. Uzgojne karakteristike bijelog bora

Prema Pintarić (2002), kvalitetno drvo bijelog bora dostiže visoku cijenu, a najvrijedniji sortimentni su za oko 10 puta skuplji od prosječne cijene druge oblovine. Primjenom uzgojnih mjera njege vrijednosti proizvedene drvene mase mogu se povećati za oko tri puta u odnosu na nenjegovanu sastojinu, a ako se blagovremeno režu grane na najkvalitetnijim ravnomjerno raspoređenim stablima, vrijednost na njima se može povećati za 60 – 70 %.

Bijeli bor se uzgaja, kako u čistim, tako i u mješovitim sastojinama. Unošenjem bora u sastojine lišćara, posebno u panjače, povećava se njihova vrijednost. Bijeli bor se može unositi i na lošija, gola staništa s lahkim, prozračnim i dubokim zemljištima. Na toplijim staništima s mineralno bogatim i svježim zemljištem, bijeli bor prebrzo raste, grane su predebele, stabla ošteti ili iskrivi snijeg, tako da na takvim staništima je bolje riješenje crni bor, borovac, ariš ili duglazija. Obzirom na skromne zahtjeve staništa i dobru mogućnost proizvodnje drvene mase, bijeli bor treba unositi na siromašnija i suhlja staništa i staništa koja su ugrožena mrazom. On se također koristi i kao predkultura na staništima ekstremnih uslova, a može se unositi i u čiste smrčeve šume radi povećanja stabilnosti. Veliki ekološki plasticitet i relativno brzi rast u mladosti koji bijeli bor pokazuje kod pošumljavanja terena različitih stanišnih uslova, svrstava ga kao vrstu drveća koja se već stoljećima koristi u pošumljavanju goleti i terena nastalih kao posljedica neplanskog gospodarenja i degradiranja listopadnih šuma. Pošumljavanje je uspješnije sadnjom nego sjetvom. Sade se školovane sadnice (1+1). Kod pošumljavanja većih površina, koriste se mašine za obradu zemljišta i za sadnju. Kod pošumljavanja je potrebno voditi računa o provenijenciji sjemena i nasljednim osobinama tih provenijencija. Bor se može unositi na siromašnija i suhlja staništa koja su ugrožena mrazom. Pri drugoj ophodnji moguća je proizvodnja vrijednih sortimenata, pa se često u ovim sastojinama gazduje uz ostavljanje pričuvaka (Stojanović, Krstić, 2008).

5.5. Šume na krečnjačkim terenima

Šume na kršu, tamo gdje su preostale, imaju prije svega zaštitnu funkciju. Tla na kršu su plitka a evidentan je nedostatak vode tokom ljetnih mjeseci, stoga se i od šumskih kultura koje se podižu na kršu ne mogu očekivati dobri proizvodni rezultati. Pošumljavanje je dakle osnovni šumskouzgojni postupak kojem je neposredan zadatak da sadnjom biljaka ili sjetvom sjemena osnuje sastojine koje će, među ostalim, početi zaustavljati daljnju degradaciju zemljišta te će se stvoriti općekorisna dobra.

Upravljanje kraškim terenima je veoma teško, posebno zbog suočavanja s ogromnom urbanizacijom i zbog napretka poljoprivredne tehnologije. Prema Cvijiću (1901) krečnjački tereni se odlikuju zatvorenim udubljenjima na površini, a ispod površine spletom pećina i pukotina koje su međusobno povezane; kroz ove šupljine, poredane jedne ispod drugih, između površine zemljišta i nepropustljivog sloja, protiču podzemni vodotoci. Kraška polja predstavljaju ekološki najinteresantnije fenomene u oblasti krša, za koja je karakteristično postojanje mreže podzemnih tokova, te poniranje površinskih rijeka i njihovo ponovno pojavljivanje na drugim područjima. Također, posebna karakteristika je pojava povremenih tokova, koji postoje u određenom dijelu godine, a zatim nestaju. Ova područja predstavljaju staništa brojnih biljnih i životinjskih vrsta, od kojih su mnoge endemične i karakteristične samo za ova područja, a istovremeno neke imaju i veoma uzak areal rasprostranjenja, odnosno susreću se samo u nekim dijelovima ovih kraških područja.

U cijelom svijetu krški tereni su sve više podložni ljudskim utjecajima (Gillieson & Smith, 1989; Sauro et al., 1991.; Williams, 1993.; Ford, 1993.). Krški geoeosistemi predstavljaju nestabilna područja koja se nalaze u progresivnoj degradaciji čiji je uzrok ljudska aktivnost u svijetu. Krš obuhvata oblike reljefa i hidrografske procese koji su vezani za krečnjačka i dolomitna područja. Krš se u Bosni i Hercegovini prostire duž cijele njene zapadne granice, predstavljajući ogoljeli i manje-više šumoviti dio velike oblasti krečnjačkog gorja koji dopire do linije Vrnograč – Sanski Most – Banja Luka – Vranduk – Olovo – Vlasenica – Višegrad. Često se čitava ova oblast smatra kršom, iako se na cijeloj njenoj površini nisu razvile karakteristične kraške pojave. Posebno u unutrašnjem dijelu gdje je klima blaža i gdje je očuvan biljni pokrov. Zato se se iz ove oblasti izdvaja njen ogoljeli jugozapadni dio u užu oblast pravog i izrazitog krša. Oblast pravog krša u Bosni i Hercegovini se poklapa sa velikim područjem krednih krečnjaka u njenom zapadnom dijelu. Ona je linijom Klekovača – Crna Gora – Vitorog – Kupres – Vukovsko te dalje rijekom Ramom i Neretvom do Lebršnika odvojena od ostalog bosanskohercegovačkog, šumskom vegetacijom prekrivenog krša. I izvan ove izrazito kraške

oblasti, u unutrašnjosti Bosne i Hercegovine, postoje manje izolovane ogoljele površine pretvorene u krš, ali su one sa privrednog i meliorativnog aspekta beznačajne u odnosu na područje pravog krša (CEPOS, 2011).

Za sve krške predjele karakteristično je da se na degradiranim terenima prvobitnih krških šuma najprije pojavljuju sekundarne šikare, zatim postepeno travnjaci i pašnjaci i najzad gole kamenjare, kao krajnji stepen razornog djelovanja čovjeka i prirode. Uklanjanjem šumskog pokrova plodnost za mnoga tla na kršu je trajno umanjena i još uvijek se smanjuje jer na mnogim terenima šumska vegetacija u najvećoj mjeri štiti tlo od odnošenja vodom i vjetrom.

Karbonatne stijene, kojima je svojstvena karstifikacija, zauzimaju 60,5% teritorije Bosne i Hercegovine (Chen et al., 2017). Prema podacima Đikić (1957), kraška područja u Bosni i Hercegovini zauzimaju 34,8% površine države. Primarni i najvažniji uzrok nestabilnosti vegetacije i čestom nastajanju goleti na kraškim područjima jesu nepovoljne stanišne orografsko-edafske karakteristike, a takođe i klima područja. Način gospodarenja nema isti efekat na različitim stanišima, a posebno je to izraženo u submediteranu Bosne i Hercegovine gdje se na mjestima visokih bukovih šuma nalaze izdanačke bukove šume, šibljaci, livade i goleti. Potencijalna bukova staništa su tako zamijenjena nižim sukcesijskim fazama šuma bukve u unutrašnjosti BiH naročito na južnim padinama, koje su najčešće potpuno ogoljene (Ćirić, Stefanović, Drinić, 1971).

Gospodarenje šumama na kršu je najčešće ekonomski neopravdano i vodi daljoj degradaciji šuma i šumskih staništa, često potpuno nestanku šuma i pojavi goleti nepodesnih za pošumljavanje. Stoga postojeće šume i one koje se podižu na kršu trebaju imati prevashodno zaštitnu funkciju koja se ogleda u:

- zaustavljanju erozionih procesa,
- regulisanju vodnog režima,
- umanjenju ekstremnijih temperatura,
- regulisanju mikroklimata
- mnogim drugim funkcijama.

Da bi sačuvali postojeće i podigli nove šume na kršu potrebna je pomoć šire društvene zajednice. Također, cjelokupna društvena zajednica ili građani trebaju učestvovati u ovom procesu koji je opštedruštvena korist i utiče na dobrobit sadašnjih i budućih generacija. Ne po svaku cijenu i na svakom mjestu, već gdje to stanišni uslovi dozvoljavaju (CEPOS, 2011).

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U rezultatima istraživanja prikazani su podaci o stanju osnovnih elemenata šumske kulture odnosno taksacioni elementi kao što su distribucija stabala po debljinskim stepenima po ha, zaliha po debljinskim stepenima po ha, temeljnica po debljinskim stepenima po ha, distribucija stabala po visinskim klasama na ha, radijusi krošnje, srednji prečnik sastojine i vikost stabala. Nadalje su prikazani rezultati izmjere oborina u posmatranom periodu za kišomjere u sastojini i na otvorenom, intercepcija te međusobni odnos između ovih faktora.

