

RADOVI

ŠUMARSKOG
FAKULTETA
UNIVERZITETA U
SARAJEVU

OF THE FACULTY
OF FORESTRY
UNIVERSITY OF SARAJEVO

WORKS

VOLUME 55 | ISSUE 2



SARAJEVO, 2025

The first issue of journal was published in 1952

Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo were published in certain periods as:

Works of the Faculty of Agriculture and Forestry in Sarajevo (1952 - 1958)

Works of the Faculty of Forestry and the Institute of Forestry and Wood Industry (1959 - 1964)

Works of the Faculty of Forestry and the Institute of Forestry in Sarajevo (1965 - 1981)

Works of the Faculty of Forestry Sarajevo (1981 – 1998)

Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo (1998 -)

Prvo izdanje časopisa je bilo 1952. godine

Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu izdavani su u pojedinim periodima kao:

Radovi Poljoprivredno – šumarskog fakulteta u Sarajevu (1952 – 1958.)

Radovi Šumarskog fakulteta i instituta za šumarstvo i drvnu industriju (1959 – 1964.)

Radovi Šumarskog fakulteta i instituta za šumarstvo u Sarajevu (1965 – 1981.)

Radovi Šumarskog fakulteta u Sarajevu (1981 – 1998.)

Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu (1998 -)

Publisher / Izdavač

Faculty of Forestry, University of Sarajevo / Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu

Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

email: radovi@sfsa.unsa.ba

Tel: +387 33 812 490/491

Fax: + 387 33 812 488

www.radovi.sfsa.unsa.ba

Copyright © of the Faculty of Forestry University of Sarajevo

Volume losses of spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) and fir (*Abies alba* Mill.) roundwood due to prescribed method of scaling

Utjecaj propisanog načina premjera na greške obračunate zapremine oblog drveta smrče (*Picea abies* (L.) Karsten) i jele (*Abies alba* Mill.)

Jusuf Musić^{1*}, Jelena Knežević¹, Velid Halilović¹, Besim Balić¹, Admir Avdagić¹, Amina Karišik¹, Ehlimana Pamić¹

I Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

The study examined the sources of volume loss in spruce and fir roundwood resulting from the prescribed Huber's formula, the prescribed method of diameter measurement, the prescribed method of length measurement, and the deduction of double bark thickness. The Riecke's formula was assumed to provide the most accurate determination of the log volume and was therefore used to calculate the gross volume of roundwood, serving as the reference value for quantifying the observed losses. For all analyzed sources of volume loss, except when applying Huber's formula, a dependence on diameter class was observed, with losses decreasing as the diameter increased. The highest percentage of volume loss for both spruce and fir logs was found when deducting double bark thickness (ranging from 9.1% to 6.4% for spruce and from 10.7% to 7.7% for fir), followed by the prescribed method of diameter measurement (from 7.3% to 1.7%). Additional losses were associated with the prescribed volume calculation formula (from 5.3% to 1.5% for spruce and from 3.7% to 1.1% for fir) and the prescribed method of length measurement (from 3.1% to 2.1%).

Key words: spruce, fir, roundwood measurement, volume loss

INTRODUCTION – Uvod

Pri trgovini drvetom u bosanskohercegovačkom šumarstvu, oblo drvo se otprema i prodaje u skladu s odredbama standarda JUS D.BO.022 iz 1984. godine, kojim je definisano razvrstavanje i mjerenje neobrađenog i obrađenog drveta. U cilju pojašnjenja određenih nedostataka ovog standarda neophodno je razlikovati i pojasniti pojmove *mjerenja* i *određivanja*. Mjerenje je propi-

sani postupak utvrđivanja dimenzija (prečnik, dužina), a određivanje je postupak utvrđivanja zapremine ili neke druge veličine oblog drveta. Prema odredbama navedenog standarda, oblovina se mjeri tako da se pojedinačno mjere prečnik i dužina. Prečnik se mjeri, po pravilu, bez kore, na sredini dužine oblog drveta unakrsno (najveći i najmanji), te se zaokružuje na cijele centimetre, naniže. Pri određivanju zapremine, u račun se uzima aritmetička sredina koja se, također, zaokružuje na cijele

* Coresponding author: Jusuf Musić, email: j.music@sfsa.unsa.ba, Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

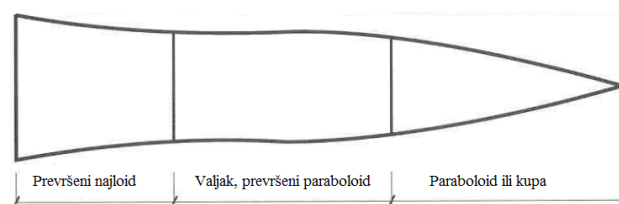
centimetre, naniže. Ukoliko se prečnik mjeri s korom, debljina kore se odbija. Dužina se mjeri na najkraćem potezu, zaokružena na puni niži decimetar, pri čemu u izmjerenu dužinu ne ulazi tzv. *nadmjera ili prid*, koja za četinare iznosi 1-2 cm/m'. Iako standardom nije izričito propisan način određivanja zapremine, iz opisanog postupka mjerenja dimenzija proizlazi da se zapremina oblog drveta utvrđuje primjenom formule srednjeg presjeka, odnosno tzv. Huberovom formulom. Navedenim standardom predviđeno je utvrđivanje količine tehničkog drveta i prema masi (kg) te komadu (sitno tehničko drvo). Ipak, s obzirom na to da se sortimenti sitnog tehničkog drveta praktično više i ne izrađuju, a da je za utvrđivanje mase drveta neophodno mjeriti njegovu vlažnost, u operativnom šumarstvu FBiH zapremina oblog drveta te njegova otprema i prodaja obavlja se isključivo po utvrđenim količinama u kubnim metrima (m^3). Sve metode određivanja (procjene) zapremine pojedinačnih komada oblog drveta, u principu, zasnivaju se na mjerenju njihove dužine i prečnika, a većina metoda za obračun površine presjeka drveta na mjestu mjerenja prečnika sadrži formulu za obračun površine kruga. S obzirom na mjesto mjerenja prečnika, odnosno površine presjeka, u svijetu postoji dosta vrlo različitih formula za procjenu zapremine izrađenoga obloga drveta, pri čemu primjena Huberove formule daje tačan rezultat samo za valjak i Apolonijev paraboloid, dok za sve ostale oblike daje manju zapreminu od stvarne (Rebula, 1994). Primjena različitih pravila (standarda) rezultira da razlike u obračunatoj zapremini njihovim korištenjem dostižu čak do 40% (Miklašević, 2013).

Sortimentne tablice za najvažnije vrste drveća u BiH (Vukmirović, 1971; Pavlič, 1973; Prolić, 1975) koje predstavljaju osnov za planiranje proizvodnje drvnih sortimenata šumarskih preduzeća, a time i njihovog prihoda, pored čitavog niza proizvoda sadrže i kategoriju "otpadak". S praktičnog gledišta, ova kategorija može se podijeliti na "pravi otpadak" i gubitke. Pravi otpadak, u tom smislu, čine različiti neizrađeni dijelovi krupnog drveta i piljevina, dok gubitke čine: a) propisani način mjerenja dimenzija (prečnika i dužine), b) propisani način utvrđivanja količine (zapremine), c) odbijena dvostruka debljina kore. Shodno navedenom, za preduzeća šumarstva je izuzetno važno da ti gubici budu što manji, jer se radi o izuzetno velikoj količini drveta. Iako u Evropi postoji veliki broj različitih pravila o načinu premjera dimenzija oblog drveta i utvrđivanja njegove zapremine, baziranih često na historiji i tradiciji, standardom EN 1309-2 propisano je da nacionalna ili regionalna pravila trebaju jasno definisati način premjera, njegovo evidentiranje i način obračuna zapremine, što s aktuelnim standardom koji se primjenjuje u BiH nije u potpunosti slučaj. Stoga se izrada nacionalnog standarda, koji će se zasnivati

na egzaktnim istraživanjima, nameće kao prioritetan zadatak. Otuda i motivi i potreba za ovim radom. U ovom radu analizirana su četiri ključna izvora gubitaka u zapremini oblog drveta jele i smrčice: (1) gubici usljed primjene Huberove formule, (2) gubici usljed propisanog načina mjerenja prečnika, (3) gubici usljed propisanog načina mjerenja dužine, te (4) gubici nastali odbijanjem debljine kore.

SCOPE OF RESEARCH – Problematika istraživanja

Zapremina je određena kao trodimenzionalna fizikalna veličina koja se iskazuje u kubnim metrima (m^3). Teoretski se zapremina stabla (dijela debla, oblovine) određuje na osnovu njegove sličnosti s geometrijskim tijelima, a koja zavisi od vrste drveta, starosti stabla, položaja unutar debla te načina gospodarenja (Patterson i dr., 1993). Prosječan morfološki izgled debla i sličnost pojedinih njegovih dijelova s geometrijskim tijelima prikazan je na slici 1.



Slika 1. Prosječni morfološki izgled debla
(Banković, Pantić, 2006)

Figure 1. Average morphological appearance
of the stem (Banković, Pantić 2006)

Alther (1960) preporučuje da za tačno mjerenje deblo treba podijeliti u 100 sekcija i svaku izmjeriti posebno, pri čemu bi dužine sekcija iznosile 15–40 cm. Mjerenje u sekcijama od 1 m daje oko 1%, a u sekcijama od 2 m oko 2% manje rezultate za cijela debla, te se s povećanjem dužine sekcija mjerne greške povećavaju. Pomenuti autor navodi i da su mjerne greške veće što je deblo malodrvnije te da su uvjetovane položajem sekcije u deblu. Pri mjerenju dvometarskih sekcija, mjerne su greške u donjoj petini debla oko 5%, a u gornjoj 2–3% (u oba slučaja mjerni su rezultati manji). U srednjem dijelu debla greške su neznatne (oko 0,5%) te često pozitivne (mjerni rezultati su veći).

U odnosu na mjesto mjerenja prečnika, odnosno površine presjeka, postoji veći broj različitih formula za određivanje zapremine izrađenog oblog drveta, ali se najčešće upotrebljavaju sljedeće:

- a) **Formula srednjeg presjeka** ili **Huberova formula** zasnovana je na mjerenju prečnika na sredini dužine. Ne uzima u obzir pad prečnika izrađenog oblog drveta, a pretpostavlja valjak kao geometrijski oblik drveta.

$$v = g_s \cdot L \quad (1)$$

Pored Huberove, postoje i druge formule koje koriste površinu poprečnog presjeka, određenu iz mjerenog prečnika (Hejerova formula, Top-Jonsonova formula), te formula srednjeg presjeka koja koristi presjek određen iz obima ("francuska" ili "formula petine"), a koja daje veću zapreminu od Huberove formule (Banković, Pantić, 2006).

- b) **Formula krajnjih presjeka** ili **Smalianova formula** zasnovana je na mjerenju prečnika na tanjem i debljem kraju, a pretpostavlja jednoličan pad prečnika cijelom dužinom oblog drveta.

$$v = \frac{(G+g)}{2} \cdot L \quad (2)$$

Pored Smalianove formule, također, postoji čitav niz drugih formula koje za izračunavanje zapremine koriste dva presjeka (Hosfeldova, Simonijeva, Tjurinova, Šifelova i dr.).

- c) **Newtonova**, ili u dendrometriji poznata kao **Rieckeova formula**, zasnovana je na mjerenju prečnika na tanjem i debljem kraju te sredini dužine, a pretpostavlja nejednoličan pad prečnika po dužini oblog drveta.

$$v = \frac{L}{6} \cdot (G + 4 \cdot g_s + g) \quad (3)$$

Osim Rieckeove, postoje i druge formule koje za izračunavanje zapremine koriste tri presjeka (Orlovljeva, Simonijeva i dr.).

Oznake u prikazanim formulama (1–3) su:

v – zapremina oblog drveta (m^3)

G – površina presjeka na debljem kraju oblog drveta (m^2)

g – površina presjeka na tanjem kraju oblog drveta (m^2)

g_s – površina presjeka na polovini dužine oblog drveta (m^2)

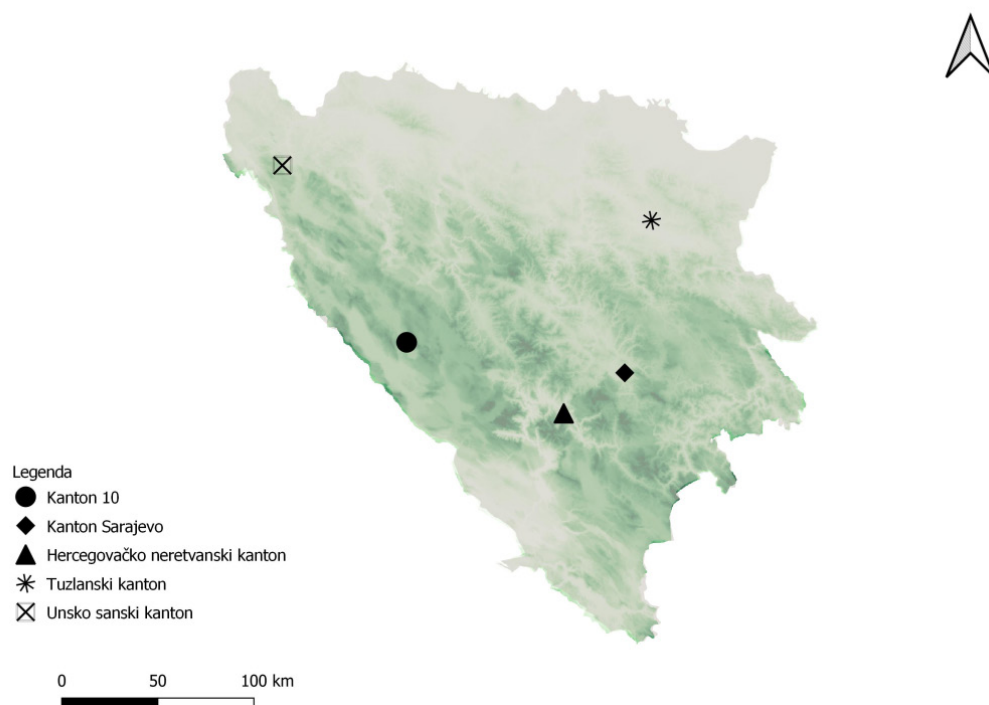
L – dužina oblog drveta (m)

Radi ispitivanja praktične tačnosti navedenih formula, vršena su mnogobrojna komparativna mjerenja u raznim zemljama. Tjurinovi podaci pokazuju da Smalianova formula daje samo pozitivna odstupanja (greške), dok su kod Huberove i Rieckeove formule odstupanja u oba smjera (pozitivna i negativna), što je s aspekta praktič-

ne primjene povoljnije (Banković, Pantić, 2006). Mihajlov (1983) navodi da Huberova, Smalianova i Rieckeova formula daju dobre rezultate za paraboloid. Za krnji najloid i konus Huberova formula daje negativne greške, a Smalianova pozitivne i dosta velike, dok Rieckeova formula daje najmanje procentualne greške procjene zapremine.

Rebula (1994) je utvrdio prosječnu negativnu grešku pri obračunu zapremine oblog drveta jele primjenom Huberove formule od 3,2 do 4,0%, te iznimno veliku pozitivnu grešku primjenom Smalianove formule od 8,5 do 21,3%, pri čemu se greške primjenom obje formule povećavaju s dužinom oblog drveta. Poršinsky i Vujeva (2007) utvrdili su negativne greške, odnosno gubitak zapremine oblog drveta smrče kod primjene Huberove formule u odnosu na zapreminu izračunatu Rieckeovom formulom, pri čemu se porastom debljine oblog drveta te greške smanjuju. Đuka i dr. (2020) ukazuju, također, na nedostatke Huberove formule, posebno kod prvog trupca, i zaključuju da je uvođenje Riecke-Newtonove formule za procjenu zapremine ovih, a komercijalno važnijih sortimenata, u hrvatskom šumarstvu opravdano. Analiza harvesterskog mjerenja u Češkoj pokazala je da je 1,99% zapremine proizvedenog drveta smrče isključeno iz primarnih šumarskih evidencija, zbog dodatka na dužinu (Dvořák i dr., 2020). Komparirajući zapreminu izračunate mjerenjem prečnika i obima, Kelić (2025) zaključuje da su procijenjene zapremine dobivene mjerenjem prečnika statistički značajno manje od onih dobivenih mjerenjem obima oblovinne smrče. Provedene komparacije sa elektronskim sistemima mjerenja također su ukazale na nedostatke Huberove formule. Janák (2007) je utvrdio da je zapremina oblog drveta dobivena elektronskim 2D sistemom za 0,4–0,5%, a 3D sistemom za 2,5–5,5% manja od zapremine dobivene pažljivim mjerenjem dimenzija i primjenom Huberove formule.

Ove negativne greške Huberove formule uz propisani način premjera dimenzija, osim gubitka u drvetu preduzeća šumarstva, utječu i na iskazanu produktivnost te troškove rada u dinamičkim fazama tehnološkog procesa iskorištavanja šuma. Analizirajući ovaj utjecaj, Poršinsky i dr. (2014) utvrdili su da je produktivnost forvardera, iskazana prema deklariranoj zapremini tereta, manja 3,46%–24,36% u odnosu na produktivnost iskazanu sa stvarnom zapreminom, u zavisnosti od vrste tereta i visine tovarnog prostora. Shodno tome, i jedinični troškovi rada su veći za 3,58%–32,17%. Gurda (2025) je za Ecotrac 120V utvrdila u prosjeku za 14,51% veću stvarnu produktivnost u odnosu na deklariranu, te 13% veće deklarirane troškove rada ovog skidera u odnosu na stvarne.



Slika 2. Područje istraživanja

Figure 2. Study area

Mjerenje drveta je veoma skupo. Schoppfer (1982) je izračunao da ručno mjerenje pojedinih komada košta 3–20 DEM/m³, pri čemu je mjerenje sitnih sortimenata najskuplje. Rebula (1983) navodi da troškovi mjerenja i “primanja” sortimenata u šumi iznose od 15 do čak 25% troškova sječe i izrade, dok troškovi mjerenja na mehaniziranom stovarištu od 3 do 5% svih troškova obrade i dorade drveta na tim stovarištima. Zbog navedenog, važno je da mjerni postupci budu relativno jednostavni, odnosno da utrošci vremena i troškovi rada mjerenja budu što manji. Zbog svoje jednostavnosti i praktičnosti za procjenu zapremine izrađene oblovine, u svijetu se najčešće primjenjuje Huberova formula (Fonseca, 2005). Ipak, još je važnije da ti postupci budu pouzdani, a dobiveni rezultati o zapremini što je moguće tačniji. S tim u vezi, Rebula (1994) konstatuje da je sadašnji način mjerenja (JUS D.BO.022 iz 1984) nedovoljno tačan, a rezultati tih mjerenja nepouzdan, te ističe da se samo može pretpostaviti kolike su pogreške i u čiju korist.

Osnovni uvjeti nastanka i uspješne primjene standarda JUS D.BO.022, kao i ostalih JUS standarda, bili su: centralno dirigitirana proizvodnja, promet i distribucija drvnih proizvoda, ondašnji vidovi prerade i upotrebe drveta te, što je najvažnije, zajednički dohodovni odnosi šumarstva i prerade drveta. U takvim uvjetima, sve manjkavosti ovog standarda nisu uopće bile važne, jer se praktično radilo o jednom preduzeću, samo s odvojenim tehnološkim postupcima. Razdvajanjem ove dvi-

je privredne grane 1989. godine, a pogotovo današnjim stanjem, koje, prije svega, karakterišu tržišni odnosi javnog (šumarstvo) i privatnog (prerada drveta) sektora, može se slobodno konstatovati da je ovaj standard opterećen nedopustivo velikim greškama procjene. Osim toga, ovaj standard ne sadrži ni odredbe za novije načine mjerenja (elektronske prečnice, lasersko skeniranje, 3D skeniranje), što je posebno važno za sitnije sortimente i aktuelne trendove u svijetu kada je u pitanju mjerenje drveta. Na apsolutnu neprikladnost ovog standarda današnjem vremenu i odnosima šumarstva i prerade drveta, Lipoglavšek (1996) je ukazivao još prije 30 godina. U vezi s obrazloženom problematikom, osnovni cilj rada je utvrđivanje utjecaja propisanog načina premjera na greške obračunate zapremine oblog drveta smrče i jele, pri čemu je greške potrebno iskazati u zavisnosti od debljine izrađene oblovine. Dobiveni rezultati predstavljat će egzaktni i naučno utemeljen osnov za pokretanje inicijative za izradu novog pravilnika ili standarda o mjerenju oblog drveta.

STUDY AREA AND METHODS OF RESEARCH – *Područje i metode istraživanja*

Prikupljanje podataka za potrebe rada obavljeno je na širem području FBiH, u pet kantona (Unsko-sanski, Zeničko-dobojski, Hercegovačko-neretvanski, Tuzlanski i Kanton 10) i većem broju šumskogospodarskih područ-



Slika 3. Mjerenje debljine kore i zates na oblom drvetu

Figure 3. Measurement of bark thickness and notch on roundwood

ja (Bosansko-petrovačko, Krivajsko, Olovsko, Konjičko, Drvarsko, Glamočko, Kupreško i Majevičko). Podaci su prikupljeni tokom 2022. i 2023. godine, a u skladu s planovima sječa šumarskih preduzeća koja gazduju šumama navedenih područja. Sastojine u kojima su vršena neophodna mjerenja pripadaju različitim gazdinskim klasama iz uže kategorije šuma I200 – visoke šume s prirodnim obnovom bukve, jele i smrče, primarne i sekundarne.

Prema rezultatima Druge nacionalne inventure šuma u BiH, ukupna površina tzv. dostupnih visokih šuma proizvodnog karaktera, gdje rastu jela i smrča, iznosi 589.800 ha. Udio jele u ukupnoj drvnoj zalihi iznosi 21,5%, a smrče 16,1%, što ih, poslije bukve, čini drugom i trećom najvažnijom vrstom drveća. U svakoj debljinskoj klasi od 12,5 cm do 52,5 cm (9 klasa širine 5 cm), izmjereno je po minimalno 30 komada drvnih sortimentata jele, odnosno smrče.

S obzirom na to da se u Hrvatskoj i BiH koristi praktično identičan standard kojim je propisan način mjerenja dimenzija i obračuna zapremine oblog drveta, a zbog mogućnosti komparacije dobivenih rezultata, u ovom radu su primijenjene iste metode mjerenja i obrade podataka koje su u svojim istraživanjima koristili Poršinsky i Vujeva (2007). Na svakom izrađenom komadu oblog drveta (drvnim sortimentu) mjerene su sljedeće karakteristike:

- Dužina oblog drveta, izražena u metrima s tačnošću na dvije decimale (cm).
- Dva unakrsna prečnika s korom: na debljem ($D1$, $D2$) i na tanjem ($d1$, $d2$) kraju te na sredini dužine ($ds1$, $ds2$) oblog drveta, izražena u centimetrima s tačnošću jedne decimale (mm).
- Debljina kore – na mjestima mjerenja prečnika ($K1$, $K2$, $k1$, $k2$, $ks1$, $ks2$), izražena u centimetrima s tačnošću jedne decimale (mm). Debljina kore mjerena je pomičnim mjerilom (šublerom), s tim da je na sredini dužine sjekirom pravljen tzv. zates (okomit na deblu) do drveta, kako bi se debljina kore mogla jasno vidjeti i precizno izmjeriti (slika 3).

Obrada podataka radi utvrđivanja strukture negativnih grešaka (gubitaka) koje rezultiraju primjenom standarda JUS D.BO.022, imala je sljedeći tok:

- Za najtačniju formulu određivanja zapremine oblog drveta pretpostavljena je Rieckeova formula (Poršinsky i Vujeva, 2007; Đuka i dr., 2020). Njenom primjenom izračunata je bruto zapremina oblog drveta (uvršćavanjem nezaokruženih prečnika s korom i nezaokružene dužine s nadmjerom), koja je bila referentna vrijednost. S istim dimenzijama izračunata je i bruto zapremina primjenom Smalianove i Huberove formule.
- Gubitak zbog propisane (Huberove) formule izraču-

Tabela 1. Struktura uzorka po vrstama drveta i debljinskim klasama

Table 1. Sample structure by wood species and thickness classes

Debljinska klasa (cm) Diameter classes (cm)	Zapremina uzorka (m ³) – Sample volume (m ³)							
	Broj komada Number of pieces	Smrča – Spruce			Broj komada Number of pieces	Jela – Fir		
		Rieckeova formula Riecke's formula	Smalianova formula Smalian's formula	Huberova formula Huber's formula		Rieckeova formula Riecke's formula	Smalianova formula Smalian's formula	Huberova formula Huber's formula
12,5	31	3,249	3,591	3,077	43	3,680	3,910	3,565
17,5	53	8,908	9,487	8,618	107	16,114	16,657	15,843
22,5	65	16,385	16,874	16,140	103	23,624	24,413	23,230
27,5	57	20,393	21,215	19,982	103	36,022	36,935	35,565
32,5	46	25,308	27,673	24,125	93	46,971	47,963	46,474
37,5	42	29,642	31,908	28,509	70	41,820	43,731	40,864
42,5	34	30,360	33,217	28,931	51	42,821	45,654	41,404
47,5	31	34,140	37,605	32,408	34	32,841	34,758	31,883
52,5	32	47,369	51,683	45,212	30	44,693	48,010	43,035
Suma	391	215,753	233,254	207,003	634	288,585	302,031	281,863

nat je iz razlike bruto zapremine dobivene primjenom Rieckeove i Huberove formule.

- Gubitak zbog propisanog načina mjerenja prečnika izračunat je iz razlike vrijednosti bruto zapremine koja je dobivena Huberovom formulom i zapremine koja je dobivena uvrštavanjem aritmetičke sredine zaokruženih prečnika s korom, mjerenih na sredini dužine oblog drveta (na puni niži centimetar), u Huberovu formulu. U oba slučaja, u obračun zapremine uzeta je nezaokružena dužina s nadmjerom.
- Gubitak zbog propisanog načina mjerenja dužine izračunat je iz razlike vrijednosti bruto zapremine dobivene Huberovom formulom i bruto zapremine koja je dobivena uvrštavanjem zaokružene dužine (bez nadmjere) u istu formulu.
- Gubitak zbog odbijanja dvostruke debljine kore izračunat je iz razlike bruto zapremine koja je dobivena Huberovom formulom i zapremine koja je dobivena uvrštavanjem prečnika bez kore u navedenu formulu.

Svi navedeni gubici izračunati su i bit će prikazani po debljinskim klasama izrađenog oblog drveta.

RESULTS AND DISCUSSION – Rezultati rada i diskusija

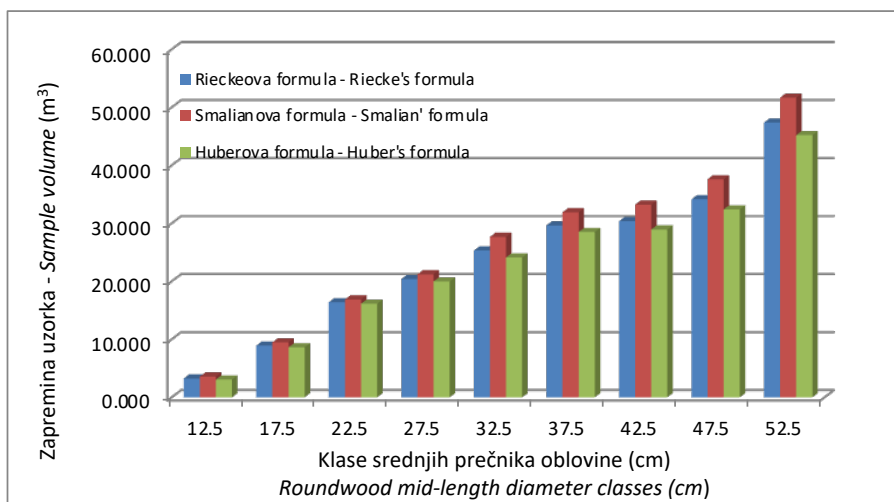
U skladu s postavljenim ciljem istraživanja, greške (gubici) zapremine izrađene oblovinе jela i smrčе prikazane su s obzirom na: gubitak zbog propisane formule

za obračun zapremnine, gubitak zbog propisanog načina premjera prečnika, gubitak zbog odbijanja dvostruke debljine kore i gubitak zbog propisanog načina premjera dužine. Navedeni gubici iskazani su po debljinskim klasama oblovinе. Ukupno je premjereno 1.036 komada oblovinе (391 komad smrčе i 634 komada jela), a struktura uzorka prikazana je u tabeli 1.

Volume loss due to Huber's formula – Gubitak zapremine zbog Huberove formule

Za obračun zapremine izrađene oblovinе, važeći standard (JUS D.BO.022: 1984.) podrazumijeva primjenu Huberove formule, gdje je broj π zaokružen na 4 decimalna mjesta (3,1416), a rezultat se iskazuje u m³ na tri decimalna mjesta. Na grafikonima 1 i 2 dat je uporedni prikaz zapremina po debljinskim klasama izračunatih primjenom Rieckeove, Smalianove i Huberove formule.

Na osnovu prikazanih grafikona, vidljivo je da Huberova formula daje najniže, a Smalianova formula najviše vrijednosti procjene zapremine oblovinе u svim debljinskim klasama za obje vrste drveta. Ukupna zapremina uzorka obračunata po Huberovoj formuli iznosi 207,003 m³ (smrčа) i 281,863 m³ (jela), po Rieckeovoj 215,754 m³ (smrčа) i 288,585 m³ (jela), te po Smalianovoj 233,254 m³ (smrčа) i 302,031 m³ (jela). Uvažavajući prethodne rezultate (Banković, Pantić, 2006; Mihajlov, 1983; Rebula, 1994), te pretpostavljajući Rieckeovu for-



Grafikon 1. Zapremina uzorka smrče obračunata različitim formulama

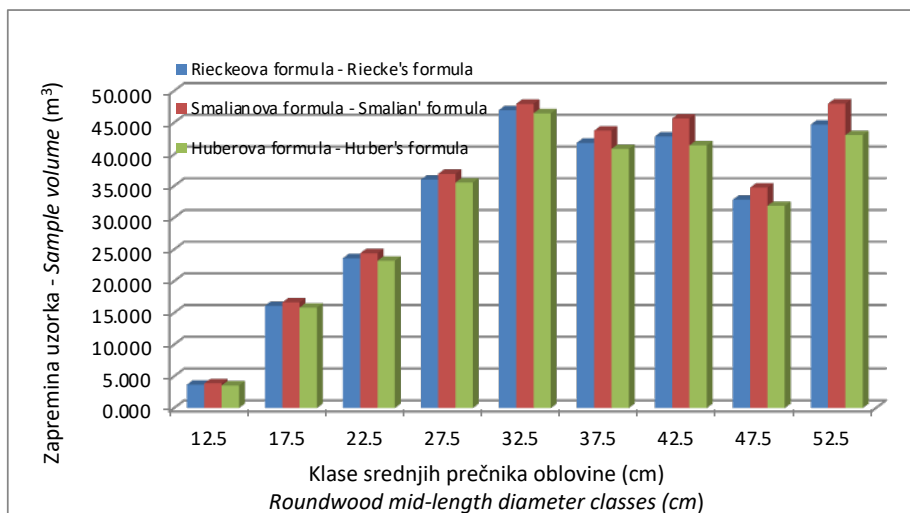
Graph 1. Sample volume of spruce calculated by different formulas

mulu kao najtačniju, može se konstatovati da je prosječna negativna greška (gubitak) pri obračunu zapremine oblog drveta primjenom Huberove formule 4,06% za smrču i 2,33% za jelu, dok je prosječna pozitivna greška primjenom Smalianove formule 8,11% za smrču i 4,66% za jelu. Dobiveni rezultati uglavnom koreliraju s rezultatima do kojih su istražujući ovu problematiku došli Rebula (1994) i Janák (2007).

Polazeći od sličnosti, ali i razlika između jele i smrče, najprije je izvršeno testiranje značajnosti razlika svih analiziranih gubitaka između ove dvije vrste. Testiranje je izvršeno Mann-Whitneyevim (Wilcoxon) testom koji komparira medijane dva uzorka, a rezultati su prikazani u tabeli 2.

Na osnovu dobivenih rezultata (P-vrijednost) može se konstatovati da postoje statistički značajne razlike između jele i smrče za gubitke zbog primjene Huberove formule i gubitke zbog odbijanja kore, te da ne postoje statistički značajne razlike za gubitke zbog primjene propisanog načina mjerenja dimenzija (prečnik i dužina) pri vjerovatnoći 95%. Shodno dobivenim rezultatima testiranja, gubici zbog primjene Huberove formule i odbijanja debljine kore analizirat će se odvojeno po vrstama, dok će se gubici zbog propisanog načina mjerenja srednjeg prečnika i dužine prikazati i analizirati zajedno za obje vrste.

S obzirom na to da greške obračuna nisu iste za sve debljinske klase, na grafikonu 3 prikazani su gubici zapremine oblovine smrče i jele po debljinskim klasama.



Grafikon 2. Zapremina uzorka jele obračunata različitim formulama

Graph 2. Sample volume of fir calculated by different formulas

Tabela 2. Rezultati provedenog Mann-Whitney (Wilcoxon) testa

Table 2. Results of the Mann-Whitney (Wilcoxon) test

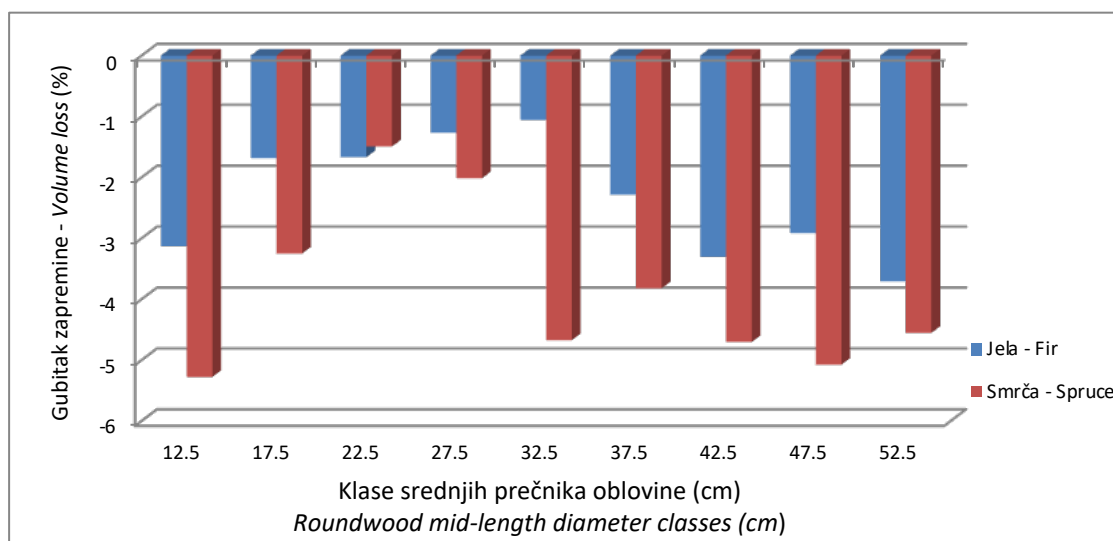
Gubitak zapremine Volume loss	Vrsta drveta Tree species	Medijana Median	Prosječni rank Average rank	P-vrijednost P-value
Primjena Huberove formule <i>Application of Huber's formula</i>	Smrča - Spruce	1,8243	561,939	0,00003237
	Jela – Fir	1,0138	482,819	
Propisani način mjerenja prečnika <i>Prescribed method of diameter measurement</i>	Smrča -Spruce	3,72253	516,537	0,76336
	Jela – Fir	3,53808	510,819	
Propisani način mjerenja dužine <i>Prescribed method of of length measurement</i>	Smrča - Spruce	2,15264	506,272	0,567509
	Jela – Fir	2,3199	517,149	
Odbijanje debljine kore <i>Bark deduction</i>	Smrča – Spruce	7,32197	413,899	0,000
	Jela – Fir	8,79154	574,118	

Gubitak zapremine oblovinе smrče najveći je (5,3%) kod tanke oblovinе (debljinska klasa 12,5 cm). Porastom debljine oblovinе (debljinske klase) gubitak opada, dostiže minimum (1,5%) u debljinskoj klasi 22,5 cm, zatim ponovno raste i koleba se u rasponu od 2,1% do 5,1%. Sličan trend, ali s nešto nižim vrijednostima za smrču, utvrdili su Poršinsky i Vujeva (2007). Kod jele je minimalni gubitak (1,1%) evidentiran u debljinskoj klasi 32,5 cm, nakon čega se, također, koleba ali dostiže maksimum (3,7%) u debljinskoj klasi 52,5 cm. Dobiveni rezultati uvjetovani su, osim srednjim prečnikom oblovinе, njihovim dužinama i položajem u deblu, odnosno padom prečnika. Naime, provedenom regresionom analizom utvrđeno je da se utjecaj dužine oblovinе i pada prečnika na gubitke obračuna zapremine ispoljio kod obje vrste i da je statistički značajan pri vjerovatnoći od 95% (tabele 3 i 4).

Na osnovu provedene analize može se konstatovati da se, s povećanjem dužine oblovinе i pada prečnika, povećavaju i greške obračunate zapremine obje analizirane vrste drveta. S obzirom na to da je prosječna dužina oblovinе smrče u uzorku iznosila 6,17 m, a jele 5,75 m, dok je prosječan pad prečnika oblovinе smrče iznosio 1,76 cm/m', a jele 1,58 cm/m', može se zaključiti da su veći gubici zapremine smrče u odnosu na jelu logični te su uvjetovani razlikama u dužinama i padu prečnika oblovinе u uzorku istraživanja.

Volume loss due to the prescribed method of diameter measurement – Gubitak zapremine zbog propisanog načina mjerenja prečnika

Ukupna zapremina uzorka (obje vrste) obračunata po Huberovoj formuli (bez zaokruživanja prečnika) iznosi 488,866 m³, dok je zapremina sa zaokruživanjem preč-



Grafikon 3. Gubitak zapremine oblovinе smrče i jele zbog Huberove formule

Graph 3. Volume loss of roundwood of spruce and fir due to Huber's formula

Tabela 3. Parametri regresione analize za oblovinu smrče

Table 3. Regression analysis parameters for spruce roundwood

Parametar Parameter	Veličina Estimate	Standardna greška Standard Error	T - statistički T - statistic	P - vrijednost P - value
Sl. član – Intercept	-2,94691	1,34011	-2,19902	0,0285
Dužina – Length	0,48987	0,173237	2,82774	0,0049
Pad prečnika – Diameter decrease	0,628326	0,119333	5,2653	0,0000

Tabela 4. Parametri regresione analize za oblovinu jele

Table 4. Regression analysis parameters for fir roundwood

Parametar Parameter	Veličina Estimate	Standardna greška Standard Error	T-statistički T-statistic	P-vrijednost P-value
Sl. član – Intercept	-1,44059	0,725736	-1,985	0,0471
Dužina – Length	0,205375	0,0954301	2,1521	0,0314
Pad prečnika – Diameter decrease	0,42357	0,0637469	6,64457	0,0000

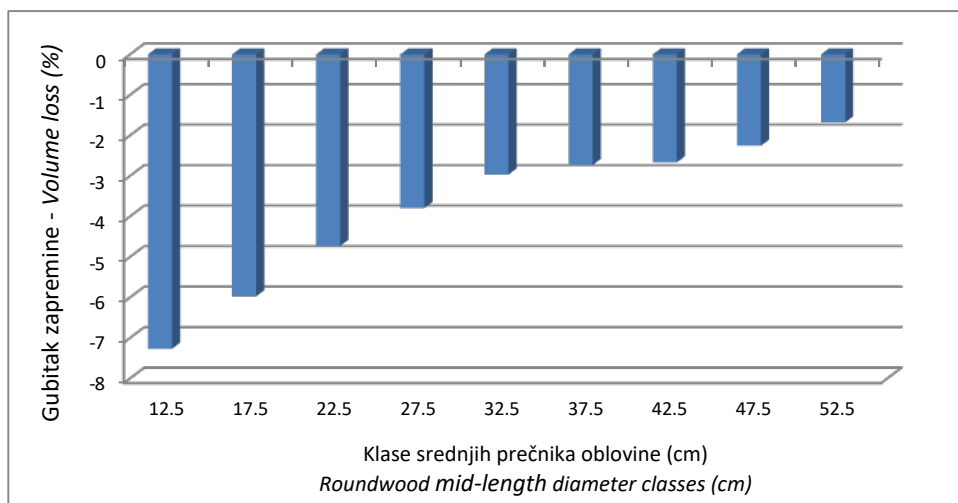
nika i njihove aritmetičke sredine 474,169 m³. Greške mjerenja prečnika, za obje vrste, u apsolutnom iznosu kretale su se u intervalu od 0 mm do 13,5 mm. Prosječni gubitak zapremine zbog propisanog mjerenja prečnika iznosi 3,0%. Do sličnog rezultata u okviru svojih istraživanja došao je i Rebula (1994) koji je za ove vrste drveća utvrdio prosječni gubitak od 2,6%. Gubici zapremine zbog propisanog načina mjerenja prečnika, po debljinskim klasama, prikazani su na grafikonu 4.

Analizirani gubitak zapremine smanjuje se povećanjem debljine oblovine. Najveći je u debljinskoj klasi 12,5 cm (7,3%), te eksponencijalno opada porastom debljine oblovine. U debljinskoj klasi 52,5 cm gubitak iznosi 1,7%.

Do sličnih rezultata u okviru svojih istraživanja došli su Poršinsky i Vujeva (2007), ali s nešto značajnijim veličinama gubitaka u nižim debljinskim klasama.

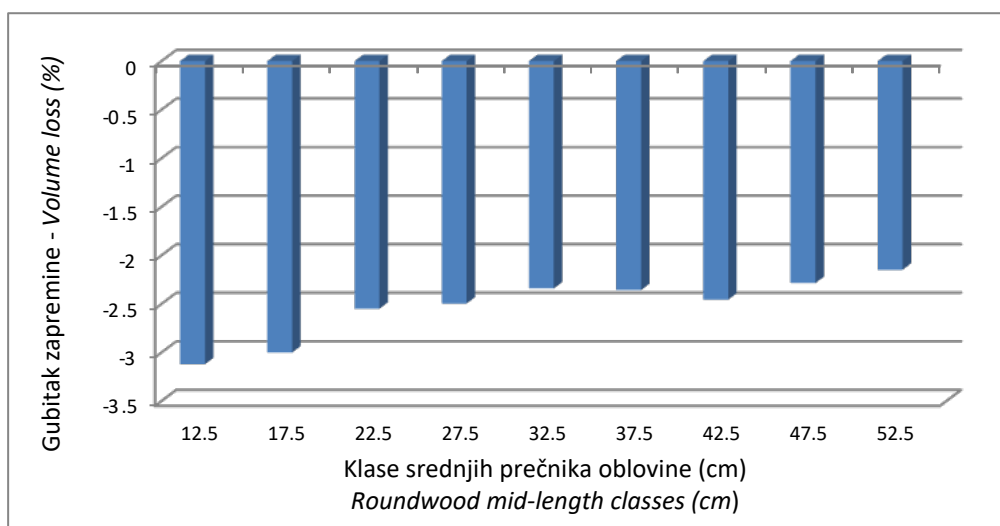
Volume loss due to the prescribed method of length measurement – Gubitak zapremine zbog propisanog načina mjerenja dužine

Dužina oblovine mjeri se na najkraćem potezu, zaokružena na puni niži decimetar, pri čemu se u izmjerenu dužinu ne uračunava tzv. *nadmjera ili prid*, koja za četinare iznosi 1–2 cm/m', pri čemu u apsolutnom iznosu treba da se kreće od 5 do 20 cm (JUS D.BO.022: 1984). Dužine pojedinih komada oblovine u uzorku kretale su se u



Grafikon 4. Gubitak zapremine zbog propisanog načina mjerenja prečnika

Graph 4. Volume loss due to the prescribed method of diameter measurement



Grafikon 5. Gubitak zapremine zbog propisanog načina mjerenja dužine

Graph 5. Volume loss due to the prescribed method of of length measurement

širokom intervalu od 2 do 11 m, a greške (gubici) zbog propisanog načina mjerenja po debljinskim klasama prikazane su na grafikonu 5.

Vidljivo je s grafikona da se gubitak zapremine zbog propisanog načina mjerenja dužine smanjuje povećanjem debljine oblog drveta od 3,1% u debljinskoj klasi 12,5 cm do 2,1% u debljinskoj klasi 52,5 cm. Ipak, s obzirom na to da bi dobiveni rezultati trebali biti, u većoj mjeri, uvjetovani dužinom oblovine, provedena je regresiona analiza koja je kao nezavisne varijable uzela srednji prečnik i dužinu oblovine, dok je zavisna varijabla gubitak zapremine. Parametri regresione analize prikazani su u tabeli 5.

Na osnovu prikazanih rezultata (tabela 5) može se konstatovati da se utjecaj dužine oblovine i srednjeg prečnika na gubitke obračuna zapremine zbog propisanog načina mjerenja dužine ispoljio i da je statistički značajan pri vjerovatnoći 95%, ali i da je utjecaj dužine puno veći. Dobivenim jednačinama regresije izvršen je obračun gubitaka za uobičajene dužine oblovine smrče i jele u trgovini drvetom, te prosječan srednji prečnik od 30 cm (tabela 6).

Povećanjem dužine oblovine smanjuju se gubici zbog propisanog načina mjerenja dužine, što je i logično. Ipak, ovdje je važno navesti bitnu činjenicu da su nadmjere velikog broja komada u uzorku bile veće od propisanih, odnosno da se utjecaj nepotrebne "velikodušnosti" radnika na premjeru oblovine ispoljio u velikoj mjeri, što je rezultiralo značajno većim gubicima nego što su to u okviru svojih istraživanja ovog obilježja utvrdili Poršin-sky i Vujeva (2007).

Volume loss due to bark deduction – Gubitak zapremine zbog odbijanja debljine kore

U standardu kojim je definisano razvrstavanje i mjerenje neobrađenog i obrađenog drveta (JUS D.BO.022:1984), propisano je da se tehnička oblovina smrče i jele u pravilu mjeri bez kore, a ukoliko se mjeri s korom, debljina kore se odbija, pri čemu nisu izrađene ili, tačnije, nisu u primjeni tablice debljine ili postotka kore već se debljina kore odbija na osnovu internih uputstava pojedinih šumarskih preduzeća.

Gubitak zapremine zbog odbijanja dvostruke debljine kore izračunat je iz razlike bruto zapremine koja je do-

Tabela 5. Parametri regresione analize za oblovinu smrče i jele

Table 5. Regression analysis parameters for spruce and fir roundwood

Parametar Parameter	Veličina Estimate	Standardna greška Standard Error	T-statistički T-statistic	P-vrijednost P-value
Sl. član – Intercept	5,7127	0,294052	19,4275	0,0000
Srednji prečnik – Mid-length diameter	-0,0275661	0,0054015	-5,10342	0,0000
Dužina – Length	-0,376128	0,0386551	-9,73037	0,0000

Tabela 6. Gubitak zapremine smrče i jele zbog propisanog načina mjerenja dužine (%)

Table 6. Volume loss of spruce and fir due to the prescribed method of length measurement (%)

Vrsta drveta Tree species	Dužina oblovine (m) Roundwood length (m)				
	4	5	6	7	8
Smrča i jela Spruce and fir	3,38	3,01	2,63	2,25	1,88

bivena Huberovom formulom i zapremine koja je dobivena uvrštavanjem prečnika bez kore u navedenu formulu, a rezultati po debljinskim klasama prikazani su na grafikonu 6.

Gubitak zapremine zbog odbijanja debljine kore opada rastom debljine kod obje vrste drveta, i to: kod jele od 10,9% (debljinska klasa 12,5 cm) do 7,7% (debljinska klasa 52,5 cm), te kod smrče od 9,1% (debljinska klasa 12,5 cm) do 6,4% (debljinska klasa 52,5 cm). Utvrđene razlike između jele i smrče uvjetovane su izgledom i brzinom raspadanja mrtvog dijela kore, odnosno pri istom prečniku oblovine jela ima nešto deblju koru (Lojo i dr., 2019). S obzirom na to da prikazani gubici, u principu, predstavljaju relativni udio kore u zapremini oblovine, dobiveni rezultati u skladu su s općeprihvaćenim zakonitostima: a) debljina kore je upravo proporcionalna prečniku stabla ili oblovine; b) debljina kore opada od panja prema vrhu debla; c) debljina kore povećava se debljinom oblovine, a njen relativni udio u zapremini opada (Krpan, 1986).

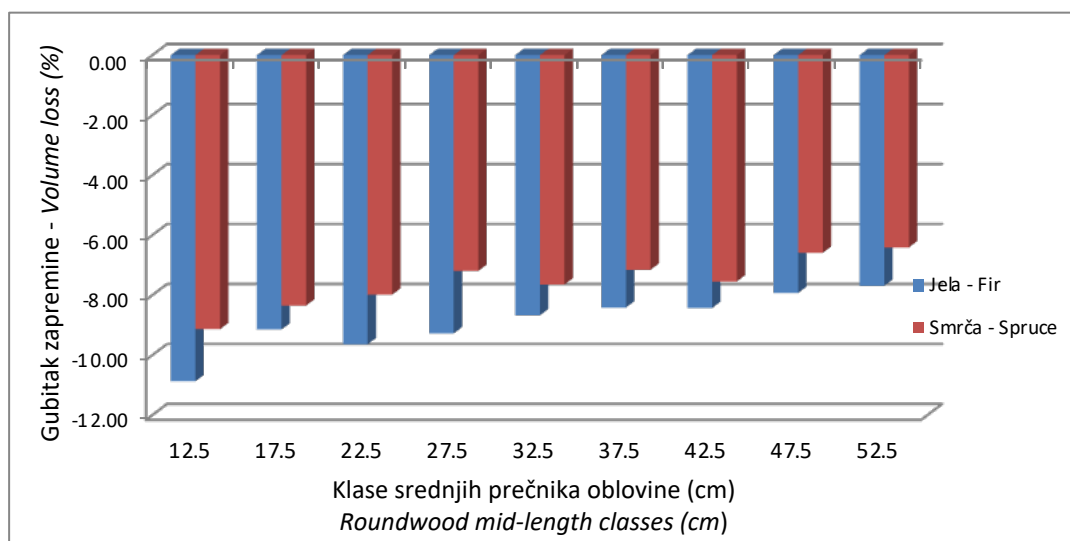
Dobiveni rezultati za analizirane vrste u najvećoj mjeri koreliraju s rezultatima do kojih su došli Rebul (1994) te Turk i Lipoglavšek (1972), a nešto su manji od vrijed-

nosti do kojih su u okviru svojih istraživanja kore jele i smrče došli Musić i dr. (2019) te Lojo i dr. (2019). Mala povećanja gubitaka u nekim debljinskim klasama (jele u debljinskoj klasi 22,5 cm, te smrče u debljinskim klasama 32,5 i 42,5 cm) uvjetovana su različitim pozicijama u deblu pojedinih komada oblovine istog prečnika.