6.1. Stanje osnovnih taksacionih pokazatelja šumskih kulture

6.1.1. Debljinska struktura

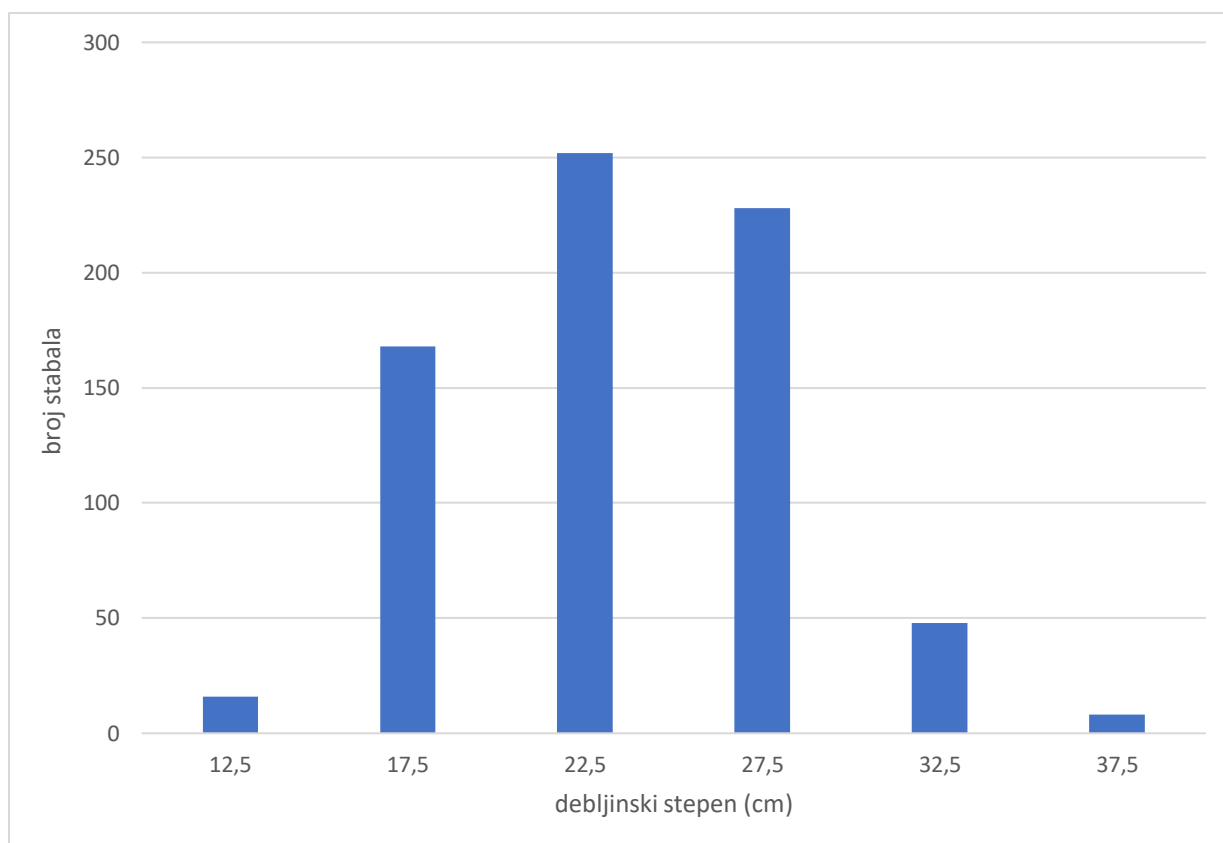
Broj stabala neke vrste predstavlja značajan pokazatelj prisutnosti te vrste na određenoj površini. Na plohi koja je postavljena na lokaciji „Tribanj Tušnica – Odjel 1a“, nalazi se ukupno 720 stabala na površini od jednog hektara. Distribucija broja stabala po debljinskim stepenima prikazana je u tabeli 1.

Debljinski stepeni koji su evidentirani na eksperimentalnoj plohi kreću se od stepena 12,5 cm do 37,5 cm te je ustanovljeno da se na površini od 1 ha nalazi ukupno 720 stabala bijelog bora (tabela 1, grafikon 1). Najmanji broj stabala evidentiran je u debljinskom stepenu 37,5cm (8 stabala) te 12,5 cm (16 stabala) dok je najveći broj stabala evidentiran u debljinskim stepenima 22,5cm (252 stabla) te 27,5cm (228 stabala).

Tabela 1. Distribucija stabala po debljinskim stepenima (ha)

	Debljinski stepen (cm)						Ukupno
	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	
BIJELI BOR	16	168	252	228	48	8	720

Na grafikonu 1 prikazana je distribucija stabala po debljinskim stepenima.



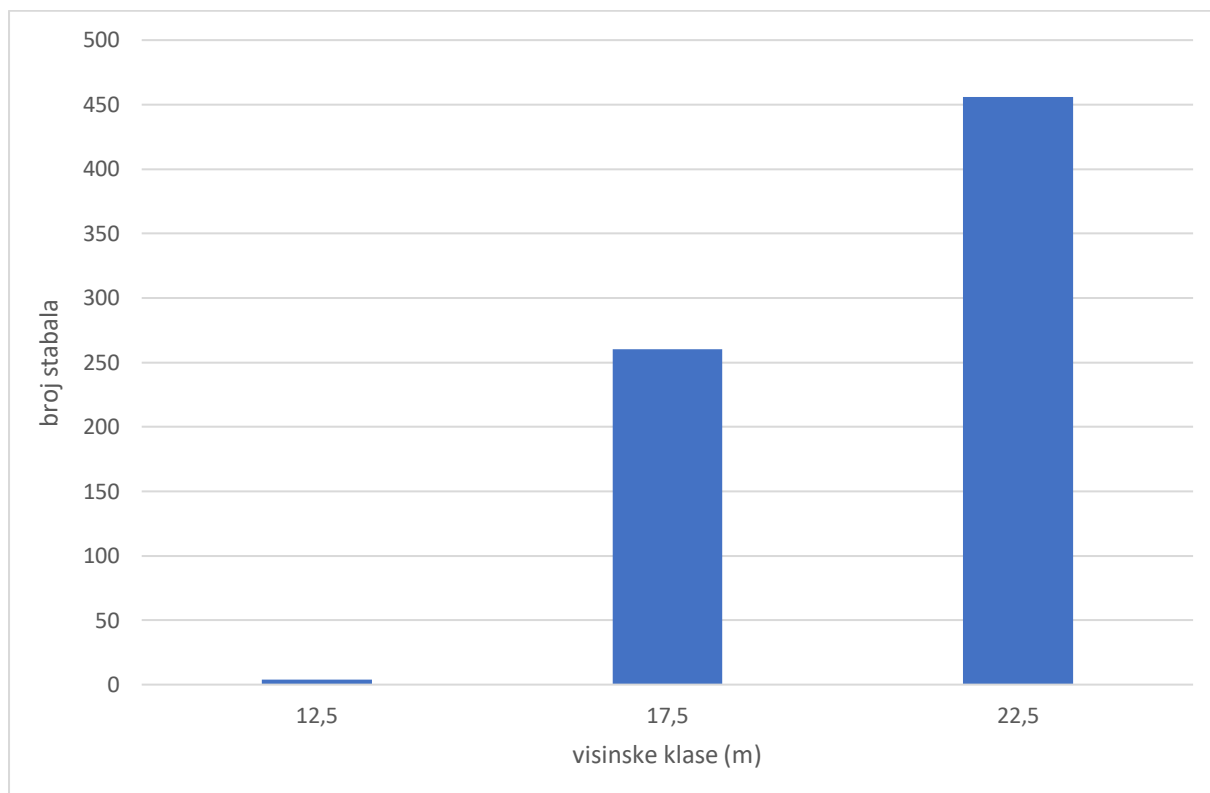
Grafikon 1: Distribucija stabala po debljinskim stepenima

6.1.2. Broj stabala po visinskim klasama

Raspodjela stabala i vrsta drveća u vertikalnom pogledu je vrlo važan kriterij za definiranje strukture sastojine. Visinskim prirastom se izražava potencijal rasta sastojine na određenom staništu, pri čemu se vrlo često visinska kriva koristi u svrhu utvrđivanja tog potencijala. No, ipak treba imati u vidu da visinska kriva ne odražava u potpunosti diverzitet i vertikalnu strukturu sastojine jer polazi od izravnatih vrijednosti. Visina jednog stabla u poređenju sa drugim je pokazatelj njihove konkurencije u sastojini. Stabla se na osnovu visine mogu podijeliti u visinske stepene na isti način kao i raspodjela broja stabala po debljinskim stepenima. U tabeli 2 i grafikonu 2 možemo uočiti da se u visinskoj klasi do 12,5 m nalaze 4 stabla, taj broj stabala povećava se već u narednoj visinskoj klasi (17,5 m), a u visinskoj klasi 22,5 doseže svoj maksimum (456 stabala). Na osnovu toka linije raspodjele broja stabala po visinskim klasama, često se donose zaključci o strukturnom obliku sastojina.

Tabela 2. Broj stabala po visinskim klasama

Visinska klasa	12,5	17,5	22,5
Broj stabala	4	260	456



Grafikon 2. Distribucija stabala po visinskim klasama

6.1.3. Zaliha

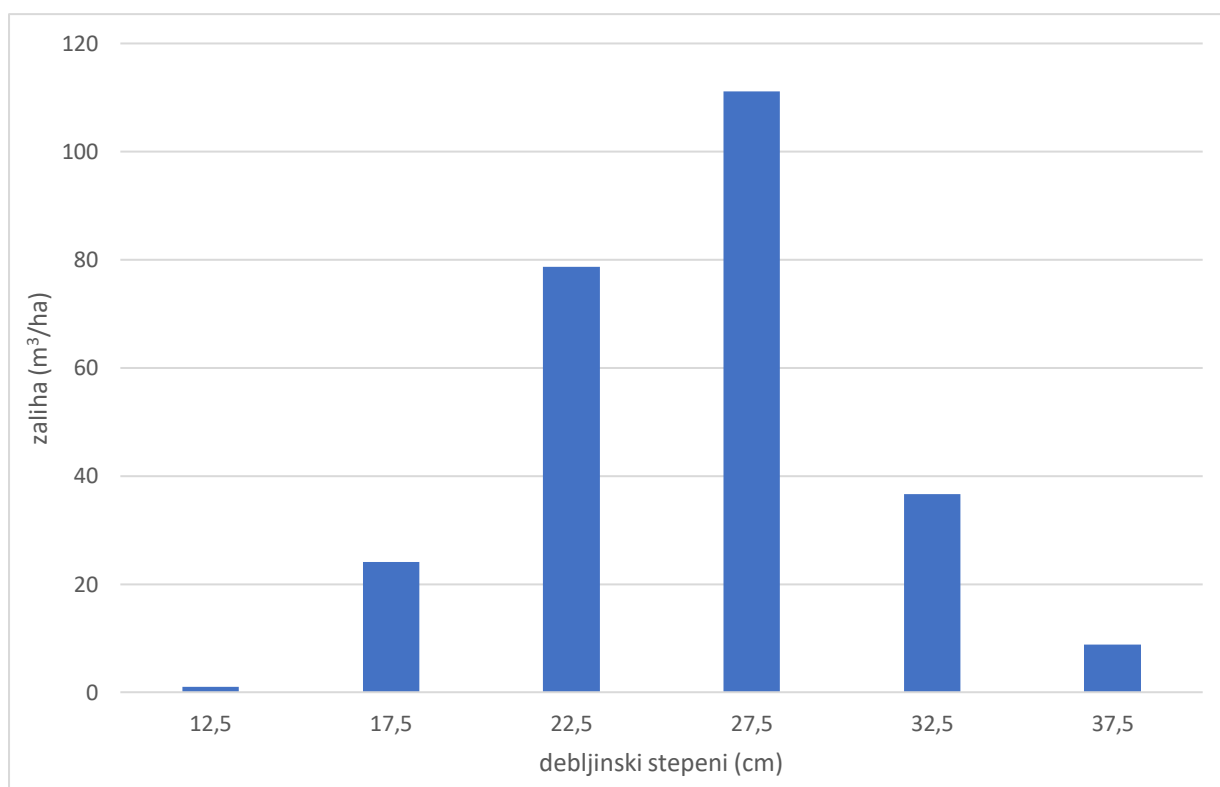
Obračun drvene zalihe pojedinačnih stabala izvršen je pomoću zapreminskih tablica gdje su kao ulazi korišteni prsni prečnici stabala i bonitetni razredi. Prilikom taksacionih snimanja neophodnih za ovo istraživanje mjerene su visine i prsni prečnici stabala prisutnih vrsta drveća, koji su poslužili kao osnov za izradu krivulja bonitetnih razreda po vrstama drveća. Te krivulje su izrađene radi provjere podataka o bonitetnim razredima iz šumskogospodarske osnove. Ustanovljeno je da se vrijednosti bonitetnih razreda koji su sadržani u šumskogospodarskoj osnovi podudaraju s onim koje su utvrđeni na terenu, odnosno da se radi o III bonitetu.

Ukupna zaliha po ha iznosi 260,34 m³ (tabela 3). Najveća zaliha je u debljinskom stepenu 27,5 cm (111,16 m³) dok je najmanja u debljinskom stepenu 12,5 cm (1,004 m³).

Tabela 3. Zaliha po debljinskim stepenima (m^3/ha)

	Debljinski stepen (cm)						Ukupno
	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	
Bijeli bor	1,004	24,048	78,728	111,16	36,6	8,8	260,34

Iz grafikona 3 je vidljivo da raspodjela zalihe (m^3/ha) po debljinskim stepenima ima približno zvonolik odnosno binomski oblik. Očigledno je da od najnižeg debljinskog stepena pa do stepena 27,5 cm dolazi do progresivnog povećanja zalihe, nakon čega dolazi do manje-više pravilnog opadanja zalihe.



Grafikon 3: Raspodjela zalihe (m^3/ha) po debljinskim stepenima

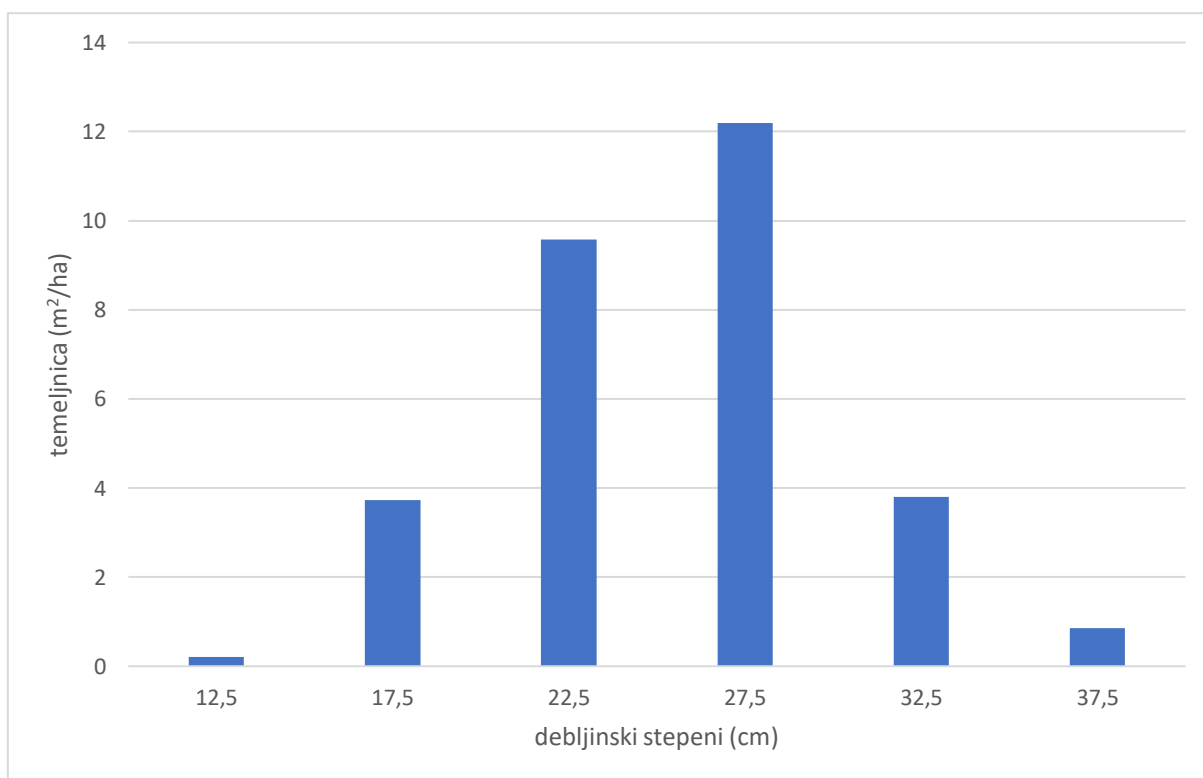
6.1.4. Temeljnica

Prosječna temeljnica u šumskoj kulturi bijelog bora na istraživanoj plohi „Tribanj Tušnica – odjel 1a“ iznosila je 30,398 m²/ha, gdje je najveći udio u debljinskom stepenu 27,5 cm (12,198 m²/ha) dok je najmanja u debljinskom stepenu 12,5 cm i iznosi 0,213 m²/ha (tabela 4).