CONCLUSIONS - Zaključci

Rezultati provedenog istraživanja jasno pokazuju da postojeći standard JUS D.BO.022:1984, kojim je propisan način mjerenja dimenzija i obračuna zapremine oblovine smrče i jele, dovodi do sistematskih i vrlo značajnih gubitaka drvene mase. U svim analiziranim debljinskim klasama zabilježene su velike negativne greške procjene, a ukupni gubici kreću se u rasponu od 11,7% do 24,8% za smrču, te od 12,6% do 25,0% za jelu. Ovakvi gubici predstavljaju ozbiljan strukovni, ekonomski i organizacioni problem u lancu proizvodnje, transporta i prerade drveta u Bosni i Hercegovini.

Najveći pojedinačni izvor gubitaka proizlazi iz odbijanja dvostruke debljine kore, pri čemu relativni udio kore opada porastom prečnika, ali i dalje ostaje dominantan faktor u ukupnoj grešci. Gubici usljed primjene Hubero-



Grafikon 6. Gubitak zapremine zbog odbijanja kore

Graph 6. Volume loss due bark deduction

ve formule, iako nešto manji, također su značajni i jasno pokazuju da ova formula ne može pouzdano opisati geometrijski oblik oblovinne smrče i jele, posebno u nižim debljinskim klasama i kod trupaca većeg pada prečnika. Propisani načini mjerenja prečnika i dužine dodatno doprinose ukupnim gubicima, što potvrđuje da standard zasnovan na zaokruživanju dimenzija neminovno dovodi do podcjenjivanja stvarne zapremine.

Rezultati statističkih analiza ukazuju da na gubitke značajno utječu dužina trupca i pad prečnika. Smrča pokazuje veće ukupne gubitke od jele, što je u skladu s većim prosječnim dužinama trupaca i izraženijim padom prečnika u analiziranom uzorku. Ovakve razlike dodatno potvrđuju potrebu za diferenciranim pristupom pri razvoju budućih nacionalnih mjernih pravila.

Na osnovu cjelokupnih rezultata može se zaključiti da je postojeći standard nedovoljno precizan, netransparentan i u velikoj mjeri otvoren za subjektivna tumačenja i operativne manipulacije. Stoga je izrada novog, naučno utemeljenog nacionalnog standarda za premjer oblog drveta prioritetan zadatak struke i nadležnih institucija. Novi standard mora se zasnivati na savremenim metodama mjerenja, validiranim naučnim modelima i jasnim definicijama svih mjernih procedura.

Konačno, zbog izuzetnog značaja ovih rezultata za operativno šumarstvo, transport i preradu drveta, neophodno je provesti dodatna istraživanja u višim debljinskim klasama, kao i detaljna mjerenja kore i pada prečnika oblog drveta različitih položaja u deblu. Time će se omogućiti izrada modernog, preciznog i međunarodno uporedivog sistema mjerenja oblovinne, koji će doprinijeti transparentnosti, pravednoj raspodjeli prihoda i efikasnijem gospodarenju najvažnijim šumskim resursima u Bosni i Hercegovini.

ACKNOWLEDGEMENTS – Zahvale

Istraživanje je finansiralo Ministarstvo obrazovanja i nauke Federacije Bosne i Hercegovine, te im se ovim putem iskreno zahvaljujemo. Autori se, također, zahvaljuju i uposlenicima ŠGD "Hercegbosanske šume", ŠPD "Unsko-sanske šume", JP "ŠPD ZDK" te Šumarstva "Prenj" na nesebičnoj pomoći prilikom mjerenja stabala i drvnih sortimenata te prikupljanja potrebnih podataka.

REFERENCES – Literatura

- Altherr, E. (1960). Die Genauigkeit verschiedener Verfahren der Sektionierung in absoluten und relativen Schaftlängen. *AFJZ*, 226–237.
- Banković, S., & Pantić, D. (2006). Dendrometrija. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- EN 1309-2. (2006). Round and sawn timber – Method of measurement of dimensions – Part 2: Round timber – Requirements for measurement and volume calculation rules.
- Dvořák, J., Löwe, R., Natov, P., Jankovský, M., & Sedmíková, M. (2020). Unrecorded volume of Norway spruce timber in cut-to-length harvesting. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 35(7), 383–393. <https://doi.org/10.1080/002827581.2020.1815829>
- Đuka, A., Sertić, M., Pentek, T., Papa, I., Janeš, D., & Poršin-sky, T. (2020). Round wood waste and losses – Is rationalisation in scaling possible? *Croatian Journal of Forest Engineering*, 41(2), 287–298. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.770>
- Fonseca, M.A. (2005). The measurement of roundwood: Methodologies and conversion ratios. CABI Publishing.
- Gurda, A. (2025). Utjecaj propisanog načina premjera i obračuna zapremine na privlačenje tehničkog oblog drveta (Završni rad). Univerzitet u Sarajevu – Šumarski fakultet.
- Janák, K. (2007). Differences in round wood measurements using electronic 2D and 3D systems and standard manual method. *Drvna industrija*, 58(3), 127–133. <https://hrcak.srce.hr/17494>
- Jugoslavenski standard sa obaveznom primenom: JUS D.BO.022. (1984). Razvrstavanje i merenje neobrađenog i obrađenog drveta. Službeni list SFRJ, br. 62/84.
- Lojo, A., Musić, J., Balić, B., Avdagić, A., Halilović, V., Ibrahimspahić, A., & Knežević, J. (2019). Debljina i udio kore u zapremini oblog drveta jele (*Abies alba* Mill.). *Naše šume*, 54–55, 5–18.
- Krpan, A. P. B. (1986). Bark of the beech from the standpoint of forest exploitation. In *Miscellanea of Colloquy about the Beech – The Conference of the Assistants Section* (pp. 77–88). Forestry Faculty of the University of Zagreb.

- Lipoglavšek, M. (1996). Kakovost gozdnih lesnih proizvodov. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51, 59–65.
- Mihajlov, I. (1983). Obujam. In Šumarska enciklopedija (Vol. 2, pp. 527–540). JLZ “Miroslav Krleža”.
- Miklašēvičs, Z. (2013). Harmonization of piece-by-piece measurement methods of roundwood approved by Latvian standards LVS 82:2003 “Apājo kokmateriālu uzmērišana”. In Environment. Technology. Resources: Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference (pp. 154–162). <https://doi.org/10.17770/etr2013vol1.818>
- Musić, J., Lojo, A., Balić, B., Ibrahimspahić, A., Avdagić, A., Knežević, J., & Halilović, V. (2019). Modelling bark thickness of Norway spruce (*Picea abies* Karst.). South-East European Forestry (SEEFOR), 10(2), 125–136. <https://doi.org/10.15177/seefor.19-17>
- Patterson, D.W., Wiant, H.V. Jr. & Wood, G. B. Jr. (1993). Comparison of the centroid method and taper systems for estimating tree volumes. Northern Journal of Applied Forestry, 10(1), 8–9. <https://doi.org/10.1093/njaf/10.1.8>
- Pavlič, J. (1973). Istraživanje zavisnosti procentualnog učešća sortimenata smrče od debljine, visina i kvaliteta stabla. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu, 17(1–3), 1–69. <https://doi.org/10.54652/rsf.1972.v20.i1-3.467>
- Poršinsky, T., & Vujeva, J. (2007). Gubici obujma izrađene smrekove oblovine zbog propisanoga načina izmjere. Nova mehanizacija šumarstva, 28, 37–47. <https://hrcak.srce.hr/21172>
- Poršinsky, T., Đuka, A., & Busić, O. (2014). Utjecaj propisnosti mjerenja oblovine na transport drva. Nova mehanizacija šumarstva, 35, 1–9. <https://hrcak.srce.hr/121850>
- Prolić, N. (1975). Sortimentne tablice na bazi ukupne drvne mase i krupnog drveta – jela. In Tablice taksacionih elemenata visokih i izdanačkih šuma u SR Bosni i Hercegovini (pp. 152–159). Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu. <https://doi.org/10.54652/rsf.1980.v1.i13.271>
- Rebula, E. (1983). Mjerenje sortimenata u uvjetima dorade na centralnim mehaniziranim skladištima. Šumarski list, 107(3–4), 225–232.
- Rebula, E. (1994). Nesigurnost određivanja obujma oblovine četinjača te prijedlog novoga mjernog postupka. Mehanizacija šumarstva, 19(2), 87–110.
- Schopfer, W. (1982). Rundholzvermessung in Wandel – Entwicklungstendenzen bei der Vermessung von Massensortimenten. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 121–131.
- Turk, Z., & Lipoglavšek, M. (1972). Volumni in težinski delež lubja glede na premer deblovine jelke, smreke in bukve na nekaterih območjih Slovenije. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana.
- Vukmirović, V. (1971). Istraživanje učešća sortimenata bukve u čistim i mješovitim bukovim sastojinama u Bosni – sortimentne tablice. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu, 14(4–6), 33–66. <https://doi.org/10.54652/rsf.1969.v17.i4-6>

SUMMARY

In the timber trade within the forestry sector of Bosnia and Herzegovina, roundwood is dispatched and marketed in accordance with the provisions of the standard JUS D.B0.022:1984, which defines the classification and measurement of both unprocessed and processed wood. According to this standard, logs are measured individually by diameter and length. The diameter is measured, as a rule, without bark, at the mid-length of the log in two perpendicular directions (maximum and minimum), and rounded down to the nearest whole centimeter. The arithmetic mean of these two measurements, also rounded down to the nearest centimeter, is used for volume calculation. If the diameter is measured with bark, bark thickness is deducted. The length is measured along the shortest axis of the log and rounded down to the nearest decimeter, excluding the so-called “overmeasure” (allowance), which for conifers amounts to 1–2 cm per meter. The volume of roundwood is determined using Huber’s formula (mid-diameter formula), which is the most commonly used method worldwide due to its simplicity and practicality. However, the accuracy of the calculated volume is of greater importance. Numerous comparative studies on the accuracy of various formulae have demonstrated that Huber’s formula tends to produce negative estimation errors, whereas Riecke’s formula yields the smallest percentage error in estimating roundwood volume. Therefore, in this study, Riecke’s formula was assumed to be the most accurate for determining log volume, and it was used to calculate the gross volume of roundwood as a reference value for assessing the volume losses of spruce and fir logs resulting from: a) the prescribed Huber’s formula, b) the prescribed method of diameter measurement, c) the prescribed method of length measurement, and d) the deduction of double bark thickness. A total of 1,036 logs were measured (391 spruce and 634 fir). The Mann–Whitney (Wilcoxon) test confirmed statistically significant differences between spruce and fir in terms of volume losses caused by the use of Huber’s formula and the deduction of bark thickness, whereas no significant differences were found for losses resulting from the prescribed measurement methods (diameter and length). As volume estimation errors are not uniform across diameter classes, results were presented in 5-cm diameter intervals. For all examined sources of volume loss except the application of Huber’s formula, a clear dependence on the diameter class was observed, with volume losses decreasing as diameter increased. The highest percentage of volume loss for both spruce and fir logs occurred due to the deduction of double bark thickness (ranging from 9.1% to 6.4% for spruce and 10.7% to 7.7% for fir). This was followed by losses arising from the prescribed method of diameter measurement (from 7.3% to 1.7%), the prescribed volume calculation formula (from 5.3% to 1.5% for spruce and 3.7% to 1.1% for fir), and finally, the prescribed method of length measurement (from 3.1% to 2.1%).

Regression analysis indicated that the errors in volume estimation using Huber’s formula, besides being influenced by diameter, are also strongly dependent on log length and taper, i.e., the reduction in diameter along the log. The results show that as log length and taper increase, so does the estimation error for both analyzed species. These findings provide a scientifically grounded basis for revising certain parts of the existing standard or for developing a new standard regulating the measurement of dimensions and the determination of roundwood volume. Furthermore, there is an urgent need for additional research focusing on larger diameter classes of roundwood.

Received: November 19, 2025; **Accepted:** December 1, 2025; **Published:** December 31, 2025

Funding: The research was funded by the Ministry of Education and Science of the Federation of Bosnia and Herzegovina. FMNO

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Models of forest timber assortment sales in public forestry companies: A comparative analysis of the Republic of Srpska, the Federation of Bosnia and Herzegovina and the Republic of Serbia

Modeli prodaje šumskih drvnih sortimenata u javnim preduzećima šumarstva: komparativna analiza u Republici Srpskoj, Federaciji Bosne i Hercegovine i Republici Srbiji

Dragan Čomić^{1*}, Bogoljub Blagojević², Stojanka Bilić³, Dženan Bećirović⁴, Bruno Marić⁴

1 University of Banja Luka - Faculty of Forestry, Bosnia and Herzegovina

2 Former student of University of Banja Luka - Faculty of Forestry, Bosnia and Herzegovina

3 Student of University of Banja Luka - Faculty of Forestry, Bosnia and Herzegovina

4 Univerzitet u Sarajevu - Šumarski fakultet, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

The sale of forest timber assortments represents a complex and multidimensional process, encompassing a wide range of activities, from establishing contact with buyers and negotiating sales agreements, through organizing tenders and defining criteria for evaluating bids, to setting prices and allocating assortments. This paper analyzes the sales procedures in five forest estates within the Public Forest Company “Šume Republike Srpske” (“Zelengora” Kalinovik, “Drina” Srebrenica, “Maglić” Foča, “Panos” Višegrad, and “Vučevica” Čajniče), as well as in three forestry companies from the region: Public Company “Bosansko-podrinjske šume” d.o.o. Goražde, Cantonal Public Forestry Company “Sarajevo-šume” d.o.o. Sarajevo, and Public Company “Srbija-šume” Belgrade. The aim of the research was to identify and compare the procedures and processes of organizing sales in public forestry companies. In addition to applying classical scientific methods (classification, analysis, synthesis, induction, and deduction), a survey was conducted among employees directly or indirectly involved in sales activities to obtain practical insights and perspectives from practice. The survey results indicated a series of challenges in organizing sales, ranging from the complexity of procedures and lack of market flexibility to the need for more efficient professional services and improvements in the customer scoring system. The comparative analysis revealed that sales models among the observed companies differ significantly, with clearly identified strengths and weaknesses of individual approaches. Based on the obtained results, the paper provides specific recommendations aimed at improving the existing sales system in public forestry companies, with the ultimate goal of enhancing economic and financial performance.

Key words: Public forestry companies, sales, forest timber assortments, sales procedures, sales organization.

* Corresponding author: prof. dr. Dragan Čomić, dragan.comic@sf.unibl.org, University of Banja Luka - Faculty of Forestry, Bosnia and Herzegovina

INTRODUCTION - Uvod

Funkcije šuma svrstavaju se u tri osnovne grupe: proizvodne, ekološke (zaštitne) i socijalne (Simončić i Bončina, 2015). U tradicionalno organiziranim javnim preduzećima šumarstva poslovni model dominantno je baziran na sječi i plasmanu šumskih drvnih sortimenata (ŠDS), dok su ostali izvori prihoda često marginalizirani. Prilikom tradicionalne prodaje težište je prvenstveno na transakciji i samom činu prodaje, bez značajnog uvažavanja zahtjeva potrošača u procesu prodaje (Filipović i Damjanović, 2006). U regiji se šume i dalje uglavnom posmatraju kroz tradicionalnu prizmu – kao izvor drvene sirovine, pri čemu prodaja ŠDS još uvijek predstavlja osnovni izvor prihoda za javna preduzeća šumarstva u većini zemalja Zapadnog Balkana. Ovakav pristup zanemaruje brojne druge koristi koje šume i šumski ekosistemi pružaju, čineći sektor previše zavisnim od tržišta ŠDS i osjetljivim na promjene u potražnji, cijenama i regulativi. Zbog toga je neophodna promjena paradigme i šire prepoznavanje šuma kao ključnog elementa zelene infrastrukture i najvećeg izvora kopnenih bioloških resursa. Šume mogu obezbijediti raznovrsne ekosistemске usluge i dati važan doprinos ekonomskom razvoju, naročito u kontekstu klimatskih promjena (adaptacija i mitigacija), korištenja obnovljivih izvora energije i razvoja povezanih sektora, kao što su ekoturizam, građevinarstvo, ruralni razvoj, agrošumarstvo, urbano šumarstvo, vodoprivreda, tekstilna i hemijska industrija, farmacija, lovstvo i zdravstvo (Čomić, 2022). Kao potvrda ove teze su i navodi UNECE-a (2018) da javna preduzeća šumarstva posluju neprofitabilno zbog niske cijene drveta, što ograničava ulaganja u održivo gazdovanje šumama. Niska cijena drveta obeshrabruje i privatne investicije, što dodatno pogoršava stanje u sektoru. Kao rezultat toga dolazi do problema u održivom gazdovanju šumama, izostanka pošumljavanja, te porasta ilegalne sječe i požara, što vodi ka degradaciji šuma i gubitku biodiverziteta (UNECE, 2018).

Savremeno poslovno okruženje obilježeno je intenzivnim promjenama, pri čemu tehnološki razvoj znatno ubrzava dinamiku tržišta, donoseći istovremeno nove šanse i potencijalne prijetnje za preduzeća (Blagojević et al., 2019; Lemm et al., 2020). Globalizacija i internacionalizacija omogućavaju ulazak na nova tržišta, dok konkurencija prelazi s lokalnog i nacionalnog na globalni nivo. U uslovima tržišnog zasićenja diferencijacija, segmentacija i inovacije postaju ključni mehanizmi za identifikaciju i osvajanje novih tržišnih niša (Posavec et al., 2021). U cijelom regionu, šumarski sektor daje značajan doprinos državnoj ekonomiji (OECD, 2021). Navedeno potvrđuju Kuzman et al. (2022), koji ističu da je drveni sektor tradicionalno važan za privredu Sloveni-

je, Hrvatske, Srbije i Bosne i Hercegovine (BiH), a razvoj šumarstva u zemljama Srednje i Jugoistočne Evrope (CSE) uglavnom se oslanja na domaće šumske resurse, preradu drveta i proizvodnju namještaja. Također je važno istaći da je regionalna saradnja među zemljama Zapadnog Balkana od suštinskog značaja za borbu protiv ilegalne sječe šuma (Radosavljević et al., 2024). Iako proizvodnja i prodaja ŠDS i dalje ostaju primarni izvor prihoda za javna preduzeća šumarstva u regiji, potrebno je imati u vidu da, nasuprot striktnoj proizvodnoj orijentaciji (koja u prvi plan stavlja proizvodnju, odnosno striktnu realizaciju planiranog etata), savremena shvatanja nalažu tržišno orijentirano organiziranje i realizaciju proizvodnje, odnosno da bude proizvedena ona količina proizvoda koja se može realizirati na tržištu ili za koju postoji potražnja. Posavec et al. (2021) navode da su preduzeća šumarstva u razvijenim tržišnim ekonomijama pretežno strateški orijentirana, dok su u zemljama u tranziciji pretežno operativno orijentirana.

Potreba za usvajanjem navedene održive i tržišne orijentacije posebno je izražena u prethodnom periodu (2020–2025), kada je fluktuacija ponude i potražnje dostizala ekstremne vrijednosti. Tokom pandemije COVID-19, tržište je gotovo u potpunosti stagniralo, što je bilo praćeno fazom izuzetno visoke potražnje za rezanom građom i ŠDS. Ovaj trend je narušen početkom geopolitičke krize između Ukrajine i Rusije, koja je ponovo destabilizirala potražnju i stvorila dodatne poremećaje u lancima snabdijevanja. Prema OECD-u (2021), kriza izazvana pandemijom COVID-19 imala je utjecaj na BiH, ali istovremeno predstavlja i priliku za strateško usmjerenje i jačanje ekonomske i socijalne otpornosti. U istom izvoru navedeno je da će glavni izazovi BiH u narednoj deceniji biti poboljšanje pristupa finansijama za mala i srednja preduzeća (MSP) radi podsticanja privatnih investicija, kao i usmjerenje većeg dijela javne potrošnje ka investicijama i izdacima koji doprinose rastu produktivnosti (OECD, 2021). U navedenom kontekstu, nalaženje i uspostavljanje ravnoteže između realnih potreba tržišta u datom trenutku s planovima proizvodnje koji se baziraju na šumsko-privrednoj osnovi (kao osnovnom planskom dokumentu u šumarstvu koji se izrađuje za period od deset godina) predstavlja stvarni izazov za javna preduzeća šumarstva u zemljama regiona.

Pored tržišta, odnosno plasmana ŠDS na tržištu, formiranje cijene predstavlja jedan od ključnih faktora koji direktno utječu na stabilnost prihoda i profitabilnost javnih preduzeća i cjelokupnog sektora šumarstva. U tržišnim uslovima cijena treba da reflektuje promjene u ponudi i potražnji, troškovima proizvodnje, kvalitetu ŠDS i općem stanju u industriji. Međutim, u praksi, naro-

čito u javnim preduzećima u zemljama regiona, proces izmjene i prilagođavanja cjenovnika je često administrativno opterećen, dugotrajan i podložan utjecajima različitih interesnih grupa. Također, često izostaje korištenje mehanizama za ažuriranje cijena zasnovanih na redovnoj analizi tržišnih trendova i korištenja digitalnih alata za praćenje tržišta. Kao posljedica toga, cijene koje određuju javna preduzeća često nisu usklađene s tržišnim kretanjima, što može dovesti do narušavanja poslovne stabilnosti, konkurentnosti, gubitaka prihoda te otežanog planiranja kako za javni sektor, tako i za privatne prerađivače. Ovakva nefleksibilna cjenovna politika i nedovoljno korištenje licitacija kao načina prodaje negativno se odražavaju na funkcioniranje kompletnog lanca vrijednosti u sektoru šumarstva. Efektivno realizirane licitacije mogu donijeti korist za obje strane – obezbjeđenje kontinuiteta i poslovnog procesa za kupce i značajno povećanje prihoda i profita za prodavce (Farnia et al., 2013). Slične okolnosti zabilježene su i u zemljama regiona, gdje su ugovorene količine ŠDS najčešće nedovoljne u odnosu na potrebe drvoprerađivačke industrije, zbog čega licitacije predstavljaju važan mehanizam za obezbjeđenje dodatnih količina sirovine neophodne za kontinuirani proizvodni proces (Đurić, 2019).

Također, ovakve prakse negativno utječu na razvoj drvoprerađivačkog sektora, koji ostaje dominantno usmjeren na primarnu preradu i visok koeficijent obrta, dok interes za ulaganje u opremu, kadrove i podizanje stepena finalizacije proizvoda ostaje ograničen. Time se propušta prilika za stvaranje dodatnih prihoda i razvoj konkurentnih lanaca vrijednosti. U kontekstu regionalne integracije i usklađivanja sa standardima Evropske Unije (EU), unapređenje politike cijena i prodaje ŠDS u javnim preduzećima od suštinske je važnosti za stvaranje predvidivog, održivog i konkurentnog sektora šumarstva. Također, korištenje i unapređenje postojeće infrastrukture (primjer informacionog sistema u JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac) treba usmjeriti prema primjeni digitalnih platformi za prodaju ŠDS metodom licitacije, što bi, zajedno s unapređenjem transparentnosti pri ugovaranju prodaje, moglo doprinijeti boljem usklađivanju s realnim tržišnim uslovima i većem povjerenju među svim akterima unutar i izvan sektora šumarstva. U okviru prethodnih istraživanja analizirani su: prihodi i rashodi proizvodnje u šumarstvu Federacije Bosne i Hercegovine (FBiH) (Delić i Avdibegović, 2009), troškovi gazdovanja šumskim resursima u FBiH i upravljanje troškovima (Delić et al., 2011), tržište šumskih drvnih proizvoda na području Zeničko-dobojskog kantona (Delić et al., 2016), te finansijski indikatori uspješnosti poslovanja preduzeća šumarstva i potreba za primjenom izvještavanja o održivosti (Delić et al., 2024), bez analize načina prodaje ŠDS.

Ovaj rad baziran je na analizi i identifikovanju ključnih problema u načinu prodaje ŠDS u šumskim gazdinstvima (ŠG) koja posluju u okviru javnog preduzeća šumarstva “Šume Republike Srpske” (JPŠ “Šume Republike Srpske”), kao i javnih preduzeća šumarstva JP “Bosansko-podrinjske šume” d. o. o. Goražde, KJP “Sarajevo-šume” d. o. o. Sarajevo, i JP “Srbijašume” Beograd. Analizirani su modeli prodaje u šumarstvu, koji predstavljaju načine na koje se drveni sortimenti prodaju kupcima, odnosno načine kojima se određuje ko obavlja sječu, izradu i transport drveta, kao i način formiranja cijene i vršenja naplate. Cilj ovog istraživanja je uporedna analiza načina prodaje u odabranim ŠG, kao i njihovo poređenje s praksama drugih šumarskih preduzeća u regionu. Navedeni pristup omogućava dublje sagledavanje postojećeg stanja, identifikaciju uspješnih modela u prodaji i raspodjeli ŠDS, te doprinosi unapređenju prodajnih procedura i ostvarivanju boljih ekonomskih i finansijskih rezultata.

MATERIALS AND METHODS - *Materijal i metode*

Polazna osnova ovog istraživanja je opis i uporedna analiza modela prodaje u pet ŠG u okviru JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac, te poređenje s praksom tri preduzeća šumarstva (dva iz Federacije Bosne i Hercegovine (FBiH) i jedno iz Republike Srbije). Cilj je bio identifikirati pozitivne i negativne efekte trenutno primjenjivanih modela prodaje i sagledati njihove implikacije na sektor šumarstva. Osnovna hipoteza ovog istraživanja polazi od pretpostavke da će izmjene i unapređenje načina i procedura prodaje ŠDS pozitivno utjecati na saradnju s kupcima, te na povećanje prihoda i profita javnih preduzeća šumarstva. Osnovno istraživanje provedeno je u okviru izrade master rada Bogoljuba Blagojevića (Blagojević, 2023), a podaci su prikupljeni na dva načina. Prvi način je obuhvatao analizu raspoložive literature, naučnih i stručnih časopisa, zakonskih i podzakonskih akata, godišnjih analiza, studija, izvještaja i projekcija u oblasti istraživanja. Drugi način je imao eksperimentalni karakter i proveden je metodom ankete, pri čemu je upitnik ponuđen ispitanicima koji neposredno ili posredno učestvuju u postupku prodaje u analiziranim preduzećima šumarstva. U istraživanju je primijenjen kombinovani metodološki pristup, koji obuhvata kvalitativne i kvantitativne metode, s ciljem sveobuhvatnog sagledavanja postojećih modela prodaje ŠDS i mogućnosti njihovog unapređenja. Za istraživanja su korištene sljedeće naučne metode i tehnike: klasifikacija, analiza sadržaja, analiza, sinteza, deskripcija, indukcija, dedukcija, komparacija i anketa (Todorović i Todorović, 2015).

Metodom klasifikacije problem je razdvojen na manje cjeline, nakon čega je primijenjena metoda analize sadržaja (za analizu literature prilikom razvoja teorijskog okvira i prikupljanja podataka u radu). Metoda analize korištena je za razlaganje složenih pojava, procesa i podataka vezanih za prodaju ŠDS na osnovne elemente radi njihovog pojedinačnog proučavanja i razumijevanja. Metoda sinteze primijenjena je za objedinjavanje rezultata dobijenih analizom, s ciljem formiranja cjelovitih zaključaka o efektivnosti i efikasnosti postojećih modela prodaje i mogućim pravcima unapređenja. Metoda deskripcije korištena je za detaljan i sistematičan opis postojećeg stanja u procesu prodaje ŠDS, uključujući organizacione procedure, pravni okvir i tržišne uslove. Metoda indukcije primijenjena je za izvođenje općih zaključaka na osnovu pojedinačnih primjera i podataka prikupljenih tokom istraživanja. Metoda dedukcije korištena je za provjeru postavljene hipoteze i izvođenje specifičnih zaključaka, polazeći od općih teorijskih postavki i principa u oblasti šumarske ekonomike i menadžmenta prodaje. Metoda komparacije korištena je za upoređivanje modela prodaje ŠDS između pet ŠG u okviru JPŠ “Šume Republike Srpske” i tri šumarska preduzeća (dva iz FBiH i jedno iz Republike Srbije), radi identifikacije sličnosti, razlika, prednosti i nedostataka u primijenjenim praksama.

Metoda ankete primijenjena je korištenjem strukturiranog anketnog upitnika, dizajniranog prema ciljevima istraživanja i specifičnostima sektora šumarstva, uz omogućavanje kvantitativne obrade i kvalitativne interpretacije podataka. Upitnik je sadržavao 15 zatvorenih i poluotvorenih pitanja. Prva cjelina (7 pitanja) odnosila se na aktivnosti koje JPŠ “Šume Republike Srpske” provodi u postupku prodaje, dok je druga cjelina (8 pitanja) obuhvatala aktivnosti svih ŠG u istom procesu. Anketiran je uzorak od 100 zaposlenih, odabran metodom ciljnog i stratificiranog uzorkovanja, pri čemu su ispitanici bili zaposleni na poslovima prodaje ŠDS ili srodnim administrativnim i organizacionim poslovima u ŠG. Prikupljeni podaci su zatim sistematizirani, obrađeni, analizirani i interpretirani u okviru istraživanja. U okviru ovog rada predstavljen je dio rezultata provedene ankete, kojim je omogućena komparacija načina prodaje u analiziranim preduzećima šumarstva. Primarni podaci prikupljeni su direktnim anketiranjem zaposlenih u JPŠ “Šume Republike Srpske”, analizom šumarskih preduzeća iz FBiH i Republike Srbije, kao i na osnovu iskustvenih podataka autora (Blagojević, 2023). Sekundarni podaci preuzeti su prvenstveno iz godišnjih izvještaja poslovanja analiziranih preduzeća šumarstva, regulativnog okvira entiteta i Republike Srbije, strategija razvoja šumarstva, kao i publikacija međunarodnih organizacija kao što su UNECE (2021; 2022; 2023) i World Bank (2024). Dobijeni rezultati su uneseni u MS Excel 2019 i urađena je deskriptivna statistika.

RESULTS - Rezultati

Organization of sales in the JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac - Organizacija prodaje u JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac

Prodaja u JPŠ “Šume Republike Srpske” odvija se kroz tri osnovna modela: ugovore za sukcesivnu isporuku, javno nadmetanje (licitacije) i maloprodaju. Organizacija prodaje i cjelokupnog poslovanja u pojedinim ŠG zasniiva se na šumskoprivrednim osnovama – planskim dokumentima koji definiraju upravljanje određenim šumskim područjem za period od deset godina. Na osnovu šumskoprivrednih osnova izrađuju se izvođački projekti s godišnjim planom sječa, koji obuhvataju sve radove predviđene za realizaciju u toku jedne godine. Šumska gazdinstva su obavezna da plan dostave Direkciji JPŠ “Šume Republike Srpske” do 1. novembra tekuće godine, nakon čega Direkcija, na osnovu prispjelih planova iz svih ŠG i raspoloživih sortimenata iz redovnih i vanrednih sječa, sastavlja pregled raspoloživih ŠDS po kvalitetu i količini.

Uslovi prodaje ŠDS u JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac obuhvataju niz postupaka i pravila, uključujući: otpremu, fakturisanje, utvrđivanje trenutka nastanka dužničko-povjerilačkog odnosa, način i rokove plaćanja, osiguranje naplate, uslove definisane ugovorom, te obračun i druge povezane radnje. Kriterijumi, uslovi i načini raspodjele ŠDS utvrđuje Vlada Republike Srpske, kroz funkciju Skupštine preduzeća, u skladu sa *Odlukom o utvrđivanju kriterijuma, uslova i načina raspodjele šumskih drvnih sortimenata* (“Službeni glasnik RS”, br. 86/19) (tabela 1).

Nakon izvršenog bodovanja preduzeća, utvrđuje se jedinična vrijednost boda izražena u m³, a osnovni cilj je utvrđivanje količine ŠDS koji se raspodjeljuju drvoprerađivačima u Republici Srpskoj (RS). Prema *Odluci o utvrđivanju kriterijuma, uslova i načina raspodjele šumskih drvnih sortimenata* (“Službeni glasnik RS”, br. 86/19), definisana je neophodna dokumentacija koju privredni subjekti moraju dostaviti, i to:

1. Popunjen obrazac “Podaci o poslovanju privrednog subjekta u toku prethodne godine”.
2. Bilans uspjeha drvoprerađivača za prethodnu godinu.
3. Potvrdu Poreske uprave RS o broju zaposlenih radnika u prethodnoj godini i potvrdu o izmirenim poreskim obavezama.
4. Potvrdu Uprave za indirektno oporezivanje o ostvarenom izvozu proizvoda nastalih preradom drveta u periodu prethodne godine.
5. Dokaz o ispunjenju minimalnih tehničkih uslova, u skladu sa *Uredbom o minimalnim tehničkim uslovima za rad objekata za primarnu preradu drveta* (Službeni glasnik Republike Srpske broj 46/10).

Tabela 1. Kriterijumi za raspodjelu ŠDS prema Odluci o utvrđivanju kriterijuma, uslova i načina raspodjele šumskih drvnih sortimenata (2019)

Table 1. Criteria for the allocation of forest timber assortments according to the Decision on defining the criteria, conditions, and method of allocation of forest timber assortments (2019)

KATEGORIJA	BROJ BODOVA
Ukupan prihod preduzeća	
Za svakih 100.000 KM prihoda	0,3 boda
Ostvareni izvoz (od proizvoda ŠDS)	
Za svakih 100.000 KM izvoza (pilanski proizvodi)	0,2 boda
Za svakih 100.000 KM izvoza (finalni i polufinalni proizvod)	0,4 boda
Broj zaposlenih radnika (prerada drveta)	
Za svakih 10 zaposlenih radnika	3 boda
Stepen finalizacije proizvoda	
Pilanski proizvodi	2 boda
Polufinalni proizvodi	6 bodova
Finalni proizvodi	12 bodova
Stepen razvijenosti lokalne zajednice	
Razvijena	0 bodova
Srednje razvijena	4 boda
Nerazvijena	8 bodova
Izrazito nerazvijena	12 bodova
Ispunjavanje obaveza prema JPŠ "Šume Republike Srpske"	
Avans	10 bodova
Redovno plaćanje	5 bodova
Kašnjenja u plaćanju	0 bodova

Potrebno je naglasiti činjenicu da je u dopunama navedene Odluke (Službeni glasnik RS, 2025) navedeno da JPŠ "Šume Republike Srpske" trebaju raspodijeliti 80% etata trupaca četinarskih vrsta i 90% etata trupaca lišćarskih vrsta drveća prema kriterijumima za drvoprerađivače u Republici Srpskoj koji ispunjavaju uslove za raspodjelu ŠDS. Preostale količine od 20% etata trupaca četinaru i 10% etata trupaca lišćara bit će rezervisano za prodaju trupaca putem licitacije. Također je navedeno da preduzeća iz grupe finalnih i polufinalnih prerađivača koja su bodovana za raspodjelu ŠDS u 2025. godini stiču pravo na potpisivanje okvirnih petogodišnjih ugovora sa JPŠ "Šume Republike Srpske", dok će se s primarnim drvoprerađivačima potpisivati jednogodišnji ugovori.

Procedure for the sale of forest timber assortments in the JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac - Postupak prodaje ŠDS u JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac

Osnovni zakon za sektor šumarstva u RS predstavlja Zakon o šumama RS (Službeni glasnik RS, broj 75/08; 60/13; 70/20). Na osnovu člana 76, stav 2 Zakona o republickoj upravi ("Službeni glasnik RS", br. 115/18) i tačke 2 Zaključka Vlade Republike Srpske broj: 04/1-012-2-1566/19 od 13. juna 2019. godine, Ministarstvo privrede i preduzetništva donosi Rješenje o utvrđivanju uslova i kriterijuma za razvrstavanje privrednih subjekata iz oblasti drvne industrije prema stepenu prerade na finalne, polufinalne i primarne. Navedenim Rješenjem precizno su definirani kriterijumi koje privredni subjekti moraju ispuniti kako bi bili svrstani u određenu kategoriju, uz mogućnost podnošenja zahtjeva za prelazak u drugu kategoriju tokom godine, pod uslovom dostavljanja kompletne dokumentacije. Stepem prerade direktno utječe na uslove prodaje, uključujući i mogućnost različitih modela plaćanja (npr. odgođeno plaćanje). Prema Odluci o definisanju parametara za utvrđivanje strateških preduzeća iz oblasti drvoprerađivačke industrije (Vlada Republike Srpske, 2018), privredni subjekti koji ispunjavaju propisane parametre imaju pravo na zaključenje okvirnih petogodišnjih ugovora s JPŠ "Šume Republike Srpske", kojima se garantuju minimalne količine i dinamika isporuke ŠDS. Za svaku godinu se na nivou javnog preduzeća donosi odluka o uslovima i načinu prodaje (JPŠ "Šume Republike Srpske", 2022b), a definirana je i procedura za realizaciju ŠDS (JPŠ "Šume Republike Srpske", 2018). Prodaja se vrši na osnovu cijena definiranih u Cjenovniku ŠDS i šumske biomase (JPŠ "Šume Republike Srpske", 2025), a svake godine se tržišna realizacija ŠDS iskazuje u izvještaju o izvršenju proizvodno-fnansijskog plana (JPŠ "Šume Republike Srpske", 2021; 2022a; 2023). Kupcima koji ne izmiruju dospelje obaveze u roku obustavlja se isporuka sortimenata. Dispozicija za otpremu izdaje se samo ako je dug izmiren ili je uplaćen propisani avans, u skladu sa Odlukom o utvrđivanju kriterijuma, uslova i načina raspodjele ŠDS (2019). Poseban režim važi za kupce koji su istovremeno izvođači radova u šumarstvu – takvi subjekti ne mogu preuzimati sortimente iz odjela u kojima izvode radove.

Nakon bodovanja drvoprerađivača i objave spiska subjekata koji ispunjavaju uslove, slijedi potpisivanje ugovora. Prioritet imaju strateška preduzeća, a potom se ugovori zaključuju sa ostalim kupcima sukcesivno po ŠG. Za niže vrijedne sortimente ugovori se potpisuju na prijedlog ŠG. Po odobrenju, ugovor se potpisuje u ŠG od strane kupca i direktora, zatim se dostavlja Direkciji Javnog preduzeća, gdje ga potpisuje direktor za

komercijalne poslove i generalni direktor. Komercijalna služba dodjeljuje broj ugovora i unosi ga u informacijski sistem. Ugovor se izrađuje u tri primjerka – za kupca, Direkciju JPŠ i ŠG. Za niže vrijedne sortimente uvijek se vrši avansna uplata. Isporuka ŠDS vrši se na osnovu potpisane dispozicije od strane direktora ŠG ili ovlaštenog lica. Dispozicija se dostavlja rukovodiocu šumske uprave, radne jedinice ili revira, koji je evidentira i proslijeđuje otpremaču na radilištu. Dokument sadrži sve propisane podatke: broj dispozicije, broj ugovora, naziv kupca, mjesto isporuke, količinu i strukturu sortimenata, te odjel i privrednu jedinicu iz koje se vrši isporuka.

Fakturisanje započinje po izvršenoj otpremi. Jedan primjerak otpremnog lista dobija vozač (kupac), dva primjerka idu knjigovođi proizvodnje i prodaje, a jedan ostaje otpremaču. Nakon unosa u sistem, otpremnice se dostavljaju likvidatoru radi provjere i ispravke eventualnih grešaka. Potom se dokument ovjerava, unosi datum i potpis, te predaje fakturisti koji izrađuje fakturu. Fature se štampaju u dva primjerka – jedan se šalje kupcu (uz "plavu" otpremnicu), a drugi ostaje ŠG ("žuta" otpremnica). Likvidator provjerava usklađenost fakture s otpremnicom i unosi podatke u finansijsko knjigovodstvo. Glavni knjigovođa potom vrši rasknjižavanje i umanjuje avans kupca za iznos fakture ili povećava dug kod kupca s odgođenim plaćanjem. Fakturisanje se vrši prema važećem cjenovniku, a fakture se kupcima dostavljaju dva puta mjesečno, obavezno prije početka narednog mjeseca, zbog obračuna PDV-a. Sve izlazne fakture evidentiraju se u *Knjigu izlaznih faktura* (KIF). Ukoliko kupac uoči nepravilnosti u dimenzijama ili klasama sortimenata, može podnijeti pismenu reklamaciju direktoru preduzeća. Direktor zahtjev proslijeđuje komisiji za reklamacije, koja izlazi na stovarište kupca, utvrđuje činjenično stanje i sačinjava zapisnik.

Organization of sales in the forest management unit "Zelengora" Kalinovik - Organizacija prodaje u šumskom gazdinstvu "Zelengora" Kalinovik

Šumsko gazdinstvo "Zelengora" Kalinovik obuhvata područje opština Kalinovik, Trnovo, Istočna Ilidža i dijelom opštine Foča, i gazduje "Kalinovičko-Trnovskim" šumskoprivrednim područjem. Ovo šumsko gazdinstvo se suočava s određenim poteškoćama u plasmanu robe, prvenstveno zbog nedovoljno razvijenih prerađivačkih kapaciteta na području opštine. Dodatni izazov predstavlja velika udaljenost Kalinovika od većih prerađivačkih centara i kupaca iz drugih dijelova Republike Srpske. Postupak prodaje ŠDS započinje nakon što se dobiju podaci o raspoloživim količinama i vrstama sortimenata, dok direktnu komunikaciju s kupcima vodi tehnički

direktor koji ugovara uslove isporuke. Rukovodioci radnih jedinica imaju obavezu da do kraja radnog vremena dostave tehničkom direktoru izvještaj o stvarnom stanju na stovarištima, uključujući kvalitet i količinu raspoloživih sortimenata. Komercijalna služba tehničkom direktoru dostavlja informacije o finansijskom statusu kupaca, potvrde o izvršenim avansnim uplatama, te podatke o procentu isporučenih ŠDS u odnosu na ugovorene količine. Nakon analize prikupljenih podataka, tehnički direktor uspostavlja direktan kontakt s kupcima radi dogovora o terminu i načinu preuzimanja robe, nakon čega komercijalnoj službi predaje spisak kupaca, na osnovu kojeg se izrađuju dispozicije.

Organization of sales in the forest management unit "Drina" Srebrenica - Organizacija prodaje u šumskom gazdinstvu "Drina" Srebrenica

Šumsko gazdinstvo "Drina", sa sjedištem u opštini Srebrenica, gazduje šumskoprivrednim područjem "Donje-drinsko" i ima jednu šumsku upravu u opštini Bratunac. Proizvodnja je organizovana preko dvije šumske uprave, po jedna u svakoj opštini koje čine ovo ŠG. Osnovni problemi u proizvodnji ŠDS odnose se na nedostatak kvalitetnih sastojina, budući da preovladavaju bukove šume s nepovoljnom sortimentnom strukturom, te na činjenicu da je značajan dio šuma i šumskog zemljišta miniran. U opštini Srebrenica ne postoje prerađivački kapaciteti, dok se u Bratuncu nalaze drvoprerađivači većih kapaciteta. Kontakt s kupcima uspostavljaju šefovi šumskih uprava, čija osnovna zaduženja uključuju obaveštavanje kupaca o količini i kvalitetu ŠDS koji trebaju biti raspoloživi narednog dana. Nakon toga, šefovi obavještavaju direktora i komercijalnu službu, koja izrađuje dispozicije. Ukoliko kupac nema uplaćen avans ili kasni s uplatom, šef šumske uprave obavještava nadređene, nakon čega se vrši kontaktiranje drugih kupaca.

Organization of sales in the forest management unit "Maglić" Foča - Organizacija prodaje u šumskom gazdinstvu "Maglić" Foča

Šumsko gazdinstvo "Maglić", sa sjedištem u opštini Foča, gazduje šumskoprivrednim područjem "Gornjedrinsko". Proizvodnja je organizovana kroz šest radnih jedinica. Na području opštine razvijena je drvoprerađivačka industrija, pa se većina proizvodnje plasira lokalnim kupcima. Osnovne poteškoće u gazdovanju odnose se na veliku površinu ŠG, veliku udaljenost odjela, kao i na činjenicu da je dio teritorije pod minama. Postupak prodaje odvija se na način da tehnički direktor uspostavlja direktan kontakt s kupcima. Šefovi šumskih uprava dostavljaju tehničkom direktoru izvještaj o stanju na stovarištu, uključujući količinu i kvalitet sortimenata raspolo-

živih tog dana, kako bi se narednog dana mogao izvršiti utovar ŠDS. Nakon što komercijalna služba dostavi tehničkom direktoru podatke o finansijskom stanju kupaca, kontaktiraju se odabrani kupci i utvrđuje raspored utovara. Nakon toga, tehnički direktor predaje spisak komercijalnoj službi, koja izrađuje dispozicije. Dispozicije se narednog dana prosljeđuju šefovima radnih jedinica radi organizacije isporuke.

Organization of sales in the forest management unit “Panos” Višegrad - Organizacija prodaje u šumskom gazdinstvu “Panos” Višegrad

Šumsko gazdinstvo “Panos”, sa sjedištem u opštini Višegrad, gazduje “Višegradskim” šumskoprivrednim područjem. Ovo ŠG suočava sa značajnim problemima u plasmanu ŠDS, budući da veliki dio proizvodnje čine sortimenti crnog i bijelog bora, za koje postoji ograničen broj kupaca na domaćem tržištu. Dodatne poteškoće stvaraju nepristupačni tereni, kao i učestala pojava šumskih požara, koje je zbog konfiguracije terena teško sanirati. Ipak, zahvaljujući povoljnom geografskom položaju, ŠG uspješno prodaje sve ostale vrste četinaru, dok lišćari učestvuju s oko jednom trećinom u ukupno ostvarenoj prodaji. Postupak prodaje odvija se putem službe za korištenje šuma, čiji rukovodilac redovno dobija informacije od poslovođa iz radnih jedinica o iskorištavanju i realizaciji planova korištenja šuma. Poslovođe prikupljaju i evidentiraju promjene u stanju i količinama ŠDS na lagerima. Nakon prikupljanja i objedinjavanja podataka, rukovodilac službe za korištenje šuma iste prosljeđuje rukovodiocu komercijalne službe, koji vrši kontaktiranje kupaca. Ugovore s kupcima potpisuje direktor ŠG, u saradnji s rukovodiocem i poslovođama, na osnovu podataka sa terena.

Organization of sales in the forest management unit “Vučevica” Čajniče - Organizacija prodaje u šumskom gazdinstvu “Vučevica” Čajniče

Šumsko gazdinstvo “Vučevica”, sa sjedištem u opštini Čajniče, gazduje šumskoprivrednim područjem “Čajničkim”, u okviru kojeg posluje šumska uprava u Novom Goraždu. Proizvodnja je organizovana u okviru jedne radne jedinice za korištenje šuma, koja obuhvata četiri radilišta kojima rukovode poslovođe. Cjelokupna teritorija opštine Novo Goražde označena je kao minirana, zbog čega se na tom području ne izvode radovi na korištenju i ne obavljaju se redovne sječe. Jedini prihod na ovom području ostvaruje se prodajom ogrijevnog drveta. Dodatni problem predstavlja nepostojanje šumskih kamionskih puteva u dijelu šumskog područja prema granici sa Srbijom, kao i otežan plasman lišćarskih sortimenata, budući da na području opštine Čaj-

niče postoji samo jedno preduzeće za njihovu preradu. Postupak prodaje u ŠG odvija se putem komercijalne službe. Poslovođe radilišta dostavljaju šefu komercijalne službe dnevne podatke o raspoloživim sortimentima (vrsta, kvalitet i količina). Nakon provjere finansijskog stanja kupaca, izrađuje se raspored utovara, koji se dostavlja direktoru na odobrenje. Po odobrenju, kupci se kontaktiraju, izdaju se dispozicije i prosljeđuju šefu eksploatacije, koji ih dalje distribuira na radilišta radi realizacije isporuke.

Organization of sales in the other analyzed forestry companies - Organizacija prodaje u ostalim analiziranim preduzećima šumarstva

S ciljem upoređivanja organizacije i načina prodaje ŠDS u okviru ovog rada, analizirani su modeli prodaje u tri šumarska preduzeća u entitetu FBiH i Republici Srbiji. U komparativnu analizu uključena su sljedeća preduzeća:

1. JP “Bosansko-podrinjske šume” d. o. o. Goražde;
2. KJP “Sarajevo-šume” d. o. o. Sarajevo;
3. JP “Srbijašume” Beograd.

Organization of sales in the JP “Bosansko-podrinjske šume” d.o.o. Goražde - Organizacija prodaje u JP “Bosansko-podrinjske šume” d. o. o. Goražde

Proces prodaje započinje raspisivanjem tendera od strane javnog preduzeća, kojim se definišu ugovori za sukcesivnu isporuku ŠDS. U tenderu se za kupce precizno navode količine tehničkog drveta i cijena po jednoj ponudi/partiji ili “lotu”. Svaki “lot” sadrži podatke o količini, cijeni, klasi i vrsti drveta koje se prodaje. Nakon objave oglasa, potencijalni kupci mogu podnijeti prijave i potrebnu dokumentaciju, na osnovu koje se vrši bodovanje. Količina drvnih sortimenata koja se dodjeljuje pojedinom kupcu određuje se prema ostvarenim bodovima. Za sprovođenje ovog postupka preduzeće imenuje komisiju zaduženu za bodovanje i realizaciju cjelokupnog procesa. Prema *Pravilniku o prodaji šumskih drvnih sortimenata* (JP “Bosansko-podrinjske šume”, 2021), bodovanje se vrši prema sljedećim kriterijima:

1. Kupac koji ponudi najveću cijenu (Q_c) boduje se s maksimalnih 60 bodova, a svaki drugi kupac na sljedeći način: $(Q_c/Q_c \text{ max}) \times 60 = \text{broj bodova } Q_c$;
2. Ukupna količina (m^3) preuzetih ŠDS (Q_s) od JP “Bosansko-podrinjske šume” u periodu od 01.01. do 30.11. tekuće godine boduje se s maksimalnih 20 bodova, a svaki drugi kupac se boduje: $(Q_s/Q_s \text{ max}) \times 20 = \text{broj bodova } Q_s$;
3. Ukupan prihod od prodaje ŠDS ostvaren (Q_p) kod JP “Bosansko-podrinjske šume” u periodu od 01.01.

do 30.11. tekuće godine boduje se s maksimalnih 10 bodova, a svaki drugi kupac se boduje: $(Q_r/Q_r \text{ max}) \times 20 = \text{broj bodova } Q_r$;

4. Ukupna vrijednost avansnih uplata za preuzete ŠDS (Q_{av}) od strane JP "Bosansko-podrinjske šume" u periodu od 01. 01. do 30.11. tekuće godine boduje se s maksimalnih 10 bodova, a svaki drugi kupac: $(Q_{av}/Q_{av} \text{ max}) \times 20 = \text{broj bodova } Q_{av}$.