Tabela 4. Raspodjela temeljnice po debljinskim stepenima (m²/ha)

	Debljinski stepen (cm)						Ukupno
	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	
Bijeli bor	0,213	3,735	9,583	12,198	3,807	0,860	30,398

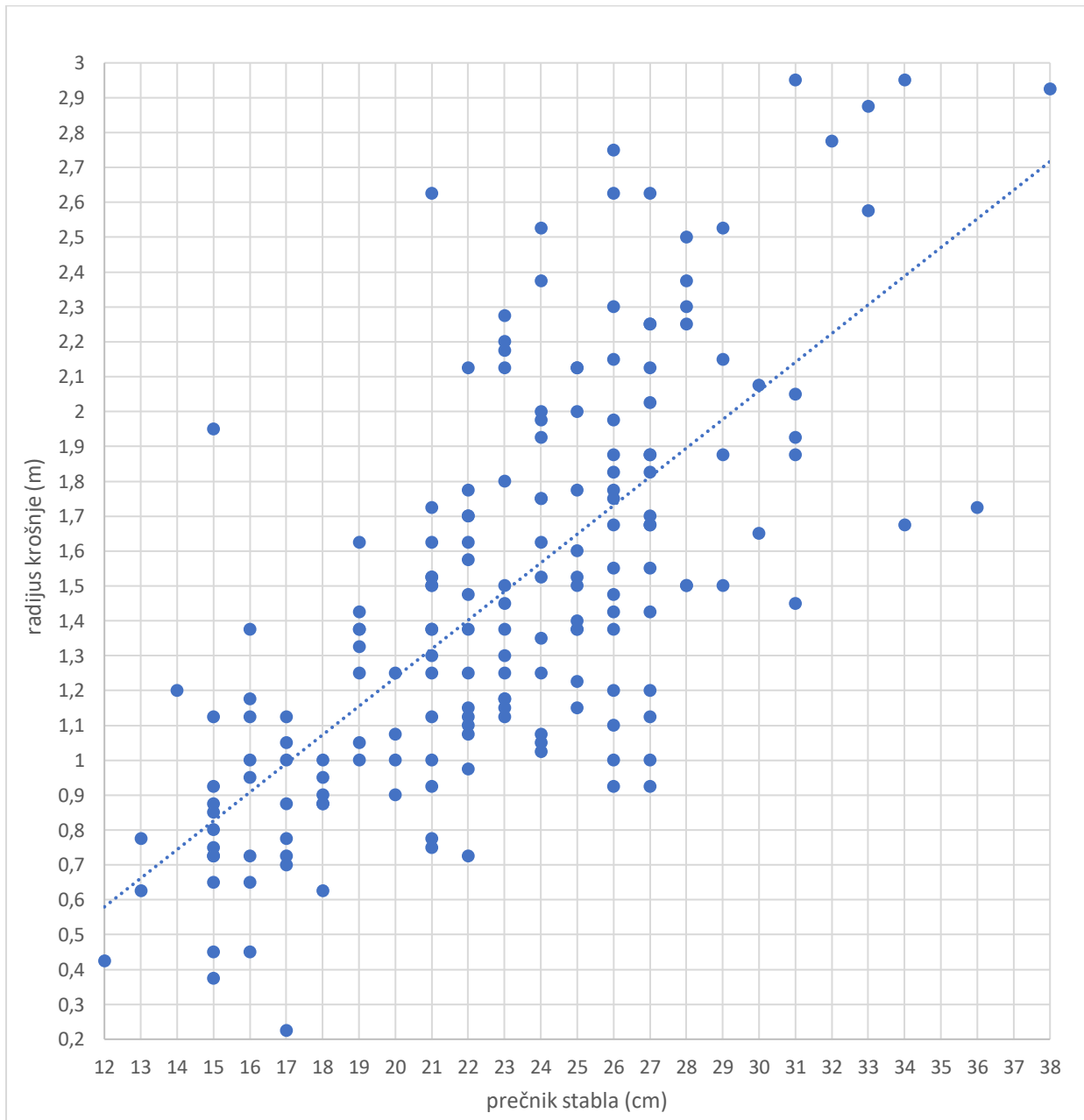
Iz grafikona 4 je vidljivo da raspodjela temeljnice (m²/ha) po debljinskim stepenima ima približno normalan zvonolik, odnosno binomski oblik. Od najnižeg debljinskog stepena (12,5 cm) gdje je temeljnica u minimumu pa do debljinskog stepena 27,5 cm, gdje se dostiže maksimum temeljnice. Povećanje temeljnice je velikog intenziteta, da bi u debljinskom stepenu 32,5 cm došlo do opadanja veličine temeljnice. Nakon toga temeljnica ponovo opada do debljinskog stepena 37,5 cm..



Grafikon 4: Raspodjela temeljnice (m²/ha) po debljinskim stepenima

6.1.5. Odnos prosječnih prečnika i prosječnih radijusa krošnje

Na grafikonu 5 prikazan je odnos izmjerenih prečnika stabala na ekperimentalnoj plohi i prosječni radijusa krošnje za ta stabla. Srednji prečnik šumske kulture iznosi 22,92 cm, te na osnovu prikazane funkcije u grafikonu 1 očitava se da je srednji radijus krošnje 1,48 m.



Grafikon 5: Odnos prosječnih prečnika i radijusa krošnje

6.1.6. Vitkost stabala

Zaštitnu ulogu mogu obavljati samo zdrave i stabilne sastojine. Stabilnost sastojine se ogleda u njenoj otpornosti na negativno djelovanje abiotskih faktora, prije svega vjetra i snijega. Ukoliko su sastojine otporne na lomove i izvale uzrokovane vjetrom i snijegom kažemo da su stabilne. Stabilnost sastojine je u korelaciji sa vitkošću stabala koje sačinjavaju sastojinu. Što su stabla vitkija to je sastojina nestabilnija i obrnuto. Vitkost stabala se izračunava preko koeficijenta vitkosti. Koeficijent vitkosti stabla označuje brojčani odnos njegove visine i prsnog prečnika (H/D). Minimalna vrijednost koeficijenta vitkosti za istraživanu šumsku kulturu bijelog bora je 54,45 dok je maksimalna vrijednost 120. Srednja vrijednost odnosno koeficijent vitkosti za istraživanu šumsku kulturu bijelog bora iznosi 80,91 (tabela 5).

Tabela 5. Koeficijent vitkosti (H/D)

Minimalna vrijednost	54,54
Maksimalna vrijednost	120,00
Prosječna vrijednost	80,91

6.2. Oborine

Količina oborina koja je dospjela na tlo na otvorenom području i u sastojini iskazana u l/m² za prikazane datume mjerenja (odmah nakon evidentiranih oborina) prikazana je u tabeli 6. Ukupno je bilo 14 mjerenja na terenu u mjesecima april, maj i juni 2022. godine. Najveća izmjerena količina oborina koja je dospjela na tlo na otvorenom području iznosila je 24,84 l/m² (10. april), dok je u sastojini pri stepenu sklopa 0.6 -0.7 iznosila 20,81 l/ m², a pri stepenu sklopa 0.8-0.9 iznosila je 18,68 l/m². Najmanja izmjerena količina oborina koja je dospjela na tlo na otvorenom području iznosila je 9,77 l/ m² (15. maj), dok je u sastojini pri stepenu sklopa 0.6 - 0.7 iznosila 8,49 l/ m², a pri stepenu sklopa 0.8-0.9 iznosila je 6,58 l/ m².

Uvidom u rezultate prikazane u tabeli 6 jasno možemo uočiti razliku između količine oborina koja je dospjela na tlo na otvorenom području i u sastojini, gdje je vidljivo da je u sastojini pri različitim stepenima sklopa dospjela manja količina oborina do tla u odnosu na otvoreno područje.

Tabela 6. Količina oborina koja je dospjela na tlo na otvorenom području i u sastojini (l/m²)

Datum mjerenja	Otvoreno područje	Stepen sklopa	
		0.6-0.7	0.8-0.9
10.4.	24,84	20,81	18,68
20.4.	16,77	14,44	13,38
21.4.	15,71	13,16	9,55
23.4.	18,90	14,44	11,46
25.4.	16,14	13,38	10,19
3.5.	16,77	15,71	13,80
9.5.	10,40	9,13	6,58
10.5.	9,77	8,49	6,58
15.5.	8,70	7,86	6,37
17.5.	14,65	12,10	10,62
29.5.	13,38	11,04	9,13
30.5.	12,53	11,04	8,70
6.6.	11,89	10,40	8,92
10.6.	9,13	8,28	6,79