Kupci koji dobiju "lot" tehničkog drveta obavezni su da u preuzetoj količini robe osiguraju najmanje 5% trupaca klasa F i L. Također, dužni su da avansno plate minimalno 60% vrijednosti robe planirane za isporuku u narednom mjesecu, dok se preostalih 40% može platiti u roku od 15 dana od dana utovara, uz obavezno obezbjeđenje mjernice. U javnom pozivu jasno su navedeni uslovi koje kupac mora ispuniti, a koji se uglavnom odnose na uobičajene kriterijume, poput registracije za odgovarajuću djelatnost i urednog izmirenja obaveza prema preduzeću. Prema *Pravilniku o prodaji šumskih drvnih sortimenata* (JP "Bosansko-podrinjske šume", 2021), najmanje 20% od planirane količine ŠDS prodaje se putem javnog nadmetanja. Prednost u dodjeli imaju stalni kupci, koji ostvaruju dodatne bodove na osnovu preuzetih količina iz prethodne godine, pod uslovom da su u potpunosti izmirili obaveze prema preduzeću. Ipak, jedan od nedostataka u konkursnoj proceduri odnosi se na činjenicu da lokalni drvoprerađivači ne ostvaruju nikakve olakšice kao ni dodatne bodove, što može negativno utjecati na razvoj domaće prerade drveta.

Organization of sales in the KJP "Sarajevo-šume" d.o.o. Sarajevo - Organizacija prodaje u KJP "Sarajevo-šume" d. o. o. Sarajevo

Kada je riječ o organizaciji prodaje u KJP "Sarajevo-šume", ista se realizuje kroz tri osnovna modaliteta: prodaju putem ugovora za sukcesivnu isporuku, prodaju putem licitacije i maloprodaju. Pravo učešća u kupovini ŠDS imaju sva pravna lica koja ispunjavaju propisane opće uslove definisane Pravilnikom o prodaji ŠDS (KJP "Sarajevo-šume", 2016). Bodovanje se vrši na osnovu Pravilnika o prodaji ŠDS (KJP "Sarajevo-šume", 2016):

1. Ukupan broj zaposlenih prijavljenih radnika na dan 31. 10. tekuće godine. Kupac ($Q_p \text{ max}$) koji ima najveći broj zaposlenih boduje se s 20 bodova, a svaki drugi kupac (Q_p): $(Q_p \text{ max}/Q_p) \times 20 = \text{broj bodova } Q_p$;
2. Kupac ($Q_r \text{ max}$) koji nudi 30 dana avansnog plaćanja boduje se s maksimalnih 20 bodova, a svaki drugi kupac (Q_r) prema navedenoj formuli: $(Q_r \text{ max}/Q_r) \times 20 = \text{broj bodova } Q_r$. Također, kupcima se nudi opcija avansnog plaćanja i to na: 7, 15 i 30 dana;

3. Kupac koji je preuzeo najveću količinu ŠDS u periodu od 01. 01. do 31. 10. tekuće godine boduje se s 25 bodova, a svaki drugi kupac (Q_s): $(Q_s \text{ max}/Q_s) \times 20 = \text{broj bodova } Q_s$;
4. Kupac ($Q_v \text{ max}$) koji ima najveći iznos avansnih uplata boduje se s 25 bodova, a svaki drugi kupac (Q_v): $(Q_v \text{ max}/Q_v) \times 25 = \text{broj bodova } Q_v$;
5. Kupac ($Q_k \text{ max}$) koji ima najveći procenat realizacije ugovora za preuzimanje ŠDS se boduje s 15 bodova, a svaki drugi kupac (Q_k): $(Q_k \text{ max}/Q_k) \times 15 = \text{broj bodova}$.

Novi kupci koji se prijave na javni oglas za kupovinu ŠDS, a prethodno nisu imali zaključen ugovor sa KJP "Sarajevo-šume", ostvaruju maksimalnih 10 bodova u procesu bodovanja. Kupci s godišnjom potrošnjom do 100 m³ sortimenata nisu obavezni zaključivati ugovor o prodaji, a u tom slučaju prodaja se realizuje putem izdavanja predračuna i avansnog plaćanja, uz podnošenje prethodnog zahtjeva ili narudžbenice. Za kupce zainteresirane isključivo za sortimente prve ili prve i druge klase, kao i za sortimente specijalnih dimenzija, cijena se uvećava za 20% za količine do 100 m³, dok za količine preko 100 m³ uvećanje iznosi 30%. Visokovrijedni sortimenti svih vrsta drveća prodaju se pojedinačno ili u kontingentima, i to ponuđaču koji ponudi najvišu cijenu, pri čemu ista ne smije biti niža od cijene utvrđene važećim cjenovnikom (KJP "Sarajevo-šume", *Pravilnik o prodaji ŠDS*, 2016).

Organization of sales in the JP "Srbijašume" Belgrade - Organizacija prodaje u JP "Srbijašume" Beograd

U skladu sa podacima JP "Srbijašume" (2025) prodaja ŠDS u JP "Srbijašume" realizuje se putem javnog oglasa na koji se kupci prijavljuju dostavljanjem dva potpisana obrasca (1. zahtjev za zaključenje ugovora o isporuci drvnih sortimenata i 2. izjavu kupca) (JP "Srbijašume", 2025). Prvi obrazac, u formi zahtjeva, sadrži podatke o traženoj količini i vrsti sortimenata, dinamici isporuke, učešću na licitacijama, stepenu prerade, načinu transporta i načinu plaćanja. Drugi obrazac je izjava kupca, kojom se kupac, pod krivičnom i materijalnom odgovornošću, obavezuje da su svi navedeni podaci u prijavi tačni. Pored ovih obrazaca, svi kupci su dužni dostaviti sljedeću dokumentaciju:

1. Izvod iz registra od Agencije za privredne registre koji ne može biti stariji više od 10 dana od dana potpisivanja ugovora, kojim se dokazuje osnovna djelatnost preduzeća;
2. OP obrazac lica ovlaštenih za zastupanje privrednog subjekta;

3. Dokaz o vlasništvu proizvodnog pogona za preradu drveta ili ugovor o zakupu pogona za preradu drveta;
4. Potvrda od NBS (Narodne banke Srbije) da račun preduzeća nije bio u blokadi za posljednjih 6 mjeseci.

Uslovi koje kupac treba da ispuni su:

1. da ima instalirane sopstvene drvoprerađivačke kapacitete;
2. faza prerade koju obavlja, odnosno stepen obrade;
3. prethodna saradnja (poštovanje dosadašnjih ugovorenih obaveza);
4. učešće u licitacionim postupcima prodaje trupaca;
5. geografska pripadnost i stepen razvijenosti opštine u kojoj se nalazi.

Raspoređivanje se vrši i prema vrstama drvnih ŠDS koji se namjeravaju prodati, na osnovu:

1. Količina tehničkog drveta raspoređivat će se kupcima u zavisnosti od proizvoda koji izrađuju: namještaj od masiva (stolovi, stolice, kreveti, komode...); furnir, parket i podne obloge; građevinsku stolariju (prozori i vrata); drvene montažne kuće; masivne ploče; rezanu građu; drvenu ambalažu.
2. Količina prostornog-ogrjevnog drveta raspoređivat će se kupcima po redoslijedu: lokalno stanovništvo, industrijska preduzeća, proizvođač ploča, proizvođači drvnog peleta i briketa, trgovci.

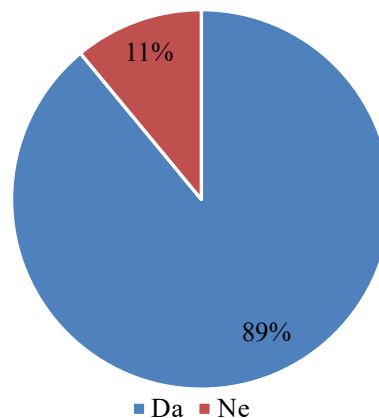
Kupci su u mogućnosti da odaberu jedan od tri ponuđena načina plaćanja:

- avansnim uplatama, uz obavezu da prilikom potpisivanja ugovora dostave dvije registrovane solo mjernice s mjesečnim ovlaštenjima i na dan registracije mjenica ovjerenu kartona deponovanih potpisa kod poslovne banke;
- virmanskom uplatom u roku od 30 dana od preuzimanja trupaca, uz bankarsku garanciju koja pokriva vrijednost najveće ugovorene mjesečne isporuke;
- virmanskom uplatom u roku od 45 dana od dana preuzimanja trupaca, uz bankarsku garanciju koja pokriva najveće ugovorene dvomjesečne isporuke;

Survey results on sales in the JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac - Rezultati ankete za prodaju u JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac

Pored komparacije procedura, kriterijuma i postupaka prodaje u JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac s ostalim analiziranim preduzećima šumarstva, istraživanje Blagojevića (2023) obuhvatilo je i anketu provedenu u pet posmatranih ŠG. Anketom su prvenstveno dobi-

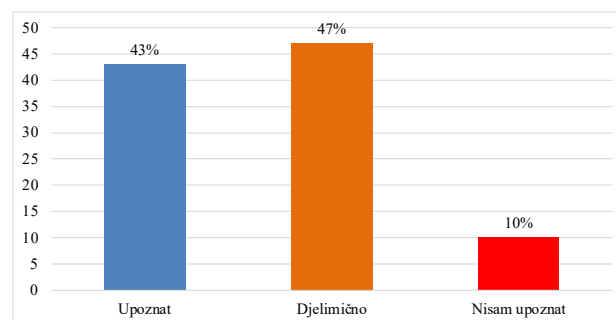
jeni podaci o tome koliko su zaposleni upoznati s postupcima i načinima prodaje ŠDS u preduzeću, kao i o njihovoj subjektivnoj procjeni i zadovoljstvu navedenim procedurama u JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac. Rezultati istraživanja pokazali su da je većina ispitanika upoznata s okvirnim postupcima i načinima prodaje, pri čemu su poznavali osnovne procedure i modele prodaje ŠDS koje preduzeće primjenjuje (grafikon 1).



Grafikon 1. Poznavanje načina i procedura prodaje od strane zaposlenih u JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac (Blagojević, 2023)

Graph 1. Employees' knowledge of sales methods and procedures in the JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac (Blagojević, 2023)

Anketiranje je dalje bilo usmjereno na procjenu transparentnosti, efikasnosti i složenosti procedura u postupcima prodaje. Ispitanicima je postavljeno pitanje da ocijene da li je prodaja dovoljno javna i transparentna, da li su procedure i propisi složeni i preobimni, te u kojoj je mjeri javnost upoznata s načinom dodjele ugovora pojedinačnim kupcima. Na grafikonu 2 prikazani su odgovori o stepenu upoznatosti ispitanika s procedurama dodjele ugovora za kupovinu ŠDS kupcima preduzeća.

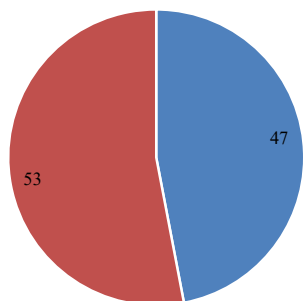


Grafikon 2. Upoznatost s načinima dodjele ugovora za kupovinu drvnih sortimenata u JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac (Blagojević, 2023)

Graph 2. Awareness of contract awarding methods for the purchase of timber assortments in the JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac (Blagojević, 2023)

Ispitanici su ocijenili da su procedure prodaje složene, ali transparentne, te da su djelimično upoznati s procesom dodjele ugovora, pri čemu su naglasili da ugovore za novu poslovnu godinu uglavnom dobijaju kupci iz prethodne godine. Kao problem izdvojili su zahtjev da se u konkursnoj dokumentaciji dostavljaju podaci o prihodima iz prethodne godine, što onemogućava novoosnovana drvoprerađivačka preduzeća da konkurišu za ŠDS. Ovakva praksa posebno može imati negativan efekat za nerazvijene i izrazito nerazvijene opštine, u kojima se nalazi najveći dio šumskog bogatstva RS, jer može usporiti ili onemogućiti otvaranje novih pogona u blizini sirovinke baze, čime bi bili smanjeni troškovi transporta i podstakla lokalna privreda. Složene procedure na konkursima također mogu dodatno utjecati na obim prodaje, a ispitanici smatraju da je neophodno standardizovati prodajne procedure i kontakte s kupcima, uz identičnu primjenu pravilnika i akata JPŠ “Šume Republike Srpske” u svim ŠG poslovnog sistema. Ispitanici su predložili i uvođenje dodatnog kriterija prodaje zasnovanog na najvećoj ponuđenoj cijeni radi postizanja tržišno orijentiranog poslovanja.

Anketom su dobijeni i rezultati o poznavanju zaposlenih u JPŠ “Šume Republike Srpske” u vezi s prodajnim praksama drugih analiziranih preduzeća, s ciljem prenošenja i usvajanja dobrih praksi, radi unapređenja prodaje. Posebna pažnja posvećena je dodatnom kriterijumu najviše ponuđene cijene, koji se primjenjuje u pojedinim analiziranim preduzećima. Rezultati pokazuju da 47 ispitanika nije bilo upoznato s prodajnim praksama izvan svog preduzeća, dok je 53 ispitanika upoznato s navedenim praksama.



Grafikon 3. Upoznatost zaposlenih u JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac s načinima prodaje u drugim preduzećima šumarstva (Blagojević, 2023)

Graph 3. Awareness of Employees in the JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac about sales methods in other forestry companies (Blagojević, 2023)

Comparative analysis of the observed forestry companies - Komparativna analiza posmatranih preduzeća šumarstva

Komparacija je zasnovana na aktuelnoj poslovnoj praksi tri preduzeća šumarstva, uz analizu regulatornih akata, javnih poziva, interne dokumentacije, konkursa i rezultata anketa. Cilj je bio stvoriti sažet pregled politika i prakse prodaje u ovim preduzećima, uz identifikovanje nedostataka i dobrih praksi koje mogu poslužiti kao modeli za unapređenje. U praksi prodaje ŠDS često se susreće kompleksan regulatorni okvir s brojnim odlukama i procedurama koje mogu usporiti ili čak zaustaviti prodajni proces. Istovremeno, kada je regulatorni okvir uspostavljen i procedure pojednostavljene, omogućena je racionalna raspodjela sirovine prema različitim kategorijama kupaca, doprinoseći i širim društvenim ciljevima: zapošljavanju lokalnog stanovništva, razvoju ruralnih sredina, podsticanju domaće privrede i stvaranju novih lanaca vrijednosti.

Složenost postupka prodaje u posmatranim preduzećima šumarstva dodatno povećava obimna dokumentacija koja se zahtijeva prilikom konkurisanja za ŠDS. U praksi sukcesivne prodaje, kod analiziranih ŠG jasno su definisani uslovi na osnovu kojih se vrši bodovanje, što podrazumijeva da kupci koji učestvuju na konkursu moraju obezbijediti relativno veliki broj dokumenata. Postavljeni kriterijumi i sistem bodovanja ostavljaju malo mogućnosti da se novoosnovana preduzeća prijave u tekućoj godini, čime se ista dovode u podređen položaj u odnosu na privredne subjekte koji posluju u dužem vremenskom periodu. Dodatno, potreba dostavljanja obimne dokumentacije (rješenje o upisu u sudski registar, identifikacionog broja kod poreske uprave, potvrda o ispunjenosti uslova za rad, uredbi o minimalno tehničko-tehnološkim uslovima za preradu, dokaza da se ne nalaze na listi nepouzdanih partnera preduzeća, te dokaza o izmirenim obavezama) dodatno usložnjava proces.

Istraživanjem je utvrđeno da u okviru pet analiziranih ŠG JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac postoje različiti modeli organizacije prodaje ŠDS. U ŠG “Maglić” Foča i ŠG “Zelengora” Kalinovik direktne kontakte s kupcima ostvaruju tehnički direktori, dok se u ŠG “Drina” Srebrenica ovaj zadatak povjerava šefovima šumskih uprava. U ŠG “Vučevica” Čajniče poslove komunikacije i koordinacije s kupcima obavlja šef komercijalne službe.

Prema važećoj sistematizaciji radnih mjesta JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac, poslovi direktne komunikacije s kupcima trebaju biti u nadležnosti komercijalne službe ŠG. Šef komercijalne službe, prema Pravilniku o unutrašnjoj organizaciji i sistematizaciji radnih mjesta

(2019), zadužen je da vodi i održava korespondenciju s poslovnim partnerima. Stručni saradnik za prodaju, u okviru iste službe, obavlja konsultacije s tehničkim direktorom i šefovima radnih jedinica u vezi sa zahtjevima za otpremu ŠDS, a po potpisivanju dispozicija od strane direktora ili ovlaštenog lica, vrši njihovu distribuciju i obavještava kupce o lokaciji utovara.

U poređenju sa JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac, u JP "Bosansko-podrinjske šume" d.o.o. Goražde primjenjuje se jednostavniji model prodaje ŠDS. Ranije prikazani kriterijumi bodovanja drvoprerađivača na konkursu za sukcesivnu isporuku ukazuju na to da je proces prodaje manje složen i administrativno manje zahtjevan u odnosu na posmatrana ŠG JPŠ "Šume Republike Srpske". Pored činjenice da je za učešće na konkursu potrebno dostaviti manje obimnu dokumentaciju, najveći broj bodova dodjeljuje se za kriterijum najviše ponuđene cijene za sortimente, čime se (pored više cijene i većih prihoda) stvara mogućnost učešća i novoosnovanim drvoprerađivačkim poslovnim subjektima, pružajući im šansu da ostvare pristup kupovini sirovine. Za kriterijume koji se odnose na preuzete količine i ukupni promet od prodaje ŠDS dostavljaju se podaci iz tekuće godine, što znatno olakšava proces. Primjera radi, ukoliko se konkurs za 2022. godinu raspiše u decembru 2021. godine, potrebno je dostaviti podatke o poslovanju (preuzetim količinama i ukupnom prometu) za period od 1. januara do 30. novembra iste godine. Ovakav pristup je jednostavniji od dostavljanja podataka za prethodne kalendarske godine. U okviru istog kriterijuma dodatno je propisano da svi kupci koji prethodno nisu imali zaključen ugovor sa Javnim preduzećem ostvaruju pet bodova (od maksimalno deset). Bodovanje se vrši tako da maksimalan broj bodova po pojedinačnom kriterijumu dobija jedan kupac (npr. onaj koji ponudi najvišu cijenu), dok se svi ostali rangiraju prema unaprijed definisanim formulama, kako je ranije objašnjeno u radu.

Analiza prodaje u KJP "Sarajevo-šume" d.o.o. pokazala je sličnosti s procedurom JP "Bosansko-podrinjske šume" d. o. o. Goražde, ali uz određene specifičnosti koje proces čine jednostavnijim u odnosu na JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac. Konkurs se raspisuje u decembru tekuće godine, a traženi podaci uglavnom obuhvataju prethodna tri mjeseca ili period do 31. oktobra, što olakšava prikupljanje dokumentacije. Kriterijumi bodovanja obuhvataju broj zaposlenih, uslove plaćanja (avans ili odgođeno), količinu i vrijednost naručenih sortimenata, kapacitete kupaca, te procenat realizacije ugovora. Najviše bodova donosi ukupna vrijednost avansnih uplata (25), dok najmanje bodova nosi procenat realizacije ugovora (15), a ostale stavke nose

do 20 bodova. Novi kupci se boduju s maksimalno 10 bodova. Pravilnik predviđa mogućnost prodaje do 100 m³ trupaca kupcima bez ugovora uz zahtjev ili narudžbenicu i avansnu uplatu, dok se za kupce sa ugovorom koji traže samo I ili II klasu do 100 m³ cijena uvećava za 20%, a preko te količine za 30%. Za razliku od ŠG u Republici Srpskoj, KJP "Sarajevo-šume" ima razvijenu prodaju putem licitacije, pri čemu je najmanje 20% klasiranih sortimenata obavezno ponuditi na licitaciji. Postoje tri modela: (1) licitacija sortimenata na panju, uz sopstvenu ili angažovanu mehanizaciju i ugovorom definisane uslove; (2) licitacija sortimenata na stovarištu, uz obavezni depozit do 3% vrijednosti i obaveznu ponudu deklasiranih sortimenata radi smanjenja gubitaka; (3) licitacija visoko vrijednih sortimenata po komadu ili kontingentu kupcu s najvišom ponudom.

Prodaja ŠDS u JP "Srbijašume" razlikuje se od praksi u BiH, ali najviše sličnosti ima sa procedurama u JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac. Javni poziv se raspisuje za privredna društva koja traže potrebne količine na propisanom obrascu, a u slučaju dostavljanja netačnih podataka, preduzeće šumarstva može jednostrano raskinuti ugovor. Bodovanje se vrši prema pet jasno definisanih kriterijuma: postojanje sopstvenih prerađivačkih kapaciteta, stepen prerade, dosadašnja saradnja, učešće na licitacijama, te geografska pripadnost i razvijenost opštine. Plaćanje je moguće avansno ili virmanški na 30 ili 45 dana uz bankarsku garanciju. Veliki značaj daje se prodaji putem licitacija, čime se ostvaruje viši prihod, dok se kod sukcesivne isporuke bodovanje po geografskom kriterijumu podstiče razvoj lokalne drvne industrije i zadržavanje sirovine u mjestu porijekla. Kao nedostatak uočava se izostanak definisanih mehanizama za uključivanje novoosnovanih preduzeća, što pogoduje postojećim prerađivačima.

U tabeli 2 naveden je uporedni prikaz postupaka prodaje u posmatranim preduzećima šumarstva: JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac, JP "Bosansko-podrinjske šume" d. o. o. Goražde, KJP "Sarajevošume" i JP "Srbijašume".

U JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac dominantan model prodaje ŠDS je sukcesivna isporuka, pri čemu se često propušta prilika za ostvarivanje viših prihoda koje omogućava licitacija zasnovana na principu najviše ponuđene cijene. Licitacije su u ovom preduzeću rijetke ili ih nema, iako je obaveza prodaje cjelokupnog deklasiranog i zaplijenjenog (od ilegalne sječe) drveta putem licitacije primjer dobre i efikasne poslovne prakse. Ovakav model omogućava tržišno nadmetanje kupaca, pri čemu Javno preduzeće definiše minimalne cijene, a kupac koji ponudi najvišu cijenu za određenu tehničku klasu dobi-

Tabela 2. Uporedna analiza prodaje u posmatranim preduzećima (Blagojević, 2023)
 Table 2. Comparative analysis of sales in the observed forestry companies (Blagojević, 2023)

Parametri	JPŠ “Šume Republike Srpske“	JP “Bosansko-podrinjske šume“	KJP “Sarajevo-šume“	JP “Srbijašume“
Najučestaliji modeli prodaje	Sukcesivna isporuka	Sukcesivna isporuka i licitacija	Sukcesivna isporuka i licitacija	Sukcesivna isporuka i licitacija
Ukupan promet	Ukupan promet iz prethodne godine	Ukupan promet tekuće godine 01.01–01.11.	Ukupan promet tekuće godine 01.01–01.11.	- - -
Najviša vrijednost boda	- Ukupan broj zaposlenih - Stepen finalizacije	Najveća ponuđena cijena	- Ukupan broj zaposlenih - Najveća ponuđena cijena	- Stepen finalizacije - Učešće u licitacijama
Geografska pripadnost kupca	Dodjeljuju se bodovi prema lokaciji	Ne dodjeljuju se bodovi za kupce na osnovu lokacije	Ne dodjeljuju se bodovi za kupce na osnovu lokacije	Dodjeljuju se bodovi prema lokaciji

ja maksimalan broj bodova. Primjena ovakvog pristupa u JPŠ “Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac gotovo bi sigurno dovela do više cijene po kubnom metru sortimenta i većih ukupnih prihoda. Razlika se ogleda i u načinu bodovanja prema ostvarenom ukupnom prometu: u preduzeću “Šume Republike Srpske“ zahtijevaju se podaci iz prethodne godine, što automatski onemogućava učešće novoosnovanih preduzeća, dok “Bosansko-podrinjske šume“ i “Sarajevo-šume“ traže podatke o prometu iz tekuće godine (od 01.01. do 01.11.) za prijavu na konkurs raspodjele ŠDS. Prednost korištenja podataka iz tekuće godine ogleda se u realnijoj procjeni trenutne pozicije kupca i njegove sposobnosti da ispuni ugovorne obaveze.

Treći parametar odnosi se na najvišu vrijednost boda, pri čemu se u “Bosansko-podrinjskim šumama“ i “Sarajevo šumama“ primjenjuje tržišni princip prodaje zasnovan na najvišoj ponuđenoj cijeni, što omogućava ostvarivanje maksimalnih prihoda u datom trenutku. I u “Srbijašumama“ praksa je drugačija, jer se prednost daje preduzećima orijentisanim na licitacije, s ciljem postizanja viših prihoda.

Četvrti parametar odnosi se na geografsku pripadnost kupca. U “Šumama Republike Srpske“ i “Srbijašumama“ dodatni bodovi se dodjeljuju preduzećima u skladu sa stepenom razvijenosti lokalne zajednice i geografske pripadnosti, dok u “Bosansko-podrinjskim šumama“ i “Sarajevo šumama“ domaći drvoprerađivači ne ostvaruju takvu prednost. Ključni nedostatak prodaje u JP “Bosansko-podrinjske šume“ jeste izostanak mehanizma zaštite lokalnih prerađivača, budući da se u konkursnoj dokumentaciji ne traži lokacija kupca. Istraživanje pokazuje da ova preduzeća veći značaj pridaju ponuđenoj

cijeni, što, iako povećava prihod, može dovesti do problema za stalne kupce, jer u određenim situacijama novi poslovni subjekti koji se pojave na tržištu mogu ponuditi tržišno nerealne cijene koje nisu održive za dugoročne poslovne odnose i koje stalni kupci veoma teško mogu pratiti. Navedeno može predstavljati ozbiljan problem, posebno zbog mogućeg ulaska nelojalne inostrane konkurencije koja, osim što remeti tržišnu ravnotežu, može izazvati povećan izvoz sirovine. Takav trend svakako ne bi trebao biti strateško opredjeljenje javnih preduzeća, entitetskih ili kantonalnih organa niti države, jer umanjuje mogućnosti razvoja domaće drvoprerađivačke industrije i stvaranja dodane vrijednosti unutar zemlje.

Jasno je da svaki model prodaje ima svoje prednosti i nedostatke, ali je odgovornost preduzeća da, u skladu s aktuelnim tržišnim uslovima, procijene i odaberu onaj koji će im omogućiti ostvarivanje najvećih prihoda i koristi, uz postizanje maksimalnog ekonomsko-finansijskog rezultata, te dosljedno poštovanje ekoloških i socijalnih aspekata poslovanja.

DISCUSSION - Diskusija

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja, identificirani su sljedeći osnovni problemi koji mogu imati negativan utjecaj na prodaju i ostvarivanje većih prihoda od ŠDS u analiziranim preduzećima šumarstva:

1. Složenost postupka i procedura prodaje
2. Visok stepen centralizacije prilikom donošenja odluka
3. Nedovoljna fleksibilnost javnih preduzeća i sporo usaglašavanje s novim prilikama na tržištu
4. Potreba edukacije zaposlenih u poslovima prodaje

5. Potreba standardizacije prodajnih procedura u svim ŠG poslovnog sistema
6. Dominacija modela sukcesivne isporuke i nedovoljna primjena licitacija
7. Nepovoljan položaj novoosnovanih drvoprerađivačkih preduzeća

Ispitanici su procedure ocijenili transparentnim, ali preobimnim i administrativno zahtjevnim, što usporava realizaciju ugovora i povećava troškove učešća. Poređenje s KJP "Sarajevo-šume" i JP "Bosansko-podrinjske šume" pokazuje da fokus na tekuće poslovne pokazatelje i kraći referentni period olakšava prijavu i smanjuje barijere za učesnike, bez narušavanja transparentnosti. Takvo pojednostavljenje je u skladu s nalazima da u regionu postoji neiskorišten potencijal rasta i izvoza – složeni procesi su realna kočnica tom potencijalu (Kuzman et al., 2022).

Odluke o modelima i kriterijumima prodaje u pravilu se donose na centraliziran način, dok je uticaj ŠG ograničen. Time se slabi mogućnost brzog prilagođavanja lokalnim tržištima i specifičnostima kupaca. Strukturna rigidnost može doprinijeti otežanom korištenju tržišnih prilika, što je posebno problem u okruženju gdje je, prema Kuzmanu i saradnicima (2022), prostor za proširenje proizvodnje i izvoza značajan, ali ostaje nedovoljno iskorišten. Smanjena fleksibilnost i nedovoljno brzo prilagođavanje cjenovnika trenutnoj potražnji dovode do propuštenih prihoda. Uspješno tržišno funkcionisanje podrazumijeva kontinuirano praćenje odnosa ponude i potražnje i dinamično korigovanje cjenovnih i prodajnih politika (Đurić, 2019). U kontekstu licitacija, dodatnu fleksibilnost daju operativni parametri – godišnji broj licitacija, veličina partija (lotova), učestalost i broj ponuđača – koje prodavac treba aktivno usklađivati, s ciljem maksimalizacije prihoda i profita (Farnia et al., 2013).

U mnogim ŠG ne postoje specijalizovani komercijalni/marketingški kapaciteti. Posljedice su slabija tržišna orijentacija, ograničena pregovaračka pozicija i propuštene inovacije u modelima prodaje. Posavec i saradnici (2021) naglašavaju da je za unapređenje rezultata nužno procijeniti razvojni potencijal s obzirom na kvalitet/kvantitet drvene zalihe, sortimentnu strukturu, godišnji etat i tržišnu vrijednost, te paralelno jačati komercijalne i marketingške funkcije, segment koji u većini zemalja regiona predstavlja sistemsku slabost. Ustaljena praksa, obrasci komunikacije i tumačenja pravila često variraju između pojedinih ŠG, što može dovesti do konfuzije kod kupaca, a potencijalno može dovesti i do narušavanja jednakosti uslova. Jedinstveni proces (način komunikacije, zaduženi izvršioci, jednaki rokovi, pravila bodovanja, obrasci i ostala dokumentacija) povećava povjerenje i smanjuje operativni rizik. U domenu licitacija, standardizacija je i preduslov kontrole

ključnih parametara (veličina lota, učestalost, kvalifikacija ponuđača), čime se direktno utječe na prihode i konkurenciju (Farnia et al., 2013).

Zbog ograničene prodaje putem licitacija, preduzeća šumarstva i ŠG propuštaju dodatni profit koji donosi nadmetanje kupaca, posebno za više vrijedne sortimente i u periodima povećane potražnje. Interna poređenja pokazuju da se u KJP "Sarajevo-šume" i JP "Bosansko-podrinjske šume" u sukcesivnoj prodaji boduje ponuđena cijena (uz uslov da ne bude ispod važećeg cjenovnika), što uvodi tržišni signal i podiže prihod. Šire posmatrano, održivo gazdovanje i plansko izvođenje radova omogućavaju kontinuiranu količinu ŠDS spremnih za javne licitacije (Đurić, 2019). Istovremeno, dizajn hibridnog sistema, kombinovanje baznih (garantovanih) sukcesivnih ugovora s redovnim licitacijama za preostale količine (najvrijednijih sortimenata), zahtijeva balansiranje interesa: stabilnost za tradicionalne kupce, ulaz za nove preduzetnike i fer povrat od javnog dobra (Farnia et al., 2013). Praksa aktivnog upravljanja parametrima licitacije (broj/učestalost, veličina lota, konkurencije) dokazano povećava prihode (Farnia et al., 2013). Isti autori (Farnia et al., 2013) sugerišu da za povećanje profita u postupku licitacija, prodavač (odnosno javno preduzeće) mora kontrolisati više parametara, uključujući broj licitacija na godišnjem nivou, veličinu partije (lota), učestalost licitacija i broj ponuđača.

Zahtjev da se u konkursnoj dokumentaciji dostavljaju podaci o prihodima iz prethodne godine može predstavljati problem za ulazak novih učesnika na tržištu. Pozitivan primjer je u "Sarajevo-šumama" i "Bosansko-podrinjskim šumama" koji koriste tekući period (npr. 01.01–01.11.), čime se prag ulaska snižava uz zadržavanje kontrole rizika. Uključivanje novih prerađivača može biti razvojno opravdano: lokalno otvaranje kapaciteta u blizini sirovinске baze smanjuje troškove transporta i aktivira neiskorišten potencijal, što je u skladu s regionalnim nalazima o mogućnostima rasta proizvodnje i izvoza (Kuzman et al., 2022). Time se ujedno umanjuje rizik da se visoko vrijedna sirovina koristi izvan lokalnih zajednica iz kojih potiče, bez stvaranja dodane vrijednosti u zemlji. S druge strane, konstantno otvaranje novih drvoprerađivačkih kapaciteta s niskim stepenom finalizacije proizvoda (primarna prerada), uz zadržavanje obima tržišno raspoloživih ŠDS, može voditi tržišnom poremećaju i onemogućavanju unapređenja proizvodnje, većeg stepena prerade, stvaranja novih lanaca vrijednosti i posljedično ostvarivanju manjih prihoda od sektora drvoprerađivačke.

Zaključujemo da konzistentan set mjera za povećanje prihoda i dugoročnu održivost preduzeća šumarstva podrazumijeva kombinovanje baznih sukcesivnih ugo-

vora s redovnim licitacijama (uz standardizovane procedure), dinamično upravljanje svim parametrima i cjenovnicima prema kretanjima ponude/potražnje (Đurić, 2019; Farnia et al., 2013), jačanje komercijalno-marketingških kapaciteta (Posavec et al., 2021) i inkluzivniji kriterijumi za novoosnovane poslovne subjekte (Kuzman et al., 2022).

CONCLUSIONS - Zaključci

U okviru ovog rada predstavljeni su rezultati istraživanja i preporuke za unapređenje prodaje ŠDS u četiri javna šumarska preduzeća. Analizom postojećeg sistema prodaje zaključeno je da, iako su pravilnici i procedure jasno definisani, pojedini segmenti procesa imaju nedostatke koji umanjuju efikasnost, transparentnost i tržišnu konkurentnost. U tom kontekstu, kao zaključci predložene su mjere koje mogu unaprijediti funkcionisanje sistema, povećati prihode i osigurati ravnopravan pristup svim učesnicima na tržištu. Na bazi rezultata provedene ankete i analize raspoložive stručne i naučne literature definisani su sljedeći prijedlozi za donosiocje odluka i praksu:

- Prvi prijedlog odnosi se na usaglašavanje stepena centralizacije donošenja odluka na relaciji resorno ministarstvo – direkcija javnog preduzeća – šumska gazdinstva, s ciljem omogućavanja brže reakcije na tržišne i ostale promjene, kao i operativno upravljanje. Vlasnik planira i kontroliše, korisnik realizuje i izvještava.
- Uz uvažavanje činjenice da je 89% anketiranih u JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac upoznato s načinima i procedurama prodaje, drugi prijedlog odnosi se na pojednostavljenje procedura i prilagođavanje kriterijuma za bodovanje kupaca ŠDS. Kompleksni kriterijumi mogu stvarati administrativne barijere i ograničavati tržišnu konkurenciju. Fokus bi trebalo usmjeriti na kontrolu, posebno pri klasiranju sortimenata, gdje su zabilježeni slučajevi nepravilne klasifikacije, što umanjuje prihod i narušava tržišne odnose.
- Važno je omogućiti tržišni pristup novoosnovanim preduzećima, posebno onima s inovativnim preduzetničkim inicijativama. Potrebno je razmotriti definisanje dodatnih pravila za omogućavanje novim poslovnim subjektima šanse za učešće. Jedan od primjera je praksa u KJP “Sarajevo-šume”, koje dozvoljavaju kupovinu do 100 m³ novim preduzećima bez prethodnih ugovora, što je simbolična količina, ali dovoljna za ulazak na tržište. Navedeno je potrebno uskladiti s godišnjim obimom proizvodnje ŠDS, odnosno onemogućiti konstantno povećanje broja poslovnih subjekata koji se bave isključivo primarnom preradom, bez jasno izraženog motiva za unapređenje proizvodnog procesa i povećanje stepena finalizacije.
- U skladu sa zahtjevima tržišta, preporuka se odnosi i na uvođenje specifičnih dimenzija sortimenata i diferenciranih cijena za posebne narudžbe, čime bi se optimizovalo korištenje sirovine i kreirala dodatna vrijednost.
- Kod javnih konkursa potrebno je razmotriti kriterijum najviše ponuđene cijene, po uzoru na KJP “Sarajevo-šume” i JP “Bosansko-podrinjske šume”, čime bi se povećala tržišna konkurencija i prihod preduzeća.
- Primjer JP “Srbijašume” pokazuje prednosti bodovanja na osnovu urednog izvršenja ugovora. Kupci koji poštuju ugovore ostvaruju više bodova, dok se oni koji odstupaju umanjuju količine za naredni period, čime se jača pouzdanost snabdijevanja.
- Iskustva iz 2023. i 2024. godine pokazuju da u slučaju poremećaja na tržištu pojedini kupci ne povlače ugovorene količine. Ovakav pristup dovodi do finansijske i operativne nestabilnosti javnih preduzeća, koja trebaju izvršiti plan proizvodnje uz istovremenu nemogućnost tržišnog realizovanja proizvoda. Dodatni negativan efekat je da izrađeni ŠDS nakon određenog vremena gube na kvalitetu. Neke od mjera koje je potrebno razmotriti u ovim slučajevima, a koje bi uz jasnu ugovornu definiciju i transparentnu primjenu dodatno motivirale kupce da poštuju preuzete obaveze, smanjile rizik od gubitka prihoda i omogućile bolje planiranje proizvodnje i distribucije sortimenata, odnose se na:
- Novčane kazne (penale) za nepreuzete količine, obračunate proporcionalno ugovorenoj vrijednosti.
- Smanjenje ili potpuni izostanak bodova za pojedine kriterije (naprimjer one koji se odnose na prethodnu saradnju s javnim preduzećem) u narednom ciklusu bodovanja, čime bi se značajno umanjila njihova konkurentnost prilikom naredne raspodjele sirovine.
- Privremena zabrana učešća na javnim pozivima (npr. 6–12 mjeseci) za kupce koji značajno odstupaju od ugovorenih obaveza bez opravdanog razloga.
- Preusmjeravanje nepreuzetih količina drugim kupcima koji ispunjavaju svoje obaveze, uz prioritarno pravo otkupa.
- Još jedan važan segment odnosi se na licitaciju kao oblik prodaje ŠDS. Iako se u JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac licitacija trenutno primjenjuje u ograničenom obimu, iskustva tri analizirana susjedna preduzeća: JP “Bosansko-podrinjske šume”, KJP “Sarajevo-šume” i JP “Srbijašume”, pokazuju da ovaj model prodaje funkcioniše efektivno i efikasno, osigurava veću tržišnu transparentnost i često rezultira postizanjem viših prodajnih cijena. Kako bi bili po-

većani prihodi i unaprijeđena tržišna konkurentnost, potrebno je dodatno motivisati ŠG da češće primjenjuju licitaciju, kroz uvođenje stimulativnih mjera, jasnih procedura i edukaciju kadrova uključenih u proces prodaje.

- Đurić (2019) predlaže formiranje jedinstvenog tima unutar preduzeća šumarstva, koji bi bio zadužen za pripremu i sprovođenje licitacija za cijelo javno preduzeće. Tim bi trebao biti multidisciplinaran, s učešćem stručnjaka iz oblasti šumarstva, finansija, marketinga, odnosa s javnošću i informacionih tehnologija. Zadatak ovog tima odnosio bi se na pripremu neophodne dokumentacije (što najčešće obavlja komercijalni sektor), unapređenje pravila i procedure licitacija, praćenje toka procesa licitacije i izvršavanje svih aktivnosti u vezi s pojedinačnim licitacijama. Pored toga, tim bi imao ulogu da prati i analizira praksu sprovođenja javnih licitacija u drugim zemljama s velikim površinama šuma, koje redovno organizuju ovakav vid prodaje.
- Posljednja preporuka odnosi se na unapređenje zahtjeva u vezi s tenderskom dokumentacijom. Iskustva šumarskih preduzeća iz regiona pokazuju da je dobra praksa ograničiti važenje dostavljene dokumentacije na tekuću godinu, najkasnije do oktobra iste godine. Na taj način obezbjeđuje se da podaci koje kupci dostavljaju budu aktuelni, provjerljivi i usklađeni s realnim poslovnim stanjem u trenutku prodaje. Ovakav pristup smanjuje rizik od zloupotreba zastarjelih ili netačnih informacija, unapređuje transparentnost procesa i povećava pouzdanost procjene ponuda.

Zaključeno je da bi implementacija navedenih prijedloga i mjera doprinijela modernizaciji sistema prodaje, povećanju prihoda i uravnoteženijem razvoju drvoprerađivačkog sektora, uz osiguranje pravičnih i transparentnih uslova za sve tržišne aktere. Na osnovu rezultata istraživanja i uz uvažavanje iznesenih prijedloga, potvrđuje se osnovna hipoteza da će izmjene i unapređenje načina i procedura prodaje šumskih drvnih sortimenata pozitivno utjecati na saradnju s kupcima, kao i na povećanje prihoda i profita javnih preduzeća šumarstva.

Iako je istraživanje pružilo značajne uvide u postojeće modele prodaje šumskih drvnih sortimenata u javnim preduzećima šumarstva u RS-u, FBiH i Republici Srbiji, određena ograničenja istraživanja utjecala su na analizu podataka. Prije svega, veličina i struktura uzorka anketiranih ispitanika bili su ograničeni dostupnošću zaposlenih koji su direktno uključeni u procese prodaje. Pored toga, istraživanje je bilo uslovljeno neujednačenom dostupnošću podataka među analiziranim preduzećima. Dok su neka javna preduzeća imala javno dostupne pravilnike, izvještaje i odluke, u drugim slučajevima do-

kumentacija je bila ograničena na interne izvore ili nije bila dostupna u cjelovitom obliku. Ova činjenica otežala je potpunu kvantitativnu uporedivost sistema prodaje i primjenu jedinstvenih indikatora efikasnosti za sva preduzeća šumarstva. Ovaj rad je fokusiran na organizacione i proceduralne aspekte prodaje, dok finansijski i ekonomski efekti primijenjenih modela nisu detaljno analizirani. Buduća istraživanja bi mogla ići u pravcu analize finansijskih efekata različitih modela prodaje, procjene uticaja digitalizacije procesa prodaje i istraživanje institucionalnih i organizacionih faktora koji utječu na fleksibilnost i tržišnu prilagodljivost sistema prodaje. Sve navedene preporuke mogu doprinijeti boljem razumijevanju tržišnih mehanizama u sektoru šumarstva i pomoći u izradi održivog, transparentnog i efikasnog modela prodaje ŠDS u javnim preduzećima šumarstva u regionu.

REFERENCES - Literatura

Blagojević, B. (2023). *Organizacija prodaje u JPŠ "Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac* [Master's thesis]. Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet.

Blagojević, B., Jonsson, R., Björheden, R., Nordström, E. M., & Lindroos, O. (2019). Multi-criteria decision analysis (MCDA) in forest operations – An introductory review. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 40(1), 191–215.

Čomić, D. (2022). Inovativne mogućnosti šumarstva Republike Srpske u zelenoj ekonomiji i klimatskim promjenama. In Z. Govedar, M. Mataruga, & N. Pržulj (Eds.), *Održivi razvoj i upravljanje šumskim ekosistemima* (pp. 725–756). Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske.

Delić, S., & Avdibegović, M. (2009). Prihodi i troškovi proizvodnje u šumarstvu Federacije Bosne i Hercegovine. *Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo*, (2), 71–82.

Delić, S., Keča, L., Božić, B., & Bećirović, Dž. (2016). Tržište šumskih drvnih proizvoda na području Zeničko-dobojskog kantona. *Naše šume*, 42–43, 52–61.

Delić, S., Avdibegović, M., Bećirović, Dž., Marić, B., Mutabadžija, S., Brajić, A., & Pružan, E. (2011). Troškovi gospodarenja šumskim resursima u Federaciji BiH i upravljanje troškovima. *Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo*, (1), 59–71.

Delić, S., Marić, B., Avdibegović, M., Mahmutović, A., Brajić, A., & Bećirović, Dž. (2024). Analiza finansijskih indikatora uspješnosti poslovanja preduzeća šumarstva i potreba za primjenom izvještavanja o održivosti. *Works*

of the Faculty of Forestry University of Sarajevo, 54(2), 3–16. <https://doi.org/10.54652/rsf.2024.v54.i2.592>

Đurić, S. (2019). The advantages of public auctions for companies in forestry. *Journal of Process Management and New Technologies*, 7(4), 10–18.

Farnia, F., Frayret, J. M., LeBel, L., & Beaudry, C. (2013). Multiple-round timber auction design and simulation. *International Journal of Production Economics*, 146(1), 129–141.

Filipović, V., & Damjanović, V. (2006). *Menadžment prodaje – skripta*. Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka.

Javno preduzeće “Bosansko-podrinjske šume”. (2021). *Pravilnik o prodaji šumskih drvnih sortimenata*. Goražde.

Javno preduzeće “Srbijašume”. (2025). *Ugovaranje prodaje* [Internet]. JP “Srbijašume”. <https://www.srbijasume.rs> (Pristupljeno 18 August 2025).

JPŠ “Šume Republike Srpske”. (2018). *Procedura za realizaciju šumskih drvnih sortimenata*. Sokolac.

JPŠ “Šume Republike Srpske”. (2019). *Pravilnik o unutrašnjoj organizaciji i sistematizaciji radnih mjesta*. Sokolac.

JPŠ “Šume Republike Srpske”. (2021). *Izveštaj o izvršenju proizvodno-finansijskog plana za period 01.01–31.12.2020. godine*. Sokolac.

JPŠ “Šume Republike Srpske”. (2022a). *Izveštaj o izvršenju proizvodno-finansijskog plana za period 01.01–31.12.2021. godine*. Sokolac.

JPŠ “Šume Republike Srpske”. (2022b). *Odluka o načinu i uslovima prodaje šumskih drvnih sortimenata u 2021. godini*. Banja Luka.

JPŠ “Šume Republike Srpske”. (2023). *Izveštaj o izvršenju proizvodno-finansijskog plana za period 01.01–31.12.2022. godine*. Sokolac.

JPŠ “Šume Republike Srpske”. (2024). *Izveštaj o izvršenju proizvodno-finansijskog plana za period 01.01–31.12.2023. godine*. Sokolac.

JPŠ “Šume Republike Srpske”. (2025). *Cjenovnik šumskih drvnih sortimenata i šumske biomase*. Sokolac.

Kantonalno javno preduzeće “Sarajevo-šume”. (2016). *Pravilnik o prodaji šumskih drvnih sortimenata*. Sarajevo.

Kuzman, M. K., Oblak, L., Glavonjić, B., Barčić, A. P., Obućina, M., Haviarova, E., & Grošelj, P. (2022). Impact of COVID-19 on wood-based products industry: An exploratory study in Slovenia, Croatia, Serbia, and BiH. *Wood Material Science & Engineering*, 18(3), 1115–1126. <https://doi.org/10.1080/17480272.2022.2109210>

Lemm, R., et al. (2020). Improving economic management decisions in forestry with the SorSim assortment model. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 41(1), 71–83.

OECD. (2021). *Multi-dimensional review of the Western Balkans: Assessing opportunities and constraints*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/4d5cbc2a-en>

Posavec, S., Keča, L., Delić, S., Stojanovska, M., & Malovrh, Š. P. (2021). Comparative analysis of selected business indicators of state forest companies. *Šumarski list*, 145(9–10), 457–470.

Radosavljević, M., Rogelja, T., Masiero, M., Čomić, D., Glavonjić, B., & Pettenella, D. (2024). Institutional and actor-oriented factors influencing timber legality in selected Western Balkan countries. *Forest Policy and Economics*, 166, 103261.

Simončić, T., & Bončina, A. (2015). Are forest functions a useful tool for multi-objective forest management planning? *Croatian Journal of Forest Engineering*, 36(2), 293–305.

Službeni glasnik Republike Srpske. (2008). *Zakon o šumama Republike Srpske*. Službeni glasnik RS, br. 75/08, 60/13, 70/20.

Službeni glasnik Republike Srpske. (2010). *Uredba o minimalno tehničkim uslovima za rad objekata za primarnu preradu drveta*. Službeni glasnik RS, br. 46/10.

Službeni glasnik Republike Srpske. (2018). *Zakon o republičkoj upravi*. Službeni glasnik RS, br. 115/18.

Službeni glasnik Republike Srpske. (2019). *Odluka o utvrđivanju kriterijuma, uslova i načina raspodjele šumskih drvnih sortimenata*. Službeni glasnik RS, br. 86/19.

Službeni glasnik Republike Srpske. (2025). *Odluka o dopunama Odluke o utvrđivanju kriterijuma, uslova i načina raspodjele šumskih drvnih sortimenata*. Službeni glasnik RS, br. 34/25.

Todorović, Z., & Todorović, I. (2015). *Metodologija naučnog istraživanja u ekonomiji*. Univerzitet u Banjoj Luci, Ekonomski fakultet.

UNECE. (2018). *Bosnia and Herzegovina – Environmental Performance Reviews, Third Review*. United Nations Econo-

mic Commission for Europe. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/epr/epr_studies/ECE.CEP.184.Eng.pdf

UNECE. (2021). *Forest products annual market review 2020–2021*. UNECE/FAO Forestry and Timber Section. <https://unece.org/forestry/market-review>

UNECE. (2022). *Forest products annual market review 2021–2022*. UNECE/FAO Forestry and Timber Section. <https://unece.org/forestry/market-review>

UNECE. (2023). *Forest products annual market review 2022–2023*. UNECE/FAO Forestry and Timber Section. <https://unece.org/forestry/market-review>

Vlada Republike Srpske. (2011). *Strategija razvoja šumarstva Republike Srpske 2011–2021*. Banja Luka: Vlada Republike Srpske.

Vlada Republike Srpske. (2018). *Odluka o definisanju parametara za utvrđivanje strateških preduzeća iz oblasti drvoprerađivačke industrije*. Broj: 04/1-012-2-3103/18 od 22.11.2018. Banja Luka: Vlada Republike Srpske.

World Bank. (2024). *Western Balkans Country Climate and Development Report*. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/41144>

SUMMARY

The sale of forest timber assortments represents a complex and multidimensional process that includes various administrative, market, and operational activities, from the establishment of buyer relations and sales contracting to tender organization, bid evaluation, and assortment allocation. The research presented in this paper focuses on analyzing and comparing sales models applied in public forestry companies in the Republic of Srpska, Federation of Bosnia and Herzegovina, and the Republic of Serbia. The primary objective was to identify the main similarities and differences in the organization of sales, evaluate their efficiency and transparency, and formulate recommendations for improving the existing system of timber assortment sales.

This paper analysed five forest estates operating within the public forest company “Šume Republike Srpske” JSC Sokolac (“Zelengora” Kalinovik, “Drina” Srebrenica, “Maglic” Foča, “Panos” Višegrad, and “Vučevica” Čajniče), as well as three forestry companies from the region: Public Company “Bosansko-podrinjske šume” d.o.o. Goražde, Cantonal Public Company “Sarajevo-šume” d.o.o. Sarajevo, and the Public Company “Srbijašume” Belgrade. A combination of qualitative and quantitative research methods was used. The theoretical and legislative framework was examined through literature review, document analysis, and classification, while the empirical part of the study was based on a structured survey conducted among 100 employees directly or indirectly involved in sales activities. Analytical, comparative, and synthetic methods were used to analyse data, while inductive and deductive reasoning were used to formulate conclusions. Survey results were summarized and presented through bilingual tables and figures (Tables 1-2; Graphs 1-3), enabling comparison across public forestry companies.

The results show that the sale of forest timber assortments in JPŠ “Šume Republike Srpske” JSC Sokolac is primarily conducted through successive delivery contracts, public tenders (auctions), and retail. However, the procedures are often administratively complex and inflexible, with limited application of market-based mechanisms such as price bidding. The existing scoring system, defined by the 2019 Decision on the criteria, conditions, and method of allocation of forest timber assortments, gives priority to already established companies based on past performance, revenue, and degree of wood processing, which limits market competitiveness and participation of new companies. The survey results indicate that employees are generally familiar with internal sales procedures (Graph 1) but perceive the system as complex and insufficiently adaptive to market changes (Graph 2). Almost half of the respondents were not aware of sales models applied in other forestry companies, highlighting the need for internal learning and exchange of best practices (Graph 3). The comparative analysis (Table 2) revealed the differences between the observed companies. While JPŠ “Šume Republike Srpske” relies heavily on successive delivery contracts, “Bosansko-podrinjske šume” and “Sarajevo-šume” integrate public tenders and market-based price criteria, achieving higher transparency and flexibility. In Serbia, the “Srbijašume” model combines public calls and auctions, with additional weighting for companies possessing processing capacities and operating in underdeveloped areas, thereby supporting regional development. In contrast, the system in the Republic of Srpska remains administratively centralized, limiting participation by new wood-processing companies and potential investors.

In the discussion, it is emphasized that the lack of competitive mechanisms, insufficient digitalization of sales procedures, and uneven application of regulations across forest estates are the key obstacles to efficiency. Enhancing transparency through standardized procedures, adopting auction-based sales, and applying digital tools for market monitoring would contribute to improved economic outcomes and sustainable forest management. In conclusion, the paper highlights that reforming sales organizations in public forestry companies requires a shift from administrative allocation toward market-oriented and transparent models. Implementation of uniform scoring systems, electronic tendering, and open access to information could strengthen competitiveness and efficiency across the forestry sector. The proposed measures aim to increase financial performance while maintaining sustainability and ensuring equal market opportunities for all participants.

Received: October 23, 2025; **Accepted:** November 11, 2025; **Published:** December 31, 2025

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Effectiveness of dry and wet flight barrier pheromone traps and pheromone attractants on the number of caught bark beetles *Ips typographus* L., *pityogenes chalcographus* L., *ips sexdentatus* boerner and *pityokteines curvidens* germar

Učinkovitost suhih i mokrih naletno-barijernih feromonskih klopki i feromonskih atraktanata na broj ulovljenih potkornjaka *ips typographus* L., *pityogenes chalcographus* L., *ips sexdentatus* boerner, i *pityokteines curvidens* germar

Kenan Zahirović^{1*}, Osman Mujezinović², Merisa Osmanović¹, Sead Ivojević², Mirza Dautbašić²

¹ Public enterprise "Šumsko-privredno društvo Zeničko-dobojskog kantona" d.o.o. Zavidovići, Alije Izetbegovića 25, 72220 Zavidovići, Bosnia and Herzegovina

² Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

The research analyzed the effectiveness of dry and wet pheromone traps and pheromone attractants from the producer Ipsolab in Bosnia and Herzegovina. During 2023, pheromone traps with pheromone attractants were deployed in the field, and the population of spruce, fir, and pine bark beetles was monitored. The sample consisted of 98 dry and 97 wet pheromone traps. The average number of *Ips typographus* L. individuals caught in dry pheromone traps was 1,133.80 individuals, and in wet pheromone traps 1,009.82 individuals. As for the average number of *Pityogenes chalcographus* L. individuals caught in dry pheromone traps, it was 3,419.15 individuals, and in wet pheromone traps 4,017.88 individuals. The average number of individuals of *Ips sexdentatus* (Boerner) caught in dry impingement barrier traps was 54.79 individuals, and in wet impingement barrier traps 91.33 individuals. For the bark beetle *Pityokteines curvidens* (Germar), the average number of caught individuals in dry impingement barrier traps was 42.00 individuals, and in wet impingement barrier traps 82.22 individuals.

Key words: bark beetles, type of pheromone traps, IT Lure, PC Lure, Isex Lure, Pcur Lure, monitoring of the bark beetle population.

INTRODUCTION – Uvod

Niz različitih negativnih pojava vezanih uz štete koje nastaju uslijed: sušenja šuma, šteta i nestanak šuma nakon požara, napada raznih štetnika, jakih vjetrova, te, u najnovije vrijeme, promijenjenih klimatskih prilika, ističu potrebu unapređenja zaštite šuma s ciljem poboljšanja njihovog zdravstvenog stanja i kvaliteta, što bi, u konačnici, rezultiralo proizvedenom većom količinom najvri-

jednijih drvnih sortimenata. Od biotskih faktora koji utiču na zdravstveno stanje šuma, najvažnije su patogene gljive i štetni insekti (Zahirović, 2017). Među najvažnijim štetnicima četinarskih vrsta drveća su potkornjaci (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) (Grégoire i dr., 2004). Potkornjaci, kao šumski štetnici, uništavaju i fiziološki oslabljena stabla. Također, potkornjaci imaju važnu ulogu u šumskim ekosistemima jer su prvi u lancu raz-

* Corresponding author: prof. dr. Dragan Čomić, dragan.comic@sf.unibl.org, University of Banja Luka - Faculty of Forestry, Bosnia and Herzegovina

gradnje drveta (Wermelinger, 2004).

Posljedice sušenja stabala (najčešće smrče) na velikim površinama povezane su s problemima sanacije, zakorovljavanja, podmlađivanja, propadanja drvne mase, padom cijena trupaca itd. (Pernek, 2002). U Bosni i Hercegovini potkornjaci predstavljaju jedne od najznačajnijih štetočina, jer su masovna sušenja četinarskih sastojina uglavnom povezana s potkornjacima. Uglavnom su štete bile na manjim površinama, međutim, ukoliko su kasnile mjere sanacije (pravovremena sječa napadnutih stabala i postavljanje feromonskih klopki i atraktanata), te površine su zauzimale i znatno veće površine (preko 10 ha) (Zahirović i dr., 2014). Preventivne mjere zaštite imaju za cilj održavati populaciju potkornjaka na niskim razinama, te se istim mjerama nastoji održati šumska higijena (Pernek i Hrašovec, 2005; Pernek i Lacković, 2011). Monitoring stanja populacije potkornjaka uz pomoć klopki i feromonskih atraktanata je dopuna uzgojno-tehničkim i mehaničko-tehničkim mjerama u sistemu integralne zaštite šuma (Kasumović i dr., 2016).

Feromonske klopke se, po načinu rada, mogu podijeliti u dvije osnovne skupine: doletne i naletne ili barijerne (Pernek, 2000). U praksi se koriste suhe i mokre feromonske klopke, odnosno klopke koje se sastoje od feromonskog atraktanta i kućišta klopke u kojima se sakupljaju ulovljene jedinke (Bakke, 1987; Kasumović i dr., 2016). Kod suhih naletno-barijernih klopki lovna posuda ima "otvore" kroz koje izlazi voda, a potkornjaci ostaju unutra. Mokre klopke su modificiran tip suhih klopki, gdje se u lovnu posudu sipa sredstvo za skladištenje potkornjaka, dok se pri vrhu klopke nalazi "otvor" sa sitom odakle izlazi višak tečnosti. U ovom radu vršen je monitoring populacije četiri vrste potkornjaka na četinarima.

Ips typographus je jedan od najpoznatijih i za smrču najopasnijih štetnika, iako je u prvom redu sekundaran (Dautbašić i dr., 2018). Najčešće se javlja na debljim stablima u donjim dijelovima, gdje je kora deblja (Zahirović i dr., 2016). Stabla na južnijim i osunčanim ekspozicijama češće su napadana u odnosu na stabla na sjevernijim ekspozicijama (Jakuš, 1998). Prema Beckeru i Schröteru (2000), ako je udio stabala u sastojini stariji od 70 godina, onda su takve sastojine podložnije napadu, dok su najpodložnije one sastojine smrče koje su starije od 100 godina.

Pityogenes chalcographus je jedan od najrasprostranjenijih potkornjaka, koji nastanjuje smrčeve šume od Skandinavije do Balkana (Avtzis i dr., 2010). Ova vrsta štetnika napada mlada stabla smrče starosti do 20-ak godina (Zahradník i Zahradníková, 2020). Sastojinski uslovi kao što su vjetrolomi, snjegolomi ili izvale, te suše doprinose gomilanju fiziološki oslabljenih stabala koja su podlož-

na napadu potkornjaka (Gutowski i Krzystofiak, 2005). Međutim, uslijed prenamnoženja, ove vrste mogu preći iz sekundarnih u primarne štetnike i uzrokovati sušenje nepredisponiranih stabala (Wermelinger, 2004).



Slike 1. i 2. Suha i mokra naletno-barijerna feromonska klopka (foto: Zahirović Kenan)

Figure 1-2. Dry and wet flight barrier pheromone traps (photo: Zahirović Kenan)

Tabela 1. Broj postavljenih feromonskih klopki po tipu klopki i vrsti feromona

Table 1. Number of pheromone traps set by trap type and pheromone type

Šumarija/ Forestry Office	Koordinate/ Coordinates	Vrsta klopke/ Trap type	Vrsta feromona/Type of pheromone			
			IT Lure	PC Lure	Isex Lure	Pcur Lure
Vareš	44.172588, 18.335546	Suha/Dry	10	10	0	0
		Mokra/Wet	9	11	0	0
Olovo	44.127511, 18.579256	Suha/Dry	14	11	0	0
		Mokra/Wet	12	13	0	0
Zavidovići	44.438176, 18.141369	Suha/Dry	5	5	1	3
		Mokra/Wet	6	4	2	3
Kakanj	44.130134, 18.121745	Suha/Dry	7	2	1	0
		Mokra/Wet	6	4	0	0
Zenica	44.199711, 17.899021	Suha/Dry	6	3	0	0
		Mokra/Wet	2	6	2	0
Visoko	43.994807, 18.173701	Suha/Dry	3	0	2	0
		Mokra/Wet	0	0	2	0
Tešanj	44.592032, 17.992898	Suha/Dry	1	4	0	0
		Mokra/Wet	2	3	0	0
Maglaj	44.560527, 18.136295	Suha/Dry	3	2	0	0
		Mokra/Wet	3	2	0	0
Žepče	44.423934, 18.035746	Suha/Dry	4	1	0	0
		Mokra/Wet	1	4	0	0
Ukupno/Total		Suha/Dry	53	38	4	3
		Mokra/Wet	41	47	6	3

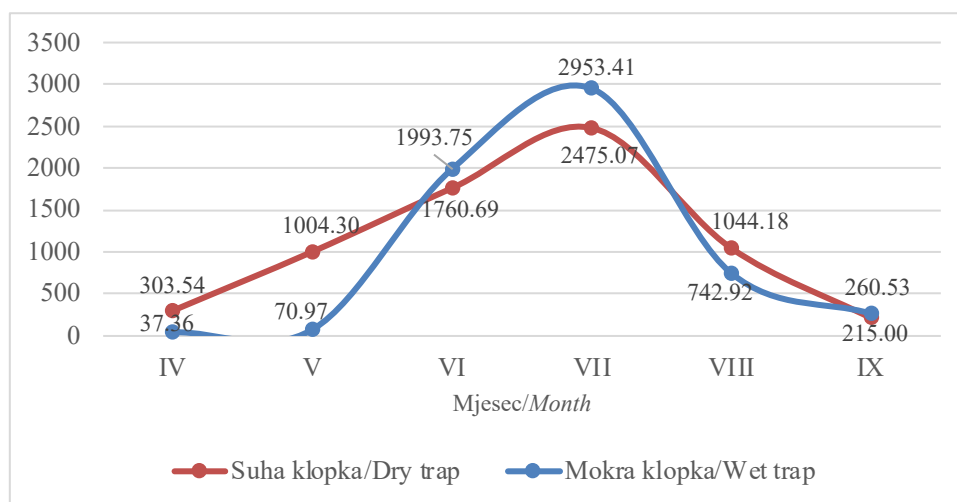
Ips sexdentatus je jedan od najvažnijih i najštetnijih štetnika u evropskim borovim šumama, i ima širok distribucijski potencijal (Jactel i Gaillard, 1991). Ovaj štetnik ima potencijal da stvori veliki broj jedinki u kratkom vremenskom periodu, u zavisnosti od broja generacija.

Pityokteines curvidens se javlja na vrstama iz roda *Abies*. Najpoznatiji je i za jelu najopasniji štetnik, iako su u prvom redu sekundarni (Dautbašić i dr., 2018). Na deblu stabala se vidi smola i piljevina iz ulaznih rupa. Kod jačeg napada dolazi do sušenja stabala. Uslijed napada dolazi do smeđenja i crvenila iglica (Dautbašić i dr., 2018; Tomiczek i dr., 2007; Zúbrik i dr., 2013).

Cilj istraživanja u ovom radu je utvrditi učinkovitost različitih sistema suhih i mokrih naletno-barijernih klopki kao biotehničkih mjera u monitoringu populacije različitih vrsta potkornjaka, kao i testova feromona proizvođača Ipsolab Poljska i Chemtica Int. S.A. CR.

MATERIALS AND METHODS – Materijal i metode

Utvrđivanje ulova smrčevih potkornjaka *I. typographus* i *P. chalcographus*, borovog potkornjaka *I. sexdentatus* i jelovog potkornjaka *P. curvidens* je vršeno u toku 2023. godine na području Zeničko-dobojskog kantona. Na istraživanom lokalitetu potkornjaci su u gradacijskoj fazi tipičnih sekundarnih štetnika. Korištene su suhe naletno-barijerne feromonske klopke tipa Theysohn® i mokre naletno-barijerne klopke tipa Ipsolab, pri čemu se nastojala utvrditi učinkovitost jednih i drugih. Klopke su postavljene u visokim čistim ili mješovitim šumama bukve, jele (sa smrčom), izdanačkim šumama i šumskim kulturama. Pojedini dijelovi šuma predstavljaju privredne šume, dok su pojedine šume posebne namjene, u kojima se vrše sanitarne sječe. Ovim radom nisu utvrđivane razlike u ulovu potkornjaka unutar različitih tipova šuma, kao i šuma sa različitom namjenom. Za ulov potkornjaka korišteni su feromoni IT Lure Ampulka A10 (deklariran kao feromon potkornjaka



Grafikon 1. Prosječan broj ulovljenih potkornjaka *I. typographus* po tipu klopki i po mjesecima

Graph 1. Average number of caught bark beetles *I. typographus* by type of pheromone traps and by months

Ips typographus), PC Lure Ampulka A10 (deklariran kao feromon potkornjaka *Pityogenes chalcographus*) proizvođača Ipsolab Poljska, kao i feromoni Isex Lure P282 (deklariran kao feromon potkornjaka *Ips sexdentatus*) i Pcur Lure PI57 (deklariran kao feromon potkornjaka *Pityokteines curvidens*) proizvođača Chemtica Int. S.A. CR. Ovi feromoni u ovom pokusu su prvi put korišteni na području Bosne i Hercegovine. Ukupno je postavljeno 195 klopki. U tabeli 1 prikazan je broj postavljenih klopki na području istraživanja.

Klopke s feromonskim atraktantima postavljene su polovinom aprila 2023. godine, dok je zamjena feromona izvršena početkom mjeseca jula 2023. godine. Iste su bile postavljene minimalno 20 m (± 2 m) od prvih živih stabala četinarara. Prebrojavanje potkornjaka i pražnjenje klopki je vršeno svakih 10–15 dana. Kod mokrih klopki potkornjaci

su vađeni iz klopki sitkom. Tekućina Silvator, koja je dodavana u mokre klopke, omogućava skladištenje potkornjaka, te usporava njihovo raspadanje. Pokus je trajao do kraja mjeseca septembra 2023. godine, kada su iste uklonjene.

Prebrojavanje potkornjaka je izvršeno metodom volumenziranja s menzurama (osim potkornjaka *Ips sexdentatus* i *Pityokteines curvidens*). Za potrebe mjerenja uzeto je da 1 ml potkornjaka *Ips typographus* ima 40 jedinki, a 1 ml potkornjaka *Pityogenes chalcographus* ima 400 jedinki (Hrašovec, 1995; Mujezinović i dr., 2023). Ulovi potkornjaka *Ips sexdentatus* i *Pityokteines curvidens* su prebrojavani pojedinačno, pošto se radilo o ulovu manjeg broja jedinki.

Istraživan je utjecaj tipa klopki na broj ulovljenih potkornjaka *I. typographus*, *P. chalcographus*, *I. sexdentatus* i *P.*

Tabela 2. Aritmetička sredina i standardna devijacija za ulov potkornjaka *I. typographus* za različite tipove klopki po mjesecima

Table 2. Arithmetic mean and standard deviation for *I. typographus* bark beetle catch for different types of pheromone traps by months

Tip klopki/Type of pheromone traps	Mjeseci/Months	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Suhe feromonske klopke/Dry pheromone traps	Mean	303.54	1004.30	1760.69	2475.07	1044.18	215.00
	N	53	53	53	53	53	53
	Std. Deviation	718.60	1627.20	2312.91	4025.62	1750.88	318.87
Mokre feromonske klopke/Wet pheromone traps	Mean	37.36	70.97	1993.75	2953.41	742.92	260.53
	N	41	41	41	41	41	41
	Std. Deviation	129.88	272.26	3568.78	4613.55	1166.19	371.63
Ukupno/Total	Mean	187.44	597.21	1862.35	2683.71	912.78	234.86
	N	94	94	94	94	94	94
	Std. Deviation	560.00	1314.87	2912.49	4274.68	1523.68	341.71

Tabela 3. Analiza varijanse statistički značajnih razlika ulova *I. typographus*, po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki

Table 3. Variance analysis of statistically significant differences in *I. typographus* by month catches, depending on the type of pheromone traps

ANOVA Table						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
IV * Tip klopki/IV * Type of traps	Between Groups (Combined)	1637898.590	1	1637898.590	5.474	.021
	Within Groups	27527536.644	92	299212.355		
	Total	29165435.234	93			
V * Tip klopki/V * Type of traps	Between Groups (Combined)	20137189.599	1	20137189.599	13.172	.000
	Within Groups	140649894.145	92	1528803.197		
	Total	160787083.745	93			
VI * Tip klopki/VI * Type of traps	Between Groups (Combined)	1255624.684	1	1255624.684	.147	.703
	Within Groups	787628290.731	92	8561177.073		
	Total	788883915.415	93			
VII * Tip klopki/VII * Type of traps	Between Groups (Combined)	5289367.595	1	5289367.595	.287	.593
	Within Groups	1694090917.649	92	18414031.714		
	Total	1699380285.245	93			
VIII * Tip klopki/VIII * Type of traps	Between Groups (Combined)	2098070.851	1	2098070.851	.903	.345
	Within Groups	213810992.894	92	2324032.531		
	Total	215909063.745	93			
IX * Tip klopki/IX * Type of traps	Between Groups (Combined)	47935.007	1	47935.007	.408	.525
	Within Groups	10811692.195	92	117518.393		
	Total	10859627.202	93			

curvidens. Pri analizi je korišten softver SPSS (ver. 20), te je pored deskriptivne statistike vršeno i testiranje statističke značajnosti prosjeka (ANOVA). Bitno je napomenuti da kod potkornjaka *I. sexdentatus* i *P. curvidens* se radi o veoma malom broju postavljenih klopki, odnosno uzoraka, te možemo donekle reći da uzorak nije dovoljno velik za pouzdanu statističku analizu.

RESULTS - Rezultati

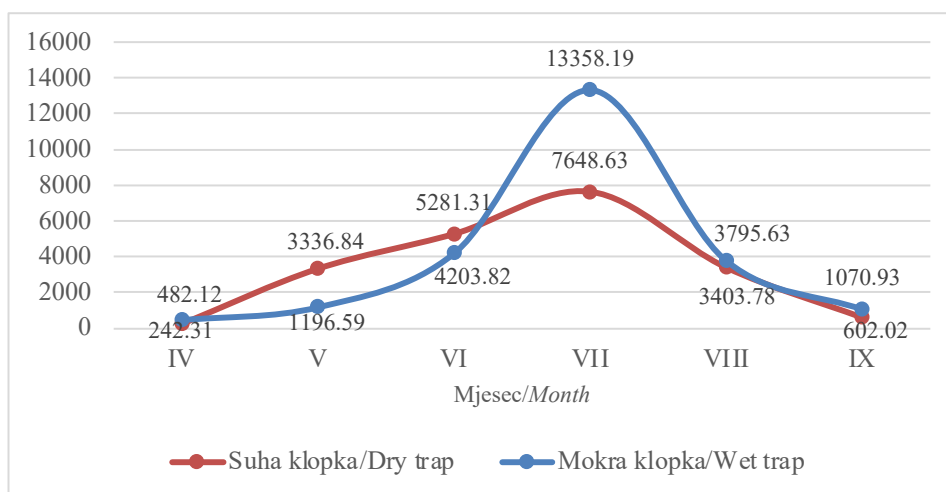
Prosječan ulov jedinki *Ips typographus* po mjesecima je najveći za IV (303,54 jedinki), V (1.004,30 jedinki), VIII (1.044,18 jedinki) i IX (260,53 jedinki) mjesec, zabilježen u suhim naletno-barijernim klopama, dok je za VI (1.993,75 jedinki) i VII (2.953,41 jedinki) mjesec zabilježen u mokrim naletno-barijernim klopama (grafikon 1, tabela 2).

U cilju analize tipa klopki na broj ulovljenih jedinki *I. typographus*, provedeno je testiranje statističke značajnosti razlika prosjeka. Tabela 2 prikazuje aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju za ulov potkornjaka *I. typographus* u odnosu na tip klopki.

Radi utvrđivanja statističke značajnosti razlika u ulovu potkornjaka, u zavisnosti od tipa klopki, po mjesecima, vršeno je testiranje jednostrukom analizom varijanse. Postavljena je nul-hipoteza: "Ne postoje statistički značajne razlike između prosječnih ulova potkornjaka *I. typographus*, po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$." Rezultati provedene analize su prikazani u tabeli 3.

Provedenom statističkom analizom utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u prosječnim ulovima potkornjaka *I. typographus* za mjesec april i maj, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$, pri čemu je vidljiv značajno veći broj ulovljenih jedinki u suhim klopama. Statistička značajnost nije utvrđena između prosječnih ulova potkornjaka *I. typographus* za ostale mjesec, u zavisnosti od tipa klopki.

Prosječan ulov jedinki *Pityogenes chalcographus* po mjesecima je najveći za V (3.336,84 jedinki) i VI (5.281,32 jedinki) mjesec, zabilježen u suhim naletno-barijernim klopama, dok je za IV (482,12 jedinki), VII (13.358,19 jedinki), VIII (3.795,63 jedinki) i IX (1.070,93) mjesec za-



Grafikon 2. Prosječan broj ulovljenih potkornjaka *P. chalcographus* po tipu klopki i po mjesecima

Graph 2. Average number of caught bark beetles *P. chalcographus* by type of pheromone traps and by months

bilježen u mokrim naletno-barijernim klopka (grafikon 2, tabela 4).

U cilju analize tipa klopki na broj ulovljenih jedinki *P. chalcographus*, provedeno je testiranje statističke značajnosti razlika prosjeka. Tabela 4 prikazuje aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju za ulov potkornjaka *P. chalcographus*, u odnosu na tip klopki.

Radi utvrđivanja statističke značajnosti razlika u ulovu potkornjaka u zavisnosti od tipa klopki po mjesecima, vršeno je testiranje jednostrukom analizom varijanse. Postavljena je nul-hipoteza: "Ne postoje statistički značajne razlike između prosječnih ulova potkornjaka *P. chalcographus* po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$." Rezultati provedene analize su prikazani u tabeli 5.

Provedenom statističkom analizom utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike u prosječnim ulovima potkornjaka *P. chalcographus* za sve mjesece, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$.

Prosječan ulov jedinki *Ips sexdentatus* po mjesecima je najveći za IX (250,00 jedinki) mjesec, zabilježen u suhim naletno-barijernim klopka, dok je za IV (41,66 jedinki), V (100,00 jedinki), VI (191,33 jedinki), VII (23,33 jedinki) i VIII (11,66 jedinki) mjesec zabilježen u mokrim naletno-barijernim klopka (grafikon 3, tabela 6).

U cilju analize tipa klopki na broj ulovljenih jedinki *I. sexdentatus*, provedeno je testiranje statističke značajnosti razlika prosjeka. Tabela 6 prikazuje aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju za ulov potkornjaka *I. sexdentatus* u odnosu na tip klopki.

Tabela 4. Aritmetička sredina i standardna devijacija za ulov potkornjaka *P. chalcographus* za različite tipove klopki po mjesecima

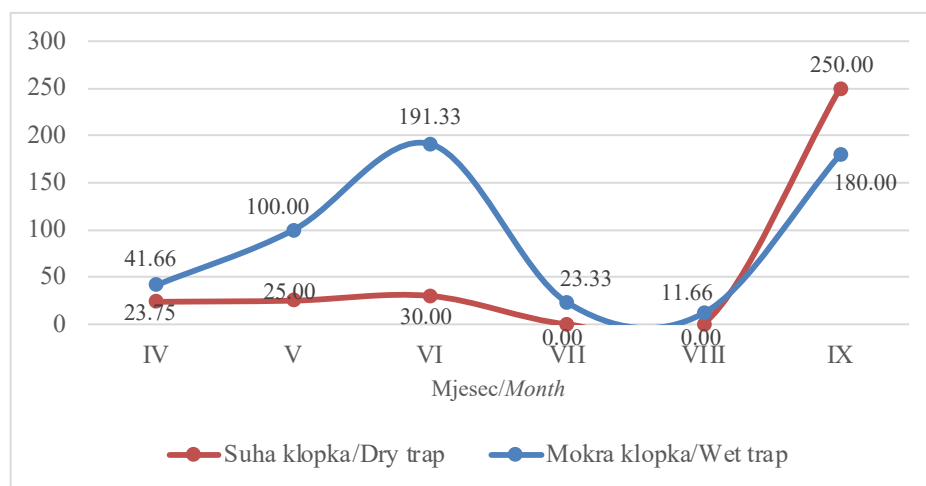
Table 4. Arithmetic mean and standard deviation for *P. chalcographus* bark beetle catch for different type of pheromone traps by months

Tip klopki/Type of pheromone traps	Mjeseci/Months	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Suhe feromonske klopke/Dry pheromone traps	Mean	242.31	3336.84	5281.31	7648.63	3403.78	602.02
	N	38	38	38	38	38	38
	Std. Deviation	839.10	6273.35	8370.30	13362.67	6296.76	1356.19
Mokre feromonske klopke/Wet pheromone traps	Mean	482.12	1196.59	4203.82	13358.19	3795.63	1070.93
	N	47	47	47	47	47	47
	Std. Deviation	1762.87	4120.90	5530.48	22594.65	6613.66	2246.21
Ukupno/Total	Mean	374.91	2153.41	4685.52	10805.68	3620.45	861.30
	N	85	85	85	85	85	85
	Std. Deviation	1423.50	5270.70	6921.02	19140.94	6438.64	1904.77

Tabela 5. Analiza varijanse statistički značajnih razlika ulova *P. chalcographus* po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki

Table 5. Variance analysis of statistically significant differences in *P. chalcographus* by month catches, depending on the type of pheromone traps

ANOVA Table						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
IV * Tip klopki/IV * Type of traps	Between Groups (Combined)	1208380.979	1	1208380.979	.593	.443
	Within Groups	169006797.445	83	2036226.475		
	Total	170215178.424	84			
V * Tip klopki/V * Type of traps	Between Groups(Combined)	96247634.216	1	96247634.216	3.571	.062
	Within Groups	2237299476.372	83	26955415.378		
	Total	2333547110.588	84			
VI * Tip klopki/VI * Type of traps	Between Groups (Combined)	24394156.328	1	24394156.328	.506	.479
	Within Groups	3999260344.849	83	48183859.576		
	Total	4023654501.176	84			
VII * Tip klopki/VII * Type of traps	Between Groups (Combined)	684964080.305	1	684964080.305	1.889	.173
	Within Groups	30090614924.119	83	362537529.206		
	Total	30775579004.424	84			
VIII * Tip klopki/VIII * Type of traps	Between Groups (Combined)	3226261.939	1	3226261.939	.077	.782
	Within Groups	3479086731.167	83	41916707.604		
	Total	3482312993.106	84			
IX * Tip klopki/IX * Type of traps	Between Groups (Combined)	4619992.265	1	4619992.265	1.278	.262
	Within Groups	300144827.782	83	3616202.744		
	Total	304764820.047	84			



Grafikon 3. Prosječan broj ulovljenih potkornjaka *I. sexdentatus* po tipu klopki i po mjesecima

Graph 3. Average number of caught bark beetles *I. sexdentatus* by the type of pheromone traps and by months

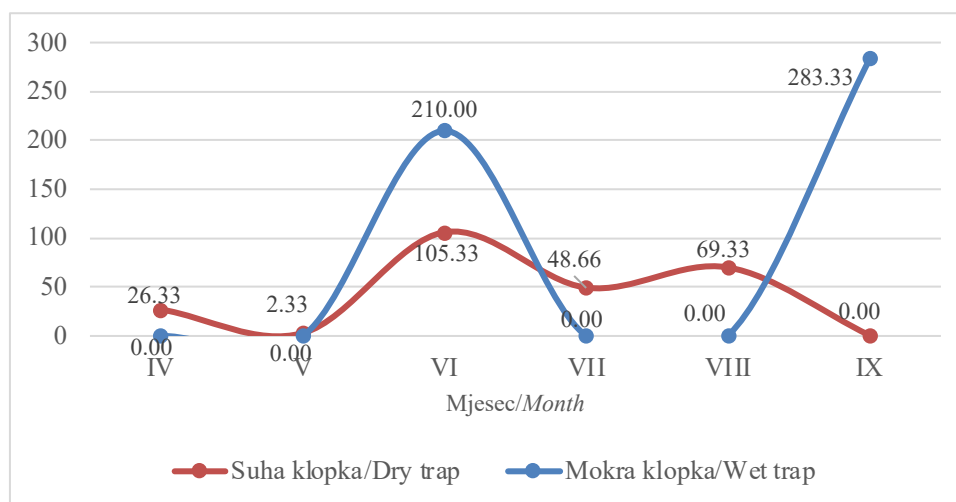
Tabela 6. Aritmetička sredina i standardna devijacija za ulov potkornjaka *I. sexdentatus* za različite tipove klopki po mjesecima
 Table 6. Arithmetic mean and standard deviation for *I. sexdentatus* bark beetle catch for different types of pheromone traps by month

Tip klopki/Type of pheromone traps	Mjeseci/Months	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Suhe feromonske klopke/Dry pheromone traps	Mean	23.75	25.00	30.00	.00	.00	250.00
	N	4	4	4	4	4	4
	Std. Deviation	47.50	50.00	60.00	.00	.00	300.00
Mokre feromonske klopke/Wet pheromone traps	Mean	41.66	100.00	191.33	23.33	11.66	180.00
	N	6	6	6	6	6	6
	Std. Deviation	66.45	181.65	336.75	40.82	24.01	187.61
Ukupno/Total	Mean	34.50	70.00	126.80	14.00	7.00	208.00
	N	10	10	10	10	10	10
	Std. Deviation	57.37	143.75	266.72	32.72	18.88	225.52

Tabela 7. Analiza varijanse statistički značajnih razlika ulova *I. sexdentatus*, po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki

Table 7. Variance analysis of statistically significant differences in *I. sexdentatus* by month catches depending on the type of pheromone traps

ANOVA Table						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
IV * Tip klopki/IV * Type of traps	Between Groups (Combined)	770.417	1	770.417	.214	.656
	Within Groups	28852.083	8	3606.510		
	Total	29622.500	9			
V * Tip klopki/V * Type of traps	Between Groups (Combined)	13500.000	1	13500.000	.626	.452
	Within Groups	172500.000	8	21562.500		
	Total	186000.000	9			
VI * Tip klopki/VI * Type of traps	Between Groups (Combined)	62468.267	1	62468.267	.865	.380
	Within Groups	577813.333	8	72226.667		
	Total	640281.600	9			
VII * Tip klopki/VII * Type of traps	Between Groups (Combined)	1306.667	1	1306.667	1.254	.295
	Within Groups	8333.333	8	1041.667		
	Total	9640.000	9			
VIII * Tip klopki/VIII * Type of traps	Between Groups (Combined)	326.667	1	326.667	.906	.369
	Within Groups	2883.333	8	360.417		
	Total	3210.000	9			
IX * Tip klopki/IX * Type of traps	Between Groups (Combined)	11760.000	1	11760.000	.211	.658
	Within Groups	446000.000	8	55750.000		
	Total	457760.000	9			



Grafikon 4. Prosječan broj ulovljenih potkornjaka *P. curvidens* po tipu klopki i po mjesecima

Graph 4. Average number of caught bark beetles *P. curvidens* by type of pheromone traps and by months

Tabela 8. Aritmetička sredina i standardna devijacija ulova potkornjaka *P. curvidens* za različite tipove klopki po mjesecima

Table 8. Arithmetic mean and standard deviation for *P. curvidens* bark beetle catch for different types of pheromone traps by month

Tip klopki/Type of pheromone traps	Mjeseci/Months	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Suhe feromonske klopke/Dry pheromone traps	Mean	26.33	2.33	105.33	48.66	69.33	.00
	N	3	3	3	3	3	3
	Std. Deviation	19.13	2.51	177.27	37.42	69.50	.000
Mokre feromonske klopke/Wet pheromone traps	Mean	.00	.00	210.00	.00	.00	283.33
	N	3	3	3	3	3	3
	Std. Deviation	.00	.00	135.27	.00	.00	76.37
Ukupno/Total	Mean	13.16	1.16	157.66	24.33	34.66	141.66
	N	6	6	6	6	6	6
	Std. Deviation	18.82	2.04	152.23	35.64	58.08	162.53

Radi utvrđivanja statističke značajnosti razlika u ulovu potkornjaka u zavisnosti od tipa klopki, po mjesecima, vršeno je testiranje jednostrukom analizom varijanse. Postavljena je nul-hipoteza: "Ne postoje statistički značajne razlike između prosječnih ulova potkornjaka *I. sexdentatus*, po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$." Rezultati provedene analize su prikazani u tabeli 7.

Provedenom statističkom analizom utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike u prosječnim ulovima potkornjaka *I. sexdentatus* za sve mjesece, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$.

Prosječan ulov jedinki *Pityokteines curvidens* po mjesecima za najveći za IV (26,33 jedinki), V (2,33 jedinki),

VII (48,66 jedinki) i VIII (69,33 jedinki) mjesec zabilježen u suhim naletno-barijernim klopama, dok je za VI (210,00 jedinki) i IX (283,33 jedinki) mjesec zabilježen u mokrim naletno-barijernim klopama (grafikon 4, tabela 8).

U cilju analize utjecaja tipa klopki na broj ulovljenih jedinki *P. curvidens* provedeno je testiranje statističke značajnosti razlika prosjeka. Tabela 8 prikazuje aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ulova potkornjaka *P. curvidens* u odnosu na tip klopki.

Radi utvrđivanja statističke značajnosti razlika u ulovu potkornjaka u zavisnosti od tipa klopki, po mjesecima, vršeno je testiranje jednostrukom analizom varijanse. Postavljena je nul-hipoteza: "Ne postoje statistički značajne razlike iz-

Tabela 9. Analiza varijanse statistički značajnih razlika ulova *P. curvidens* po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki
 Table 9. Variance analysis of statistically significant differences in *P. curvidens* by month catches, depending on the type of pheromone traps

ANOVA Table						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
IV *Tip klopki/IV * Type of traps	Between Groups (Combined)	1040.167	1	1040.167	5.679	.076
	Within Groups	732.667	4	183.167		
	Total	1772.833	5			
V *Tip klopki/V * Type of traps	Between Groups (Combined)	8.167	1	8.167	2.579	.184
	Within Groups	12.667	4	3.167		
	Total	20.833	5			
VI *Tip klopki/VI * Type of traps	Between Groups (Combined)	16432.667	1	16432.667	.661	.462
	Within Groups	99450.667	4	24862.667		
	Total	115883.333	5			
VII *Tip klopki/VII * Type of traps	Between Groups (Combined)	3552.667	1	3552.667	5.074	.087
	Within Groups	2800.667	4	700.167		
	Total	6353.333	5			
VIII *Tip klopki/VIII * Type of traps	Between Groups (Combined)	7210.667	1	7210.667	2.986	.159
	Within Groups	9660.667	4	2415.167		
	Total	16871.333	5			
IX *Tip klopki/IX * Type of traps	Between Groups (Combined)	120416.667	1	120416.667	41.286	.003
	Within Groups	11666.667	4	2916.667		
	Total	132083.333	5			

među prosječnih ulova potkornjaka *P. curvidens* po mjesecima, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$. Rezultati provedene analize su prikazani u tabeli 9.

Provedenom statističkom analizom utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u prosječnim ulovima potkornjaka *P. curvidens* za mjesec septembar, u zavisnosti od tipa klopki, pri vjerovatnoći $p < 0,05$, pri čemu je vidljiv značajno veći broj ulovljenih jedinki u mokrim klopama. Statistička značajnost nije utvrđena između prosječnih ulova potkornjaka *P. curvidens* za ostale mjesece, u zavisnosti od tipa klopki.

DISCUSSION – Diskusija

Ovim istraživanjem ispitivana je učinkovitost suhih i mokrih naletno-barijernih klopki (potpuno različitog dizajna) za ulov potkornjaka *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Ips sexdentatus* i *Pityokteines curvidens* na području Bosne i Hercegovine. Istraživanje učinkovitosti suhih i mokrih klopki za monitoring potkornjaka vršili su i drugi autori (Kasumović i dr., 2016; Jakobašić, 2022). Posmatrajući čitav period monitoringa populacija

potkornjaka *I. typographus* i *P. chalcographus*, vidljivo je da obje vrste klopki daju vrlo učinkovite rezultate u ulovima ova dva smrčeva potkornjaka. Broj ulovljenih jedinki *I. typographus* i *P. chalcographus* u ovom pokusu veći je po svim mjesecima u odnosu na pokus u radu Zahirović i dr. (2016).

Ukoliko posmatramo čitav period monitoringa populacije potkornjaka *I. sexdentatus*, iako se radi o malom broju postavljenih klopki za ulov ovog potkornjaka, te možemo donekle reći da uzorak nije dovoljno velik za pouzdanu statističku analizu, ova vrsta feromona i klopki mogu se koristiti za ulov borovih potkornjaka. Broj ulovljenih jedinki *I. sexdentatus* je manji u odnosu na pokuse koje su proveli Özcan (2017) i Osmanović i Zahirović (2022).

Za period monitoringa populacije potkornjaka *P. curvidens*, također, uz mali broj postavljenih klopki za ulov ovog potkornjaka, ova vrsta feromona i klopki mogu se koristiti za ulov jelovih potkornjaka. Broj ulovljenih jedinki *P. curvidens* sličan je onome koji su utvrdili Pernek i dr. (2006) i Osmanović i Zahirović (2022). Slabiji ulovi

jedniki *I. sexdentatus* i *P. curvidens* se donekle može vezati za učinkovitost feromonskih atraktanata za borove i jelove potkornjake, gdje su utvrđeni manji ulovi jedinki.

Korištenje mokrih naletno-barijernih klopki nam omogućava da se iste pregledavaju i jednom mjesečno, bez rizika od raspadanja ulovljenih jedinki potkornjaka, te se mogu koristiti i na teško pristupačnim terenima. Nedostatak mokrih naletno-barijernih klopki je što se u njima vrlo često susreće i određenih broj korisnih insekata, o čemu treba voditi računa prilikom upotrebe istih. Manipulacija suhom feromonskom klopkom na terenu te sakupljanje i analiza suhih uzoraka znatno je lakša (Kasumović i dr., 2016). U narednom periodu su potrebna dodatna istraživanja o ulovu potkornjaka u različitim izvedbama klopki na području Bosne i Hercegovine.

CONCLUSIONS - Zaključci

Na osnovu provedenog istraživanja mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Suhe i mokre naletno-barijerne klopke daju skoro iste rezultate u ulovu smrčevih potkornjaka *Ips typographus* i *Pityogenes chalcographus*, dok su slabiji ulovi utvrđeni kod potkornjaka *Ips sexdentatus* i *Pityokteines curvidens*.
2. Vidljivo je da feromoni za smrčeve potkornjake IT Lure Ampulka A10 – *Ips typographus*, PC Lure Ampulka A10 – *Pityogenes chalcographus* daju učinkovite rezultate u ulovu potkornjaka, dok feromoni Isex Lure P282 – *Ips sexdentatus* i Pcur Lure P157 – *Pityokteines curvidens* daju slabije rezultate.
3. Ovo istraživanje daje osnov da se obje vrste klopki (suhe i mokre), kao i prethodno navedene vrste feromona, mogu koristiti u monitoringu populacije potkornjaka na području Zeničko-dobojskog kantona.

REFERENCES – Literatura

- Avtzis, D. N., Arthofer, W., Stauffer, C., Avtzis, N., & Wegensteiner, R. (2010). *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera: Scolytinae) at the southernmost borderline of Norway spruce (*Picea abies*) in Greece. *Entomologia Hellenica*, 19, 3–13. <https://doi.org/10.12681/eh.11559>
- Bakke, A., Austarå, Ø., & Pettersen, H. (1987). Seasonal flight activity and attack pattern of *Ips typographus* in Norway under epidemic conditions. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen*, 33, 253–268.
- Becker, T., & Schröter, H. (2000). Ausbreitung von rindenbrütenden Borkenkäfern nach Sturmschäden. *Allgemeine Forstzeitung*, 55, 280–282.
- Dautbašić, M., Mujezinović, O., & Zahirović, K. (2018). Priručnik za zaštitu šuma u Bosni i Hercegovini. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Gregoiré, J. C., & Evans, H. F. (2004). Damage and control of BAWBILT organisms: An overview. In F. Lieutier, K. R. Day, A. Battisti, J. C. Gregoiré, & H. F. Evans (Eds.), *Bark and wood boring insects in living trees in Europe—A synthesis* (2nd ed., pp. 19–37). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2241-8_4
- Gutowski, M. J., & Krzysztowiak, L. (2005). Directions and intensity of migration of the spruce bark beetle and accompanying species at the border between reserves and managed forests in north-eastern Poland. *Ecological Questions*, 6, 81–92.
- Hrašovec, B. (1995). Feromonske klopke – suvremena biotehnička metoda u integralnoj zaštiti šuma od potkornjaka. *Šumarski list*, 109(1–2), 27–31.
- Jactel, H., & Gaillard, J. (1991). A preliminary study of the dispersal potential of *Ips sexdentatus* (Boern) (Col., Scolytidae) with an automatically recording flight mill. *Journal of Applied Entomology*, 112, 138–145.
- Jakobašić, T. (2022). Feromonski monitoring borovih potkornjaka, *Orthotomicus erosus* i *Ips sexdentatus* u JP Hrvatske šume d.o.o. (Diplomski rad). Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Sveučilište u Zagrebu.
- Jakuš, R. (1998). Types of bark beetle (Coleoptera: Scolytidae) infestation in spruce forest stands affected by air pollution, bark beetle outbreak and honey fungus (*Armillaria mellea*). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 71, 41–49.
- Kasumović, L., Hrašovec, B., & Jazbec, A. (2016). Učinkovitost suhih i mokrih naletno-barijernih Theysohn® feromonskih klopki u lovu smrekovih potkornjaka *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. *Šumarski list*, 9–10, 477–484.
- Mujezinović, O., Zahirović, K., Pernek, M., Vesnić, A., Prljača, D., Ivojević, S., & Dautbašić, M. (2023). Influence of forest type and climate factors on the number of caught *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) in pheromone traps in protected areas of Bosnia and Herzegovina. *South-east European Forestry*, 14(2), 171–182. <https://doi.org/10.15177/see-for.23-16>
- Osmanović, M., & Zahirović, K. (2022). Health status of forests in Zenica–Doboj Canton in the period 2018–2020. *Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo*, 1(2021), 45–54.

Özcan, G. E. (2017). Assessment of *Ips sexdentatus* population considering captures in pheromone traps and their damages under non-epidemic conditions. *Šumarski list*, 1–2, 47–56.

Pernek, M. (2000). Feromonske klopke u integralnoj zaštiti smrekovih šuma od potkornjaka. *Rad Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 35(2), 89–100.

Pernek, M. (2002). Analiza biološke učinkovitosti feromonskih pripravaka i tipova klopki namijenjenih lovu *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 37(1), 61–83.

Pernek, M., & Hrašovec, B. (2005). Istraživanje feromonskih pripravaka i klopki namijenjenih ulovu jelovih krivozubih potkornjaka. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 40(1), 31–42.

Pernek, M., Matošević, D., & Hrašovec, B. (2006). Istraživanje feromona i klopki za prognozu jelovog potkornjaka *Pityokteines curvidens* Germar (Coleoptera: Scolytidae). *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, Izvanredno izdanje 9, 213–222.

Pernek, M., & Lacković, N. (2011). Uloga jelovih krivozubih potkornjaka u sušenju jele i mogućnosti primjene feromonskih klopki za njihov monitoring. *Šumarski list*, Posebni broj, 114–121.

Tomiczek, C., Diminić, D., Cech, T., Hrašovec, B., Krehan, H., Pernek, M., & Perny, B. (2007). Bolesti i štetnici urba-

nog drveća. Šumarski institut Jastrebarsko; Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Wermelinger, B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – A review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202(1–3), 67–82. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.018>

Zahradník, P., & Zahradníková, M. (2020). The relationships between *Pityogenes chalcographus* and *Nematosoma elongatum* in clear-cuts with different types of management. *Plant Protection Science*, 56(1).

Zahirović, K., Dautbašić, M., & Mujezinović, O. (2014). Sušenje sastojina smrče uslijed djelovanja potkornjaka u centralnoj Bosni. *Naše šume*, 36–37, 4–14.

Zahirović, K., Dautbašić, M., & Mujezinović, O. (2016). Analiza učinkovitosti feromonskih pripravaka i klopki na području gospodarske jedinice “Gornja Stavnja” u 2015. godini. *Naše šume*, 42–43, 5–14.

Zahirović, K. (2017). Uzročnici truleži drveta smrče (*Picea abies* (L.) Karst.) na planini Zvijezda (Doktorska disertacija). Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.

Zúbrik, M., Kunca, A., & Csóka, G. (2013). Insects and diseases damaging trees of Europe: A colour atlas. N.A.P. Éditions.

SUMMARY

The research analyzed the effectiveness of dry and wet pheromone traps and pheromone attractants from the producer Ipsolab in Bosnia and Herzegovina. During 2023, pheromone traps with pheromone attractants were deployed in the field, and the population of spruce, fir, and pine bark beetles was monitored. The sample consisted of 98 dry and 97 wet pheromone traps. The average number of *Ips typographus* L. individuals caught in dry pheromone traps was 1,133.80 individuals, and in wet pheromone traps 1,009.82 individuals. As for the average number of *Pityogenes chalcographus* L. individuals caught in dry pheromone traps, it was 3,419.15 individuals, and in wet pheromone traps 4,017.88 individuals. The average number of individuals of *Ips sexdentatus* (Boerner) caught in dry impingement barrier traps was 54.79 individuals, and in wet impingement barrier traps 91.33 individuals. For the bark beetle *Pityokteines curvidens* (Germar), the average number of caught individuals in dry impingement barrier traps was 42.00 individuals, and in wet impingement barrier traps 82.22 individuals.

Received: October, 13, 2025; **Accepted:** November, 1, 2025; **Published:** December, 31, 2025

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Comparison between two methods for measuring the fuel consumption of a skidder

Usporedba dvije metode mjerenja potrošnje goriva skidera

Marijan Šušnjar^{1,*}, Zdravko Pandur¹, Marin Bačić¹, Domagoj Ulovac¹, Hrvoje Kopseak²

¹ Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu

² Hrvatske šume, d.o.o. Zagreb, Uprava šuma podružnica Bjelovar, Šumarija Grubišno Polje

ABSTRACT

The study shows a comparison of fuel consumption measurements with two different methods in real working conditions of timber extraction with an Ecotrac 140 V skidder. The two methods relate to measuring fuel consumption via a sensor on the fuel supply pump as part of a Fleet Management system, and measurements using a built-in differential fuel flowmeter DFM 100CD. The study established differences in measured fuel quantities over 12 days measured when pulling wood from a final cut of a beech stand, and 12 days measured when pulling wood from a thinning beech stand. At both worksites, a half-stem method was used, with the downhill extraction. The load volumes per cycle were measured at landing. The results indicate that the difference between the readings of the fuel consumption of the flowmeter and the sensor on the fuel pump is significant as the daily outputs increase. That is because the sensor on the fuel pump does not register the return of fuel to the tank, but only reads the current fuel flow. The flowmeter takes into account the return of fuel back to the tank.