6.3. Intercepcija

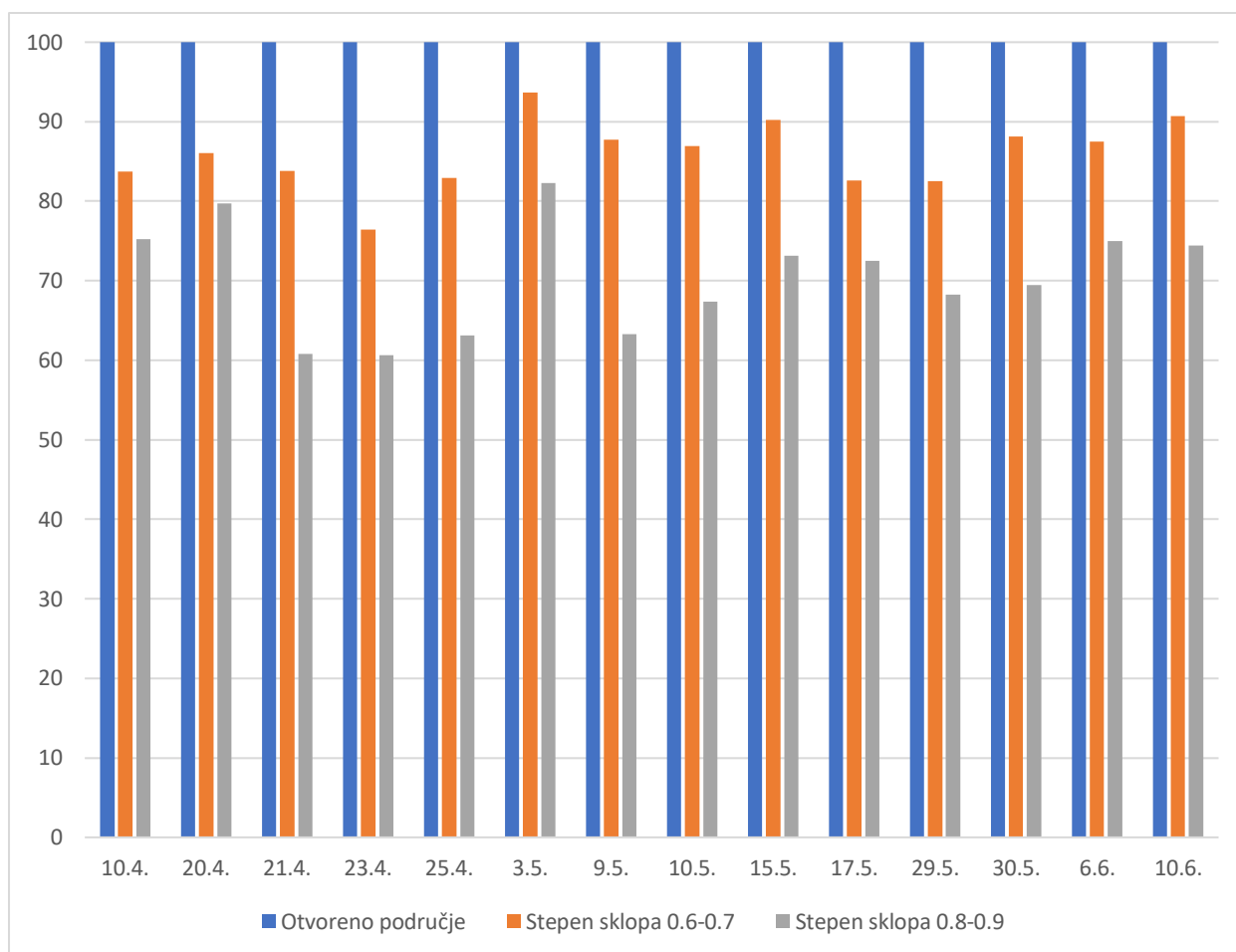
Intercepcija je proces zadržavanja dijela oborina na lišću i granama drveća, grmlja i prizemne flore. Taj dio oborina se isparavanjem vraća u atmosferu. U šumi sva količina oborina ne padne na zemljište, jedan dio se zadrži na krošnjama drveća, grmlja i prizemne flore, odakle ispari.

U tabeli 7 i grafikonu 6 prikazan je procentualni odnos količine oborina koja je dospjela na tlo u sastojini pri stepenu sklopa 0.6 - 0.7, te stepena sklopa 0.8 - 0.9 u odnosu na otvoreno područje (stepen sklopa 0.0). Iz prikazanih rezultata možemo vidjeti da su krošnje bijelog bora pri stepenu sklopa 0.6 - 0.7 u posmatranom periodu prosječno zadržale 14,07% oborina u odnosu na količine oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području. Nadalje možemo uvidjeti da su krošnje bijelog bora u posmatranom periodu pri stepenu sklopa 0.8 - 0.9 prosječno zadržale 29,62% oborina u odnosu na količinu oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području.

Tabela 7: Procentualni odnos količine oborina koja je dospjela na tlo u sastojini pri stepenu sklopa 0.6 - 0.7, stepena sklopa 0.8-0.9 u odnosu na otvoreno područje

Datum mjerenja	Otvoreno područje (stepen sklopa 0.0)	Stepen sklopa 0.6-0.7	Stepen sklopa 0.8-0.9
10.4.	100	83,76	75,21
20.4.	100	86,08	79,75
21.4.	100	83,78	60,81
23.4.	100	76,40	60,67
25.4.	100	82,89	63,16
3.5.	100	93,67	82,28
9.5.	100	87,76	63,27
10.5.	100	86,96	67,39
15.5.	100	90,24	73,17
17.5.	100	82,61	72,46
29.5.	100	82,54	68,25
30.5.	100	88,14	69,49
6.6.	100	87,50	75,00
10.6.	100	90,70	74,42
Prosjek		85,93	70,38

Na grafikonu 6, jasno su vidljivi procentualni odnosi između različitih situacija sklopa. Podaci mjerenja oborina u periodu april – juni 2022.godine uz izuzetak mjerenja 23.april postoji ukazuju da je za 6,5% do 13% manje evidentiranih oborina na kišomjerima (stepena sklopa 0.6-0.7) unutar sastojine u odnosu na kišomjere na otvorenom. Podaci mjerenja oborina u periodu april – juni 2022.godine uz izuzetak mjerenja 23.april -25.april ukazuju da je za 17% do 37% manje evidentiranih oborina na kišomjerima (stepena sklopa 0.8-0.9) unutar sastojine u odnosu na kišomjere na otvorenom.



Grafikon 6: Procentualni odnos količine oborina koja je dospjela na tlo u sastojini i na otvorenom

7. DISKUSIJA

7.1. Osnovni taksacioni elementi:

Broj stabala, temeljnica i drvena zaliha predstavljaju mjeru za gustoću sastojina, a njihove promjene mjeru za dinamiku razvoja tih sastojina. Broj stabala u sastojini se najčešće određuje na površini od jednog hektara. On se vremenom mijenja. Broj mladih stabalaca može biti i više miliona po jednom hektaru dok se kod odraslih sastojina u zreloj fazi može naći tek 100 stabala. Broj stabala je u uskoj korelaciji sa stepenom sklopa sastojine. Sa povećanjem broja stabala za istu starost veća je i skopljenost sastojine. Što je sastojina bolje sklopljena to je intercepcija veća, odnosno veća je sposobnost zadržavanja oborinskih voda unutar sastojine. Međutim, veći broj stabala može značiti i manju stabilnost sastojine koja zbog nepovoljnih uvjeta za rast i negativnog djelovanja abiotskih faktora može da propadne. Polomljena i izvaljena stabla ukoliko se nalaze na strmoj padini često dospijevaju u rječno korito gdje mogu da, uslijed gomilanja, naprave ustavu ili branu koja usporava rječni tok ili utiče na formiranje jezera. Usljed pucanja takvih ustava često dolazi do razvoja bujičnih tokova i poplava u donjim dijelovima rječnih tokova. Zbog toga je radi optimiranja zaštitne funkcije šuma u pogledu regulisanja vodnog režima, od velikog značaja u svakom momentu voditi računa o broju stabala u šumskim sastojinama te imati zdrava, vitalna i stabilna stabla.

Unutar šumske kulture bijelog bora, na eksperimentalnoj plohi ustanovljeno je da se debljine stabala na prsnom prečniku kreću od stepena 12,5 cm do 37,5 cm te je ustanovljeno da se na površini od 1 ha nalazi ukupno 720 stabala bijelog bora od toga u:

- U debljinskom stepenu 12,5 -16 stabala
- U debljinskom stepenu 17,5 -168 stabala
- U debljinskom stepenu 22,5 - 252 stabla
- U debljinskom stepenu 27,5 - 228 stabala
- U debljinskom stepenu 32,5 - 48 stabala
- U debljinskom stepenu 37,5 – 8 stabala

Preko 70% stabala se nalazi u debljinskom stepenu 12,5 cm do 27,5 cm što svakako predstavlja prostor za daljni razvoj sastojine. Srednji prečnik stabala u sastojini je 22,92 cm. Distribucija stabala po debljinskim stepenima nam govori i o strukturi sastojine. Ovakav normalan raspored stabala po debljinskim stepenima nam govori da se radi o jednodobnoj, kvazi jednoslojnoj sastojini. Za optimiranje vodnog režima bolje su raznodobne sastojine koje imaju prebornu strukturu. U tom slučaju bi najviše imalo najtanjih stabala i taj broj bi opadao prema većim

debljinskim stepenima. Takve sastojine imaju više slojeva i karakteristične su po stepenastom ili prebornom sklopu (Pintarić, 1991).

Prosječna temeljnica u šumskoj kulturi bijelog bora (ploha Tribanj Tušnica – odjel 1a) iznosi $30,398 \text{ m}^2/\text{ha}$, gdje je najveći udio u debljinskom stepenu 27,5 cm ($12,198 \text{ m}^2/\text{ha}$) dok je najmanja u debljinskom stepenu 12,5 cm i iznosi $0,213 \text{ m}^2/\text{ha}$

Ukupna zaliha po ha iznosi $260,34 \text{ m}^3/\text{ha}$. Najveća zaliha je u debljinskom stepenu 27,5 cm ($111,16 \text{ m}^3$) dok je najmanja u debljinskom stepenu 12,5cm ($1,004 \text{ m}^3$).