Key words: skidder, fuel consumption, flowmeter, fuel pump, sensors

Introduction – Uvod

Privlačenje drva energetski je najskuplja faza pridobivanja drva, a gorivo predstavlja glavni udio utroška energije pri privlačenju drva. Mogućnost predviđanja potrošnje goriva u sustavima pridobivanja drva ključna je za planiranje budžeta i upravljanje radnim procesima (Oyier i Visser 2016). S očekivanim rastom primjene mehaniziranih sredstava u sustavima pridobivanja drva, ukupna potrošnja goriva također će rasti pri izvođenju šumskih radova. Pri tome su cijene goriva stalno promjenjive, ovisne o tržišnim utjecajima što predstavlja problem pri određivanju troškova rada (Obi i Visser 2011).

Potrošnja goriva može varirati ovisno o uvjetima tla i rada, vještinama vozača, opterećenju motora u različitim uvjetima rada, brzini motora, vrsti i tehničkim karakteristikama vozila (Pandur i dr. 2019). Određivanje utjecaja određenih čimbenika teško je zbog interakcije pojedinačnih čimbenika (Vusić i dr. 2013, Maesano i dr. 2013). Vozač utječe na potrošnju goriva načinom vožnje, vještinama obuke i održavanjem vozila (Nordfjell i dr. 2003, Manner i dr. 2016).

* Corresponding author: Marijan Šušnjar, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, msusnjar@sumfak.unizg.hr

Racionalna organizacija pridobivanja drva sastoji se od niza čimbenika koji mogu utjecati na smanjenje potrošnje goriva, a time i na ostale troškove sječe drva. Prema Pandur i dr. (2019) glavni čimbenici koji utječu na smanjenje potrošnje goriva su:

- odabir vozila, koji se temelji na njegovim tehničkim karakteristikama i uvjetima rada u sastojini;
- redovito održavanje vozila;
- primjena odgovarajuće tehnologije uz dobru organizaciju rada;
- motivacija vozača i njegova/njezina stručna osposobljenost.

Potrošnja goriva strojeva često se izražava kao potrošnja energije po jedinici posječenog drva (MJ/m^3), potrošnja goriva po jedinici posječenog drva (L/m^3) ili po jedinici vremena (L/h) te potrošnja goriva po masi posječenog drva zajedno s udaljenošću posječenog drva (L/tkm).

Najjednostavniji način mjerenja potrošnje goriva strojeva i vozila je volumetrijska metoda ponovnog punjenja spremnika gorivom na kraju radnih operacija ili na kraju radnog dana. Punjenje spremnika provodi se pomoću mjernog uređaja ili pomoću mjernog pištolja za točna mjerenja.

Nordfjell i dr. (2003) naveli su da se potrošnja goriva tradicionalno mjeri mjeračima protoka, dok nove tehnologije, posebno one temeljene na CAN (Controller Area Network) tehnici, omogućuju jeftinija i lakša mjerenja.

Manner i dr. (2016) istražili su podatke prikupljene i prikazane konvencionalnim ugrađenim računalima (TimberLink®) forwardera John Deere™. Standardni TimberLink podaci pokazali su se točnim, a prikupljanje podataka o potrošnji goriva visoke rezolucije na godišnjoj razini bilo je moguće.

Lijewski i dr. (2017) odredili su potrošnju goriva metodom balance ugljika prema postupku koji je usvojila EPA, prema kojoj je potrošnja goriva izračunata na temelju emisije CO_2 .

U svrhu što bolje organizacije rada šumskih strojeva u novije se vrijeme vozila opremaju sustavom koji omogućava daljinsko praćenje njihovog rada – FMS-om (engl. Fleet Management System - u daljnjem tekstu FMS). FMS omogućuje uvid u kretanje i precizno određivanje položaja vozila preko prijavnika GPS koji je sastavni dio sustava. Također, FMS daje mogućnost nadogradnje različitim senzorima, kao što su mjerenje broja okretaja motora, potrošnje goriva, brzine kretanja, detekcije rada oruđa (dizalica, vitlo), prijeđenog puta i dr. Fleet Management System omogućuje prikupljanje nekih po-

data bez da se remeti normalan rad vozila, odnosno omogućuje provedbu istraživanja u gotovo nekontroliranim uvjetima (Pandur i dr., 2009).

Pandur i dr. (2009) su mjerili potrošnju goriva forwardera pomoću diferencijalnog mjerača protoka goriva i sonde za mjerenje goriva, dok se FMS koristio za prijenos izmjerenih podataka. Ustanovili su da sonda za mjerenje potrošnje goriva nije prikladna za znanstvena istraživanja zbog velikog utjecaja vanjskih čimbenika na razinu goriva u spremniku.

Šušnjar i dr. (2024) su mjerili potrošnju goriva skidera pomoću diferencijalnog mjerača protoka goriva uz prijenos mjernih podataka FMS-om. Pri tome su preko CANBUS veze, također, prikupljali podatke sa svih senzora vozila. Velika preciznost izmjere diferencijalnog mjerača protoka goriva omogućila je određivanje potrošnje goriva skidera po radnim sastavnicama turnusa.

Međutim, razjašnjavanje glavnih i interaktivnih učinaka varijabli i ponašanja operatera na potrošnju goriva i vremena je izazovno i zahtijeva detaljnije informacije o opterećenjima (npr. volumenima i broju sortimenata), kao i uvjetima sastojina (npr. bruto gustoća sječe i uvjeti terena).

Glavni cilj istraživanja je usporediti rezultate mjerenja potrošnje goriva dvjema različitim metodama u stvarnim radnim uvjetima privlačenja drva skiderom. Na osnovu razlika između mjerenja potrošnje goriva preko senzora na pumpi dovoda goriva i mjerenja pomoću diferencijalnog protočnika goriva ustanoviti pravovaljanost dobivenih rezultata.

Analizom rezultata potrošnje goriva iskazat će se smjernice za optimalnu organizaciju rada s ciljem smanjenja troškova rada te preporuke za pravovaljano praćenje potrošnje goriva skidera.

MATERIALS AND METHODS – Materijali i metode

Istraživanje potrošnje goriva provedeno je na skideru Ecotrac 140V tijekom rada privlačenja drva. Skider Ecotrac 140V, ukupne mase od 8060 kg, opremljen je dvobubanjskim šumskim vitlom hidrauličkog pogona i nominalnom vučnom silom od 100 kN.

Istraživanje potrošnje goriva provedeno je na dva skidera koji su radili na različitim radilištima. Na prvom radilištu mjerenje dnevne potrošnje goriva skidera izvršeno je pri privlačenju drva iz dovršnog sijeka jednodobne bukove sastojine. Na drugom radilištu isti je postupak

mjerjenja ponovljen pri radu skidera na privlačenju drva iz prorede jednodobne bukove sastojine.

Istraživanje na dva različita radilišta ukazat će na razlike u potrošnji goriva s obzirom na terenske, sastojinske i organizacijske uvjete rada.

Na oba radilišta korištena je poludeblovna metode izrade. Obujmi tovara skidera po radnom turnusu redovito su mjereni nakon istovara na pomoćnom stovarištu uz šumsku cestu.

RESEARCH SITES – Mjesta istraživanja

Prvo radilište nalazilo se u odjelu 10a u gospodarskoj jedinici “Dišnica – Zobikovac – Petkovača”, šumarije Garešnica, Uprave šuma Podružnica Bjelovar “Hrvatskih šuma” d.o.o. Zagreb. Odjel 10a, površine 11,94 ha, prekriva jednodobna bukova šuma starosti 100 godina. Prema planu gospodarenja šumama, proveden je dovršni sijek te je posječeno ukupno 2.892,32 m³ drva, odnosno 242,21 m³/ha. Prosječni promjer stabala na prsnoj visini bio je 45,2 cm, s prosječnim obujmom od 3,35 m³ po stablu.

Tijekom istraživanja skider je privlačio toware drva niz nagib, odnosno prazni skider se kretao od pomoćnog stovarišta traktorskim putem uz nagib. Uzdužni nagibi traktorskih puteva kretali su se od 5% do 8%. Udaljenosti privlačenja kretale su se od 80 m do 280 m, sa srednjom vrijednosti od 150 m tijekom istraživanja. Površina traktorskih puteva bila je suha i vrlo dobre nosivosti.

Svakog dana, nakon završenog radnog vremena, skider se premještao sa radilišta u “sigurno”, šticeo dvorište udaljeno 1,6 km. Na početku radnog dana, prije polaska na radilište, na istoj udaljenosti od 1,6 km, vozač je unutar pripremnog vremena provjeravao upaljeno vozilo prije vožnje do radilišta.

Drugo radilište nalazilo se u odjelu 5a u gospodarskoj jedinici “Jadovno – Jazbine”, šumarije Gospić, Uprave šuma Podružnica Gospić “Hrvatskih šuma” d.o.o. Zagreb. Odjel 5a, površine 30,50 ha, prekriva jednodobna bukova šuma starosti 55 godina. Prema planu gospodarenja šumama, provedena je proreda te posječeno ukupno 1.548 m³ drva. Prosječni promjer stabala na prsnoj visini bio je 24,8 cm, s prosječnim obujmom od 0,53 m³ po stablu.

Također se, kao i na prvom radilištu, prazni skider kretao uzbrdo, a opterećeni skider nizbrdo. Ukupno su se

za privlačenje drva tijekom perioda istraživanja koristila tri traktorska puta, jedan duljine 900 m te ostala dva duljine 440 m i 300 m. Traktorski putevi imali su ujednačen uzdužni nagib od 8%. Istraživanje je provedeno tijekom proljeća, na dane bez oborina. Traktorski putevi su bili vrlo mokri i blatni, s kolotrazima dubine do 20 cm duž cijelih ruta uslijed učestalih oborina.

DATA COLLECTION AND ANALYSIS – Prikupljanje i obrada podataka

U svrhu prikupljanja daljinskih podataka na skidere su ugrađeni sustavi za upravljanje i praćenje rada vozila tzv. Fleet Management System (FMS) tvrtke Mobilisis. Svrha ugradnje FMS-a bila je dobiti podatke o potrošnji goriva pogonskog motora.

Osnovna komponenta FMS-a je mobilna jedinica WIGO-E, koja se ugrađuje u vozilo i u svakom trenutku omogućuje praćenje položaja preko GPS uređaja (slika 1). WIGO-E (Telematic Data collector) gateway uređaj služi za prikupljanje i spremanje podataka sa senzora koristeći različite komunikacijske protokole (www.mobilisis.hr).

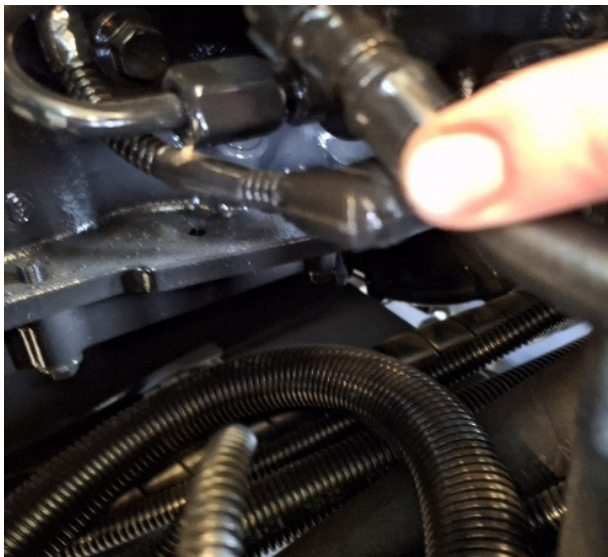
Mobilna jedinica je povezana sa senzorima vozila preko CANBUS veze, a na taj način omogućeno je pohranjivanje i prikupljanje mjernih podataka. Prijenos podataka i prijem satelitskog signala se odvija preko GSM antene. Kao česti problem u šumskim uvjetima je pojava nedostatka signala, no mobilna jedinica ima mogućnost pohrane podataka u vlastitu internu memoriju, a potom retroaktivno slanje podataka na server kada vozilo dođe u područje pokriveno signalom (Šušnjar i dr., 2024).



Slika 1. Mobilna jedinica WIGO-E

Figure 1. Mobile unit WIGO-E

Preko ugrađenog FMS-a prikupljali su se podaci o potrošnji goriva sa senzora koji je bio ugrađen na pumpi za gorivo (slika 2).



Slika 2. Senzor potrošnje goriva na pumpi za gorivo

Figure 2. Fuel consumption sensor on fuel pump

Uzimajući u obzir mogućnost pogreške pri mjerenju količine potrošenog goriva preko senzora na pumpi goriva, na skidere je bilo potrebno ugraditi diferencijalni mjerač potrošnje goriva – DFM 100CD.

Diferencijalni mjerač potrošnje goriva – DFM 100CD (slika 3) dizajniran je za precizno mjerenje potrošnje goriva u vozilima i stacionarnim strojevima, posebno onima s povratnim vodovima goriva (Šušnjar i dr., 2023). Mjerni uređaj ima mogućnost mjerenja protoka goriva s preciznošću od 0,001 L. Dobavni vod goriva prema pogonskom motoru prolazi kroz mjerač, a isto tako količina goriva koja se ne utroši u motoru vraća se nazad u spremnik goriva, prolazi kroz mjerač te se vrši diferencijalna korekcija potrošnje goriva. Diferencijalni mjerač potrošnje goriva bio je, također, spojen na FMS, preko kojeg su prikupljeni mjerni podaci.



Slika 3. Diferencijalni mjerač protoka goriva – DFM 100CD

Figure 3. Differential fuel flowmeter DFM 100CD.

Ugradnju mjernih instrumenata obavili su tehničari iz tvrtke Mobilisis, koja ujedno razvija i proizvodi glavni dio komponenti sustava za daljinsko praćenje rada vozila FMS.

Podacima o radu skidera pristupa se preko portala Mobilisis, za što je potrebno imati korisničko ime i lozinku. Na portalu se može odabrati koji skider želimo pratiti, kojega dana odnosno u kojem periodu. Preko portala se generiraju potrebna izvješća sa svim podacima koji se na skideru prate (GPS koordinate, potrošnja goriva, aktivnost rada vitla, brzina vrtnje motora, položaj papučice gasa i ostalo). Izvješća se mogu generirati u obliku .xml ili .pdf datoteke. Podaci dobiveni u tabličnim izvješćima se obrađuju u daljnjim analizama. Iz navedenih izvješća za dane istraživanja su preuzeti podaci o potrošnji goriva s diferencijalnog mjerača protoka goriva i senzora potrošnje s pumpe goriva. Podaci su dalje obrađivani u računalnom programu Microsoft Excel.

RESULTS AND DISCUSSION - Rezultati s diskusijom

Istraživanje je provedeno na dva različita lokaliteta, a mjerenje potrošnje goriva kontinuirano je praćeno na svakom radilištu 12 radnih dana. Kako bi zorno prikazali rezultate, važno je razumjeti da se radi o dvjema različitim konfiguracijama terena i vrstama sijeka, a time i o veličinama drvnih sortimenata koje su skideri privlačili.

Dok je na prvom radilištu mjerenje potrošnje goriva skidera izvršeno pri privlačenju drva iz prorede jednodobne bukove sastojine, na drugom radilištu skider je radio na privlačenju drva iz dovršnog sijeka jednodobne bukove sastojine. Tablice 1 i 2 prikazuju podatke o privučenim tovarima i dimenzijama drvnih sortimenata u tovarima.

Na radilištu "Dišnica – Zobikovac – Petkovača", pri privlačenju drva iz dovršnog sijeka, prosječne dimenzije drvnih sortimenata su bile duljine od 4,79 m i srednjeg promjera od 49,8 cm. Prosječni tovar je iznosio 5,45 m³ i sastojao se od prosječno 5,5 komada.

Tabela 1. Karakteristike tovara na radilištu "Dišnica – Zobikovac – Petkovača"

Tabela 1. Load characteristics at worksite
"Dišnica – Zobikovac – Petkovača"

	Min. Min.	Prosje Average	Maks. Max,
Obujam tovara – Load volume, m ³	2,89	5,45	7,75
Broj komada drva u tovaru – Number of pieces in the load	3	5,6	10
Duljina drvnih sortimenata – Timber assortment length, m	2	4,79	8
Srednji promjer drvnih sortimenata – Timber assortment mid-diameter, cm	32	49,8	79
Obujam komada drva – Timber assortment volume, m ³	0,28	0,97	3,43



Slika 4. Skider Ecotrac 140V na radilištu
"Dišnica – Zobikovac – Petkovača"

Figure 4. Skider Ecotrac 140V at worksite
"Dišnica – Zobikovac – Petkovača"

Na radilištu "Jadovno – Jazbine", pri privlačenju drva iz prorede, prikazani podaci ukazuju na male dimenzije drvnih sortimenata, što je ključan čimbenik koji utječe na potrošnju goriva po obujmu privučenog drva. Broj komada u tovaru kretao se između 8 i 15 komada drvnih sortimenata. Prosječni tovar iznosio je svega 2,27 m³.

Tabela 2. Karakteristike tovara na radilištu "Jadovno – Jazbine"

Tabela 2. Load characteristics at worksite "Jadovno – Jazbine"

	Min. Min.	Prosje Average	Maks. Max,
	Minimum	Prosje Average	Maksimum
Obujam tovara – Load volume, m ³	0,82	2,27	3,91
Broj komada drva u tovaru – Number of pieces in the load	8	10,3	15
Duljina drvnih sortimenata – Timber assortment length, m	2	6,4	10
Srednji promjer drvnih sortimenata – Timber assortment mid-diameter, cm	10	20,4	52
Obujam komada drva – Timber assortment volume, m ³	0,02	0,44	1,06



Slika 5. Skider Ecotrac 140V "Jadovno – Jazbine"

Figure 5. Skider Ecotrac 140V at worksite "Jadovno – Jazbine"

Veličine tovara i dimenzije drvnih sortimenta utjecat će na razlike u dnevnom učinku skidera između radilišta, kao i na potrošnju goriva, bilo u ukupnoj količini u litrama ili pri izražavanju potrošnje goriva po jedinici privučenog drva (L/m^3).

U sljedećoj tablici broj 3 prikazani su svi parametri istraživanja na radilištima "Dišnica – Zobikovac – Petkovača" i "Jadovno – Jazbine" po radnim danima: ukupni dnevni učinci skidera, utrošci goriva mjereni protočnikom, utrošci goriva mjereni preko senzora na pumpi goriva FMS-a, razlike u mjerenjima potrošnje goriva u apsolutnim i relativnim vrijednostima te je izražena potrošnja goriva po jedinici obujma drva u L/m^3 .

Na temelju prikazanih rezultata u tablici iščitavamo da se privučeni obujam drva u gospodarskoj jedinici "Dišnica – Zobikovac – Petkovača" kretao između $39,28 m^3$ i $49,82 m^3$, s prosjekom od $43,87 m^3$. Podaci u gospodarskoj jedinici "Jadovno – Jazbine" se kreću u nižim rasponima ($11,68 m^3$ - $17,03 m^3$). Razlog izrazito većih brojki dnevnog učinka privučenog drva leži u različitim sastojinskim prilikama, ali i u različitoj vrsti sijeka. Veće brojke govore da se radilo o dovršnom sijeku obične bukve, dok niže vrijednosti ukazuju na to da se u tom trenutku obavljala proreda obične bukve.

Potrošnja goriva prema protočniku na radilištu "Dišnica – Zobikovac – Petkovača" kretala se između $68,31$ – $77,36 L$, dok je senzor na pumpi goriva pokazivao izrazito veće vrijednosti ($92,00$ – $99,00 L$). Potrošnja goriva na radilištu "Jadovno – Jazbine" kretala se između $20,21$ – $40,38 L$ (mjereno protočnikom), dok je senzor na pumpi goriva pokazivao vrijednosti između 25 i $55 L$.

Prosječna razlika između metoda na radilištu "Dišnica – Zobikovac – Petkovača" iznosila je $32,5\%$, u korist veće vrijednosti kod senzora na pumpi goriva. Prosječna razlika između metoda na radilištu "Jadovno – Jazbine" iznosila je $35,3\%$.

Podaci ukazuju na to da je metoda mjerenja preko senzora na pumpi goriva dosljedno pokazivala veću potrošnju goriva na oba radilišta, što dovodi u pitanje točnost mjernih podataka. Radilište "Jadovno – Jazbine" ima niže vrijednosti privučenog obujma, ali veću potrošnju goriva, što može biti posljedica manje učinkovitosti zbog teških terenskih uvjeta u kombinaciji s udaljenosti privlačenja.

Uvidom u podatke o potrošnji goriva po jedinici obujma privučenog drva uočavaju se mnogo veće vrijednosti nego što se navode u prijašnjim istraživanjima. Borz i dr. (2013) utvrdili su da se potrošnja goriva skidera tijekom privlačenja drva u jednodobnim šumama kreće se od $0,62$ do $1,00 L/m^3$. Kopseak i dr. (2021) zabilježili su veće vrijednosti u sličnim terenskim uvjetima (od $1,38$ do $1,65 L/m^3$).

Na radilištu "Dišnica – Zobikovac – Petkovača" vrijednosti potrošnje goriva se kreću od $1,41 L/m^3$ do $1,83 L/m^3$. Glavni razlog povećane potrošnje goriva na ovom radilištu je premještanje skidera na početku i na kraju radnog dana na udaljenost od $3,2 km$, pri čemu je gorivo utrošeno na vožnju i premještanje ušlo u izračun potrošnje s obzirom na obujam privučenog drva.

Za određivanje pravilne vrijednosti potrošnje goriva po obujmu privučenog drva trebalo bi u izračunu oduzeti utrošak goriva pri premještanju skidera. Odvajanje količine utrošenog goriva za premještanje skidera moguće je precizno odrediti prema izmjenjenim vrijednostima potrošnje goriva na osnovu podataka o kretanju i brzini skidera te vremenima početka i završetka vožnje skidera, koji su također prikupljeni Fleet Management sustavom. Daljnim analizama mjernih podataka na navedenom radilištu odredit će se utrošak goriva po svim radnim sastavnicama skidera tijekom radnih dana, uključujući utrošak goriva skidera pri premještanju, u ovisnosti o udaljenosti i brzinama kretanja.

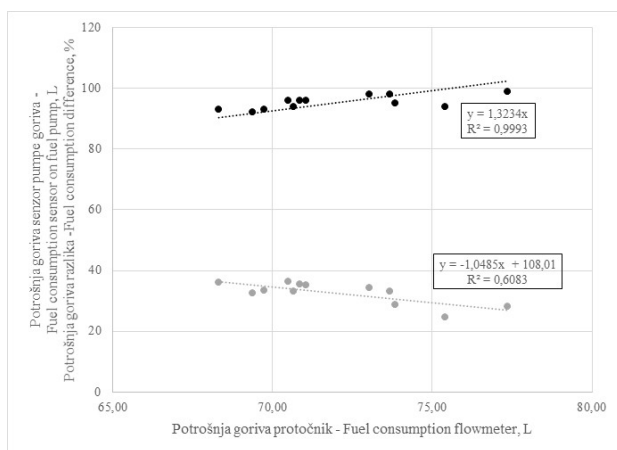
Tabela 3. Mjereni parametri na radilištima

Tabela 3. Measured parameters at worksites

Radilište Worksite	Dan Day	Dnevni učinak Daily output	Potrošnja goriva – Fuel consumption				
			Protočnik Flowmeter	Senzor na pumpi goriva Sensor on the fuel pump	Razlika Differences		Po jedinici obujma Per volume unit
		m ³	L			%	L/m ³
“Dišnica – Zobikovac – Petkovača“, odjel 10a dovršni sijek <i>final felling</i>	1	37,28	68,31	93,00	24,69	36,1	1,83
	2	40,82	69,39	92,00	22,61	32,6	1,70
	3	42,54	69,73	93,00	23,27	33,4	1,64
	4	49,82	70,48	96,00	25,52	36,2	1,41
	5	48,22	70,65	94,00	23,35	33,1	1,47
	6	42,44	70,86	96,00	25,14	35,5	1,67
	7	43,96	71,04	96,00	24,96	35,1	1,62
	8	49,62	73,04	98,00	24,96	34,2	1,47
	9	44,70	73,68	98,00	24,32	33,0	1,65
	10	42,33	73,84	95,00	21,16	28,7	1,74
	11	45,34	75,41	94,00	18,59	24,7	1,66
	12	43,68	77,36	99,00	21,65	28,0	1,77
	Prosječno					32,5	1,64
“Jadovno – Jazbine“ odjel 5a proreda <i>thinning</i>	1	14,00	20,21	25,00	4,79	23,7	1,44
	2	14,46	20,44	25,00	4,56	22,3	1,41
	3	15,80	21,07	28,00	6,93	32,9	1,33
	4	11,68	24,26	33,00	8,74	36,0	2,08
	5	14,47	29,29	39,00	9,71	33,2	2,02
	6	14,40	32,55	45,00	12,45	38,2	2,26
	7	14,67	32,57	45,00	12,43	38,2	2,22
	8	14,40	33,38	45,00	11,62	34,8	2,32
	9	16,43	37,38	50,00	12,62	33,8	2,28
	10	16,08	37,45	50,00	12,55	33,5	2,33
	11	16,90	40,37	55,00	14,63	36,2	2,39
	12	17,03	40,38	55,00	14,62	36,2	2,37
	Prosječno – Average					35,3	2,04

Na radilištu “Jadovno – Jazbine” prosječna potrošnja goriva je veća na prvom radilištu te iznosi 2,04 L/m³. Na veću potrošnju goriva po obujmu privučenog drva prvenstveno su utjecali radni i organizacijski uvjeti. Pri privlačenju drva iz prorede, veliki broj malih komada drva u tovaru dovodi do veće potrošnje vremena (više vremena se troši na vezivanje tovara i rad vitla), kao i goriva tijekom rada u sječini. Također, prosječni tovar od svega 2,27 m³ je premali i nije optimalan tovar za skidera mase od 8,6 tona.

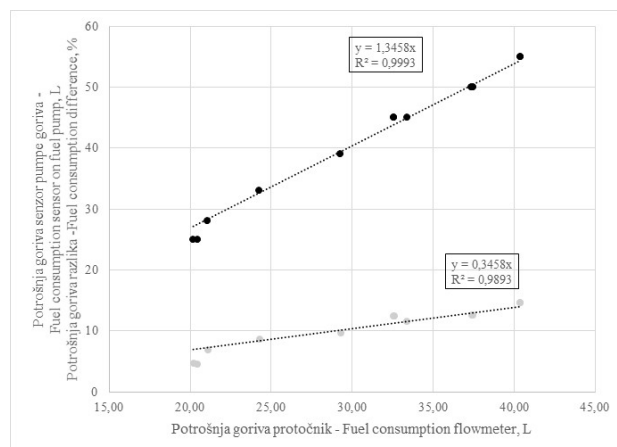
Stoga se može zaključiti da skider Ecotrac 140 V nije najprikladnije rješenje za privlačenje drva proredama te bi trebalo razmotriti mogućnost korištenja lakšeg i manjeg skidera, što bi zasigurno odrazilo na smanjenje potrošnje goriva po jedinici obujma drva.



Slika 6. Usporeba potrošnje goriva na radilištu “Dišnica – Zobikovac – Petkovača”

Figure 6. Comparison of fuel consumption at worksite “Dišnica – Zobikovac – Petkovača”

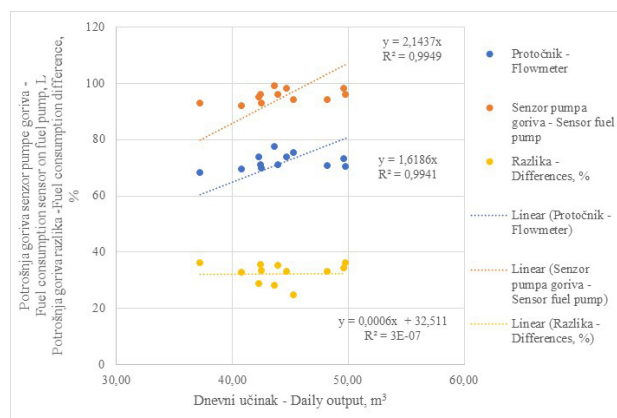
Slika 6 uspoređuje potrošnju goriva na radilištu “Dišnica – Zobikovac – Petkovača”. Prikazani graf analizira odnos između potrošnje goriva izmjerene protočnikom (na X-osi) i dviju ovisnih varijabli (potrošnja očitana na senzoru pumpe goriva i postotna razlika između vrijednosti senzora pumpe goriva i protočnika) na Y-osi. Skup podataka prikazan crnom bojom pokazuje uzlazni trend, što je vidljivo iz pozitivnog nagiba regresijske linije. Obzirom na uzlaznost krivulje, zaključujemo da porastom potrošnje goriva mjerene na protočniku, raste i potrošnja koju bilježi senzor na pumpi goriva. S druge strane, sivi skup podataka, koji prikazuje postotnu razliku između senzora na pumpi goriva i protočnika, pokazuje silazni trend – vidljiv kroz negativan nagib regresijske linije. To znači da se povećanjem stvarne (protočne) potrošnje goriva smanjuje postotna razlika između dvaju sustava mjerenja. Zaključno, što je potrošnja veća, odstupanje potrošnje goriva sa senzora na pumpi goriva u odnosu na mjerenje protočnika postaje manje izraženo.



Slika 7. Usporedbe potrošnje goriva na radilištu “Jadovno – Jazbine”

Figure 7. Comparison of fuel consumption at worksite “Jadovno – Jazbine”

Na radilištu “Jadovno – Jazbine” mjerenje preko senzora na pumpi goriva, također, značajno precjenjuje potrošnju goriva u odnosu na mjerenje protočnikom, ali se prikazuje porast razlike između dvije metode mjerenja povećanjem potrošnje goriva.



Slika 8. Ovisnost potrošnje goriva o dnevnom učinku skidera na radilištu “Dišnica – Zobikovac – Petkovača”

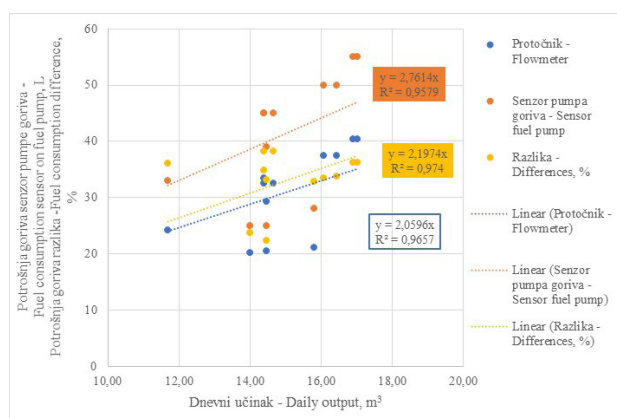
Figure 8. Dependence of fuel consumption on daily output at worksite “Dišnica – Zobikovac – Petkovača”

Graf prikazuje ovisnost potrošnje goriva o dnevnom učinku skidera (u m³) pri privlačenju drva u lokalitetu “Dišnica – Zobikovac – Petkovača”. Na x-osi nalazi se dnevni učinak u m³, dok su na y-osi prikazane tri varijable: potrošnju goriva izmjerenu protočnikom (L), potrošnju goriva izmjerenu senzorom na pumpi goriva u sustavu (L) te postotnu razliku između vrijednosti navedenih metoda mjerenja (%).

Za svaku od ovih varijabli provedena je regresijska analiza ($p \leq 0.05$) te su prikazane odgovarajuće linearne regresijske linije s pripadajućim jednadžbama i koeficijentima. Potrošnja mjerena preko senzora na pumpi goriva pokazuje izrazit uzlazni trend ($y = 2,1437x$), odnosno snažno raste povećanjem dnevnog učinka. Potrošnja goriva mjerena na protočniku također raste, ali nešto umjerenije ($y = 1,6186x$). Postotna razlika ostaje praktički konstantna bez obzira na učinak, tj. razlika ostaje stabilna (oko 32,5%) bez obzira na radni intenzitet.

Zaključujemo da, za razliku od prethodnog grafa, razlika između očitavanja senzora na pumpi goriva i protočnika ostaje jednaka bez obzira na dnevni učinak stroja.

Obje metode mjerenja (senzor na pumpi goriva i protočnik) pokazuju izrazitu povezanost s dnevnim učinkom ($R^2 > 0,99$ uz interval pouzdanosti od 95%) između dvije metode, no očitavanja na pumpi goriva u prosjeku sustavno pokazuju veću potrošnju goriva, što upućuje na precijenjenost mjerenja preko senzora na pumpi goriva.



Slika 9. Ovisnost potrošnje goriva o dnevnom učinku skidera u "Jadovno – Jazbine"

Figure 9. Dependence of fuel consumption on daily output at worksite "Jadovno – Jazbine"

Radilište "Jadovno – Jazbine" pokazuje izraženije odstupanje između mjernih sustava u odnosu na radilište "Dišnica – Zobikovac – Petkovača". Povećanjem učinka dolazi do značajnijeg povećanja razlike u prikazanoj potrošnji, što može upućivati na probleme u očitavanju mjerenja senzora na pumpi goriva. Uspoređujući radilišta, dolazimo do zaključka da je u "Dišnica – Zobikovac – Petkovača" postotna razlika ostajala gotovo nepromijenjena bez obzira na dnevni učinak, a u "Jadovno – Jazbine" razlika linearnim rastom značajno raste povećanjem dnevnog učinka, uz interval pouzdanosti od 95%. Iz navedenog zaključujemo da se povećanjem dnevnog učinka sve više precjenjuje stvarna potrošnja goriva mjerena preko senzora na pumpi goriva.

Ključ problema se nalazi u tome što senzor na pumpi goriva ne registrira povrat goriva u rezervoar, nego samo očitava trenutne podatke protoka goriva. Diferencijalni mjerač potrošnje goriva očitava podatke i uzima u obzir povrat goriva natrag u rezervoar.

Prijašnja istraživanja potrošnje goriva šumskih strojeva odnose se na mjerenje utroška goriva jednom metodom i utvrđivanja utjecajnih čimbenika na potrošnju goriva, kao što su nagib terena, smjer kretanja, veličina tovara, stanje tla (Kenney i dr., 2014; Ackerman i dr., 2017; Ezzati i dr., 2021; Bacescu i dr., 2022; Bacescu i dr., 2025).

Preciznost i pouzdanost izmjere potrošnje goriva diferencijalnim protočnikom objašnjavaju u tehničkim izvješćima i znanstvenim radovima proizvođači mjerne opreme, ali na primjerima iz kamionskog i brodskog transporta (Kral GmbH, 2019; Matt, 2023).

VAF Instruments (2015) u tehničkom izvješću navodi da se pri takvim vrstama transporta razlike između mjerenja potrošnje goriva diferencijalnim protočnikom i senzorima koji očitavaju protok goriva prema motoru povećavaju s prijednim udaljenostima, vremenom vožnje i veličinom tovara. Pri tome, mjerenje protoka goriva bez diferencijalnog protočnika može biti 2,5 do 3 puta veće od mjerenja s diferencijalnim protočnikom.

Prikazani rezultati ukazuju na iste utjecajne čimbenike na povećanje razlika potrošnje goriva između mjerenja diferencijalnim protočnikom i senzorom koji očitava protok goriva na pumpi, no s obzirom na manje toware i udaljenosti vožnje te kraća vremena rada, povećanje razlika između dvije metode mjerenja kretalo se u opsegu od 20% do 40%, povećanjem dnevnog učinka od 11,68 m³/dan do 17 m³/dan.

CONCLUSIONS - Zaključci

Rezultati ukazuju na nepreciznost izmjere potrošnje goriva sa senzora na pumpi goriva u odnosu na vrlo precizno mjerenje diferencijalnim mjeračem protoka. Precijenjivanje vrijednosti ne dolazi do izražaja kod malih dnevnih učinaka, ali porastom dnevnog učinka razlika između očitavanja potrošnje goriva protočnika DFM 100CD i senzora na pumpi goriva je izrazita.

Potrebno je naglasiti da postoje i drugi načini izmjere potrošnje goriva preko drugih senzora, koji se ovoj konfiguraciji nisu koristili ili nisu tvornički ugrađeni na skider. Na suvremenim šumskim vozilima, pogotovo forvarderima i harvesterima, te novim šumskim vozilima s najnovijom generacijom računalno-kontroliranih pogonskih motora, moguće je preko senzora dobiti precizno očitavanje

potrošnje goriva koje se zasniva na očitavanju senzora na pumpama goriva s povratnim vodom ili očitavanja sa senzora pri ubrizgavanju goriva u cilindar motora.

Ovim poboljšanim sustavom senzora bilo bi moguće ostvariti precizno i pravovaljano očitavanje potrošnje goriva.

Trenutno, kod skidera, očitavanje goriva preko senzora na pumpi goriva ne prikazuje vjerodostojan podatak.

Organizacija rada je znatno utjecala na potrošnju goriva na oba radilišta – na prvom radilištu zbog svakodnevnog premještanja skidera na početku i kraju radnog dana, a na drugom radilištu uslijed primjene velikog skidera za rad na privlačenju drva iz prorede.

Uočene prednosti i nedostaci mjernih sustava, kao i razlike u potrošnji goriva na dva različita radilišta kojima se ukazalo na razlike u potrošnji goriva skidera između privlačenja drva iz proreda i dovršnog sijeka, predstavljaju smjernice za optimalnu organizaciju rada s ciljem smanjenja troškova rada, te preporuke za pravovaljano praćenje potrošnje goriva skidera.

REFERENCES - Literatura

- Ackerman, P., Williams, C., Ackerman, S., & Nati, C. (2017). Diesel Consumption and Carbon Balance in South African Pine Clear-Felling CTL Operations: a Preliminary Case Study. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 38(1), 65-72.
- Bacescu, N.M., Cadei, A., Moskalik, T., Wisniewski, M., Talbot, B., & Grigolato, S. (2022). Efficiency Assessment of Fully Mechanized Harvesting System through the Use of Fleet Management System. *Sustainability*, 14, 16751. <https://doi.org/10.3390/su142416751>
- Bacescu, N.M., Piol, O., Talbot, B., Marchi, L., & Grigolato, S., (2025). Modelling full stems skidding in the northeast Italian Alps through engine data acquisition and analysis. *European Journal of Forest Research*, 144, 1355-1366. <https://doi.org/10.1007/s10342-025-01811-3>
- Borz, S.A., Ignea, G., Oprea, I., Ciobanu, V., & Dinulica, F. (2013). A Comparison In Terms Of Carbon Emissions, Cost, And Productivity Of The Most Used Technologies In The Young Thinned Stands – The Case Of Romania. *Romanian Journal of Economics*, 37/2 (46), 67-79.
- Ezzati, S., Tavankar, F., Ghaffariyan, M.R., Venanzi, R., Latte-rini, F., & Picchio, R. (2021). The Impact of Weather and Slope Conditions on the Productivity, Cost, and GHG Emissions of a Ground-Based Harvesting Operation in Mountain Hardwoods. *Forests*, 12(12), 1-19. <https://doi.org/10.3390/f12121612>
- Kenney, J., Gallagher, T., Smidt, M., Mitchell, D., & McDonald, T. (2014). Factors that Affect Fuel Consumption in Logging Systems. In: *Proceedings of the 37th Council on Forest Engineering*, June 22-25, 2014, Moline, Illinois. 1-6.
- Kopseak, H., Šušnjar, M., Bačić, M., Šporčić, M., & Pandur, Z. (2021). Skidders Fuel Consumption in Two Different Working Regions and Types of Forest Management. *Forests*, 12 (5); 1-10. <https://doi.org/10.3390/f12050547>
- Kral GmbH (2019). System Accuracy of a Fuel Consumption Measurement. White Paper. 1-7. https://www.kral.at/fileadmin/data/files/products/kraftstoff-verbrauchsmessung/System_Accuracy_of_a_Fuel_Consumption_Measurement.pdf
- Lijewski, P., Merksiz, J., Fuć, P., Ziolkowski, A., Rymaniak, L., & Kusiak, W. (2017). Fuel consumption and exhaust emissions in the process of mechanized timber extraction and transport. *European Journal of Forest Research*, 136 (1), 153-160. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-1015-2>
- Maesano, M., Picchio, R., Lo Monaco, A., Neri, F., Lasserre, B., & Marchetti, M. (2013). Productivity and energy consumption in logging operation in a Cameroonian tropical forest. *Ecological Engineering*, 57, 149-153. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.04.013>
- Manner, J., Nordfjell, T., & Lindroos, O. (2016). Automatic load level follow-up of forwarders' fuel and time consumption. *International Journal of Forest Engineering*, 27 (3), 151-160. <https://doi.org/10.1080/01494219.2016.1231484>
- Matt, C. (2023). Impacting Factors on the Accuracy of a Fuel Consumption Measurement. *Ship Science & Technology*, 17(33), 43-49. <https://doi.org/10.25043/19098642.241>
- Nordfjell, T., Athanassiadis, D., & Talbot, B. (2003). Fuel consumption in forwarders. *International Journal of Forest Engineering*, 14 (2), 11-20. <https://doi.org/10.1080/1494219.2003.10702474>
- Obi, O.F., & Visser, R. (2021). Estimating the Influence of Extraction Method and Processing Location on Forest Harvesting Efficiency - a Categorical DEA Approach. *Eur. J. For. Eng.*, 6, 60-67. <https://doi.org/10.33904/ejfe.722822>
- Oyier, P., & Visser, R. (2016). Fuel consumption of timber harvesting systems in New Zealand. *Eur J Forest Eng*, 2, 67-73.

Pandur, Z., Horvat, D., Šušnjar, M., & Šarac, Z. (2009). Može li se komercijalni Fleet Management Sustav koristiti u praćenju rada i istraživanjima forvardera? [Can a commercial fleet management system be used for research and survey of a forwarder]? *Nova mehanizacija šumarstva*, 30 (1), 11-17.

Pandur, Z., Šušnjar, M., Bačić, M., Đuka, A., Lepoglavec, K., & Nevečerel, H. (2019). Fuel consumption comparison of two forwarders in the lowland forests of pedunculate oak. *iForest*, 12, 125-131. <https://doi.org/10.3832/for2872-011>

Šušnjar, M., Pandur, Z., Bačić, M., Lepoglavec, K., Nevečerel, H., & Kopseak, H. (2023). Possibilities for the Development of an Electric Hybrid Skidder Based on Energy Consumption Measurement in Real Terrain Conditions. *Forests*, 14 (1), 1-9. <https://doi.org/10.3390/f14010058>

Šušnjar, M., Pandur, Z., Bačić, M., Halilović, V., Nevečerel, H., Lepoglavec, K., & Kopseak, H. (2024). Analysis of Skidder Fuel Consumption by Work Operations During Timber Extraction in Thinning of Even-Aged Forest on Mountainous Terrain: A Case Study. *Sustainability*, 16(24), 11240, 1-10. <https://doi.org/10.3390/su162411240>

VAF Instruments (2015). Fuel Consumption Measurement. Application Bulletin 124, 1-8. https://trimor.com.pl/wp-content/uploads/2015/07/Fuel_consumption.pdf

Vusić, D., Šušnjar, M., Marchi, E., Spina, R., Zečić, Ž., & Picchio, R. (2013). Skidding operations in thinning and shelterwood cut of mixed stands - Work productivity, energy inputs and emissions. *Ecological Engineering*, 61, 216-223. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.09.052>

www.mobilisis.hr

SUMMARY

The results of the study show a comparison of fuel consumption measurements with two different methods in real working conditions of timber extraction with an Ecotrac 140 V skidder. The two methods relate to measuring fuel consumption via a sensor on the fuel supply pump as part of a commercial Fleet Management system and measurements using a built-in differential fuel flow meter.

The study established differences in measured fuel quantities over 24 working days, of which 12 days measured fuel consumption when pulling wood from a final cut of a beech stand, and 12 days measured fuel consumption when pulling wood from a thinning beech stand.

At both work sites, a half-stem method was used, with the downhill skidder extraction. The skidder load volumes per work shift were measured after unloading at the landing.

Worksite "Dišnica – Zobikovac – Petkovača" represents timber skidding from the final cut, where the average dimensions of the wood assortments were 4.79 m long and 49.8 cm in average diameter. The average load was 5.45 m³ and consisted of an average of 5.5 pieces (Table 1). The longitudinal slopes of the tractor roads ranged from 5% to 8%. The skidding distances ranged from 80 m to 280 m, with an average value of 150 m. The surface of the tractor roads was dry and had a very good load-bearing capacity. Every day after the end of the working time, the skidder was moved from the worksite to a "safe" protected yard 1.6 km away. At the beginning of the workday, before leaving for the worksite at the same distance of 1.6 km, the driver checked the vehicle's ignition before driving to the worksite.

Worksite "Jadovno - Jazbine" represents timber skidding from thinning, and the data presented indicate the small dimensions of wood assortments, which is a key factor affecting fuel consumption per volume of wood pulled. The number of pieces in the load varied between 8 and 15 pieces of wood assortments (Table 2). And the average load was only 2.27 m³. Tractor roads had a uniform longitudinal slope of 8% and they were very wet and muddy, with ruts up to 20 cm deep.

The results indicate the inaccuracy of the measurement of fuel consumption from the sensor on the fuel pump compared to the very precise measurement with the differential flow meter (Figures 6, 7). The overestimation of the value does not come to the fore with small daily outputs, but as the daily outputs increase, the difference between the reading of the fuel consumption of the flow meter DFM 100CD and the sensor on the fuel pump is significant (Figures 8, 9).

The key to the problem is that the sensor on the fuel pump does not register the return of fuel to the tank, but only reads the current fuel flow data. The differential fuel consumption meter reads the data and takes into account the return of fuel back to the tank.

It should be noted that there are other ways to measure fuel consumption via other sensors, which were not used in this configuration or were not factory-installed on the skidder. On modern forestry vehicles, especially forwarders and harvesters, and new forestry vehicles with the latest generation of computer-controlled drive engines, it is possible to obtain an accurate fuel consumption reading via sensors based on the reading of the sensors on the fuel pumps with return lines or readings from the sensors when fuel is injected into the engine cylinder. With this improved sensor system, it would be possible to achieve accurate and valid fuel consumption readings.

The organization of work significantly affected fuel consumption at both sites - at the first site due to the daily movement of the skidder at the beginning and end of the working day, and at the second site due to the use of a large skidder for work on timber extraction from thinning. The observed advantages and disadvantages of the measurement systems, as well as the differences in fuel consumption at two different sites, which indicated differences in skidder fuel consumption between pulling wood from thinning and final felling, represent guidelines for optimal work organization to reduce labor costs and recommendations for valid monitoring of skidder fuel consumption.

Received: July 14, 2025; **Accepted:** November 24, 2025; **Published:** December 31, 2025

Funding: European Regional Development Fund within the scope of the European Union Operational Programme “Competitiveness and Cohesion” under the grant KK.01.I.1.04.0010 (“Development of hybrid skidder—HiSkid”) within the scope of the European Union Operational Programme “Competitiveness and Cohesion” 2014–2020 (2014HRI6MIOP00-1.2).

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Innovations in the Forestry Sector: Capacities, Challenges, and Opportunities – A Case Study of Sarajevo Canton

Inovacije u sektoru šumarstva: trenutni kapaciteti, izazovi i mogućnosti – studij slučaja Kanton Sarajevo

Sabina Delić^{1,*}, Amila Brajić Kezija¹, Bruno Marić¹, Amila Bašić², Mersudin Avdibegović¹, Dragan Čomić³, Dženan Bećirović¹

¹ University of Sarajevo - Faculty of Forestry

² KJP "Sarajevo-šume" d. o. o. Sarajevo

³ University of Banja Luka – Faculty of Forestry

ABSTRACT

Forestry faces many challenges due to global trends like climate change, economic shifts, and technological advances. Innovation and inventiveness are becoming essential for improving competitiveness and efficiency, ensuring sustainable forest resource use, and improving environmental protection. Therefore, research into forestry innovation is crucial for identifying factors that either facilitate or hinder innovation and for developing strategies to enhance the sector's innovative capacity. This paper explores the role and importance of innovation in forestry, focusing on Sarajevo Canton. The study aimed to understand the perceptions and attitudes of forestry sector employees in Sarajevo Canton towards innovation, as well as to identify existing capacities, challenges, and opportunities for implementing innovations. The findings demonstrate a strong interest and considerable potential for developing and applying innovations across all areas of forest management, despite certain barriers that need to be addressed to maximise the opportunities for improvement. These obstacles can inform the creation of a strategy and policy that promote innovation, sustainability, and sector competitiveness in Sarajevo Canton.

Key words: *forestry, innovation, innovativeness, sustainability, competitiveness, Canton Sarajevo*

INTRODUCTION – Uvod

Općepoznato je da inovacije imaju ključnu ulogu u podsticanju rasta proizvodnje, povećanju produktivnosti, jačanju konkurentnosti preduzeća i doprinosu ukupnom razvoju ekonomije. Poznati ekonomista Jozef Shumpeter (1883–1950) u svojoj teoriji o poduzetništvu definiše inovacije kao osnovnu odrednicu poduzetničkih

aktivnosti, pri čemu su glavni pokretači promjena upravo poduzetnici i inovatori. Prema Shumpeteru, inovacije obuhvataju uvođenje novog proizvoda ili usluge, otkrivanje novih izvora sirovina, razvoj novog proizvodnog procesa, uvođenje nove organizacije rada te otvaranje novog segmenta tržišta na kojem preduzeće ranije nije bilo prisutno (Shumpeter, 1934). Drugi Autori, također, definišu inovacije na sličan način, a pojedine od tih de-

* Corresponding author: prof. dr. Sabina Delić, s.delic@sfsa.unsa.ba, University of Sarajevo - Faculty of Forestry

inicija predstavljene su u nastavku teksta. Inovacijom se smatraju značajne promjene u postojećim proizvodima ili procesima, odnosno uvođenje novog proizvoda ili nove metode (Nelson i Winter, 1977; Luecke i Katz, 2003). Prema Amabile et al. (1996) inovacija je uspješna implementacija kreativne ideje koja je nastala na osnovu stručnosti, kreativnog aktivnog mišljenja i motivacije. Inovativnost se može manifestovati u obliku novih proizvoda, novih procesa ili novih poslovnih sistema (Crespell i Hansen, 2008). Inovacija je specifičan alat za korištenje promjena i njihovo pretvaranje u prilike za novi posao u različitim aspektima poslovanja, s ciljem ostvarenja konkurentne prednosti, prilagođavanja promjenama na tržištu i postizanja održivog razvoja (Drucker, 1985). Osnovna motivacija za inovacije je ostvarenje profita (O'Connor, 2013).

Prema Oslo priručniku za prikupljanje i interpretaciju inovacija, inovacija predstavlja primjenu novog ili značajno poboljšanog proizvoda (dobra ili usluge), procesa, nove marketinške metode ili nove organizacijske metode u poslovnoj praksi, organizaciji radnog mjesta ili vanjskim odnosima (OECD, 2005). Inovacijska aktivnost uključuje sve razvojne, finansijske i komercijalne aktivnosti koje organizacija poduzima s ciljem ostvarivanja inovacija proizvoda ili poslovnih procesa. S tim u vezi, inovacija proizvoda predstavlja proizvodnju novog ili poboljšanog proizvoda ili usluge koji se značajno razlikuju od postojećih i koji su plasirani na tržište, dok inovacija poslovnog procesa predstavlja uvođenje novog ili poboljšanog poslovnog procesa za jednu ili više poslovnih funkcija, koji se bitno razlikuje od ranije primjenjivanih procesa (OECD, 2018).

Imajući u vidu dinamično poslovno okruženje obilježeno stalnim tehnološkim i društveno-ekonomskim promjenama, preduzeća moraju uvoditi inovacije kako bi povećala konkurentnost i osigurali dugoročni opstanak na tržištu. Šumarstvo se danas suočava s brojnim izazovima u kontekstu globalnih trendova, kao što su klimatske promjene, ekonomska kretanja i tehnološki napredak. Istovremeno, šume pružaju brojna rješenja za savremene globalne izazove i rastuće prijetnje. U tom kontekstu, inovacije i inovativnost postaju ključne komponente za unapređenje konkurentnosti, održivosti i efikasnosti u sektoru šumarstva. Kao odgovor na globalne izazove, neophodni su inovativni pristupi i aktivno poduzetničko djelovanje, kako bi se osiguralo održivo upravljanje šumskim ekosistemima (FAO, 2024).

Inovacije u šumarstvu od suštinske su važnosti jer pružaju alate za rješavanje složenih i višedimenzionalnih izazova s kojima se sektor suočava (Wise i Parker, 2025). Shodno tome, šumarstvo bi trebalo imati centralnu ulogu

u ispunjavanju trenutnih potreba za održivošću i rješavanju klimatskih promjena. Inovacije se sve više prepoznaju kao ključni faktor u unapređenju zaštite okoliša i postizanju održivog razvoju šumarskog sektora (Pachalis-Jakubowicz i Moskalik, 2022). Inovativni pristupi obuhvataju različite aspekte, poput tehnoloških inovacija, biotehnoških, ekoloških, socio-ekonomskih, institucionalnih i finansijskih.

Značaj inovativnosti i kreativnosti u šumarstvu je relativno kasno prepoznat, stoga je i broj naučnih radova koji se bave ovom problematikom skroman. Sektor šumarstva je tradicionalno spor u usvajanju i primjeni inovacija. Međutim, u posljednjih 20 godina raste interes za istraživanja na ovu temu (Weiss et al., 2020). Prve publikacije koje povezuju pojmove *inovacija* ili *inovativnosti* s pojmovima *šuma* i *drvo* datiraju od osamdesetih godina prošlog vijeka, a njihova zastupljenost značajno se povećala nakon 2000. godine. U isto vrijeme, inovacije su dobile sve veću pažnju kreatora politika te su sada sve češće uključene u okvire istraživačkih programa. Studije inovacija imaju za cilj razumjeti inovacijske procese, njihove uzroke, faktore uticaja, ishode i sistemske posljedice.

Pristupi u proučavanju inovacija u šumarstvu su se razlikovali. Grupa autora, Weiss et al. (2020) u svom istraživanju navodi da su neki naučnici većinom bili fokusirani na inovativnost preduzeća i unutrašnje procese preduzeća, kao što su razvoj novih proizvoda ili upravljanje inovacijama (Wagner i Hansen, 2005; Nybakk, 2012; Henttonen i Lehtimäki, 2017), dok su drugi u svoja istraživanja uključivali i vanjske aktere i faktore te njihovu interakciju (Hansen et al., 2006; Rametsteiner i Weiss, 2006). Dakle, istraživanje inovacija se odnosilo, ne samo na područje proizvodnje drveta, već i na druge šumarske aktivnosti i društvene dobrobiti šuma (Weiss et al., 2020). S obzirom na zahtjeve društva prema šumi, fokus inovacija u sektoru šumarstva je najčešće na novim proizvodima i uslugama, poput ekoloških i različitih sociološko-kulturoloških usluga, kao i nedrvenih šumskih proizvoda. Potrebe za inovativnim upravljanjem šumskim resursima proizilaze iz činjenice da šume pružaju višestruke tržišne i netržišne koristi te da njihova dobra i usluge imaju karakteristike javnog dobra. Osiguranje ovih dobara i pružanje odgovarajućih usluga predstavlja poseban izazov, prvenstveno zbog ograničenih tržišnih i poslovnih inovacija. U tom kontekstu posebno se ističe važnost društvenih, institucionalnih i političkih inovacija (Weiss et al., 2021). Velike šanse i izazovi za razvoj inovacija proizilaze iz multifunkcionalnog gospodarenja šumama, koje naglašava značaj šuma za život čovjeka, očuvanje biodiverziteta, zaštitu prirode i prirodnih pejzaža i slično. Poslovni izazovi inovativnog šumarstva (multi-

funkcionalnog gospodarenja) moraju biti usklađeni sa zahtjevima koji osiguravaju ekonomsku efikasnost, zadovoljenje društvenih potreba i poštivanje ekoloških zahtjeva (Delić i Bećirović, 2017).

U mnogim državama šumarska politika pruža ograničenu podršku inovacijama, pri čemu su inovacijski sistemi u sektoru šumarstva često slabo integrisani u nacionalne inovacijske sisteme i povezani s drugim visoko inovativnim sektorima, poput bioloških proizvoda ili tržišta usluga šumskih ekosistema (Rametsteiner i Weiss, 2006; Weiss et al., 2021). U cilju razvoja održivog, transnacionalnog i kreativnog okruženja, kojim bi se definisala, implementirala i razvijala istraživačko-inovacijska agenda za čitav lanac vrijednosti, baziran na šumama u Evropi, pokrenut je projekat “Evropski ekosistem za istraživanje i razvoj” (EUFORE – *European Forest Research and Innovation Ecosystem*, 2022–2026). Sveobuhvatna ambicija EUFORE-a je značajno poboljšanje finansiranja i upravljačke strukture istraživanja i inovacija u sektoru šumarstva. Pored navedenog, rastući interes za prelazak šumarskog sektora na bioekonomiju potaknuo je značajan porast istraživanja u oblasti inovacija (Lovrić et al., 2020).

U ovom radu se istražuje važnost i uloga inovacija u šumarstvu s ciljem procjene percepcije i stavova relevantnih uposlenika u sektoru šumarstva na području Kantona Sarajevo, na osnovu čega su identificirani trenutni kapaciteti, izazovi, ograničenja i mogućnosti za implementaciju inovacija.

MATERIALS AND METHODS –

Materijal i metode

Imajući u vidu značaj inovacija za unapređenje konkurentnosti sektora šumarstva, ali i za stvaranje pretpostavki i mogućnosti za osiguranje njegove održivosti, provedeno je istraživanje na području Kantona Sarajevo. Cilj istraživanja bio je analizirati stanje inovativnosti u sektoru šumarstva na odabranom području, s fokusom na percepciju važnosti inovacija, spremnost za ulaganja u inovacije, potencijalima i kapacitetima, eventualnim preprekama te mogućnosti za razvoj i primjenu inovacija.

Istraživanje je provedeno primjenom metode anketiranja kako bi se prikupili primarni podaci o stavovima i mišljenjima ispitanika. Za potrebe ovog istraživanja unaprijed je razvijen i prethodno testiran upitnik koji je sadržavao 15 pitanja grupisanih u sedam različitih segmenata, i to: (1) socio-demografske karakteristike ispitanika, (2) percepcija i razumijevanje značenja pojma inovacija i inovativnosti, (3) ocjena važnosti inovacija

u poslovnim procesima (generalno i u sektoru šumarstva), (4) stanje i kapaciteti za inovacije u poslovnim sistemima šumarstva, (5) spremnost i finansijska podrška inovacijama u šumarstvu, (6) identifikacija prepreka za inovativnost i inovacije u šumarstvu te (7) identifikacija mogućnosti i potencijala za primjenu inovacija u šumarstvu.

Anketom je obuhvaćeno 40 ispitanika, zaposlenih u KJP “Sarajevo šume” d. o. o. Sarajevo i Upravi za šumarstvo Kantona Sarajevo. Anketa je provedena *online*, upotrebom aplikacije Google Forms, dok je jedan dio podataka prikupljen *face-to-face*, intervjuisanjem ispitanika.

Nakon prikupljanja podataka kreirana je baza, a podaci su obrađeni primjenom frekvencijske analize uz korištenje odgovarajućih tabelarnih i grafičkih prikaza (Bašić, 2024).

RESULTS AND DISCUSSION –

Rezultati i diskusija

Socio-demografske karakteristike ispitanika - *Socio-demographic characteristics of the respondents*

Većina ispitanika obuhvaćenih ovim istraživanjem pripada muškom spolu (68%), a prosječna starost iznosi 45 godina. Najveći broj ispitanika (40%) pripada dobnoj grupi od 31 do 40 godina, dok se 35% ispitanika nalazi u dobnoj grupi od 51 do 60 godina. Najmanje ispitanika se nalazi u dobnoj grupi od 20 do 30 godina (tabela 1).

Ciljna grupa istraživanja bili su ispitanici s visokom stručnom spremom, od čega je 90% imalo stručnu spremu šumarskog profila (diplomirani inženjeri i magistri šumarstva), dok su ostali ispitanici imali diplome magistra biologije, inženjera hortikulture i inženjera saobraćaja. U pogledu radnih pozicija koje obavljaju, najveći broj ispitanika je na poziciji tehnologa, zatim šefa upravnih jedinica i službi, na poziciji projektanta, koordinatora, te po jedan ispitanik na poziciji šefa sektora i stručnog savjetnika.

Na osnovu ove strukture može se zaključiti da se radi o ispitanicima koji imaju značajno iskustvo i znanje u području gospodarenja šumama, čija se mišljenja o istraživanoj problematici mogu uzeti kao relevantna za donošenje zaključaka.

Tabela 1. Socio-demografske karakteristike ispitanika
 Table 1. Socio-demographic characteristics of the respondents

Varijabla	Kategorija	Učešće ispitanika (%)
Spol	Muški	68
	Ženski	32
Starost	20–30 godina	5
	31–40 godina	40
	41–50 godina	20
	51–60 godina	35
Obrazovanje	Diplomirani inženjer šumarstva	70
	Magistar šumarstva	20
	Diplomirani inženjer hortikulture	5
	Diplomirani inženjer saobraćaja	2,5
	Magistar bioloških nauka	2,5

**Percepcija – razumijevanje značenja pojmova
 inovacija i inovativnost - Perception -
 understanding the meaning of the concepts of
 innovation and innovativeness**

Na grafikonu 1 prikazani su odgovori ispitanika u vezi s razumijevanjem pojmova inovacija i inovativnosti, pri čemu se uočava visok nivo saglasnosti sa svim ponuđenim aspektima.

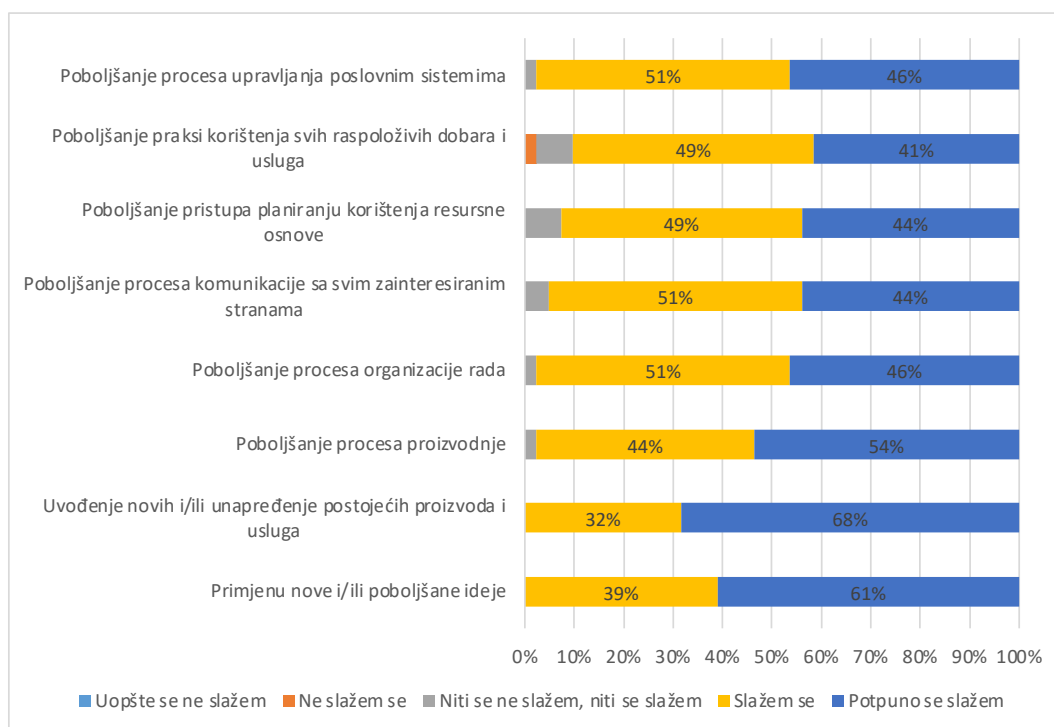
Svi ispitanici se u potpunosti slažu ili se slažu s ponuđenim pojmom inovacija u značenju uvođenja novih ili unapređenja postojećih proizvoda i usluga te primjene novih ili poboljšanih ideja. Time ispitanici prepoznaju važnost inovacija kao generatora novih ideja ili poboljšanja postojećih te naglašavaju važnost razvoja novih proizvoda i usluga u šumarstvu s ciljem zadovoljenja potreba tržišta i povećanja konkurentnosti preduzeća. Više od 95% ispitanika je saglasno da inovacije predstavljaju poboljšanje procesa proizvodnje, unapređenje organizacije rada, poboljšanje procesa komunikacije sa svim relevantnim stranama, te poboljšanje upravljanja proizvodnim procesima. Ispitanici pokazuju visok nivo razumijevanja različitih aspekata inovacija i inovativnosti u šumarstvu, što može biti od velike važnosti za prepoznavanje potreba za promjenama i unapređenjima u različitim segmentima gospodarenja šumama.

**Ocjena važnosti inovacija u poslovnim
 procesima - Assessment of the importance of
 innovations in business processes**

Kada je u pitanju važnost inovacija i inovativnosti za unapređenje stanja u šumarstvu, primjećuje se da su svi analizirani aspekti poslovnih procesa u sektoru šumarstva ocijenjeni visokim ocjenama (grafikon 2).

Svi ponuđeni aspekti inovacija u poslovnim procesima ocijenjeni su kao važni ili izuzetno važni od strane većine ispitanika. Svi ispitanici smatraju da inovacije predstavljaju osnovu za unapređenje poslovnih procesa, bolje korištenje resursa i poboljšanje finansijskih rezultata preduzeća. Većina ispitanika (preko 85%) prepoznaje značaj i ulogu inovacija u unapređenju svih aspekata gospodarenja šumama, povećanju efikasnosti i produktivnosti rada te unapređenju organizacije rada i upravljačkih procesa. Također je visoko ocijenjen doprinos inovacija održivom korištenju šumskih resursa i zaštiti životne sredine, razvoju turizma i poboljšanju infrastrukture, s ciljem pružanja usluga posjetiocima šumskih područja (preko 75%).

Ovakva visoka podrška inovacijama i prepoznavanje njihove važnosti među ispitanicima predstavljaju dobru osnovu za dalji razvoj strategija i politika usmjerenih ka podsticanju inovativnosti u šumarstvu.



Grafikon 1. Upoznatost ispitanika s pojmovima inovacije i inovativnost

Graph 1. Familiarity of respondents with the concepts of innovation and innovativeness

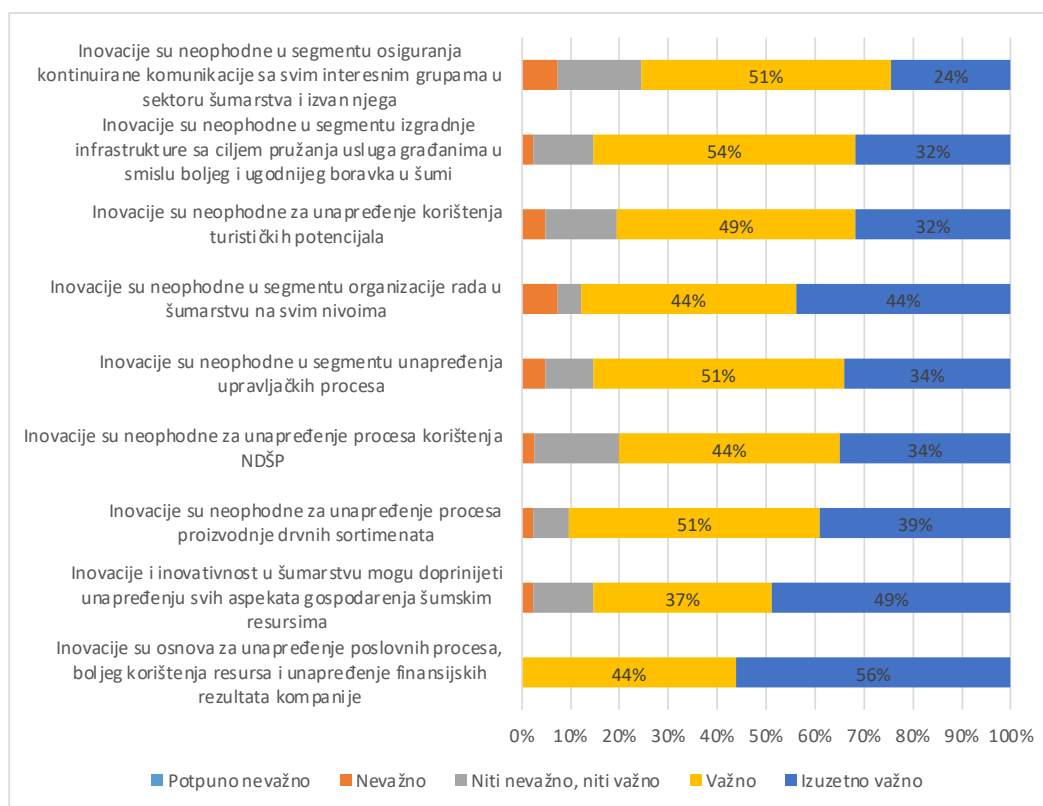
Analiza stanja i kapaciteta za inovacije u poslovnim sistemima šumarstva - Analysis of the state and capacity for innovation in forestry business systems

Za ocjenu stanja i kapaciteta za inovacije u šumarskom sektoru analizirani su stavovi ispitanika o primjeni različitih vrsta inovacija u šumarstvu na području Kantona Sarajevo, uključujući koristi i efekte njihove eventualne primjene, doprinos pojedinih aktera i procesa u uvođenju inovacija, kao i ocjenu postojećih kapaciteta za uvođenje inovacija u šumarstvo na području istraživanja.

Na osnovu analize odgovora u vezi s primjenom inovacija u sektoru šumarstva na području Kantona Sarajevo, uočava se postojanje različitih percepcija među ispitanicima (grafikon 3). Najveći broj ispitanika (78%) smatra da se inovacije primjenjuju u procesima (tehnologije i oprema), navodeći da je preduzeće nabavkom ekološki-prihvatljivih sredstava za rad i tehnologija unaprijedilo proizvodne procese. Nešto više od 50% ispitanika ocjenjuje da su inovacije prisutne u organizaciji rada i marketingu (komunikacija i promocija). Zapažen je aktivan angažman preduzeća u organizaciji 53. Evropskog takmičenja u nordijskom skijanju (EFNS), zatim u organizaciji naučne Konferencije o biomasi, integralnoj zaštiti šuma i uvođenju ekološko-prihvatljivih tehnologija u iskorištavanju šuma, te Konferencije o šumarstvu. Jedan dio is-

pitanika (oko 40%) smatra da su inovacije zastupljene u segmentu usluga, kao što su provođenje akcija masovnog pošumljavanja, čišćenje puteva od snijega i korita rijeka u lokalnim zajednicama, projektovanje i realizacija projekata uređenja zelenih površina, parkova i izletišta, izrada šumskog, parkovskog i dvorišnog mobilijara i slično. Bitno je istaći aktivnosti na realizaciji Programa rekonstrukcije i konverzije izdanačkih i degradiranih šuma na području Kantona Sarajevo, korištenje biomase i planiranu izgradnju peletare, kao i izgradnju Centra za sjemensku proizvodnju i ljekobilje. I pored navedenog, ispitanici smatraju da i dalje postoji značajan prostor za unapređenje inovacija, s posebnim fokusom na razvoj proizvoda i usluga, marketing te organizaciju rada.

Poredeći rezultate ovih istraživanja s istraživanjima u Hrvatskoj (Posavec et al., 2011), prema kojima 90% ispitanika ističe potrebu za uvođenjem inovacija u segmentu organizacije rada, 75% smatra da su inovacije neophodne u procesima, oko 65% u marketingu, dok 60% ispitanika smatra da su potrebne inovacije u nove proizvode. Jasno je da postoji potreba za daljim unapređenjem razumijevanja važnosti inovacija u svim aspektima šumarskog sektora, uz identifikaciju ključnih područja gdje su inovacije najneophodnije.



Grafikon 2. Ocjena važnosti inovacija u poslovnim procesima

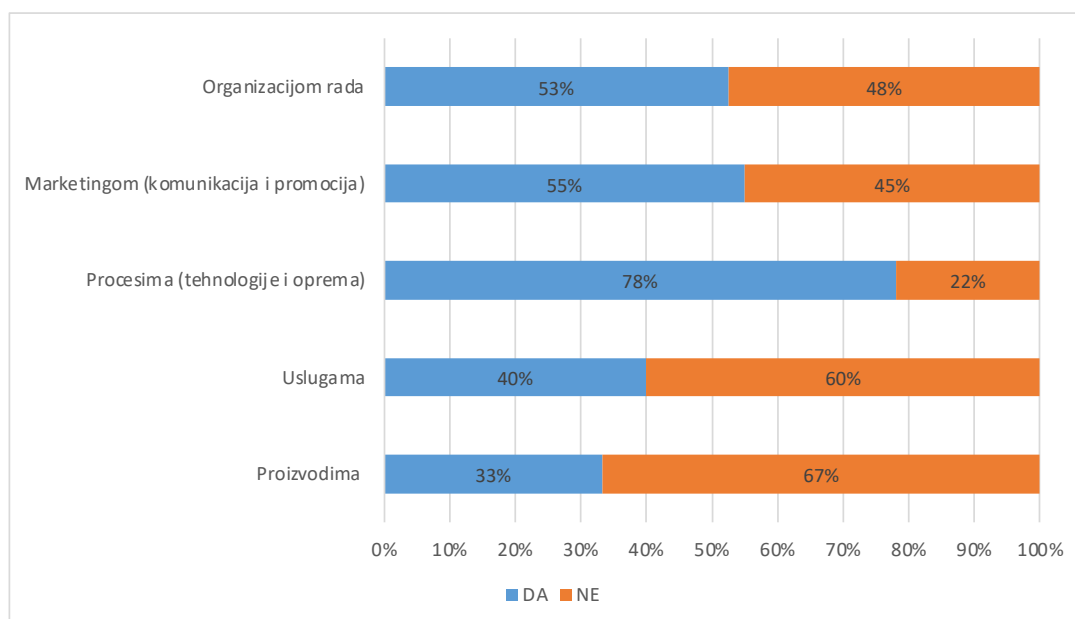
Graph 2. Assessment of the importance of innovations in business processes

Analiza stavova ispitanika po pitanju postignutih efekata primjene inovacija prikazana je na grafikonu 4, gdje je većina ispitanika istakla važnost postignutih efekata u pojedinim područjima.

Većina ispitanika ističe važnost unapređenja proizvodnih procesa kao rezultat uvođenja inovacija (77,5%), što je u korelaciji sa stavovima ispitanika o primjenjivosti inovacija u pojedinim segmentima (grafikon 3). Inovacije u ovom segmentu mogu značajno doprinijeti povećanju produktivnosti i uticati na visinu troškova, što će pozitivno uticati na povećanje i održavanje konkurentnosti. Preko 69% ispitanika smatra da su se inovacije pozitivno odrazile na poboljšanje finansijskih rezultata poslovanja, dok oko 64% da su unapređeni kvalitet proizvoda i usluga. Više od 50% ispitanika smatra da se pozitivni efekti vide i u unapređenju odnosa s kupcima, te povećanom zadovoljstvu radnika. Ovi rezultati ukazuju na važnost kontinuiranog ulaganja u inovacije u cilju unapređenja svih performansi poslovanja u sektoru šumarstva.

Na grafikonu 5 prikazani su akteri i procesi koji su, prema percepciji ispitanika, doprinijeli dosadašnjem uvođenju inovacija.

Prema mišljenju 75% ispitanika, proces uvođenja inovacija u šumarstvu rezultat je razvoja tehnologija, što ukazuje na važnost tehnološkog napretka za unapređenje sektora. Oko 50% ispitanika ocjenjuje da su uprava i rukovodioci upravljačkih i poslovnih procesa, kao i zaposlenici, dali veliki doprinos pri uvođenju inovacija. Interesantno je zapažanje da samo 30% ispitanika smatra da su inovacije drugih preduzeća iz sektora šumarstva dale važan doprinos pri uvođenju inovacije u istraživanom području. To ukazuje da je primjena inovacija u sektoru šumarstva u BiH još uvijek na niskom i nezadovoljavajućem nivou. Uprkos stalnom porastu i promjenama zahtjeva javnosti i drugih interesnih grupa prema šumskim resursima, samo 40% ispitanika smatra da je to doprinijelo uvođenju inovacija, što ukazuje na postojanje mogućnosti i potencijala za uvođenje inovacija. Samo trećina ispitanika smatra da su podrška inovacijama i stimulacija, kao i promjena zakonskog okvira, doprinijele razvoju inovacija, što jasno ukazuje na neophodnost zakonskih unapređenja, kao i razvoj sistema nagrađivanja i podrške inovativnim rješenjima.

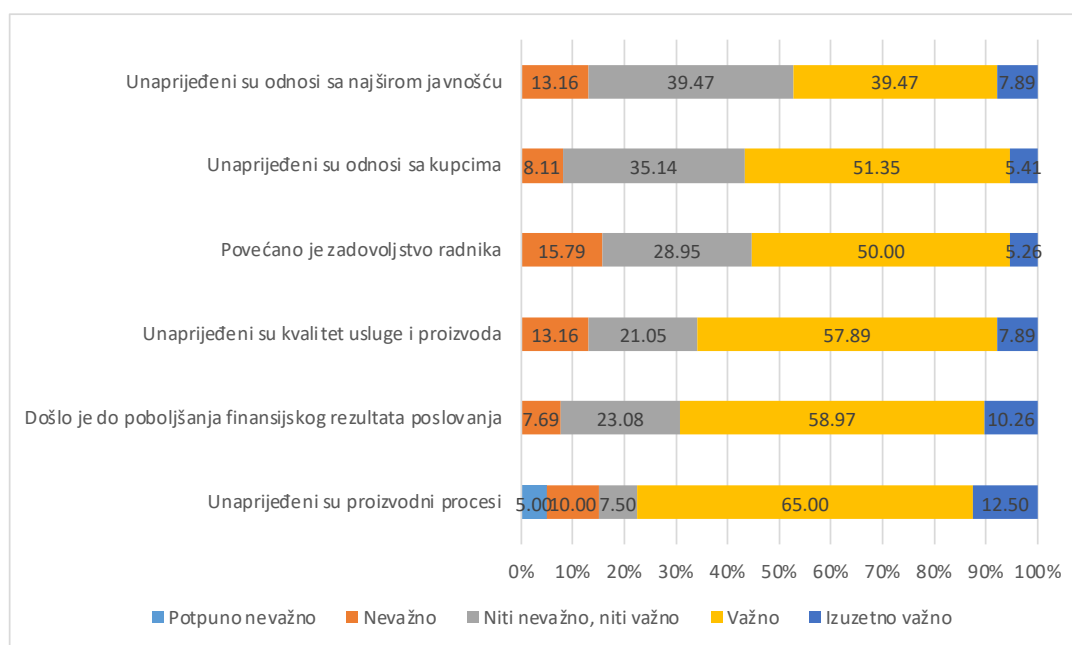


Grafikon 3. Primjena različitih inovacija u Kantonu Sarajevo

Graph 3. Implementation of different innovations in Sarajevo Canton

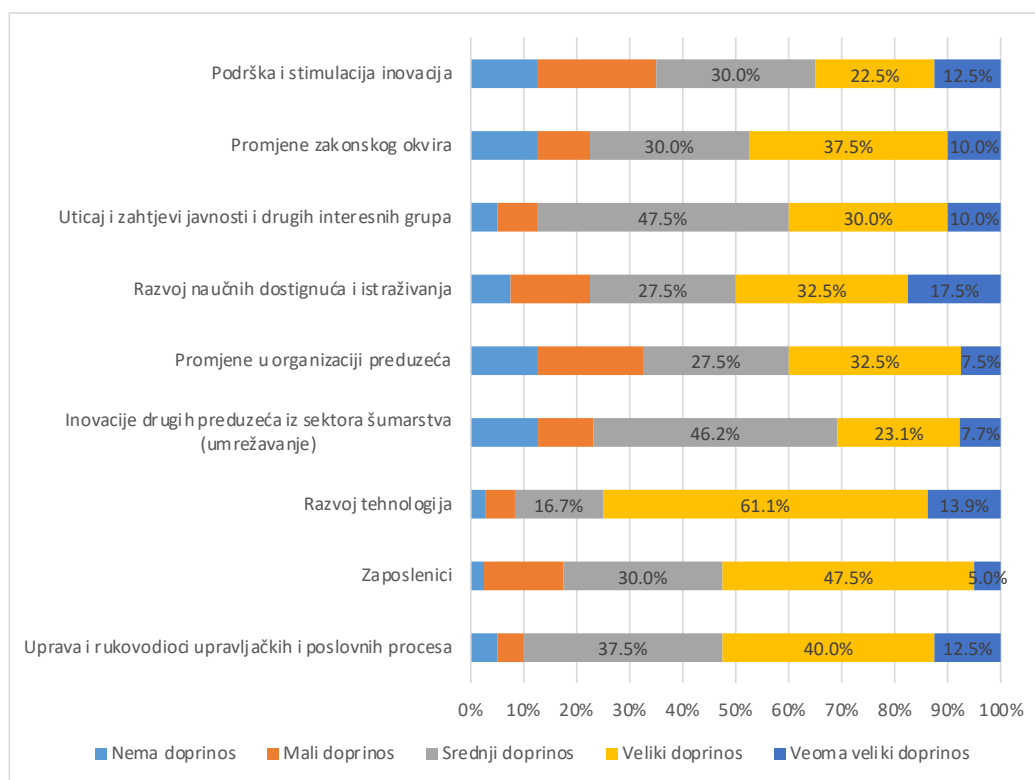
U narednom grafikonu (grafikon 6) prikazani su rezultati analize stavova ispitanika kada su u pitanju raspoloživi postojeći kapaciteti za uvođenje inovacija na području Kantona Sarajevo. Dobiveni rezultati ukazuju da sektor šumarstva u Kantona Sarajevo raspolaže pretežno velikim kapacitetima za uvođenje inovacija u većini analiziranih aspekata gospodarenja šumama, dok se kod pojedinih aspekata ti kapaciteti ocjenjuju kao srednji.

Većina ispitanika smatra da postoje veliki kapaciteti za uvođenje inovacija u sljedećim područjima: unapređenje poslovnih procesa, boljeg korištenja resursa i unapređenje finansijskih rezultata poslovanja (67,5%), unapređenje korištenja turističkih potencijala (65%), kapaciteta za pružanje usluga građanima u smislu boljeg i ugodnijeg boravka u šumi (57,5%), unapređenja organizacije rada na svim nivoima (63,2%), te unapređenja poslovnih pro-



Grafikon 4. Važnost postignutih efekata uvođenjem inovacija

Graph 4. Importance of the effects caused by implementing innovations



Grafikon 5. Ocjena doprinosa pojedinih aktera i procesa pri uvođenju inovacija

Graph 5. Evaluation of how actors and processes contribute to the introduction of innovations

cesa u proizvodnji drvnih sortimenata (52,5%). Ispitanici su podijeljeni u stavovima kada su u pitanju segmenti kontinuirane komunikacije sa svim interesnim grupama u sektoru šumarstva i izvan njega, kapaciteti za unapređenje upravljačkih procesa, te kapaciteti za unapređenje procesa korištenja nedrvenih šumskih proizvoda. Dobiiveni rezultati ukazuju da postoji prostor za poboljšanje i unapređenje svih aspekata, te da postoje kapaciteti za uvođenje inovacija u sektor šumarstva u Kantona Sarajevo.

Analiza spremnosti organizacije za podsticaj inovacija i finansijske podrške u Kantonu Sarajevo - Analysis of the organisation's readiness to foster innovation and financial support in Sarajevo Canton

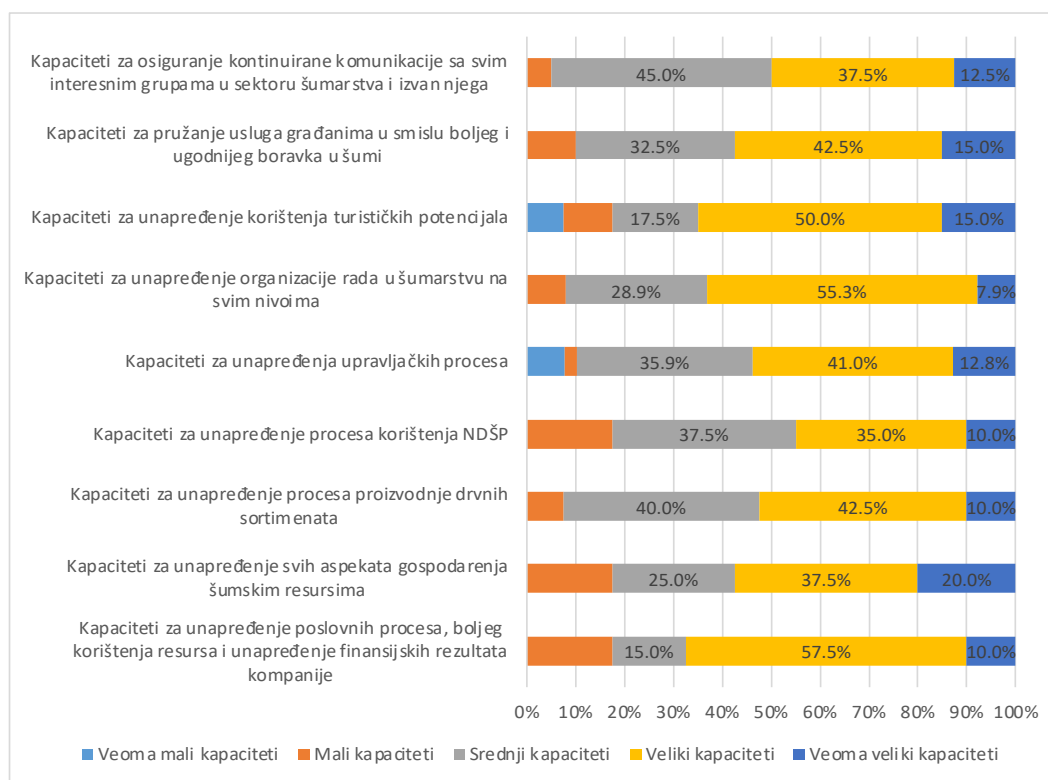
Osnova za mogućnost uvođenja i primjenu inovacija u bilo kojem segmentu poslovanja se može sagledati kroz spremnost za uvođenje, ali i osiguranje finansijskih izvora. Analiza stavova ispitanika o spremnosti preduzeća da stimuliše i podstiče inovacije, kao i njihovo viđenje potencijalnih izvora finansiranja, prikazana je na grafikonima 7 i 8.

Više od 85% ispitanika se slaže ili u potpunosti slaže da je kontinuirano podsticanje zaposlenih od strane poslovnog sistema neophodno za razvoj i primjenu ino-

vacija, što dodatno naglašava važnost organizacione podrške u jačanju kreativnosti i inovativnosti zaposlenih. Treba naglasiti da u okviru istraživanih preduzeća ne postoji posebna organizaciona jedinica koja se bavi istraživanjem i razvojem. Manje od polovine ispitanika smatra da se u poslovnom sistemu stimuliše i finansijski nagrađuje inovativni pristup, dok se ostali ne slažu ili nemaju jasan stav o tome (grafikon 7). Također, mišljenja su podijeljena o tome da li poslovni sistem podstiče proces cjeloživotnog učenja, te učešće u domaćim i međunarodnim projektima, kao i podsticanje na umrežavanje s drugim institucijama, u cilju saradnje i partnerstva u rješavanju poslovnih izazova. Iako ispitanici izražavaju spremnost na podsticaj inovacija, rezultati ukazuju na potrebu za daljim poboljšanjem i unapređenjem kroz uspostavljanje stimulativnog okruženja koje potiče inovacije na svim nivoima organizacije.

Potencijalni izvori finansiranja mogu biti i interni i eksterni, a prema mišljenju većine ispitanika, svaki od navedenih izvora je veoma značajan (grafikon 8).

Najveći procent ispitanika (87,5%) smatra da su potencijalno najvažniji izvori finansiranja domaći fondovi iz kojih se finansiraju različiti projekti, što ukazuje na potrebu učešća na javnim pozivima za finansiranje projekata iz oblasti šumarstva. Značajan udio ispitanika smatra da su



Grafikon 6. Postojeći kapaciteti za uvođenje inovacija

Graph 6. Current capacities for implementing innovations

interni izvori finansiranja, poput akumulirane dobit (82%) i vlastitih prihoda (80%), veoma značajni, što ukazuje na važnost samoodrživosti i profitabilnosti preduzeća u podržavanju inovativnih projekata. Učešće na javnim pozivima za finansiranje iz međunarodnih fondova također je ocijenjeno kao važan mogući izvor finansiranja inovacija u šumarstvu od strane 75,5% ispitanika. Ovdje treba naglasiti važnost podrške Vlade i međunarodnih organizacija u poticanju inovacija u sektoru šumarstva.

Nasuprot tome, nešto manji procenat ispitanika je ocijenio važnim eksterne izvore, poput kreditnih zaduženja (65%) i nepovratnih sredstava (70%), ali i dalje to predstavlja visoku saglasnost o važnim potencijalnim izvorima finansiranja.

Ovi rezultati naglašavaju potrebu korištenja različitih izvora finansiranja u cilju osiguranja finansijskih sredstava, kako bi se podržao kontinuirani razvoj i inovacije u sektoru šumarstva.

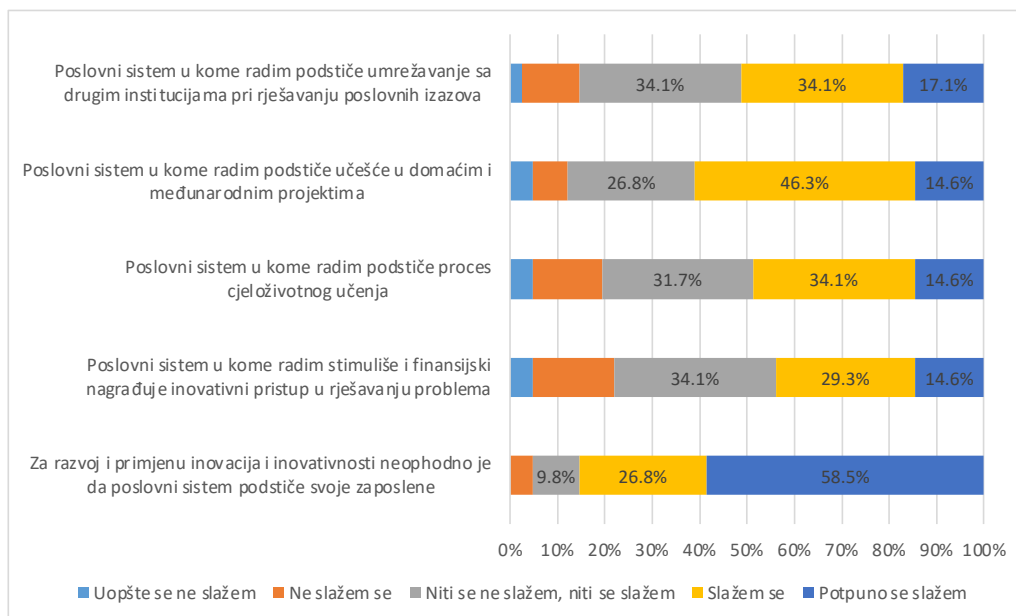
Identifikacija prepreka za inovativnost i inovacije u šumarstvu - Identification of barriers to innovation and innovations in forestry

Na grafikonu 9 prikazana je analiza stavova ispitanika o mogućim preprekama za uvođenje inovacija i inovativ-

nosti. Većina ispitanika smatra da značajne prepreke za inovacije u sektoru šumarstva predstavljaju nedostatak finansijskih sredstava (88%), nezainteresiranost uprave za provođenjem inovativnih rješenja (86%), te nedostatak stimulacija i finansijskog nagrađivanja za inovacije (86%). Visok procenat ispitanika (82%) smatra da nerazumijevanje značaja inovacija za unapređenje gospodarenja šumskim resursima predstavlja ozbiljnu prepreku za uvođenje inovacija. Također se kao moguća značajna prepreka ističe izostanak zainteresiranosti radnika za provođenje inovacija (70%), dok je 65% saglasno da ograničavajući zakonski okvir može biti ozbiljna i značajna prepreka. Izostanak saradnje s relevantnim institucijama (strukovna udruženja, naučnoistraživačke institucije i sl.) može biti ozbiljna prepreka za uvođenje inovacija, prema stavovima 63% ispitanika. Dakle, sve navedene moguće prepreke treba uzeti ozbiljno u razmatranje i djelovati u cilju njihovog prevazilaženja.

Identifikacija mogućnosti i potencijala za razvoj i primjenu inovacija u šumarstvu – Identification of opportunities and potential for developing and implementing innovations in forestry

Stavovi ispitanika o mogućnostima i potencijalima (ljudskim, organizacijskim, finansijskim, regulatornim i dr.) za uvođenje inovacija u sektor šumarstva na području Kan-



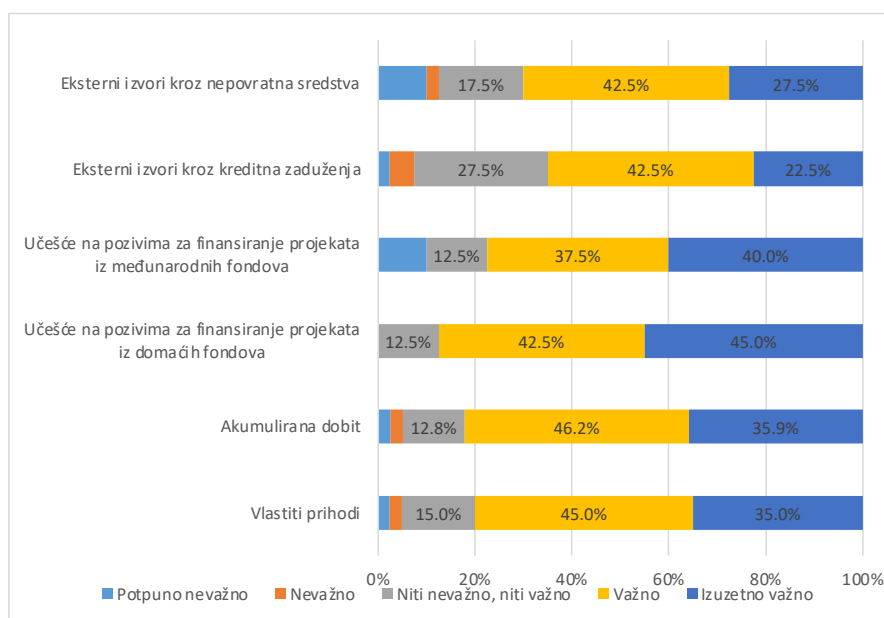
Grafikon 7. Spremnost organizacije za podsticaj inovacija

Graph 7. Organisation's readiness to foster innovation

tona Sarajevo predstavljeni su na grafikonu 10. Većina ispitanika mišljenja je da postoji veliki potencijal i mogućnosti za razvoj i primjenu inovacija u sektoru šumarstva.

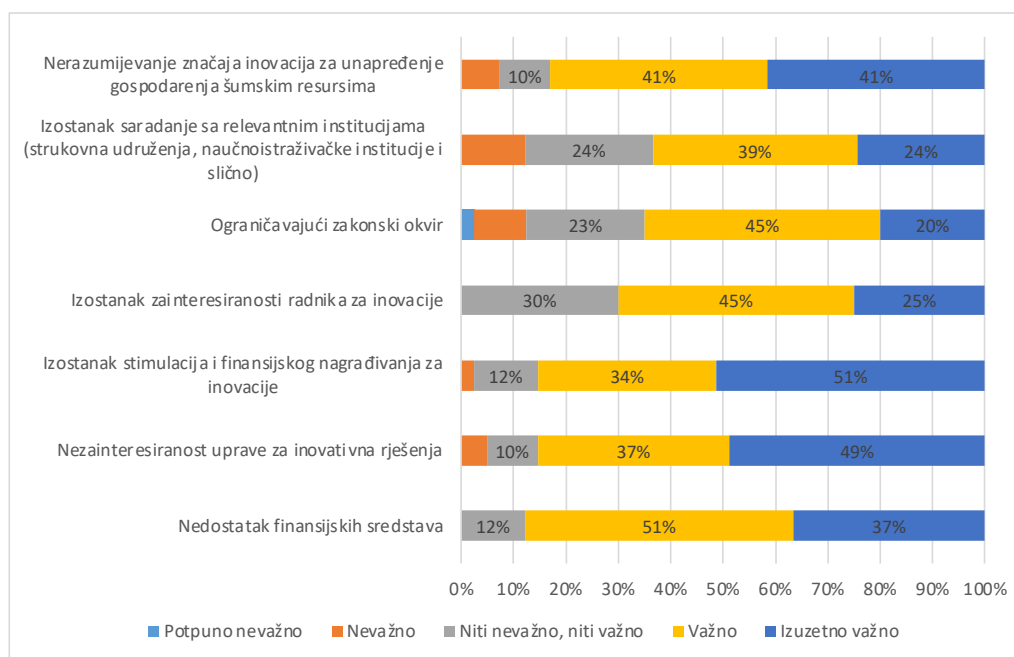
Najveći broj ispitanika (81%) smatra da postoje potencijali za unapređenje upravljačkih procesa. Povezivanjem ovih nalaza s rezultatima koji se odnose na ocjene postojećih kapaciteta za unapređenje upravljačkih procesa

(grafikon 6), važnost inovacija u ovom segmentu (grafikon 2), te identifikaciju mogućih prepreka za uvođenje inovacija (grafikon 9), može se izvesti zaključak da postoji određen stepen nepovjerenja prema upravi, što ukazuje na potrebu za mjerama usmjerenim ka jačanju povjerenja i unapređenju menadžerskih praksi. Preko 70% ispitanika ocijenilo je da postoje mogućnosti i potencijali za primjenu inovacija u šumarstvu u područ-



Grafikon 8. Ocjena važnosti potencijalnih izvora finansiranja

Graph 8. Assessment of the importance of potential sources of funding

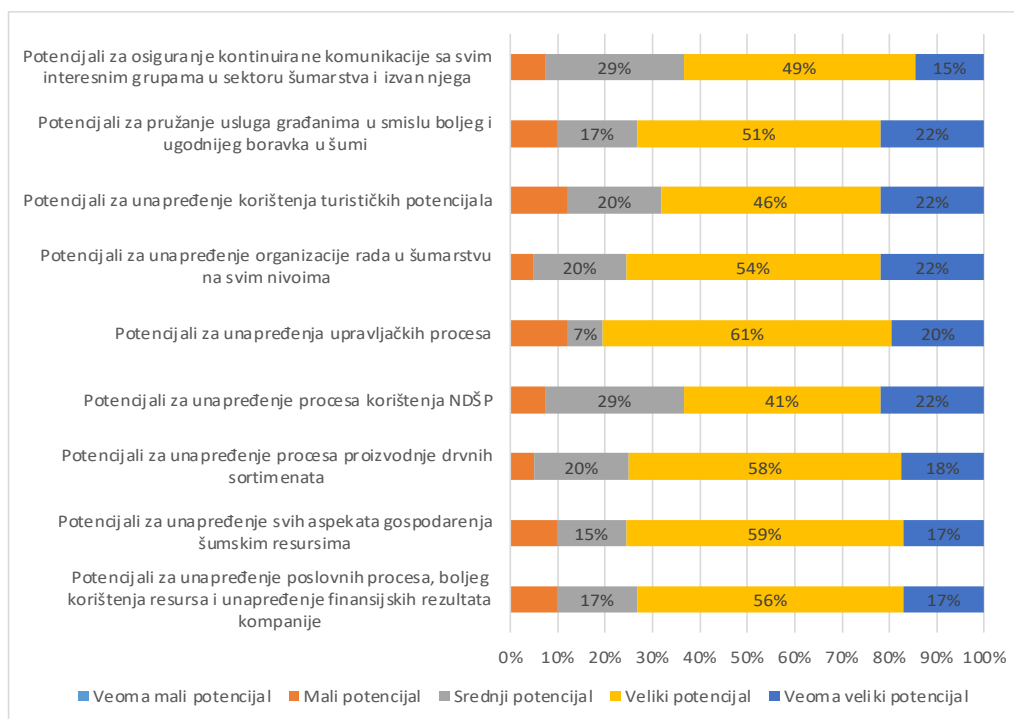


Grafikon 9. Važnost pojedinih prepreka za inovacije i inovativnost

Graph 9. Importance of obstacles to innovation and innovativeness

jima unapređenja poslovnih procesa, boljeg korištenja resursa i unapređenja finansijskih rezultata preduzeća, unapređenja svih aspekata gospodarenja šumskim resursima, unapređenja procesa proizvodnje drvnih sortimenata, unapređenja organizacije rada u šumarstvu na

svim nivoima, te pružanje usluga građanima u smislu boljeg i ugodnijeg boravka u šumi. Postojeći kapaciteti u ovim aspektima ocijenjeni su nešto niže u odnosu na ocjenu mogućnosti, ali je njihova važnost ocijenjena visokom ocjenom, odnosno 86–100% ispitanika istaklo je



Grafikon 10. Trenutni potencijal za primjenu inovacija

Graph 10. Current potential for innovation application

njihov značaj. Dakle, evidentni su visoki kapaciteti i potencijali, uz percepciju veoma velike važnosti za unapređenje ovih aspekata. Također, značajan broj ispitanika ocjenjuje visok potencijal i mogućnost za uvođenje inovacija u segmentima procesa korištenja nedrvenih šumskih proizvoda (63%), osiguranja kontinuirane komunikacije sa svim interesnim grupama u sektoru šumarstva i izvan njega (64%), te unapređenja korištenja turističkih potencijala (68%). Trenutni kapaciteti za unapređenje ovih aspekata manji su od mogućnosti i potencijala (grafikon 6), dok je važnost inovativnih unapređenja visoko ocijenjena (75–81% ispitanika, grafikon 2). S obzirom na visoku ocjenu važnosti navedenih segmenata korištenja šumskih resursa i dobrih mogućnosti, neophodno je primijeniti inovativne pristupe, kako bi se stvorile pretpostavke za optimalano iskorištavanje raspoloživog potencijala.