Kada je u pitanju zaliha vidljivo je da raspodjela zalihe (m^3/ha) po debljinskim stepenima ima približno zvonolik odnosno binomski oblik. Očigledno je da od najnižeg debljinskog stepena pa do stepena 27,5 cm dolazi do progresivnog povećanja zalihe, nakon čega dolazi do manje-više pravilnog opadanja zalihe.

Srednji prečnik istraživane šumske kulture bijelog bora iznosi 22,92 cm dok je srednji radijus krošnje za dati prečnik 1,48 m. Površina krošnje stabla šumske kulture sa srednjim radijusom 1,48 metara iznosi $6,87 \text{ m}^2$. Broj stabala na površini od 1 ha za ovaj srednji prečnik potreban da bih sklop bio potpun je cca 1456 stabala. Taksativnim premjerom je ustanovljeno da je broj stabala po 1 ha u ovoj šumskoj kulturi iznosi 720 stabala po 1 ha, što je za 736 stabala manje.

7.2. Vitkost stabala

Određivanje koeficijenta vitkosti stabala važno je u kontekstu procjene stabilnosti sastojine odnosno otpornosti sastojine na abiotičke štetne uticaje kao što su vjetar i snijeg. Ukoliko stabla imaju veću vitkost nestabilnija su i ugroženija od vjetro i snjegoizvala i lomova čime dolazi do narušavanja stepena, što posebno dolazi do izražaja kod kultura osnovanih gustom sadnjom. Stabilne sastojine sa očuvanim sklopom koje se mogu oduprijeti štetnim abiotičkim uticajima omogućavaju regulaciju ravnoteže vodnih odnosa u tlu te time doprinose zaštiti tla od štetnog djelovanja vode i erozije.

Prema Jevtiću (1992) prikazana je sljedeća kategorizacija sastojina prema stepenu vitkosti:

- Ako je koeficijent vitkosti ispod 80 sastojina je stabilna
- Ako je koeficijent vitkosti 90-100 postoji određena zona rizika
- Ako je koeficijent vitkosti iznad 100 onda je to već zona visokog rizika po stabilnost sastojine te stabla nisu individualno stabilna

Minimalna vrijednost koeficijenta vitkosti za istraživanu šumsku kulturu bijelog bora je 54,45 dok je maksimalna vrijednost 120. Srednja vrijednost, odnosno koeficijent vitkosti za istraživanu šumsku kulturu bijelog bora iznosi 80,91.

Imajući u vidu naprijed navedeno možemo konstatovati da je istraživana šumska kultura bijelog bora stabilna ($K_v = 80,91$).

7.3. Oborine

Oborinske vode koje dopiju do šumskog zemljišta se postepeno infiltriraju u tlo a samo mali dio otiče lateralno. Korijenje drveća, u ovom slučaju bijelog bora ima jake žile koje prodiru u dublje slojeve zemljišta. One rahle tlo i stvaraju makro pore u kojima se zadržava voda. Prema Klein (2003) šumska zemljišta u toku jednog sata infiltriraju do 75 litara oborinske vode, dok je infiltracija na otvorenom znatno slabija i kreće se do 20 litara po satu. U slučaju intenzivnih oborina u kratkom vremenu šuma zadržava veliku količinu oborina i postepeno je otpušta dok se na otvorenim područjima samo manja količina zadržava, dok najveći dio lateralno otiče noseći sa sobom čestice tla te u donjim padinskim dijelovima poprima bujični tok.

Najveća izmjerena količina oborina u jednom danu koja je dospjela na tlo u posmatranom periodu (april-juni) iznosila je $24,84 \text{ l/ m}^2$, dok je u sastojini pri stepenu sklopa 0.6 -0.7 iznosila $20,81 \text{ l/ m}^2$, a pri stepenu sklopa 0.8-0.9 iznosila je $18,68 \text{ l/ m}^2$. Najmanja izmjerena količina oborina izmjerena u posmatranom periodu u jednom danu a koja je dospjela na tlo na otvorenom području i ista je iznosila $9,77 \text{ l/ m}^2$, dok je u sastojini pri stepenu sklopa 0.6 -0.7 iznosila $8,49 \text{ l/ m}^2$, a pri stepenu sklopa 0.8-0.9 iznosila je $6,58 \text{ l/ m}^2$. Podaci mjerenja oborina u periodu april – juni 2022.godine uz izuzetak mjerenja u periodu 21.april do 25.april kada je uz obilne oborine i mješavinu snijega i kiše evidentiran i veliki uticaj vjetrova, pokazuju da između količine oborina koja dospije na tlo na otvorenom području i u sastojini (pri različitim stepenima sklopa) postoji vidljiva razlika, odnosno da je za 10% do 30% manje evidentiranih oborina na kišomjerima unutar sastojine u odnosu na kišomjere na otvorenom.

7.4. Intercepcija

Šuma posjeduje veliku, u jednom sloju vidljivu, površinu koju zauzima lišće ili iglice. Do 30% godišnjih oborina se prije nego dospije do tla zadrži na listovima i ispari u atmosferu (intercepcija). Na poljoprivrednim površinama taj udio je svega 10% (Klein, 2003). Prema Pintariću (2004) prosječna intercepcija u šumama jele i smrče je 40%, a u šumama bijelog bora 20% do 40%. Prema Pelešu (2017) navodi se da se u krošnjama smrčinih i jelinih stabala zadrži otprilike 19%, u borovim 27%, u bukovim 5% sveukupnih padavina, što u prosjeku iznosi 15% od ukupnih padavina. Na osnovu navedenih istraživanja vidljivo je da intercepcija varira i zavisi od mnogobrojnih faktora, prije svega vrste drveća, starosti sastojine, vertikalne strukture

sastojine, količine i intenziteta oborina, godišnjeg doba. Starije sastojine i bolje sklopljene sastojine zadržavaju u krošnjama veću količinu oborinske vode od mlađih i rjeđih sastojina. Sastojine četinaru zadržavaju veću količinu vode od sastojina lišćara. Ovo je razumljivo ako se ima u vidu da tokom zime sastojine lišćara odbacuju lišće i najveći dio oborina u tom periodu dospije do tla.

Rezultati ovih istraživanja su pokazali da su krošnje bijelog bora u promatranom periodu pri stepenu sklopa 0.6 - 0.7 zadržale 14,07% oborina u odnosu na količine oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području. Nadalje, krošnje bijelog bora u promatranom periodu pri stepenu sklopa 0.8 - 0.9 zadržale su 29,62% oborina u odnosu na količinu oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području. I ova istraživanja su pokazala da bolje sklopljene sastojine u krošnjama zadržavaju veću količinu oborinske vode.

Ukoliko uzmemo da je prosječna intercepcija u šumama bijelog bora 30%, možemo konstatovati da je količina oborina koje su krošnje bijelog bora u istraživanoj šumskoj kulturi pri stepenu sklopa 0.8-0.9 zadržale (29,62%) u odnosu na količinu oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području upravo u tom prosjeku. Ukoliko bi potpuno sklopili sastojinu sa krošnjama stabala bijelog bora (stepen sklopa 0.9.-1.0), onda bi broj stabala bijelog bora ovoga srednjeg prečnika (22,92) trebao biti između 1310 do 1456 stabala. Međutim u tom slučaju bih, zbog izražene konkurencije među stablima, došlo do povećanja vitkosti stabala sa čime bi se vjerovatno narušila i sama stabilnost sastojine. Na osnovu navedenog može se zaključiti da sastojinu treba posmatrati kao dinamičku tvorevinu, te u svakom momentu voditi računa o optimalnom broju stabala po jedinici površine ne samo radi ostvarenja pojedinačnih funkcija, već imati holistički pristup radi postizanja uravnotežene multifunkcionalnosti šumskih ekosistema.

8. ZAKLJUČCI

I

S aspekta regulacije vodnog režima i poplava, protuerozione zaštite zemljišta šume su nezamjenjiv faktor. U kojoj mjeri šuma može uticati na akumulaciju vode i pojave izvora vode pokazuju brojni primjeri njihovog nastanka ili obnavljanja poslije pošumljavanja površina šumskih goleti. Pod očuvanim šumskim sastojinama nema izraženih erozionih procesa i obrnuto – u degradiranim sastojinama su česta pojava. Regulacija vodnog režima ogleda se u većoj akumulaciji i stvaranju rezervi vode i njenom sporijem oticanju. Izuzev vezivanja vode u šumi upijanjem od listinca i tla, oborinska voda se veže i intercepcijom u šumi, odnosno jedan dio vode se se zadrži na krošnjama drveća, odakle ispari (intercepcija). Prema nekim podacima intercepcija je različita i varira od 10% do 40%, a svakako da zavisi od od vrste dendroflora, sklopa sastojina, njezine građe, starosti količine i intenziteta oborina, ukupne godišnje količine oborina i od godišnjeg doba. Zbog svoje uloge u bilansiranju vodnih odnosa u krajoliku, pročišćavanja vode i sprječavanja erozije tla, šumski ekosistem predstavlja izuzetno vrijedan vodoprivredni objekt.