CONCLUSIONS – Zaključci

S obzirom na važnost šumskih ekosistema, koji imaju višestruke ekonomske, ekološke i sociološke koristi, preduzeća koja gospodare šumama su izložena mnogobrojnim zahtjevima, pritiscima i izazovima. Odgovori na te izazove leže u poticanju, razvoju i primjeni inovacija, koje predstavljaju ključne komponente za unapređenje konkurentnosti, održivosti i efikasnosti u sektoru šumarstva. U tom kontekstu, uvođenje savremenih tehnologija, razvoj novih proizvoda i procesa te poboljšanje upravljanja resursima predstavljaju ključne aspekte inovacija u šumarstvu. Pored toga, inovativni pristupi mogu pružiti nove perspektive za rješavanje tradicionalnih izazova, poput održavanja biodiverziteta, zaštite šuma i optimizacije korištenja drvenih resursa.

Istraživanju inovativnih mogućnosti i razvoju poduzetništva u sektoru šumarstva, kao tradicionalnom sektoru u BiH, do sada se nije pridavao veliki značaj. Međutim, inovacije u šumarstvu predstavljaju osnovu za promjene i prilagođavanje zahtjevima tržišta i različitih interesnih grupa, te mogu biti instrument za unapređenje konkurentnosti šumarstva u odnosu na druge sektore. Savremeni koncept ekonomskog razvoja nalaže potrebu prilagođavanja tradicionalnog koncepta održivosti u sektoru šumarstva novim uslovima i modelima bioekonomije i cirkularne ekonomije, a to se može postići kroz jačanje inovacija i poduzetništva.

Na osnovu provedenih istraživanja može se zaključiti da među relevantnim akterima u sektoru šumarstva Kantona Sarajevo postoji izuzetno visok nivo razumijevanja pojmova inovacija i inovativnosti, kao i izražen značajan interes i svijest o njihovoj važnosti u različitim segmentima gospodarenja šumama. To obuhvata planira-

nje, unapređenje procesa proizvodnje, korištenje svih raspoloživih dobara i usluga, unapređenje organizacije rada, upravljanje poslovnim sistemima, te unapređenje komunikacije sa svim interesnim grupama. Istraživanje je pokazalo da većina ispitanika prepoznaje veliku važnost inovacija kao osnovu za unapređenje svih aspekata poslovanja preduzeća šumarstva. Ovakva visoka podrška inovacijama i prepoznavanje njihove važnosti među ispitanicima predstavljaju solidnu osnovu za dalji razvoj strategija i politika usmjerenih ka podsticanju inovativnosti u šumarstvu. To bi moglo rezultirati unapređenjem proizvodnih procesa, efikasnijim poslovanjem, unapređenjem upravljačkih procesa i organizacije rada na svim nivoima, unapređenjem komunikacija sa svim relevantnim akterima te razvojem turizma, čime bi se postigao sveukupan napredak u šumarskom sektoru.

Inovacije u sektoru šumarstva na području Kantona Sarajevo, prema mišljenju većine ispitanika, najviše se primjenjuju u procesima (tehnologije i oprema), dok su mišljenja o primjeni inovacija u marketingu (komunikacija i promocija) i organizaciji rada podijeljena. Većina ispitanika smatra da su inovacije u segmentima proizvoda i usluga nedovoljno zastupljene. Efekti ostvareni uvođenjem inovacija najvidljiviji su u unapređenju proizvodnih procesa, kao i poboljšanju finansijskih rezultata. Iz navedenog proizlazi da postoji prostor za razvoj i primjenu inovacija u svim navedenim segmentima, te je stoga neophodno usmjeriti napore na identifikaciju ključnih područja u kojima su inovacije najpotrebnije i najkorisnije, kao i na razvoj strategija i politika koje će podržati njihovu primjenu. Također je važno poduzimati aktivnosti za podizanje svijesti i kapacitete svih relevantnih aktera o važnosti inovacija za napredak i održivost šumarstva.

S druge strane, rezultati istraživanja ukazuju na nedovoljnu podršku i izostanak stimulacije za razvoj inovativnosti, te na potrebu zakonskog regulisanja ove oblasti. Analiza stavova ispitanika o trenutnim kapacitetima za uvođenje inovacija pokazuje postojanje značajnih kapaciteta za uvođenje inovacija u sektor šumarstva u Kantonu Sarajevo, ali i prostora za njihovo poboljšanje i unapređenje. Važno pitanje za inovativne aktivnosti je njihovo finansiranje, kako bi se podržao kontinuirani razvoj u sektoru šumarstva. Pored internih izvora finansiranja (prihoda preduzeća i akumulirane dobiti), kao važni potencijalni izvori prepoznati su domaći i međunarodni fondovi, grantovi, pa čak i kreditna zaduženja. U radu su identificirani najvažniji izazovi i prepreke koji mogu ograničiti proces inovacija u sektoru šumarstva, a to su: nedostatak finansijskih sredstava, nezainteresiranost uprave za primjenu inovativnih rješenja, nedostatak stimulacija i finansijskog nagrađivanja za inovacije, te nerazumijevanje značaja inovacija za unapređenje gospodarenja šumama. Za uspješ-

no korištenje svih raspoloživih potencijala neophodno je stabilno i profitabilno poslovanje preduzeća, uz prevazi-
laženje i rješavanje navedenih problema. Stoga bi menadž-
ment trebao posvetiti veću pažnju pružanju podrške i
resursa za inovativne projekte, te osmisлити sisteme sti-
mulacija i nagrađivanja kako bi se potakla inovativnost
među zaposlenima. Također je važno educirati uposlenike
i upravu o značaju inovacija za unapređenje gospodarenja
šumskim resursima, kako bi se podigla svijest o njihovoj
važnosti i potencijalnim koristima.

Uprkos navedenim izazovima i preprekama, rezultati
istraživanja ukazuju da postoji mogućnost i potencijal
za dalji razvoj i primjenu inovacija u sektoru šumarstva
u svim aspektima, uključujući unapređenje procesa pro-
izvodnje i upravljačkih procesa, organizacije rada, una-
pređenja svih aspekata gospodarenja šumama, korište-
nja turističkih i rekreacionih potencijala, te unapređenja
kontinuirane komunikacije sa svim interesnim grupama
u sektoru i izvan njega. Prepoznavanje ovih potencija-
la omogućava usmjeravanje resursa i napora ka njho-
vom optimalnom iskorištavanju, otklanjanju prepreka za
primjenu inovacija, uključujući pronalaženje adekvatnih
izvora finansiranja, kako bi se postigle održive inovacije
i poboljšanja u sektoru šumarstva.

Buduća istraživanja trebalo bi usmjeriti i na ostale intere-
sne grupe, kako bi se dobila cjelovita slika o njihovoj per-
cepciji i stavovima o potrebi za inovativnim pristupima u
gospodarenju šumama, s ciljem očuvanja i zaštite ovog
važnog prirodnog resursa na području Kantona Sarajevo.

REFERENCES – Literatura

Amabile, T.M., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J., Herron,
M. (1996). Assessing the work environment for creati-
vity. *The Academy of Management Journal*, Vol. 39, No.
5. pp 1154-1184. (dostupno na: <https://people.wku.edu/richard.miller/amabile.pdf>)

Bašić, A. (2024). Inovacije u sektoru šumarstva na po-
dručju Kantona Sarajevo. Završni rad drugog ciklusa
studija, Univerzitet u Sarajevu - Šumarski Fakultet.

Crespell P., Hansen, E. (2008). Managing for innovati-
on: Insights into a successful company, *Forest Products
Journal*, 58 (9), 6-17.

Delić, S., Bećirović, Dž. (2017). *Ekonomika poslovnih si-
stema u šumarstvu*. Univerzitet u Sarajevu - Šumarski
fakultet. Sarajevo.

Drucker, P. F. (1985). *Innovation and Entrepreneurship:
Practices and Principles*. HarperCollins e-books.

EUFORE - *European Forest Research and Innovation
Ecosystem: 2022-2026* ([https://www.cepf-eu.org/news-
media/eufore-advancing-european-forestry-research-
and-innovation](https://www.cepf-eu.org/news-media/eufore-advancing-european-forestry-research-and-innovation))

FAO. (2024). The need for innovation in the forest sec-
tor. [https://www.fao.org/3/cd1211en/online/src/html/fo-
rests-trees-resilience-sustainability.html](https://www.fao.org/3/cd1211en/online/src/html/forests-trees-resilience-sustainability.html)

Hansen, E., Korhonen, S., Rametsteiner, E., Shook, S.
(2006). Current state-of-knowledge: innovation resear-
ch in the global forest sector. *Journal of Forest Products
Business Research* 3, p. 27

Henttonen, K., Lehtimäki, H. (2017). Open innovati-
on in SMEs: Collaboration modes and strategies for
commercialization in technology-intensive companies
in the forestry industry. *European Journal of Innovation
Management* 8 May 2017; 20 (2): 329–347. [https://doi.
org/10.1108/EJIM-06-2015-0047](https://doi.org/10.1108/EJIM-06-2015-0047)

Lovrić, M., Lovrić, N., Mavsar, R. (2020). Mapping forest-
based bioeconomy research in Europe. *Forest Policy
and Economics*. Volume 110, 101874 Elsevier. [https://
doi.org/10.1016/j.forpol.2019.01.019](https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.01.019)

Luecke, R., Katz, R. (2003). *Managing Creativity and
Innovation*. Boston, MA: Harvard Business Scho-
ol Press. Pages 174. (dostupno na: [https://books.go-
ogle.ba/books/about/Harvard_Business_Essentials.
html?id=IMDvP5NtITYC&redir_esc=y](https://books.google.ba/books/about/Harvard_Business_Essentials.html?id=IMDvP5NtITYC&redir_esc=y))

Nelson, R., Winter, S. (1977). In search of a useful the-
ory of innovation. *Research policy*. Volume 6. Issue 1, p.
36–77. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(77\)90029-4](https://doi.org/10.1016/0048-7333(77)90029-4)

Nybakk, E. (2012). Learning Orientation, Innovativeness,
And Financial Performance In Traditional Manufacturing
Firms: A Higher-Order Structural Equation Model. *Inter-
national Journal of Innovation Management*. World
Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., vol. 16(05), pages 1-28.
DOI: 10.1142/S1363919612003873

O'Connor, A. (2013). A conceptual framework for entre-
preneurship education policy: Meeting government and
economic purposes, *Journal of Business Venturing*, Volu-
me 28, Issue 4, pages 546-563. [https://doi.org/10.1016/j.
jbusvent.2012.07.003](https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2012.07.003)

OECD/Eurostat (2005). *Oslo Manual: Guidelines for
Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition*, The
Measurement of Scientific and Technological Activities.
OECD Publishing. (dostupno na: [https://ec.europa.eu/
eurostat/documents/3859598/5889925/OSLO-EN.PDF](https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5889925/OSLO-EN.PDF))

OECD/Eurostat (2018). Oslo Manual: *Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4th Edition, The Measurement of Scientific and Technological Activities. OECD Publishing. (dostupno na: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/10/oslo-manual-2018_glg9373b/9789264304604-en.pdf)

Paschalis-Jakubowicz, P., Moskalik, T. (2022). Forestry Innovation: choosing the path of development. XV World Forestry Congress. Building a Green, Healthy and Resilient Future with Forests. (dostupno na: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b974a2fd-189a-4fea-9701-211619ef4e72/content>)

Posavec, S., Šporčić, M., Antičić, D. i Beljan, K. (2011). Poticanje inovacija – ključ razvoja u hrvatskom šumarstvu. *Šumarski list*, 135 (5-6), 243-255. (dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/71630>)

Rametsteiner, E., Weiss, G. (2006). Innovation and innovation policy in forestry: Linking innovation process with systems models. *Forest Policy and Economics* Elsevier. Vol. 8 (7), pages 691-703. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2005.06.009>

Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and Business Cycle*, English edition. Cambridge, Mass: Harvard University Press. (<https://cruel.org/books/hy/shortschumpeter/SchumpeterTheoryofEconDev.pdf>)

Wagner, E. R., & Hansen, E. N. (2005). Innovation in large versus small companies: insights from the US wood products industry. *Management decision*, 43(6), 837-850. <https://doi.org/10.1108/00251740510603592>

Weiss G., Hansen E., Ludvig A., Nybakk E., Toppinen A. (2021). Innovation governance in the forest sector: Reviewing concepts, trends and gaps. *Forest Policy and Economics*. Volume 130. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102506>

Weiss G., Ludvig A., Živojinović I. (2020). Four decades of innovation research in forestry and the forest-based industries – A systematic literature review. *Forest Policy and Economics*. Volume 120. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102288>

Wise, A., Parker, H. (2025). Innovation in global Forestry: Evolution towards a diversified industry, *Journal of Business Research*, Volume 189. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.115140>

SUMMARY

Innovations represent the application of new and improved ideas, processes, products, services, or procedures that provide new benefits. They can include various types of change, such as process, production, organisational, and marketing innovations. Understanding innovation and innovativeness is essential for progress in any sector, including forestry. By adopting innovations, forestry can achieve significant improvements in business operations, forest resource management, sustainable forest use, and environmental protection. The need for innovative forest resource management arises from the fact that forest resources, as public goods, provide multiple market and non-market benefits. Given society's evolving demands for forests, innovations in the forestry sector often focus on new products and diverse ecological and sociocultural services. Therefore, research into innovation and innovativeness in forestry is of critical importance to identify key factors that support or hinder innovative processes and to develop strategies to enhance the sector's creative capacity. This paper examines the importance and role of innovations in forestry, with particular focus on the forestry sector in Sarajevo Canton. This study aimed to assess the perceptions and attitudes of relevant employees in Sarajevo Canton's forestry sector towards innovations, and to identify current capacities, challenges, and opportunities for implementing new ideas. The research results demonstrate a very high level of understanding of the concept of innovation and recognition of its importance across various aspects of forest management, from planning and process improvement to the utilisation of all available goods and services, enhancement of work organisation, management of business systems, and communication with stakeholder groups. The findings indicate significant capacity to introduce innovations in Sarajevo Canton's forestry sector, along with areas for improvement and growth.

The most critical challenges to the development and implementation of innovations identified are the lack of financial resources, limited management interest in innovative solutions, the absence of incentives and financial rewards for innovation, and the lack of understanding of the importance of innovation for improving forest management. Based on the research, it can be concluded that there are considerable opportunities for further development and application of innovations across all aspects of forestry management. Recognising these potentials and directing resources and efforts towards their realisation, while removing barriers such as funding constraints, is crucial for achieving sustainable innovation and progress. The identified obstacles can serve as a basis for developing strategies and policies that support innovation and enhance the competitiveness of forestry in Sarajevo Canton. It is vital to implement activities that foster a culture of innovation, chiefly by educating employees and management on the value of innovation for better forest resource management, encouraging creativity, and introducing systems that stimulate and reward innovative efforts.

Received: November 11, 2025; **Accepted:** November 30, 2025; **Published:** December 31, 2025

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Ecological Assessment of Macrozoobenthos in the Mountain Lake Šator (Bosansko Grahovo, Bosnia and Herzegovina)

Ekološki uvjeti i makrozoobentos planinskog jezera Šator (Bosansko Grahovo, Bosna i Hercegovina)

Sadbera Trožić-Borovac^{1,*}, Subha Avdić²

¹ Faculty of Science, University of Sarajevo

² Biotechnical Faculty, University of Bihać

ABSTRACT

Mountain lakes are sensitive ecosystems that serve as natural indicators of ecological change and conservation needs. This study presents the first ecological assessment of Lake Šator (Bosansko Grahovo, Bosnia and Herzegovina), a glacial lake situated at 1,488 m a.s.l. Field research in July and November 2021 included measurements of physicochemical parameters, water sampling, and analysis of littoral and sublittoral macrozoobenthos. The lake showed oligotrophic conditions with high oxygen saturation (101–134%), low organic load, and stable conductivity (208 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Nitrate concentrations increased in November, reflecting seasonal dynamics. The macrozoobenthic community comprised 10 taxa in July (26 individuals) and 11 taxa in November (19 individuals). Characteristic taxa included *Sympetrum flaveolum*, *Asellus aquaticus*, *Erpobdella octoculata*, *Limnephilus rhombicus*, *Limnephilus flavicornis*, Tubificidae, and water mites (Hydracarina). Functional Feeding Groups analysis revealed dominance of predators (42–46%), followed by collectors, shredders, and scrapers, indicating a balanced trophic structure. Saprobic Index values (2.24 in July; 2.14 in November) correspond to $\square$ -mesosaprobic conditions, while the Shannon–Weaver Index indicated stable but seasonally variable diversity. These findings confirm the good ecological status of Lake Šator with preserved littoral dynamics. Given its sensitivity and limited prior research, the lake should be considered a priority for long-term monitoring and conservation in the Dinaric karst.

Key words: natural high-mountain lakes, bioindicators, conservation, management, alien species

INTRODUCTION – Uvod

Natural mountain lakes represent specific ecosystems of great importance for the conservation of biological diversity and for monitoring ecological changes. Due to their geological origin, altitude, and hydromorphological characteristics, they are particularly sensitive to climate

change and various anthropogenic pressures. Research on these lakes enables understanding of the relationships between physicochemical water characteristics and the structure of living communities, which is essential for their protection and sustainable use. Among biological elements, macrozoobenthos has a special role as an indicator of water quality, since its diversity reflects



Figure 1. Location of Lake Šator at the foot of Mount Veliki Šator

Slika 1. Položaj jezera Šator u podnožju planine Veliki Šator

long-term changes in the ecosystem. In combination with physicochemical parameters, the analysis of these communities enables a comprehensive ecological assessment (Urbanić, 2014; Pastorino et al., 2020).

Macrozoobenthos in lakes shows pronounced trophic diversity, from filter-feeders of phytoplankton and bacteria (e.g., bivalves), through algivores and detritivores (snails, oligochaetes), to predators of benthic and planktonic organisms (damselflies, dipterans of the family Chaoboridae). Numerous species have developed adaptations to hypoxic and anoxic bottom conditions, including hemoglobin production (chironomids, snails) or anaerobic metabolism, while aquatic insects and pulmonate snails avoid low concentrations of dissolved oxygen by using atmospheric air (Strayer, 2009; Urbanić, 2014). In Bosnia and Herzegovina, natural lakes are mostly of the mountain type and associated with the Dinaric mountain system. Their origin is predominantly glacial or karstic, and more rarely tectonic. They are characterized by limited surface area (0.11% of all aquatic ecosystems in BiH), oligotrophic status, and high water transparency, which makes them important for the conservation of biological diversity and monitoring of climate change impacts (Gligić, 1955; Ržehak, 1957; Spahić, 2002). The largest natural lake in the country is Lake Blidinje, located in the Neretva sub-catchment, with a surface area of 2.5 km² and a maximum depth of 3 m. Glacial lakes formed by glacier retreat during the last ice age include Lake Šator, Lake Blidinje, and the Lake Zelengora complex (Orlovačko, Kotlaničko, Gornje, and Donje Bare). They are situated above 1,000 m a.s.l., characterized by seasonal ice cover and stable communities of planktonic and benthic organisms (Pastorino et al., 2020). Karst lakes, such as the Pliva Lakes in Jajce, were formed in typical karst depressions and fields. They are deeper and hydromorphologically more stable but sensitive to changes in surface and groundwater inflow as well as anthropogenic pressures (Spahić, 2002). Lake Prokoško on Vranica Mountain is an example of a

combined glacial and tectonic origin, known for its relict and endemic amphibian species, including the Alpine newt *Triturus alpestris reiseri* (Werner, 1902), which has also been recorded in Lake Šator (Zimić & Lelo, 2020; Šunje et al., 2021).

Due to their sensitivity and biological value, natural lakes of Bosnia and Herzegovina serve as indicators of ecological processes in mountain ecosystems. Their preservation requires continuous monitoring and protection from anthropogenic pressures, including tourism, eutrophication, and changes in the hydrological regime. Lake Šator, located at the foot of Veliki Šator Mountain at 1,488 m a.s.l., is an ideal model for such research. It is of glacial origin, irregular in shape, 300–337 m long, up to 127 m wide, and has a depth of 5–8 m (Figure 1). It is characterized by high water transparency and seasonal freezing from December to April. Its plankton hosts numerous algae, protozoa, and crustaceans, while amphibians such as the common frog (*Rana temporaria* L.) and other species also inhabit the lake.

MATERIALS AND METHODS – Materijal i metode

For the purpose of this study, field investigations were carried out in July and November 2021. In the field, physicochemical parameters were measured, water samples were collected (for laboratory analysis), and macrozoobenthos was sampled in the littoral and part of the sublittoral zone (Figure 2).



Figure 2. Location of the sampling site

Slika 2. Položaj lokaliteta uzorkovanja

The measurement of physicochemical parameters was carried out using a multiparameter probe (sonde) to determine water temperature, dissolved oxygen concentration, pH value (pH meter), and electrical conductivity, while in the laboratory, BOD₅, COD, total nitrogen, nitrates, ammonia, phosphates, and total phosphorus were measured (Table 1).

Table 1. Methods of measuring chemical parameters in the laboratory

Tabela 1. Metode mjerenja hemijskih parametara u laboratoriji

Parameter	Measurement method
BOD ₅ (Biochemical Oxygen Demand) mg/L	Difference in dissolved oxygen concentration after 5 days of incubation
COD (Chemical Oxygen Demand) mg/L	Oxidation with potassium dichromate
Total nitrogen (TN mg/L)	Persulfate oxidation
Nitrates (NO ₃ ⁻) mg/L	Spectrophotometric method (sulfo-salicylic acid)
Ammonium (NH ₄ ⁺) mg/L	Spectrophotometric method (indophenol blue)
Orthophosphates mg/L	Spectrophotometric method with molybdate
Total phosphorus (TP mg/L)	Spectrophotometric method with molybdate after oxidative digestion

Sampling of macrozoobenthos

Sampling of macrozoobenthos in the littoral zone of the lake (25–35 cm depth) was conducted at representative microhabitats of different substrate types (muddy,

sandy, and vegetation-covered parts). In the shallower littoral zones, organisms were collected by hand-scrapping from stone substrates and macrophytes, while in deeper zones, a benthic hand net, adapted for bottom sampling, was used. The collected samples were washed through a sieve of appropriate mesh size, preserved in 70% ethanol, and subsequently stored and transported to the laboratory of the Department of Biology, Faculty of Science, University of Sarajevo, for further processing and identification.

Laboratory processing of samples involved rinsing and sorting of material under a stereomicroscope, separation of invertebrates, their identification to the lowest possible taxonomic level using appropriate identification keys (Studemann et al., 1992; Nilsson, 1996, 1997; Glöer, 2002; Waringer & Graf, 2011), and quantitative analysis (abundance and relative representation of taxa).

Statistical analysis

For the purpose of statistical analysis of the macrozoobenthos community composition, the following indices were applied: Functional Feeding Groups (FFG) index, Saprobic Index (SI), and the Shannon-Weaver diversity index (H').

Functional Feeding Groups (FFG) index: The FFG index is based on the classification of macrozoobenthic invertebrates into functional groups according to their feeding mode, such as collectors, scrapers, filter-feeders, predators, and shredders (Moog, 1995). This index enables assessment of the functional structure of the community and provides insight into ecological processes in the ecosystem.

Saprobic Index (SI): The Saprobic Index is a biological indicator of water quality (Table 2) that describes the degree of organic pollution in a watercourse or lake. The index represents a numerical indicator of the actual ecological status of the water, obtained by combining ecological tolerance, indicator value, and abundance of aquatic organisms present in the sample. The Saprobic Index is strictly linked to the sample and its quantitative composition, and it is calculated using the following formula:

$$SI = \sum \frac{h \cdot s \cdot G}{s \cdot G}$$

where **SI** – Saprobic Index, **h** – relative abundance/number of individuals of the taxon, **s** – saprobic value of the taxon, and **G** – indicator weight of the taxon (Wegl, 1983).

Table 2. Saprobic zones and quality categories

Tabela 2. Zone saprobnosti i kategorije kvaliteta

Saprobic zone	Main characteristics	Category
Oligosaprobic	Very clean water, minimal organic load	Class I
β-mesosaprobic	Slightly loaded waters, moderate degree of organic matter decomposition, good quality	Class II
α-mesosaprobic	Moderately to considerably loaded waters, pronounced decomposition of organic matter	Class III
polysaprobic	Heavily polluted waters, reductive conditions, high organic load	Class VI

Shannon–Weaver diversity index (H') is a measure that combines the species richness and the evenness of their representation within the community. It is calculated based on the relative frequency of each species in the sample, using the formula:

$$H' = - \sum \left(\left(\frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right) \right)$$

where **N** – total number of individuals in the sample; **n_i** – number of individuals of taxon *i* in the sample.

This diversity index (H') is used to assess species richness and the evenness of their representation within the community. All individuals in the sample must be identified at the same taxonomic level (most often at the species level, or at the family level when identification is more difficult). Wilhelm and Dorris (1966) applied this index in the assessment of water quality (Table 3).

Table 3. Water quality scale according to the Shannon–Weaver index values (after Wilhm and Dorris, 1966)

Tabela 3. Skala kvaliteta vode prema vrijednosti Shannon–Weaver indeksa (prema Wilhm and Dorris, 1966)

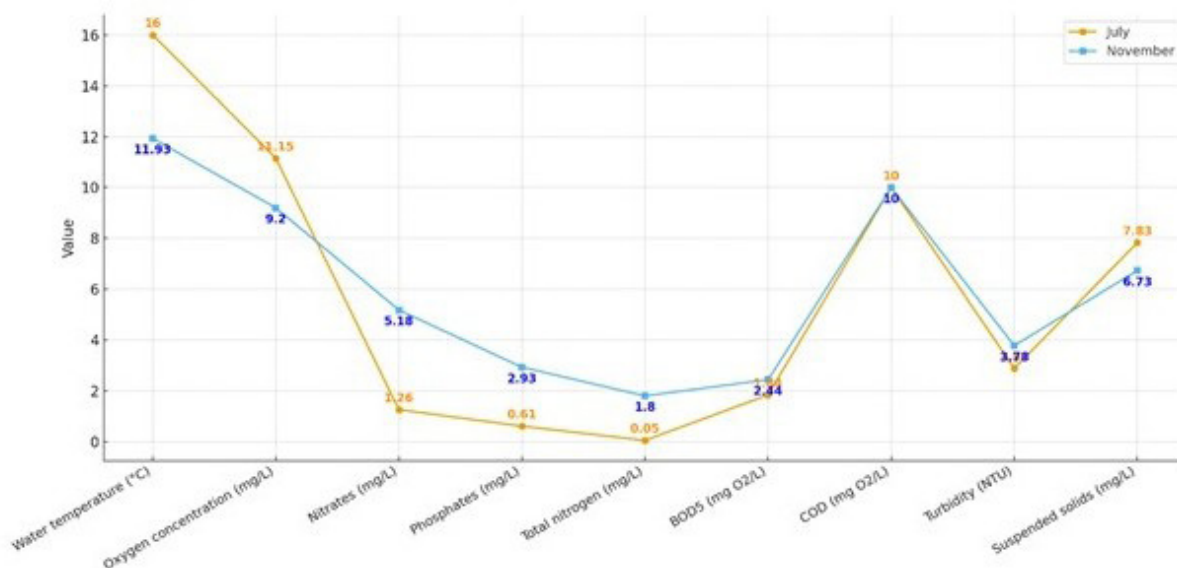
Value of H'	Ecological interpretation	Quality category
H' < 1	Very low diversity; community poor in species, dominance of one or a few species.	IV–Polluted
H' = 1–2	Low to moderate diversity	III–Moderately polluted
H' = > 2–3,5	High diversity, stable community	II–Slightly polluted/good
H' > 3,5	Very high diversity	I–Clean water

RESULTS AND DISCUSSION –

Rezultati i diskusija

For Lake Šator, it has been documented that the lake bottom is covered with aquatic plants of the genus *Potamogeton* L., which in the littoral form an “underwater meadow” and give the water a dark green shade. On the limestone shore, plant communities of *Festucion pungentis* Horvat 1930/1931 are present. The immediate catchment of Lake Šator belongs to beech-fir forests (*Abieti-Fagetum dinaricum*, Tregubov 1957), followed towards Veliki Šator Mountain by a belt of subalpine beech, and above it a belt of dwarf pine (*Pinion mugo* Pawłowski et al., 1928).

The physicochemical parameters of Lake Šator showed seasonal differences between July and November 2021 (Figure 1). In July, the water temperature was 16 °C, while in November it was 11.9 °C. The pH values were slightly alkaline in both periods (8.7–9.3). Dissolved oxygen concentration ranged from 9.2 to 11.1 mg/L, with high saturation levels (101–134%), indicating good aeration and photosynthetic activity. Electrolytic conductivity was stable (around 208 μS/cm). BOD₅ and COD values remained low, confirming a small organic load and high water quality. Nitrate concentrations were higher in November (5.2 mg/L) than in July (1.3 mg/L), while phosphorus and phosphates were recorded at very low concentrations. Sulphates, chlorides, and fluorides remained low and stable. Suspended matter and turbidity were somewhat higher in July, probably due to more intense biological processes and surface runoff. Overall, these parameters confirm oligotrophic conditions, high transparency, and good oxygen saturation.



Graph 1. Values of physicochemical water parameters of Lake Šator in July and November 2021

Grafikon 1. Vrijednosti fizičko-hemijskih parametara vode jezera Šator u julu i novembru 2021. godine

Overall, the analysed parameters confirm that Lake Šator is characterized by oligotrophic conditions, high transparency, and good oxygen saturation, which classifies it among mountain lakes with preserved ecological characteristics.

In July, macrozoobenthos samples from Lake Šator contained a total of 26 individuals belonging to 10 taxa (Table 4). The most numerous were larval stages of the dragonfly *Sympetrum flaveolum* (Linnaeus, 1758), while oligochaetes (Tubificidae), the isopod *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758), larvae of Ephemeroptera (*Caenis* sp.), and caddisfly larvae *Limnephilus rhombicus* (Linnaeus, 1758) were each represented by three individuals. Aquatic mites (Hydracarina), the leech *Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758), *Ischnura pumilio* (Charpentier, 1825), Chironomidae, and Tanypodinae were each represented by two individuals. In November, 19 individuals and 11 taxa were recorded. The most common were *Asellus aquaticus* and *Limnephilus rhombicus* (3 individuals each), while *Erpobdella octoculata*, Hydracarina, and Chironomidae were represented by two individuals each. In the November sample, species not observed in July were recorded – *Limnephilus flavicornis* (Fabricius, 1787) with two individuals, and one larva of Hydropsychidae. *Limnephilus rhombicus* is considered more tolerant and frequent in eutrophic ponds and lakes, whereas *L. flavicornis* prefers cleaner, colder, and more natural small aquatic ecosystems (Waringer & Graf, 2011). A single individual was recorded for *Sympetrum flaveolum*, *Ischnura pumilio*, and Tanypodinae. *Ischnura pumilio* is a

damselfly species typical of shallow and pioneer aquatic habitats, tolerant to changes and often associated with young or unstable ecosystems (Nilsson, 1997). Overall, more individuals were recorded in July, whereas a higher number of taxa was observed in November, indicating seasonal changes in macrozoobenthic community structure.

The macrozoobenthic community of Lake Šator comprised four Functional Feeding Groups (FFG) (Table 4): collector-gatherers (CG – Tubificidae, *Asellus aquaticus*, Chironomidae), predators (PR – *Erpobdella octoculata*, Hydracarina, Tanypodinae, *Sympetrum flaveolum*, *Ischnura pumilio*), scrapers (SC – *Caenis* sp., Hydropsychidae gen. spec.), and shredders (SH – *Limnephilus rhombicus*, *Limnephilus flavicornis*).

Graph 2 shows the representation of Functional Feeding Groups (FFG) in the macrozoobenthic community of Lake Šator. Predators formed the most abundant group (37%), followed by collector-gatherers (28%) and shredders (26%), while scrapers (9%) were the least represented. This distribution indicates a well-developed trophic structure of the community, in which predators play a dominant role in regulating the abundance of other organisms. Collector-gatherers and shredders contribute to organic matter decomposition, while scrapers maintain the balance of periphytic communities. Within broad temperature ranges, such trophic relationships may be closely associated with the structure of invertebrate communities. Food source categories

Table 4. Qualitative and quantitative composition of macrozoobenthos and functional feeding groups (FFG) in Lake Šator in July and November

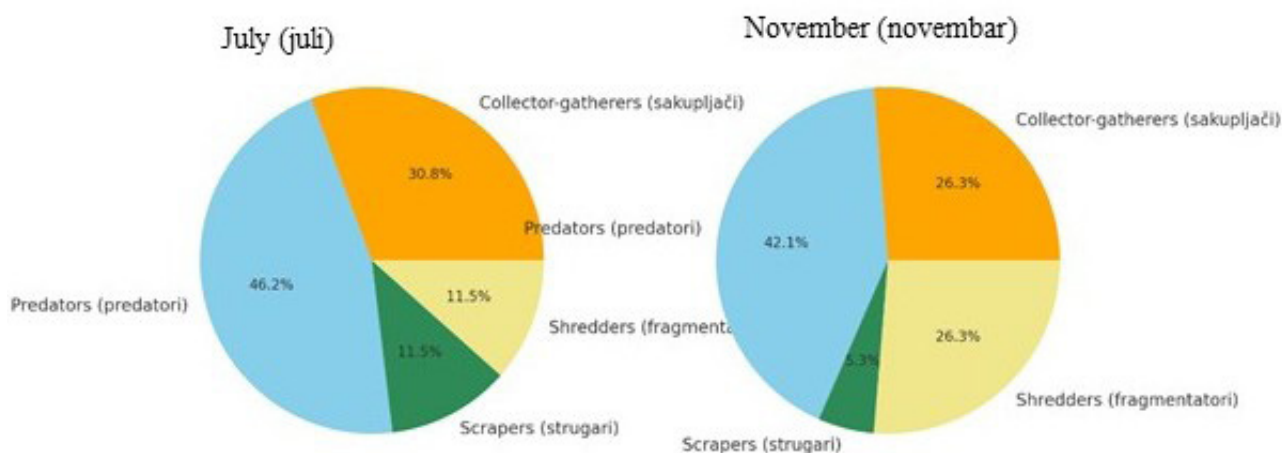
Tabela 4. Kvalitativni i kvantitativni sastav makrozoobentosa i funkcionalne grupe (FFG) u Šatorskom jezeru u julu i novembru

Takson	July	November	FFG	Functional group (description)
Tubificidae	3	0	CG	Collector-gatherers
<i>Erpobdella octoculata</i>	2	2	PR	Predators
<i>Asellus aquaticus</i>	3	3	CG	Collector-gatherers
Hydracarina	2	2	PR	Predators
<i>Caenis</i> sp.	3	0	SC	Scrapers
<i>Limnephilus rhombicus</i>	3	3	SH	Shredders
<i>Limnephilus flavicornis</i>	0	2	SH	Shredders
Hydroptilidae gen. spec.	0	1	SC	Scrapers
<i>Sympetrum flaveolum</i>	4	2	PR	Predators
<i>Ischnura pumilio</i>	2	1	PR	Predators
Chironomidae	2	2	CG	Collector-gatherers
Tanypodinae	2	1	PR	Predators

often overlap, and differences are not always distinct. These divisions generally correspond to morpho-behavioural adaptations of invertebrates grouped into functional feeding guilds, which can approximately be differentiated on a microbial and/or biochemical basis. The distinction of food sources is based on particle size (detrital categories), the presence of chlorophyll (periphyton dominated by algae), and the high protein content of typical animal prey (Cummins & Klug, 1979).

Analysis of functional feeding groups (FFG) in macrozoobenthic communities represents an important approach in assessing the ecological conditions of lake ecosystems. Unlike a simple taxonomic list, the FFG approach provides insight into trophic interactions and the ecological roles of organisms. In lakes, collector-gatherers and shredders contribute to the decomposition and recycling of organic matter, scrapers maintain the balance of periphytic communities, while predators play a key role in regulating the abundance of other groups. In this way, FFG structure reflects the availability of energy resources and the stability of food webs. Disturbances in the participation of individual functional groups may indicate changes in water quality, increased nutrient input, or reduced transparency, which is particularly important in mountain lakes such as Šator. Therefore, the FFG index is increasingly used in bio-monitoring, as it links abiotic factors with the trophic organization of the community and provides a clearer

picture of the ecological status of lakes (Cummins & Klug, 1979; Moog, 1995). Predators dominated in both periods (46% in July and 42% in November), indicating a stable prey base in the benthos (insect larvae, small invertebrates). Their high proportion is associated with relatively clean, well-oxygenated water that supports diverse lower trophic levels. They were represented by taxa such as *Erpobdella octoculata*, Hydracarina, Tanypodinae, *Sympetrum flaveolum*, and *Ischnura pumilio* (previously recorded in the littoral of Lake Šator). These organisms feed on other invertebrates and play a key role in regulating community abundance. Their dominance in both seasons indicates a stable prey base and good ecological balance in the lake. Hydracarina parasitize Odonata larvae in Lake Šator (Kulijer et al., 2012; Zawal et al., 2017). Collector-gatherers (CG) were more frequent in July (31%) than in November (26%), associated with a greater input of fine detritus and organic material during the warmer period, when primary production increases and leaf litter enters from the shore. Tubificidae, *Asellus aquaticus*, and Chironomidae collect fine particulate organic matter (FPOM) from sediment and water. Their presence indicates a role in detritus recycling and contribution to organic matter cycling in the lake. Scrapers (SC) were more abundant in summer (12%) compared to autumn (5%), related to higher periphyton and algal development on substrates during longer daylight and warmer water. They were represented by taxa such as *Caenis* sp. and Hydroptilidae gen.



Graph 2. Proportion (%) of Functional Feeding Groups (FFG) in the zoobenthic community of Lake Šator. Abbreviations: CG—collector-gatherers, PR—predators, SC—scrapers, SH—shredders

Grafikon 2. Udio (%) funkcionalnih skupina ishrane (FFG) u zajednici makrozoobentosa Šatorskog jezera. Skraćenice: CG—sakupljači, PR—predatori, SC—strugači, SH—usitnjivači

spec., which feed on periphyton (algae and microorganisms) from the substrate. Their greater representation in July was associated with higher light energy and algal growth during the summer months. Shredders (SH) were more abundant in November (26%) than in July (12%), because leaf fall in autumn increases the input of coarse particulate organic matter (CPOM), which is the main resource for this group (e.g., *Limnephilidae*). Shredders (SH) such as preimaginal stages of caddisflies of the family *Limnephilidae* feed on CPOM, mainly fallen leaves and plant debris, which they shred and decompose, thereby enabling further decomposition and making food available to collector-gatherers.

The dominance of predatory taxa (mainly *Odonata*, *Trichoptera*, *Coleoptera*, and *Hirudinea*) within the littoral zoobenthos of Lake Šator indicates a stable and well-oxygenated ecosystem with balanced trophic interactions. Such community structure reflects a high ecological integrity, typical for oligotrophic to mesotrophic mountain lakes, where energy flow is slow, and benthic niches are well-defined. Predator prevalence suggests that lower trophic groups are sufficiently abundant to sustain higher trophic levels and that the ecosystem is not exposed to significant anthropogenic or organic stress. The littoral zone thus functions as a key stabilizing habitat, ensuring long-term ecological resilience of Lake Šator.

The values of the Saprobic Index in July (3.28) and November (3.22) indicate that, based on macrozoobenthos samples, the littoral of Lake Šator retains a

β -mesosaprobic status, implying moderate organic load and generally good ecological water quality (Figure 3). It should be emphasized that this refers to the littoral, the most dynamic part of the lake, where conditions are variable due to constant input of organic matter from land, changes in light availability, and temperature fluctuations (Alcocer et al., 2022). The slightly higher value in July probably reflects stronger biological activity and a higher contribution of more tolerant groups (e.g., *Tubificidae*, *Chironomidae*), while the lower index in November is due to a greater presence of shredders (*Limnephilus*), related to the input of coarse organic matter (leaves) during autumn. These results are consistent with physicochemical parameters (stably high oxygenation, moderate nitrate increase in November) and the structure of functional feeding groups, confirming that the macrozoobenthic community reflects seasonal changes in resource availability but that the ecological status of the lake remains preserved.

The evident seasonal differences in water chemistry (temperature $16 \rightarrow 11.9$ °C; higher NO_3^- in November; consistently high O_2 saturation 101–134%; low BOD_5/COD) point to oligotrophic lake conditions, with autumn circulation and groundwater inflow as key mechanisms for nitrate increase. Although the littoral saprobic index (2.24 in July; 2.14 in November) indicates a β -mesosaprobic signal, this is expected for a dynamic nearshore zone where CPOM (coarse particles) and FPOM (fine particles) enter impulsively from the shore. The FFG structure further supports this picture: in summer, collector-gatherers and scrapers (periphyton, FPOM) were more promi-

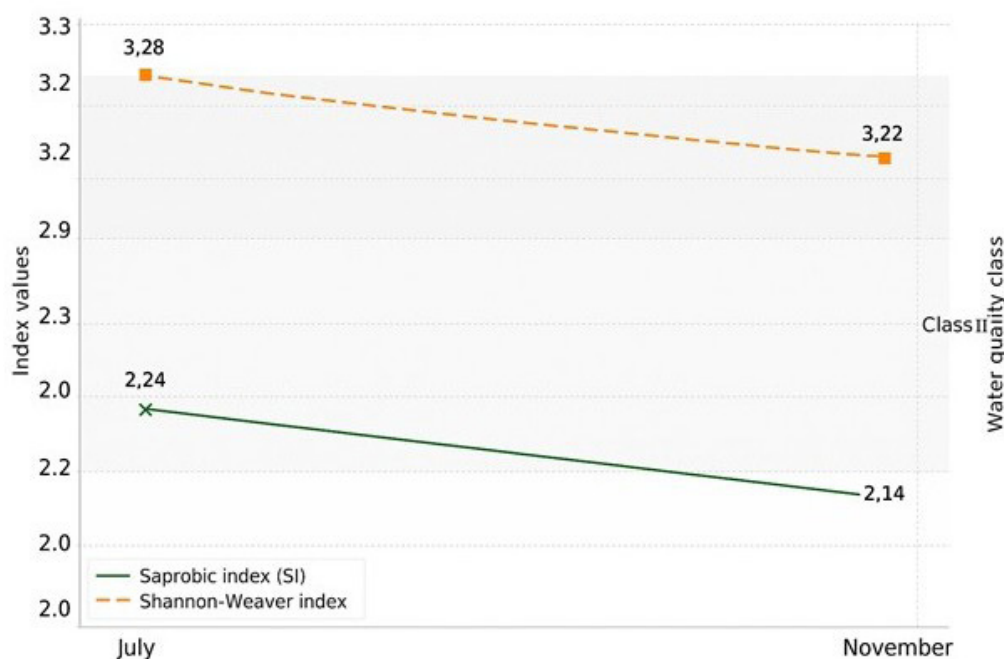


Figure 3. Values of the Saprobic Index and the Shannon-Weaver Index for the qualitative-quantitative composition of macrozoobenthos samples from Lake Šator; as well as the water quality categories (July and November 2021)

Grafikon 3. Vrijednosti saprobnog indeksa i Shannon-Weaver indeksa za kvalitativno-kvantitativni sastav makrozoobentosa uzoraka iz jezera Šator, kao i kategorija kvaliteta vode (juli i novembar 2021)

nent, in autumn shredders (leaves/CPOM), while the stable dominance of predators in both periods reflects good oxygenation and a reliable prey base. At the same time, functional overlap of certain taxa (e.g., Chironomidae, *Caenis*) emphasizes the advantage of the FFG approach over a purely taxonomic list, as it directly links resource availability with trophic roles (Cummins & Klug, 1979; Moog, 1995). Zoobenthos in lakes shows clear vertical zonation. The littoral zone, where macrophytes and sufficient dissolved oxygen are present, supports the highest species diversity and biomass. In this zone, various insects, snails, and other detritivores are most common, while macrophytes serve as substrate for attachment, refuge from predation, and a source of food. Thus, the littoral represents the most dynamic part of the macrozoobenthic community (Strayer, 2009; Trožić-Borovac et al., 2023). In contrast, the profundal zone is characterized by low oxygen or complete anoxia, which greatly limits species number. Under such conditions, only specialized taxa such as certain chironomids, oligochaetes, and ostracods survive, often with reduced diversity and biomass. Oxygen deficiency, lower organic matter input, and absence of macrophytes are key factors shaping the composition and abundance of zoobenthos in deeper parts of the lake (Strayer, 2009).

In a regional context, Lake Šator can be regarded as a “cold-water reference” with a narrower trophic range,

whereas Lake Boračko at a lower altitude shows greater macrozoobenthic diversity amplitudes under anthropogenic pressures. Similar investigations were conducted in the littoral and limnion of Lake Boračko (Trožić-Borovac, 2007; Trožić-Borovac et al., 2023). Despite limited systematic data on lakes in Bosnia and Herzegovina, comparative insights show that Lake Boračko, due to its lower altitude and stronger anthropogenic pressures (recreation, shoreline modification, fish stocking), exhibits reduced macrozoobenthos diversity. However, Lake Boračko has also been confirmed as a habitat of the white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes* Fabricius, 1758, and a diverse assemblage of damselflies (Odonata), attesting to preserved heterogeneous microhabitats and high evolutionary value of this Dinaric karst site. This combination of reduced overall diversity along with the presence of sensitive and biogeographically important taxa highlights the need for targeted protection of the littoral and source-shore zones as key refugia.

Compared with Lake Šator, which has only been partially described in the literature and whose biological characteristics remain insufficiently studied, Lake Prokoško on Vranica is one of the most thoroughly investigated mountain lakes in Bosnia and Herzegovina, with its aquatic flora and fauna, vegetation, and peatland ecosystems well documented (Barudanović, 2003; Redžić, 2007; Mašić, 2020). This difference clearly undersco-

res the need for continued and expanded biological research of Lake Šator to valorize its ecological values. At the same time, these ecosystems should be considered in the context of potential Natura 2000 sites, further emphasizing the necessity of establishing appropriate protection measures for these sensitive mountain lakes and their unique ecosystems. The fir forests (*Abieti-Fagetum dinaricum* Tregubov 1957) on Mount Šator, first surveyed in 1879 by forestry councillor Ritter von Guttenberg, were at that time among the most beautiful and best-preserved forest communities in Bosnia and Herzegovina, with significant ecological and economic potential and rich fauna including roe deer, hares, capercaillie, and wolves. Today, the forests of Mount Šator are considerably degraded due to decades of logging, with former continuous complexes of fir forests largely replaced by secondary beech and mixed stands. Although some relict fir (*Abies alba* Mill.) groups still persist, their area and ecological stability are greatly reduced. Anthropogenic pressures, primarily intensive timber exploitation and lack of sustainable management, have led to habitat fragmentation and loss of characteristic fauna. Compared to historical descriptions, the abundance and distribution of species such as capercaillie (*Tetrao urogallus* L.) are significantly reduced, while roe deer (*Capreolus capreolus* L.) and wolves (*Canis lupus* L.) are still present but in smaller numbers and subject to habitat changes (Avdibegović et al., 2017).

Secondary production of zoobenthos in most lakes is modest, and energy flow through this community is lower than through the microbial ones. However, in Lake Šator this component has a special importance as it represents a key link in matter cycling. Benthic animals in Lake Šator, as in other mountain lakes, consume phytoplankton, detritus, and organic remains, and their feeding intensity can directly affect the availability of resources and ecosystem stability. Considering the isolation and natural features of Lake Šator, local pressures (eutrophication, introduction of allochthonous species) could have a strong impact on the zoobenthos, where potential extinctions would be particularly significant as they would mean the loss of rare or endemic populations.

CONCLUSIONS – Zaključak

Lake Šator, situated at higher elevations of the Dinaric mountain system, represents one of the few preserved natural glacial ecosystems in Bosnia and Herzegovina. Its location, surrounded by beech–fir and subalpine forests, together with a rich macrophyte belt in the littoral zone, testifies to its high natural value and habitat diversity.

The research results confirm that the lake is characterized by good ecological conditions, stable communities, and pronounced seasonal dynamics, in which macrozoobenthos plays a key role in matter cycling and maintaining ecological balance. Functional feeding groups clearly reflect resource availability and seasonal changes in the littoral, while the saprobic index indicates a preserved but dynamic littoral zone.

This study provides the first comprehensive picture of the ecological conditions and macrozoobenthic communities of Lake Šator, emphasizing its importance as a natural lake while at the same time highlighting the need for continuous monitoring and protection of this unique mountain ecosystem.

In conclusion, although Lake Šator is small in surface area and cannot serve as a complete reference profile, it possesses features that make it significant for inclusion in the Natura 2000 network and for monitoring under the Water Framework Directive, with recommended protection measures such as prohibiting the introduction of alien species and regulating tourism activities.