Cilj ovih istraživanja je bio optimiranje strukturnih karakteristika šumske kulture bijelog bora u funkciji što bolje zaštite šumskih zemljišta na krečnjacima od ispiranja oborinskom vodom. Da li rjeđe ili gušće sklopljene šumske kulture, odnosno da li veći ili manji broj stabala u određenoj životnoj dobi utiče na intercepciju od strane krošnji stabala bijelog bora je bio poseban fokus ovih istraživanja. U svrhu ostvarivanja ovih ciljeva korišten je eksperimentalni metod. Na području gospodarske jedinice Tribanj - Tušnica, odjel 1a, šumsko gospodarsko područje Livanjsko postavljena je eksperimentalna ploha površine 50x50 m. Ploha je postavljena u odjelu šumske kulture bijelog bora, udaljenosti prosječne visine dominantnog stabla od rubova šume. Izvršeni su taksacioni premjeri svih stabala te je pritom utvrđena pozicija stabla (koordinate za svako stablo), prečnik stabala, visina stabala, dužina krošnje, dužina debla, te projekcija krošnje prema 4 strane svijeta. U svrhu utvrđivanja količine oborina na datom lokalitetu izrađeni su improvizirani kišomjeri od dvolitarskih boca (prečnik otvora boce - 5 cm, što odgovara površini $0,76 \text{ cm}^2$) te postavljeni na letvu visine 1,00 m na otvorenom području i unutar sastojine (plohe). Na udaljenosti od 25 metara od ruba šume na otvorenom području postavljena su 3 kišomjera za izmjeru količine oborina na otvorenom, dok je unutar sastojine (eksperimentalne plohe 50x50m) postavljeno 6 kišomjera za dvije situacije stepena sklopa (0.6 – 0.7 i 0.8 – 0.9).

II

Broj stabala, temeljnica i drvena zaliha predstavljaju mjeru za gustoću sastojina, a njihove promjene mjeru za dinamiku razvoja tih sastojina. Što je sastojina bolje sklopljena to je intercepcija veća, odnosno veća je sposobnost zadržavanja oborinskih voda unutar sastojine. Debljinski stepeni koji su evidentirani na eksperimentalnoj plohi kreću se od stepena 12,5 cm do 37,5 cm te je ustanovljeno da se na površini od 1 ha nalazi ukupno 720 stabala bijelog bora. Preko 70% stabala se nalazi u debljinskom stepenu 12,5 cm do 27,5 cm što svakako predstavlja prostor za daljni razvoj sastojine. Ovakav normalan raspored stabala po debljinskim stepenima nam govori da se radi o jednodobnoj, kvazi jednoslojnoj sastojini. Za optimiranje vodnog režima bolje su raznodobne sastojine koje imaju prebornu strukturu. U tom slučaju bi najviše imalo najtanjih stabala i taj broj bi opadao prema većim debljinskim stepenima.

Prosječna temeljnica u šumskoj kulturi bijelog bora (ploha Tribanj Tušnica – odjel 1a) iznosila je $30,398 \text{ m}^2/\text{ha}$, gdje je najveći udio u debljinskom stepenu 27,5 cm ($12,198 \text{ m}^2/\text{ha}$) dok je najmanja u debljinskom stepenu 12,5 cm i iznosi $0,213 \text{ m}^2/\text{ha}$. Ukupna zaliha po ha iznosi $260,34 \text{ m}^3/\text{ha}$. Najveća zaliha je u debljinskom stepenu 27,5 cm ($111,16 \text{ m}^3$) dok je najmanja u debljinskom stepenu 12,5 cm ($1,004 \text{ m}^3$). Kada je u pitanju zaliha vidljivo je da je raspodjela zalihe (m^3/ha) po debljinskim stepenima ima približno zvonolik odnosno binomski oblik. Očigledno je da od najnižeg debljinskog stepena pa do stepena 27,5 cm dolazi do progresivnog povećanja zalihe, nakon čega dolazi do manje-više pravilnog opadanja zalihe. Srednji prečnik istraživane šumske kulture bijelog bora iznosi 22,92 cm dok je srednji radijus krošnje za dati prečnik 1,48 m. Površina krošnje stabla šumske kulture sa srednjim radijusom 1,48 metara iznosi $6,87 \text{ m}^2$. Broj stabala na površini od 1 ha za ovaj srednji prečnik potreban da bih sklop bio potpun je cca 1456 stabala. Premjerom taksacionih elemenata je ustanovljeno da je broj stabala po 1 ha u ovoj šumskoj kulturi 720 stabala po 1 ha, što je za 736 stabala manje.

III

Podaci mjerenja oborina u periodu april – juni 2022.godine uz izuzetak mjerenja u periodu 21.april do 25.april kada je uz obilne oborine i mješavinu snijega i kiše evidentiran i veliki uticaj vjetra, pokazuju da između količine oborina koja dospije na tlo na otvorenom području i u sastojini (pri različitim stepenima sklopa) postoji vidljiva razlika, odnosno da je za 10% do 30% manje evidentiranih oborina na kišomjerima unutar sastojine u odnosu na kišomjere na

otvorenom. Rezultati ovih istraživanja su pokazali da su krošnje bijelog bora u promatranom periodu pri stepenu sklopa 0.6 - 0.7 zadržale 14,07% oborina u odnosu na količine oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području. Nadalje, krošnje bijelog bora u promatranom periodu pri stepenu sklopa 0.8 - 0.9 zadržale su 29,62% oborina u odnosu na količinu oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području.

Ukoliko bi potpuno sklopili sastojinu sa krošnjama stabala bijelog bora (stepen sklopa 0.9 – 1.0), onda bi broj stabala bijelog bora ovoga srednjeg prečnika (22,92) trebao biti između 1310 do 1456 stabala. Međutim u tom slučaju bih, zbog izražene konkurencije među stablima, došlo do povećanja vitkosti stabala sa čime bi se vjerovatno narušila i sama stabilnost sastojine.

Na osnovu navedenog može se zaključiti da sastojinu treba posmatrati kao dinamičku tvorevinu, te u svakom momentu voditi računa o optimalnom broju stabala po jedinici površine ne samo radi ostvarenja pojedinačnih funkcija, već imati holistički pristup radi postizanja uravnotežene multifunkcionalnosti šumskih ekosistema.

9. LITERATURA

1. Brofas, G., Varelides C., Mantakes, G. 2004: Effect of a hydro gel on plant survival in mining spoils (4th year results). Proceedings of the Conference on technology and management for sustainable exploitation of minerals and natural resources, Kharagpur
2. Beus, V. 2005: Šume regulator vodnog režima i zaštite zemljišta od erozije. Upravljanje rizicima od poplava i ublažavanje njihovih štetnih posljedica. Akademija nauka i umjetnosti BiH, Sarajevo
3. Chen, Z., Auler, A.S., Bakalowicz, M. 2017: The World Karst Aquifer Mapping project: concept, mapping procedure and map of Europe. Hydrogeol J 25
4. CEPOS, 2011: Izvještaj o napretku realizacije konsultantske usluge za izradu studije “gospodarenje kršem”, Sarajevo
5. Cvijić, J. 1893: Das Karstphänomen. Versuch einer morphologischen Monographie. Geographischen Abhandlung, Wien V(3):218–329
6. Cvijić, J. 1901: Morphologische und glaziale Studien aus Bosnien, der Hercegovina und Montenegro; 2, Die karstpoljen. Abhandlung Geographisches Geschichte 3 (2):1–85
7. Ćirić, M., Stefanović, V., Drinić, P. 1971: Tipovi bukavih šuma i mješovitih šuma bukve, jele i smrče u BiH
8. Čustović, H., Ljuša, M., Schlingloff, S. 2020: Sustainable land management—approaches and practices in Bosnia and Herzegovina. University of Sarajevo
9. Đikić, S. 1959: Historijski razvoj devastacije i degradacije krša u Bosni i Hercegovini. Krš Bosne i Hercegovine. Savezno savjetovanje o kršu. Knjiga 3, Split
10. Đorović, M., Isajev, B., Kadović, R., 2003: Sistemi antierozionog pošumljavanja i zatravljivanja. Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Banja Luka
11. Ford, D.C. 1993: Environmental Change in Karst Areas. Environmental Geology 21
12. Gillieson, D., Smith, D.I. 1989: Resource Management in Limestone Landscapes: International Perspectives. Special Publication 2, Department of Geography and Oceanography, University College, Australian Defence Force Academy, Canberra
13. Jahić, M. 2005: Uređivanje bujica. Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet
14. Jovanović, B. 2000: Dendrologija. Univerzitetska štampa, Beograd
15. Klein, B. 2003: Mit dem Wald gegen die Flut. Landesforstpraesidium LFP, OT Grupa s. 44.

16. Lojo, A., Balić, B., Bajrić, M., Alojz, Đ., Hočevan, M., 2008: Druga državna inventura šuma u Bosni i Hercegovini – komparacija rezultata prve i druge inventure šuma za oblast 1. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu
17. Natural Resource Management in Southeast Europe: Forest, Soil and Water, Skopje: GIZ, 2017. - 270 str. : ilustr. ; 30 cm
18. Mitchell, W.K., Dunsworth, G., Simpson, D.G., Vyse, A. 1990: Seedling production and processing: container British Columbia's Forests. Vancouver, BC: University of British Columbia Press
19. Mekić, F. 1998: Uzgajanje šuma, ekološki osnovi. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu
20. Packer, P.E. 1974: Rehabilitation potentials and limitations of surface-mined land in the northern Great Plains. Intermountain For. and Range Exp. Sta. USDA for. Serv. Gen. Tec. Rep. INT- 14.
21. Peleš, I. 2017: Opće korisne funkcije šuma u odnosu na vode, završni rad, Šumarski fakultet Univerzitet u Zagrebu.
22. Pintarić, K. 1991: Uzgajanje šuma, II-dio tehnika obnove i njege sastojina. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu
23. Pintarić, K. 2002: Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Federacije Bosne i Hercegovine (UŠIT), Sarajevo
24. Pintarić, K. 2004: Značaj šume za čovjeka i životnu sredinu, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Federacije Bosne i Hercegovine, Sarajevo.
25. Prpić, B. 2001: Preborna šuma kao infrastrukturna kategorija prostora, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb.
26. Sabadi, R., Krznar, A., Jakovac, H., N. Miler, 1990: Općekorisne funkcije šuma i problem njihova vrednovanja u razvoju narodnog gospodarstva. Glasnik za šumske pokuse
27. Sauro, U., Bondesan, A., & Meneghel, M. 1991: Proceedings of the International Conference on Environmental Changes in Karst Areas. Quaderni del Dipartimento di Geografia, Universita di Padova
28. Stefanović, V. 1980: Ekotipska diferencijacija bijelog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Bosni i Hercegovini. Posebna izdanja br. 13. Sarajevo.

29. Stojanović, Lj., Krstić, M. 2009: Prorede u veštački podignutim sastojinama crnog i belog bora u Srbiji, Časopis Šumarstvo 1-2, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije
30. Strategija i akcioni plan za zaštitu biološke raznolikosti Bosne i Hercegovine 2015.-2020., Podrška Bosni i Hercegovini za revidiranje Strategije i akcionog plana za zaštitu biološke raznolikosti i izradu Petog nacionalnog izvještaja prema Konvenciji o biološkoj raznolikosti, NBSAP BiH, 2016.
31. Tikvić, I., Seletković, Z. 2003: Utjecaj pošumljavanja krša na hidrološku funkciju šuma. Šumarski list, posebni broj 125, Zagreb
32. Višnjčić, Č. 2018: Izbor sadnica i načina sadnje kao ključnih faktora za uspjeh pošumljavanja na kraškom području. Simpozij Poljoprivreda i šumarstvo na kršu mediteransko-submediteranskog istočnojadranskog područja - stanje i perspektive. Posebna izdanja ANUBiH.
33. Vlahoviček, M. 2018: Analiza pripreme staništa za pošumljavanje. Šumarski fakultet Zagreb.
34. Šafar, J. 1963: Uzgajanje šuma. Savez šumarskih društava Hrvatske, Zagreb.
35. Šumsko gospodarska osnova za ŠGP Livanjsko, 2021. draft.
36. Williams, P.W. 1993: Environmental Change and Human Impact on Karst Terrains: An Introduction. Catena Supplement 25

PRILOZI

Prilog 1. Dnevnik mjerenja na kontrolnim stanicama kišomjera

Redni broj	Datum mjerenja	Vrijeme mjerenja	Ploha	Odjel	Oznaka kišomjera	Tip kišomjera 1-Otvoreno područje, 2-Stepen sklopa 0.6-0.7; 3- Stepen sklopa 0.8-0.9)	Izmjerena količina vode
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							
13.							
14.							
15.							
16.							
17.							
18.							

Prilog 2. Dnevnik izmjere taksacionih elemenata šumske kulture bijelog bora

Redni broj stabla	Datum mjerenja	Koordinata stabla X	Koordinata stabla Y	Prečnik stabla na visini 1,3m (u cm)	Visina stabla (u m)	Radijus krošnje prema sjeveru (u m)	Radijus krošnje prema jugu (u m)	Radijus krošnje prema zapadu (u m)	Radijus krošnje prema istoku (u m)	Dužina debla (u m)
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										
11.										
12.										
13.										
14.										
15.										

REZIME

Šume kao prirodni resurs imaju nezamjenjivu ulogu u regulisanju vodnog režima. Uticaj šuma na vodni režim ogleda se u većoj akumulaciji i stvaranju rezervi vode i njenom sporijem oticanju gdje veliku ulogu igra listinac, koji u funkciji spuđera ima visok kapacitet za vodu te time smanjuje površinsko oticanje vode, odnosno sprječava brzo proticanje vode i stvaranje bujičnih tokova. Krošnje stabala dijelom zadržavaju oborinsku vodu sprječavajući nagli dotok velike količine vode na površini zemljišta. Zaštita zemljišta od ispiranja upravo i jeste razlog zašto šume na kršu imaju primarno zaštitnu funkciju. Zdravije, vitalnije i dobro strukturno izgrađene šume bolje obavljaju ovu funkciju. Posebnu važnost pri tome ima vrsta drveća koja je zastupljena u šumskoj zajednici na krečnjacima, stepen sklopljenosti krošanja, broj stabala po jedinici površine i distribucija stabala po debljini i visini. Cilj ovih istraživanja je optimiranje strukturnih karakteristika šumske kulture bijelog bora u funkciji što bolje zaštite šumskih zemljišta na krečnjacima od ispiranja oborinskom vodom. Poseban fokus ovih istraživanja bio je dati odgovore na pitanja da li rjeđe ili gušće sklopljene šumske kulture, odnosno da li veći ili manji broj stabala u određenoj životnoj dobi utiče na intercepciju od strane krošnji stabala bijelog bora. Na teritoriji šumsko gospodarskog području Livanjsko u jugozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine u šumskoj kulturi bijelog bora G.J. Tribanj - Tušnica, odjel 1a postavljena je eksperimentalna ploha površine 50x50m na kojoj su izvršeni premjeri takasacionih elemenata sastojine te postavljeni kišomjeri unutar sastojine (stepen sklopa 0.6 - 0.7 i stepen sklopa 0.8 - 0.9) i na otvorenom području. Na istraživanoj šumskoj kulturi na površini od 1 ha nalazi se 720 stabala, preko 70% stabala se nalazi u debljinskom stepenu 12,5 cm do 27,5 što predstavlja prostor za daljni razvoj sastojine. Srednji prečnik stabala u sastojini je 22,92 cm. Distribucija stabala po debljinskim stepenima nam govori i o strukturi sastojine. Ovakav normalan raspored stabala po debljinskim stepenima nam govori da se radi o jednodobnoj, kvazi jednoslojnoj sastojini. Za optimiranje vodnog režima bolje su raznodobne sastojine koje imaju prebornu strukturu. U tom slučaju bi najviše imalo najtanjih stabala i taj broj bi opadao prema većim debljinskim stepenima. Prosječna temeljnica iznosi 30,398 m^2/ha , a ukupna zaliha iznosi 260,34 m^3/ha . Koeficijent vitkosti za istraživanu šumsku kulturu bijelog bora iznosi 80,91 te se može konstatovati da je sastojina stabilna. Rezultati ovih istraživanja su pokazali da su krošnje bijelog bora u promatranom periodu pri stepenu sklopa 0.6 - 0.7 zadržale 14,07% oborina a pri stepenu sklopa 0.8 - 0.9 zadržale su 29,62% u odnosu na količine oborina koja je dospjela na tlo u otvorenom području. Ukoliko bi potpuno sklopili sastojinu (stepen sklopa 0.9-1.0) sa krošnjama stabala bijelog bora, onda bi broj stabala bijelog bora ovoga srednjeg prečnika

(22,92) trebao biti od 1310 do 1456 stabala. Zbog izražene konkurencije među stablima, sa povećanjem broja stabala došlo bi do povećanja vitkosti stabala sa čime bi se vjerovatno narušila i sama stabilnost sastojine te uslijed nepovoljnih uvjeta za rad i negativnog djelovanja abiotiskih faktora i do propadanja same sastojine. Uslijed uticaja tih faktora polomljena i izvaljena stabla ukoliko se nalaze na strmoj padini često dospijevaju u rječno korito gdje mogu da, uslijed gomilanja, naprave ustavu ili branu koja usporava rječni tok ili utiče na formiranje jezera. Uslijed pucanja takvih ustava često dolazi do razvoja bujičnih tokova i poplava u donjim dijelovima rječnih tokova. S tim u vezi sastojinu treba posmatrati kao dinamičku tvorevinu, te u svakom momentu voditi računa o optimalnom broju stabala po jedinici površine ne samo radi ostvarenja pojedinačnih funkcija, već imati holistički pristup radi postizanja uravnotežene multifunkcionalnosti šumskih ekosistema.