REFERENCES – Literatura

- Alcocer J., Escobar, E., Oseguera, L.A. (2022). The Littoral Environment. In: Alcocer, J. (eds) Lake Alchichica Limnology. Springer, Cham. 143-148 DOI:10.1007/978-3-030-79096-7_8
- Avdić. S. (2025). Ekofiziološka i morfo-genetička analiza vrsta *Aulopyge huegeli*, Heckel, 1843 i *Phoxinellus alepidotus*, Heckel, 1843 iz Šatorskog jezera. Doktorska disertacija. Prirodno-matematički fakultet Univerzitet u Tuzli, 225 pp
- Avdibegović, M., Brajić, A., Marić, B., Bećirović, Dž. (2017). *Šume visoke zaštitne vrijednosti u Bosni i Hercegovini: Vodič za izdvajanje, gospodarenje i monitoring*. Zagreb: WWF Adria, pp 190
- Barudanović, S. (2003). Ekološko-vegetacijska diferencijacija lišćarsko-listopadnih šuma planine Vranice : doktorska disertacija. PMF Sarajevo, pp 373
- Cummins, K. W., & Klug, M. J. (1979). Feeding ecology of stream invertebrates. Annual Review of Ecology and Systematics, 10(1), 147–172, DOI:10.1146/annurev.es.10.110179.001051
- Glöer, P. (2002). Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas: Bestimmungsschlüssel,

- Lebensweise, Verbreitung. ConchBooks. Hackenheim, 1 – 327.
- Gligić, O. M. (1955). 105 godina hidrobioloških ispitivanja u Bosni i Hercegovini. *Acta Ichthyologica Bosniae et Hercegovinae*, 7–50.
- Horvat I. (1930/1931) Istraživanje vegetacije na Dinar-skim planinama. “Ljetopis” Jugoslavenske akademije, znanosti i umjetnosti knj. 44.
- Kulijer D., Baker R.A., Zawal A. (2012). A preliminary report on parasitism of Odonata by water mites from Bosnia and Herzegovina. *Journal of the British Dragonfly Society* 28, 92–101
- Lelo, S. & Zimić, A. (2020). *Herpetologija sa posebnim osvrtom na herpetofaunu Bosne i Hercegovine*. Udruženje za inventarizaciju i zaštitu životinja, Ilijaš, Sarajevo
- Mašić, E. (2020). Patterns of distribution of diatom assemblages in peatlands ecosystem on Vranica Mountain (Bosnia and Herzegovina). *Works of the Faculty of agriculture and food sciences, University of Sarajevo*, 128–142.
- Moog, O. (1995). *Fauna Aquatica Austriaca*. A comprehensive species inventory of Austrian aquatic organisms with ecological notes. Wien: Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- Nilsson, A. (1996). *Aquatic Insect of Northern Europe. A Taxonomic Handbook Volume 1. Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera, Neuroptera, Megaloptera, Coleoptera, Trichoptera*. Technische Universität Darmstadt, Apollo books, Stenstrup, 274 pp
- Nilsson, A. (1997). *Aquatic Insect of Northern Europe. A Taxonomic Handbook Volume 2 Odoanta-Diptera*. Technische Universität Darmstadt, Apollo books, Stenstrup, 440 pp
- Pastorino, P., Pizzul, E., Bertoli, M., Perilli, S., Brizio, P., Salvi, G., Esposito, G., Abete, M.C., Prearo, M., & Squadrone, S. (2020). Macroinvertebrate invertebrates as bioindicators of trace elements in high-mountain lakes. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(35), 35972–35984 DOI: 10.1007/s11356-019-07325-x
- Redžić, S. 2007. Syntaxonomic diversity as an indicator of ecological diversity — case study Vranica Mts in Central Bosnia. *Biologia* 62, 173–184 DOI: 10.2478/s11756-007-0026-3
- Ržehak, V. (1957). Šator planina i problemi njene zaštite. *Naše starine*, (45), 239–259.
- Spahić, M. (2002). *Prirodna jezera Bosne i Hercegovine: Limnološka monografija*. Harfo-graf, Tuzla, 131–134
- Strayer, D.L., (2009). Benthic Invertebrate Fauna, Lakes and Reservoirs. *Encyclopedia of Inland Waters*. Elsevier, pp. 187–194.
- Studemann, P., Landolt, D., Sartori, M., Hefti, D., Tomka, I. (1992). Ephemeroptera. In: Schweizerische Entomologische Gesellschaft (ed.). *Insecta Helvetica – Fauna*. Bd. 9, 173 pp
- Šunje, E., Stroil, B.K., Raffaelli, J., Zimić, A., Marquis, O. (2021). A revised phylogeny of alpine newts unravels the evolutionary distinctiveness of the Bosnian alpine newt – *Ichthyosaura alpestris reiseri* (Werner, 1902). *Amphib.-Reptil.* 42: 481–490. DOI: 10.1163/15685381-bja10074
- Trožić, Borovac, S., Mesić, E., Imamović, A. (2022). Macroinvertebrate community of the Boračko lake littoral in the assessment of ecological status. *Radovi Poljoprivredno-Prehrambenog Fakulteta Univerziteta u Sarajevu / Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences University of Sarajevo*, 67, 1: 114–126
- Trožić-Borovac, S. (2007). Opće osobenosti ahordata Boračkog jezera. *Voda i mi*, 52: 39–47
- Zawal, A., Cuber, P., Szilman, P. (2017). First records of parasitizing water mite larvae (Hydrachnidia) on damselflies (Odonata: Zygoptera) from southwestern Poland. *North-Western Journal of Zoology*, 13 (1): 144–148
- Urbanič, G. (2014). A Littoral Fauna Index for assessing the impact of lakeshore alterations in Alpine lakes. *Ecohydrology* 7 (2), 703–716 DOI: 10.1002/eco.1392
- Waringer, J. & Graf, W. (2011). *Atlas of Central European Trichoptera Larvae*. Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, 468 pp
- Wegl, R. (1983). *Index für die Limnosaprobität*. *Wasser und Abwasser*, 26, 1–175
- Wilhm, J. L. & Dorris, T. C. (1966). *Species diversity of benthic macroinvertebrates in a stream receiving domestic and oil refinery effluents*. *American Midland Naturalist*, 76(2): 427–449.

SAŽETAK

Prirodna planinska jezera Bosne i Hercegovine predstavljaju rijetke, osjetljive i biološki vrijedne ekosisteme, koji služe kao indikatori klimatskih promjena i antropogenih pritisaka. Ovaj rad donosi prvu cjelovitu ekološku procjenu Šatorskog jezera, glečarskog porijekla, smještenog na 1.488 m n. v., u podnožju planine Veliki Šator. Terenska istraživanja provedena su u julu i novembru 2021. godine, s obuhvatom mjerenja fizičko-hemijskih parametara, uzorkovanja vode i analize makrozoobentosa litorala i sublitorala. Rezultati ukazuju na očuvane oligotrofne uvjete: visoku prozirnost i zasićenost kisikom (101–134%), niske vrijednosti BPK₅ i HPK, stabilnu elektrovodljivost (208 µS/cm) te niske koncentracije fosfora. U novembru je zabilježen porast nitrata, što odražava sezonske procese cirkulacije i dotok podzemnih voda. Makrozoobentosna zajednica sadržavala je 10 taksa u julu (26 jedinki) i 11 taksa u novembru (19 jedinki), uz sezonske razlike u brojnosti i sastavu. Najčešće zabilježene vrste bile su vilinski konjic *Sympetrum flaveolum*, izopodni račić *Asellus aquaticus*, pijavica *Erpobdella octoculata*, te tulari *Limnephilus rhombicus* i *Limnephilus flavicornis*. Pored njih, važnu ulogu imale su oligohete (Tubificidae), grinje (Hydracarina), preimaginalni stadiji efemeroptera (*Caenis* sp.) i larve trioptera (Hydroptilidae). Analiza funkcionalnih grupa ishrane (FFG) pokazala je dominaciju predatora (42–46%), potom sakupljača, usitnjivača i strugača. Ovakva raspodjela svjedoči o stabilnoj trofičkoj mreži i dobroj oksigenaciji, dok sezonske razlike učešća sakupljača i usitnjivača odražavaju unos organske materije i fenološke promjene. Vrijednosti saprobnoga indeksa (2,24 u julu; 2,14 u novembru) potvrđuju β-mezosaprobnost litorala, što znači umjereno organsko opterećenje uz dobar ekološki kvalitet. Shannon–Weaver indeks ukazuje na stabilnu, iako sezonski varijabilnu, raznolikost. Zaključci istraživanja potvrđuju da Šatorsko jezero predstavlja značajan prirodni referentni lokalitet s očuvanim ekološkim karakteristikama i bogatim makrofitskim pojasom. Rezultati pružaju osnovu za dalji monitoring i naglašavaju potrebu za uspostavom zaštitnih mjera u okviru evropskih standarda (WFD, Natura 2000). S obzirom na nedostatak sistematskih podataka o jezerima BiH, Šatorsko jezero treba posmatrati zajedno s detaljnije istraženim jezerima, poput Prokoškog i Boračkog, uz naglašenu potrebu za nastavkom bioloških i ekoloških istraživanja.

Received: September 24, 2025; **Accepted:** October 19, 2025; **Published:** December 31, 2025

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Fabaceae family in the pollen spectrum of honey samples from Bosnia and Herzegovina

Porodica Fabaceae u polenskom spektru uzoraka meda iz Bosne i Hercegovine

Velida Bakić^{1*}, Sabina Trakić¹, Edina Muratović¹

¹ Department of Biology, Faculty of Science, University of Sarajevo, Zmaja od Bosne 33–35, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

ABSTRACT

As a part of the research, 100 samples of different types of honey from Bosnia and Herzegovina were collected and analyzed. Melisopalynological preparations were prepared in accordance with the Rulebook on methods for the control of honey and other bee products of Bosnia and Herzegovina and in accordance with ICBB propositions. Plant species identification was performed based on micromorphological elements of pollen grains, and qualitative-quantitative analysis of honey samples was conducted. Melisopalynological analysis identified 47 distinct pollen types among a total of 30,000 pollen grains counted. In botanical terms, pollen from 24 plant families was recognized, among which the Fabaceae family had the greatest melissopalynological significance, and its pollen grains were found in as many as 86% of the analyzed profiles. Pollen grains of the Fabaceae family were identified as dominant in 22%, as accessory in 40%, as important in 21% and as minor in 3% of the palynological profiles. Based on micromorphological characters in melissopalynological spectra, species/genera from the Fabaceae family were identified: *Robinia pseudoacacia* L., *Lotus corniculatus* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Amorpha fruticosa* L., *Lathyrus* sp., *Medicago sativa* L., and *Onobrychis* sp.

Key words: Apiflora, Fabaceae, melissopalynology, pollen, honey

INTRODUCTION – Uvod

Honey plants include all plant species whose natural products (pollen, nectar, and honeydew) are the primary food source for honey bees (*Apis mellifera* L.) (Ljevnaić-Mašić et al., 2019; Khan et al., 2024). Honey plants are characterized by a specific combination of physical and chemical properties of pollen grains and nectar, which are the result of a complex interaction of the systematic affiliation of the species, physiological characteristics, and ecological parameters in which

the species exists (Chiş & Purcarea, 2011; Tomczyk et al., 2019; Ivanović et al., 2021). The floristic composition of the honey pasture, determined by the specific combination of honey plants at the site, is a key factor that defines the physical, chemical, and biological properties of honey (Evelin et al., 2011; Đogo Mračević et al., 2020; Kolayli et al., 2020; Homrani et al., 2020; Pătruică et al., 2022; Tulu et al., 2023).

In the flora of Bosnia and Herzegovina (B&H), 4498 Spermatophyta have been described, of which 260 spe-

* Corresponding author: Velida Bakić, velida.durmic@yahoo.com, Department of Biology, Faculty of Science, University of Sarajevo, Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

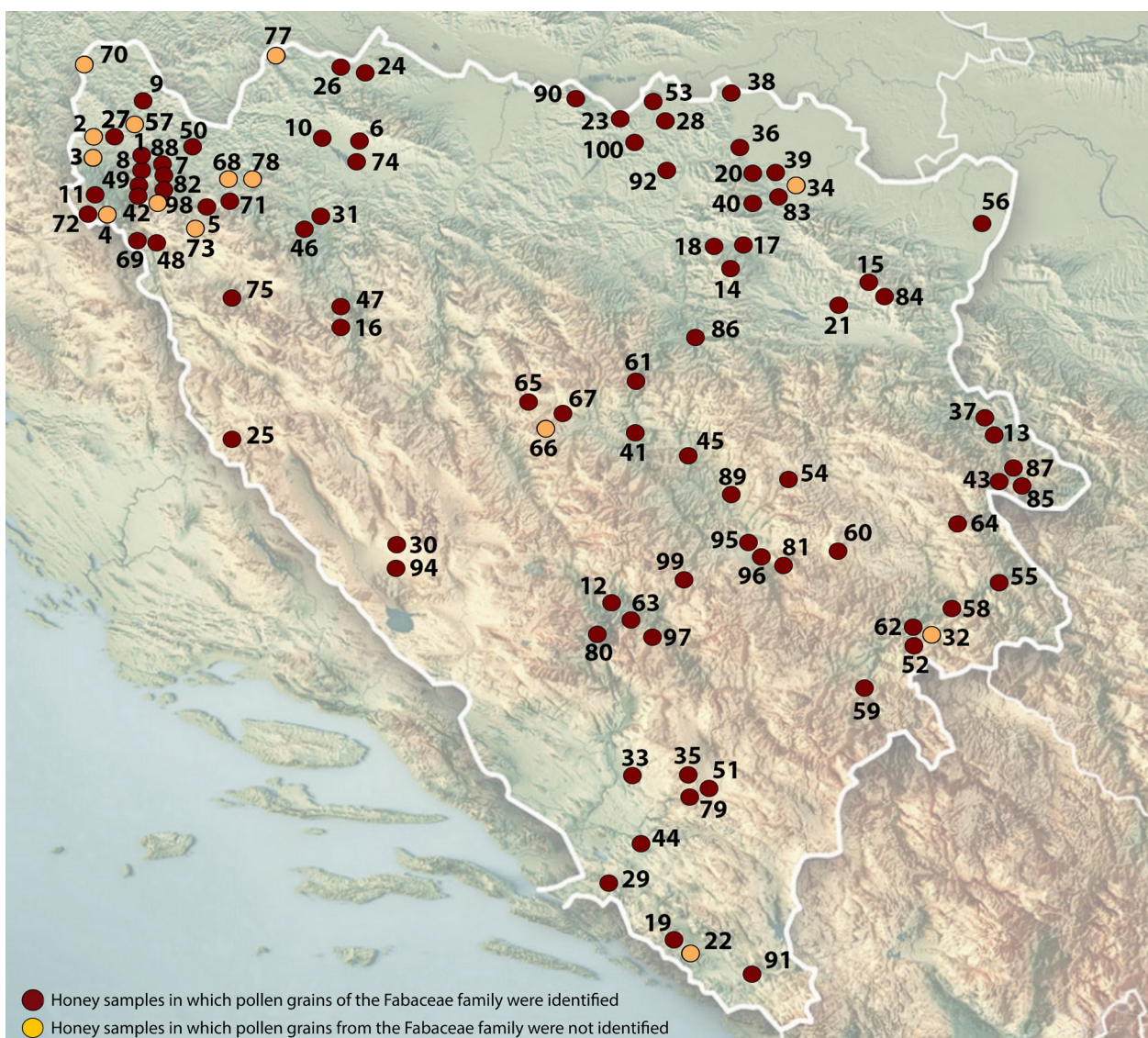


Figure 1. Geographical distribution of the analyzed honey samples

Slika 1. Geografska distribucija analiziranih uzoraka meda

1-Drenova Glavica, 2-Cazin, Koprivna, 3-Cazin, Koprivna, 4-Bihać, 5-Zalin, 6-Kozarac, 7-Bosanska Krupa, 8-Crno jezero, 9-Bužim, Radoč, 10-Prijedor, 11-Bihać, 12-Buturović Polje, 13-Bratunac, 14-Gračanica, 15-Majeveca, 16-Ključ, 17-Gračanica, 18-Gračanica, 19-Trebinje, Bobani, 20-Gradačac, 21-Tuzla, 22-Trebinje, Bobani, 23-Bosanski Dubačac, 24-Bosanska Dubica, Babinac, 25-Bosansko Grahovo, 26-Bosanska Dubica, Međeda, 27-Cazin, 28-Bosanski Brod i Derventa, 29-Popovo polje, Ravno, 30-Livno, 31-Prijedor i Sanski Most, 32-Ustikolina, 33-Blagaj, Kamena, 34-Gradačac, 35-Nevesinje, 36-Modriča, 37-Bratunac, 38-Bosanski Brod, Svilaj, 39-Gradačac, 40-Gradačac, Novaliči, 41-Zenica, 42-Bosanska Krupa, 43-Srebrenica, 44-Stolac, 45-Kakanj, 46-Sanski Most, 47-Ključ, Sanica, 48-Bosanska Krupa, Suvaja, 49-Bosanska Krupa, Vranjska, 50-Bosanska Krupa, Benkovac, 51-Nevesinje, 52-Goražde, Milanovići, 53-Derventa, Zborišta i Bosanski Brod, 54-Olovo, Nišići, 55-Višegrad, 56-Bijeljina, 57-Cazin, 58-Ustiprača, Radič, 59-Foča, 60-Romanija, 61-Zenica, Nemila, 62-Goražde, 63-Čelebići, 64-Žepa, Begići, 65-Travnik, Karaula, 66-Travnik, Bijelo Buće, 67-Travnik, Karaula, Krčevine, 68-Bosanska Krupa, Jasenica, 69-Bosanska Krupa, Suvaja, 70-Velika Kladuša, 71-Bosanska Krupa, Veliki Dubovik, 72-Bihać, 73-Bosanska Krupa, Zalin, 74-Prijedor, Petrov Gaj, 75-Bosanski Petrovac, 76-Bosanska Krupa, Halkići, 77-Kostajnica, 78-Bosanska Krupa, Velika Jasenica, 79-Nevesinje, 80-Jablanica, 81-Pofalići, 82-Bosanska Krupa, 83-Gradačac, 84-Majeveca, 85-Srebrenica, Brežani, 86-Zavidovići, 87-Srebrenica, Osmanovići, 88-Bosanska Krupa, 89-Breza, Bukovik, 90-Bosanski Kobaš, 91-Trebinje, 92-Brezići, Bosanski Brod, 94-Livno, 95-Sarajevo, 96-Pofalići, 97-Konjic, 98-Bosanska Krupa, 99-Tarčin, 100-Derventa i Bosanski Brod, Zborišta

cies and 68 subspecies belong to the Fabaceae family (Redžić et al., 2008). Plant species of this family possess specific phytochemical compounds such as flavonoids, alkaloids, lectins, and phenolic acids that have antioxidant, anti-inflammatory, antiulcer, antirheumatic, and anticancer properties and activities (Shakoori et al., 2024). The amount of antioxidant substances in species from the Fabaceae family is so high that some studies have recommended using such honey samples for the prevention and treatment of various types of cancer (Myrtsy et al., 2023; Youssef et al., 2023). Given their phytochemical and botanical specificities, representatives of the Fabaceae family are desirable honey-bearing pastures, but there is no literature data on their presence in honey samples originating from B&H. This research aims to determine, based on melissopalynological analysis of honey samples: a) the number of species, b) the percentage share, and c) the frequency of occurrence of species of the Fabaceae family in honey samples from B&H.

MATERIALS AND METHODS –

Materijal i metode

As part of the research, 100 samples of different types of honey from Bosnia and Herzegovina were collected and analyzed (Figure 1).

Melissopalynological preparations were made in accordance with the Rulebook on methods for the control of honey and other bee products of Bosnia and Herzegovina (2009). The method of analysis of melissopalyno-

logical preparations was applied according to the Rulebook as well as the methods proposed by the ICBB (International Commission for Bee Botany) (Von Der Ohe et al., 2004; Rulebook on methods for the control of honey and other bee products of Bosnia and Herzegovina, 2009). All melissopalynological preparations were analyzed using a Wild M20 phase-contrast microscope. Plant species identification was performed based on the micromorphological elements of pollen grains (Erdtman, 1943, 1952; Hesse et al., 2009), and then a qualitative-quantitative analysis of each sample was performed. Qualitative analysis included a list of determined melliferous plants, while quantitative analysis involved recording the exact number of pollen grains in the sample. Based on the results of qualitative-quantitative analysis of the preparations, melissopalynological profiles were created for each sample.

RESULTS AND DISCUSSION –

Rezultati i diskusija

Melissopalynological analysis of honey samples identified 47 different pollen types and a total of 30,000 pollen grains.

In botanical terms, pollen from 24 plant families was identified, among which the families Fabaceae (26.55%), Compositae (12.77%), and Fagaceae (12.47%) had the greatest melissopalynological significance. In the research, the family Fabaceae had the highest number of honey-bearing species and genera, totaling eight, while Compositae has six, and both Lamiaceae and Rosaceae each have four honey-bearing species.

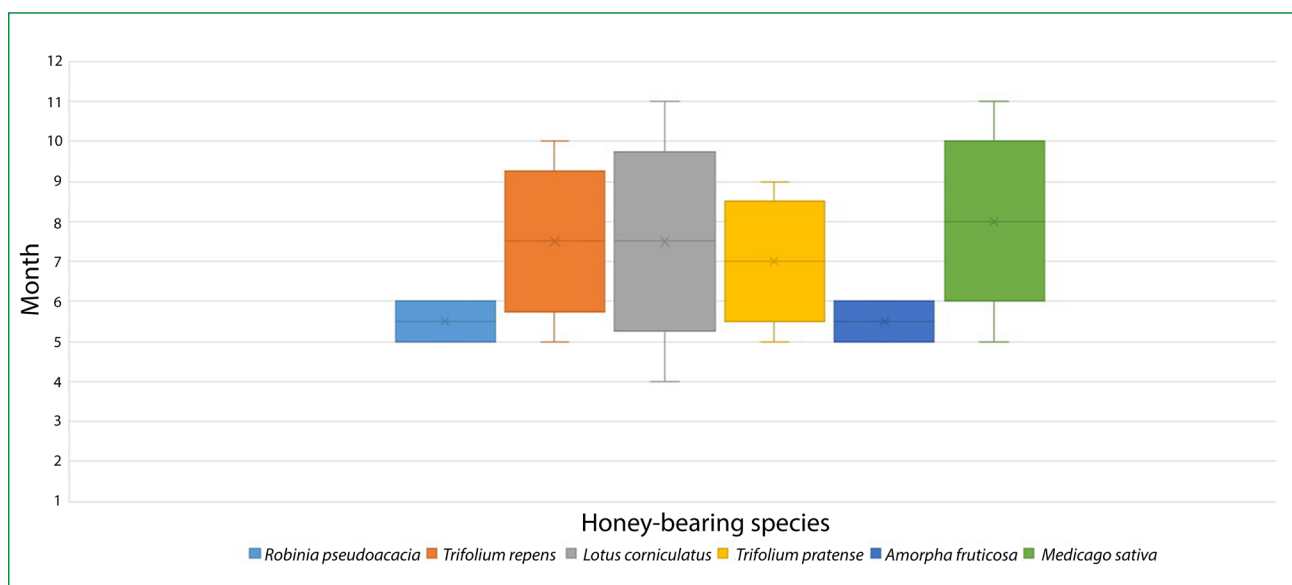
Table 1. Species/genera of the Fabaceae family identified in the analyzed samples

Tabela 1. Vrste/rodovi porodice Fabaceae identifikovane u analiziranim uzorcima

Species Latin name	Number of pollen grains	The number of samples in which they were detected	F*	N*	P*	L*
<i>Robinia pseudoacacia</i>	6,150	67	5-6	excellent	weak	P
<i>Trifolium repens</i>	367	10	5-10	very good	weak	H (Ch)
<i>Lotus corniculatus</i>	364	9	4-11	very good	very good	H
<i>Trifolium pratense</i>	355	10	5-9	very good	very good	H
<i>Lathyrus</i> sp.	276	13				
<i>Amorpha fruticosa</i>	252	2	5-6	very good	very good	P
<i>Onobrychis</i> sp.	106	6				
<i>Medicago sativa</i>	97	5	5-11	good	weak	H

F* - flowering period, N* - nectar production, P* - pollen production, L* - life form

(P-phanerophyte, H-hemicryptophyte, Ch-chamaephyte) (Oberdörfer, 1957; Mišić & Lakušić, 1990; Umeljčić, 2013, 2015)



Graph 1. Flowering period of identified species of the Fabaceae family

Grafikon 1. Period cvjetanja identifikovanih vrsta porodice Fabaceae

Based on the micromorphological characters of pollen grains, the following species/genera from the Fabaceae family were identified: *Robinia pseudoacacia* L., *Lotus corniculatus* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Amorpha fruticosa* L., *Lathyrus* sp., *Medicago sativa* L., and *Onobrychis* sp. (Table 1).

Of the Fabaceae family's identified pollen grains (7,967), black locust (*Robinia pseudoacacia*) had the greatest honey-producing importance with 6,150 pollen grains. Alfalfa (*Medicago sativa*) had the lowest pollen grain count, with 97 grains in this study (Table 1).

In 67% of palynological profiles, black locust pollen grains were identified as dominant or accessory (Table 1). The honey-bearing plant black locust is characterized by high nectar production, the daily intake of which can be up to 15 kg (Umeljić, 2015), and is one of the most desirable plant species in apiflora (Stanimirović et al., 2000; Umeljić, 2015). Black locust honey is one of the most significant monofloral honeys in Europe (Persano Oddo et al., 2004). In Serbia (Lazarević et al., 2012; Milojković Opsenica et al., 2015) and Croatia (Šarić et al., 2008; Uršulin-Trstenjak et al., 2014, 2015, 2017), it has significant agro-economic importance within the framework of monofloral honey types. However, black locust is listed among the 40 most invasive woody cryptic species in the world (Richardson & Rejmánek, 2011), and in European databases it is classified as a highly invasive species (EPPO, 2023; DAISIE, 2024) and is included in national lists and watchlists of alien species across Europe (Vítková et al., 2017). In Europe, the presence

of black locust has been confirmed in 42 countries, covering a total area of about 2,306,000 ha (Nicolescu et al., 2020). Black locust causes irreversible changes in the physicochemical and biological properties of the soil, but also secretes various allelopathic compounds (e.g., robinetin, myricetin, and quercetin) that can inhibit the growth of other species (Nasir et al., 2005; Boer, 2013; Nicolescu et al., 2020). That is why black locust, although an important honey-bearing species, is also characterized as invasive, and its distribution is strictly controlled on the Asian and European continents (Lazzaro et al., 2018; Lazzaro et al., 2020; Luigi et al., 2023; De Marco et al., 2023).

In addition to black locust, seven species/genera of the Fabaceae family with significant melissopalynological potential were identified in this research (Table 1). Numerous studies confirm that the identified melliferous plant species/genera such as *Lathyrus* sp. (Laxmikant et al., 2014), *Medicago sativa* (Al-Kahtani et al., 2017; Hae-do et al., 2022), *Lotus corniculatus* (Murrellt et al., 1982; Pellissier et al., 2012), *Trifolium repens* and *T. pratense* (Shuxuan et al., 2021; Hederström et al., 2024; Harris & Ratnieks, 2024) *Onobrychis* sp. (Kozuharova & Benbas-sat, 2019; Ozenirler et al., 2019), *Amorpha fruticosa* (Zhu et al., 2020) on a global level have great agro-economic, botanical and melissopalynological significance in the creation of honey pasture.

Understanding of the phenophases of flowering and honeydew of plants is crucial for the optimal use of the melissopalynological potential of honeydew species

(Topal et al., 2023). The flowering period of the identified plant species/genera of Fabaceae family lasts eight months (from April to November) (Mišić & Lakušić, 1990; Umeljić, 2013, 2015). *Lotus corniculatus* and *Medicago sativa* have the longest flowering phase (from April/May to November), while *Robinia pseudoacacia* and *Amorpha fruticosa* have the shortest (May-June) (Table 1, Graph 1) (Umeljić, 2013; 2015).

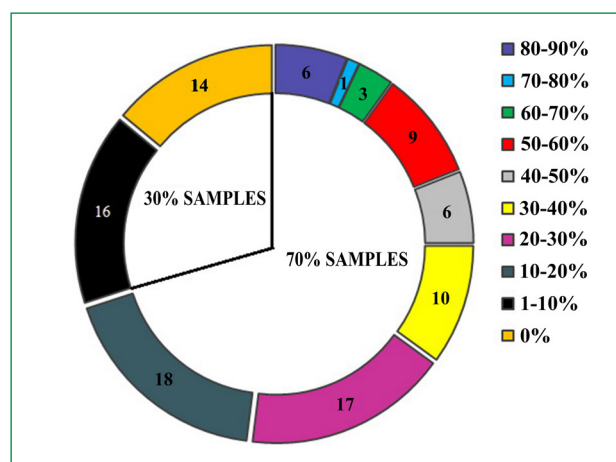
The Fabaceae family is characterized by ecological divergence, meaning different species within this family can develop various life forms as a result of adapting to various environmental conditions (Stevanović & Janaković, 2001). In this study, the identified honey-bearing species of the Fabaceae family most often appear in two life forms, as hemicryptophytes (H) (four species) and phanerophytes (P) (two species) (Table 1).

Appendix I presents the frequency of the melliferous plants in the analyzed pollen spectra of the investigated honey samples at the family level, following Louveaux et al. (1978) and Villalpando-Aguilar et al. (2022). The classifications are: dominant pollen grains ($\geq 45\%$), accessory (from $\geq 15\%$ to $< 45\%$), important (from $\geq 3\%$ to $< 15\%$), and minor (less than $< 3\%$). Pollen grains of the Fabaceae family were identified in 86% of palynological profiles with different frequency categories. Analysis of palynological profiles shows that this family is most often present as accessory (in 40% of palynological profiles) and dominant (in 22%), while it is least represented in the minor category (in 3% of palynological profiles). In the total sample, the percentage of pollen grains of the Fabaceae family varied from 86.33% at the locations Bosanski Brod (sample number 28) and Gračanica (sample number 18) to 1% at the locations Bosanska Dubica (sample number 24) and Olovo (sample number 54) (Appendix I). The proportion of pollen grains of the Fabaceae family in melissopalynological profiles is of exceptional importance for assessing the antioxidant capacity of honey samples (Majid et al., 2020). Molecular analyses have demonstrated the exceptional antioxidant capacity of this family (Doan et al., 2019; Tungmunthum et al., 2021; Janarny et al., 2022), so that an increase in the proportion of the Fabaceae family by 1% increases the antioxidant activity of the honey sample by about 1.3% (Shakoory et al., 2024).

Graph 2 presents ten categories differentiated based on the percentage of Fabaceae pollen grains in individual samples, while each of the ten categories includes a different percentage of samples.

Comparison of melissopalynological analyses indicates that plant species from the Fabaceae family are the

most abundant honey plants in honey samples from Croatia (Rašić et al., 2018), different regions of Turkey (Gençay et al., 2018; Altay et al., 2018; Topal et al., 2023), and Bulgaria (Balkanska et al., 2023). However, in addition to countries in Europe, the importance of honeydew species from the Fabaceae family has been confirmed at the global level in numerous melissopalynological studies from China (Song et al., 2012), Pakistan (Khan et al., 2024), Ethiopia (Hussein & Seid, 2024), Brazil (Sodré et al., 2007; Haidamus et al., 2019; Barbosaa et al., 2024), Algeria (Bahloul et al., 2022), USA (Hoag Lieux, 1972; Simanonok et al., 2021), Malaysia (Majid et al., 2020), and Saudi Arabia (Raweh et al., 2023). Therefore, we can conclude that B&H Fabaceae species also possess significant honey-bearing potential, making them an important part of the apiflora.



Graph 2. Frequency of categories in the total honey sample of the Fabaceae family. *Categories are given as a percentage share of Fabaceae pollen grains in individual samples, and presented in corresponding colors of the legend

Grafikon 2. Učestalost kategorija u ukupnom uzorku meda. *Kategorije su definisane prema procentualnom udjelu polenovih zrna porodice Fabaceae u pojedinačnom uzorku, a prikazane su odgovarajućim bojama u legendi

CONCLUSIONS – Zaključak

As part of the research, 100 honey samples from Bosnia and Herzegovina were analyzed. A total of 30,000 pollen grains originating from 24 different plant families were determined. The Fabaceae family had the highest percentage share (26.55%) in the total research, with 7,967 pollen grains. In total, pollen grains of eight species/genera from the Fabaceae family were identified. The percentage share of identified pollen grains in the samples varied from 86% to 1%, and they were detected in as many as 86% of the analyzed melissopalynological profiles. Based on the research results, we can conclude that the Fabaceae family has a great honey-bearing po-

tential and represents an important component of the apiflora of our country. The research results represent a scientific basis for improving the strategy of sustainable beekeeping and preserving the biodiversity of the indigenous apiflora of B&H.

REFERENCES – Literatura

- Al-Kahtani, S.N., Abdou Taha, El-K., Al-Abdulsalam, M. (2017). Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed yield in relation to phosphorus fertilization and honeybee pollination. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(5), 1051-1055.
- Altay, V., Karahan, P., Karahan, F., Öztürk, M. (2018). Pollen analysis of honeys from Hatay/Turkey. *Biological Diversity and Conservation*, 11(3), 209-222.
- Bahloul, R., Zerrouk, S., Chaibi, R. (2022). Pollen analysis of honey from the Laghouat region (Algeria). *Grana*, 61(6), 471-480.
- Balkanska, R., Stefanova, K., Stoikova-Grigorova, R., Gerinova, D., Simova, S., Atanasov, I. (2023). Assessment of the botanical origin of Bulgarian honey samples using melissopalynological, DNA barcoding, and NMR analyses. *Botanica Serbica*, 47(1), 75-85.
- Barbosaa, L.S.V., Galvãoa, C.R.S., Tchaickab, L., Silva-Almeidac, A.G., Barrosd, J.R.S. (2024). Pollen analysis of honey and pollen stored by Melipona (Melikerria) fasciculata Smith, 1854 (Apidae Meliponini), in an Amazon and Cerrado transition area, Maranhão, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 84, e281066.
- Boer, E. (2013). *Risk assessment Robinia pseudoacacia* L. Leiden: Naturalis Biodiversity Center.
- Chiş, A. & Purcarea, C. (2011). Physico-Chemical Characterisation of Artisanal Lime Honey from Bihor County. *Natural resources and sustainable development*, 1, 81-88.
- DAISIE (2024). European Invasive Alien Species Gateway. http://www.europe-aliens.org/pdf/Robinia_pseudoacacia.pdf
- De Marco, A., Napoletano, P., Panico, S. C., Memoli, V., Santorufo, L., Ruggiero, A. G., Colombo C., Barile R., Maisto G. (2023). Combined effect of black locust invasion and fire on soils of Mediterranean shrublands and pine forests. *Catena*, 220A, 106656
- Doan, L.P., Nguyen, T.T., Pham, M.Q., Tran, Q.T., Pham, Q.L., Tran, D.Q., Than, V.T., Bach, L.G. (2019). Extraction Process, Identification of Fatty Acids, Tocopherols, Sterols and Phenolic Constituents, and Antioxidant Evaluation of Seed Oils from Five Fabaceae Species. *Processes*, 7(7), 456.
- Đogo Mračević, S., Krstić M., Lolić A., Ražić, S. (2020). Comparative study of the chemical composition and biological potential of honey from different regions of Serbia. *Microchemical Journal*, 152, 104420.
- EPPO (2023). EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>
- Erdtman, G. (1943). *An introduction to pollen analysis*. Waltham, Mass., U.S.A.: Chronica Botanica Company.
- Erdtman, G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy of angiosperms*. Waltham, Mass., U.S.A.: Chronica Botanica Company.
- Evelin, K., Raili, P., Kaie, M., Katrin. (2011). Physicochemical and melissopalynological characterization of Estonian summer honeys. *Procedia Food Science*, 1, 616-624
- Gençay, Ç.Ö., Özenirler, Ç., Ecem B.N., Zare, G., Sorkun, K. (2018). Melissopalynological analysis for geographical marking of Kars honey. *Kafas Üniversitesi eteriner altesi Dergisi*, 24(1), 53-59.
- Haedo, P.J., Martínez, C.L., Graffigna, S., Marrero, J.H., Torretta, P.J. (2022). Managed and wild bees contribute to alfalfa (*Medicago sativa*) pollination. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 324, 107711.
- Haidamus, S.M., Affonso Lorenzon, M.C., Koshiyama, A.S., de Sousa Tassinari, W. (2019). Floral Diversity in Different Types of Honey. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 62, e19180241.
- Harris, C., Ratnieks, F.L.W. (2024). Improving pollen and nectar supply by identifying the red clover (*Trifolium pratense*) cultivars that attract most pollinators. *Agricultural and Forest Entomology*, 26(2), 273-283.
- Hederström, V., Johansson, S., Rundlöf, M., Svensson, P.G., Anderbrant, O., Lundin, O., Larsson, C.M., Lankinen, A. (2024). White clover pollinators and seed set in relation to local management and landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 365, 108933.
- Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Büchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S. (2009). *Pollen Terminology An illustrated handbook*. Wien, New York: Springer.
- Hoag Lieux, M. (1972). A melissopalynological study of 54 Louisiana (U.S.A.) honeys. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 13(2), 95-124.

- Homrani, M., Escuredo, O., Rodríguez-Flores, M.S., Fatiha, D., Mohammed, B., Homrani, A., Seijo, M.C. (2020). Botanical Origin, Pollen Profile, and Physicochemical Properties of Algerian Honey from Different Bioclimatic Areas. *Foods*, 9, 938.
- Hussein O., Seid A. (2024). Botanical origins of honeys from pollen analysis during the main honey flow across agro-ecologies in Kelala District, South Wollo, Ethiopia. *Heliyon*, 10(21), e40101.
- Ivanović, M., Galonja Coghil, T., Janković S., Rajković B.M., Stanković V., Paunović D., Zlatanović S. (2021). Analiza uzoraka organski proizvedenog meda i meda proizvedenog na konvencionalni način na području Zapadne Srbije. *Zaštita materijala* 62(1), 22-33.
- Janarny, G., Ranaweera, K.K.D.S., Gunathilake, K.D.P.P. (2022). Digestive recovery of polyphenols, antioxidant activity, and anti-inflammatory activity of selected edible flowers from the family Fabaceae. *Journal of Food Biochemistry*, 46(2), e14052.
- Khan, K., Malik, K., Ahmad, M., Qureshi, R., Asif Aziz, M., Gul, S., Al-Qahtani H. W., Khan, R. (2024). Diversity of melliferous Flora (Apiaries) in Honey and Microscopic Authentication Using LM and SEM Techniques. *Flora*, 312, 152477.
- Kolayli, S., Palabiyik, I., Atik, D.S., Keskin, M., Bozdeveci, A., Karaoglu, S.A. (2020). Comparison of Antibacterial and Antifungal Effects of Different Varieties of Honey and Propolis Samples. *Acta Alimentaria*, 49(4), 515-523.
- Kozuharova, E., Benbassat, N. (2019). The Sainfoins (*Onobrychis* Mill., Fabaceae) – Forage For Grazing Animals, Honey, And Medicinal Plants. *EAS Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 1(2), 28-31.
- Laxmikant, B., Devendra, M. (2014). Melittopalynological Investigation of winter honeys collected from Apis dorsata hives of Mul tahsil of Chandrapur District of Maharashtra State (India). *International Refereed Journal of Engineering and Science*, 2(3), 112-118.
- Lazarević, B.K., Andrić, F., Trifković, J., Tešić, Ž., Milojković-Opšenica, D. (2012). Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters. *Food Chemistry* 132(4), 2060–2064.
- Lazzaro, L., Bolpagni, R., Buffa, G., Gentili, R., Lonati, M., Stinca, A., Rosario Acosta, A.T., Adorni, M., Aleffi, M., Allegranza, M., Angiolini, C., Assini, S., Bagella, S., Bonari, G., Bovio, M., Bracco, F., Brundu, G., Caccianiga, M., Carnovali, L., Di Cecco, V., Ceschin, S., Ciaschetti, G., Cogoni, A., Foggi, B., Frattaroli, A.R., Genovesi, P., Gigante, D., Lucchese, F., Mainetti, A., Mariotti, M., Minissale, P., Paura, B., Pellizzari, M., Perrino, E.V., Pirone, G., Poggio, L., Poldini, L., Poponessi, S., Prisco, I., Prosser, F., Puglisi, M., Rosati, L., Selvaggi, A., Sottovia, L., Spampinato, G., Stanisci, A., Venanzoni, R., Viciani, D., Vidali, M., Villani, M., Lastrucci, L. (2020). Impact of invasive alien plants on native plant communities and Natura 2000 habitats: State of the art, gap analysis and perspectives in Italy. *Journal of Environmental Management*, 274, 111140.
- Lazzaro, L., Mazza, G., D'Errico, G., Fabiani, A., Giuliani, C., Inghilesi, A. F., Lagomarsino, A., Landi, S., Lastrucci, L., Pastorelli, R., Roversi, P.F., Torrini, G., Tricarico, E., Foggi, B. (2018). How ecosystems change following invasion by *Robinia pseudoacacia*: Insights from soil chemical properties and soil microbial, nematode, microarthropod, and plant communities. *Science of The Total Environment*, 62, 1509–1518.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1978). Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59, 139-157.
- Luigi, S., Angelo, R., Adriano, S., Greta, L., Roberto, S., Sergio, R., Antonio, S. (2023). Wildfire promotes the invasion of *Robinia pseudoacacia* in the unmanaged Mediterranean *Castanea sativa* coppice forests. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1177551.
- Ljevnaić-Mašić, B., Nikolić, L.J., Džigurski, D., Ratkov, T., Popov, M., & Pihler, I. (2019). Medonosne biljke u kanal-skoj mreži Banata. *Acta Herbologica*, 28(2), 133-144.
- Majid, M., Ellulu, M. S., & Abu Bakar, M. F. (2020). Melissopalynological Study, Phenolic Compounds, and Antioxidant Properties of Heterotrigona itama Honey from Johor, Malaysia. *Scientifica*, 2020, 2529592.
- Milojković Opšenica, D., Lušić, D., Tešić, Ž. (2015). Modern analytical techniques in the assessment of the authenticity of Serbian honey. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* 66, 233-241.
- Mišić, L.J. & Lakušić, R. (1990). *Livadske biljke*. Sarajevo: Svjetlost. Zavod za udžbenika i nastavna sredstva.
- Murrellt, D.C., Shuelt R.W., Tones D.T. (1982). Nectar production and floral characteristics in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). *Canadian journal of plant science*, 62, 361-371.
- Myrtsi, E.D., Evergetis, E., Koulocheri, S. D., Haroutounian, S.A. (2023). Bioactivity of Wild and Cultivated Legumes: Phytochemical Content and Antioxidant Properties. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 12(4), 852.

- Nasir, H., Iqbal, Z., Hiradate, S., Fujii, Y. (2005). Allelopathic potential of *Robinia pseudo-acacia* L. *Journal of Chemical Ecology* 31(9), 2179-92
- Nicolescu, V.N., Rédei, K., Mason, L.W., Torsten, Vor T., Pöetzelsberger, E., Bastien, J.C., Brus, R., Benča, T., Đodan, M., Cvjetkovic, B., Andrašev, S., Porta, L.N., Lavnyy, V., Mandžukovski, K. P., Roženberger, D., Wąsik, R., Goddefridus, M.J.M., Monteverdi M.C., Musch, B., Klisz, M., Perić, S., Keça, Lj., Bartlett, D., Hernea C., Păstor, M. (2020) Ecology, growth and management of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), a non-native species integrated into European forests. *Journal of Forestry Research Article*, 31, 1081–1101.
- Oberdörfer, E. (1957). *Pflanzensoziologische Exkursions Flora*. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- Ozenirler, C., Gencay C.O., Ecem B.N., Dikmen, F., Zare, G., Celikbicak, O., Sorkun, K. (2019). Physicochemical and Palynological Characterization of the *Onobrychis* Miller (Fabaceae) Honey. *Gazi University Journal of Science*, 32(1), 63-76.
- Pătruică, S., Alexa, E., Obiștioiu, D., Cocan, I., Radulov, I., Berbecea, A., Lazăr, R.N., Simiz, E., Vicar, N.M., Hulea, A., Moraru, D. (2022). Chemical Composition, Antioxidant, and Antimicrobial Activity of Some Types of Honey from Banat Region, Romania. *Molecules*, 27, 4179.
- Pellissier, V., Muratet, A., Verfaillie, F., Machon, N. (2012). Pollination success of *Lotus corniculatus* (L.) in an urban context. *Acta Oecologica*, 39, 94-100.
- Persano Oddo, L., Piro, R., Bruneau, E., Guyot-Declerck, C. Ivanov, T., Piškulová, J., Flamini, C., Lheritier, J., Morlot, M., Russmann, H., Von Der Ohe, W., Von Der Ohe, K., Gotsiou, P., Karabournioti, S., Kefalas, P., Passaloglou-Katrali, M., Thrasyvoulou, A., Tsigouri, A., Marcazzan, G. L., Piana, M. L., Piazza, M. G., Sabatini, A. G., Kerkvliet, J., Godinho, J., Bentabol, A., Ortiz Valbuena, A., Bogdanov, S., Ruoff, K. (2004): Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie*, 35, 38–S81.
- Rašić, S., Štefanić, E., Antunović, S., Jović, J., Kristek, S. (2018). Peludna analiza meda sjeveroistočne Hrvatske. *Poljoprivreda*, 24(2), 43-49.
- Raweh, H.S.A., Badjah-Hadj-Ahmed, A.Y., Iqbal, J., Alqarni, A.S. (2023). Physicochemical Composition of Local and Imported Honeys Associated with Quality Standards. *Foods (Basel, Switzerland)*, 12(11), 2181.
- Redžić, S., Barudanović, S., Radević, M. (2008). *Bosna i Hercegovina – zemlja raznolikosti*. Sarajevo: Federalno ministarstvo okoliša i turizma.
- Richardson, DM, Rejmánek, M. (2011). Trees and shrubs as invasive alien species – a global review. *Diversity Distributions*, 17, 788–809.
- Shakoori, Z., Salaseh, E., Mehrabian, A. R., Tehrani, D. M., Dardashti, N. F., & Salmanpour, F. (2024). The amount of antioxidants in honey has a strong relationship with the plants selected by honey bees. *Scientific reports*, 14(1), 351.
- Shuxuan, J., Per, K., Bo, M., Birte, B. (2021). Pollination and Plant Reproductive Success of Two Ploidy Levels in Red Clover (*Trifolium pratense* L.). *Frontiers in Plant Science*, 12, 720069.
- Simanonok, M.P., Otto, C.R.V., Iwanowicz, D.D., Cornman, R. S. (2021). Honey bee-collected pollen richness and protein content across an agricultural land-use gradient. *Apidologie* 52, 1291–1304.
- Official Gazette of B&H (2009). Rulebook on methods for the control of honey and other bee products of Bosnia and Herzegovina. 37/09. (in Bosnian)
- Sodré, G., da S., Marchini, L. C., Carvalho, C.A., & Moreti, A. C. (2007). Pollen analysis in honey samples from the two main producing regions in the Brazilian northeast. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 79(3), 381–388.
- Song, X-Y, Yao, Y-F, Yang, W-D (2012). Pollen Analysis of Natural Honeys from the Central Region of Shanxi, North China. *PLoS ONE* 7(11), e49545.
- Stanimirović, Z., Soldatović, B., Vučinić, M. (2000). *Biologija pčela. Medonosna pčela*. Beograd: Medicinska knjiga.
- Stevanović B., Janković M. (2001). *Ekologija biljaka sa osnovama fiziološke ekologije biljaka*. Beograd: NNK International.
- Šarić, G., Matković, D., Hruškar, M., Vahčić, N. (2008). Characterisation and Classification of Croatian Honey by Physicochemical Parameters. *Food Technology and Biotechnology* 46(4), 355–367.
- Tomczyk, M., Tarapatsky, M., & Džugan, M. (2019). The influence of geographical origin on honey composition studied by Polish and Slovak honeys. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(4), 232–238
- Topal, A., Uzun, A., Polat, O. (2023). Apifloristic diversity in the eastern Mediterranean region: implications for biodiversity conservation and use. *Archives of Biological Sciences*, 75(2), 221-236.
- Tulu, D., Aleme, M., Mengistu, G., Bogale A., Bezabeh, A.,

- Mendesil, E. (2023). Melissopalynological analysis and floral spectra of *Apis mellifera scutellata* Lepeletier bees in different agroecologies of southwest Ethiopia. *Heliyon*, 9(5), e16047.
- Tungmunthum, D., Drouet, S., Lorenzo, J. M., & Hano, C. (2021). Characterization of Bioactive Phenolics and Antioxidant Capacity of Edible Bean Extracts of 50 Fabaceae Populations Grown in Thailand. *Foods*, 10(12), 3118.
- Umelić, V. (2013). *Atlas medonosnog bilja 2*. Kragujevac.
- Umelić, V. (2015). *Atlas medonosnog bilja 1*. Kragujevac.
- Uršulin-Trstenjak, N., Levanić, D., Galić, A., Barušić, L., Jurica, K., Vahčić, N. (2014). Confirming the botanical origin of the Croatian black locust honey (Istria region) using physicochemical parameters during two seasons. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 8, 124-128.
- Uršulin-Trstenjak, N., Levanić, D., Šušnić, S., Lasić, D., Šušnić, V. (2015). Determination of the geographical origin of black locust honey of five Croatian regions by applying the PCA method. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 13, 68-74.
- Uršulin-Trstenjak, N., Puntarić, D., Levanić, D., Gvozdić, V., Pavlek, Ž., Puntarić, A., Puntarić, E., Puntarić, I., Vidosavljević, D., Lasić, D., Vidosavljević, M. (2017). Pollen, Physicochemical, and Mineral Analysis of Croatian *Acacia* Honey Samples: Applicability for Identification of Botanical and Geographical Origin. *Journal of Food Quality*, 2017(1), 8538693.
- Villalpando-Aguilar, J.L., Quej-Chi, V.H., López-Rosas, I., Cetzal-Ix, W., Aquino-Luna, V.Á., Alatorre-Cobos, F., Martínez-Puc, J.F. (2022). Pollen Types Reveal Floral Diversity in Natural Honeys from Campeche, Mexico. *Diversity*, 14(9), 740.
- Vítková, M., Müllerová, J., Sádlo, J., Pergl, J., Pyšek, P. (2017). Black locust (*Robinia pseudoacacia*), beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, 384, 287-302.
- Von Der Ohe, W., Persano Oddo, L., Piana, M. L., Morlot, M., Martin, P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35, 18-25.
- Youssef, A. M. M., Maaty, D. A. M., & Al-Saraireh, Y. M. (2023). Phytochemical Analysis and Profiling of Antioxidants and Anticancer Compounds from *Tephrosia purpurea* (L.) subsp. *apollinea* Family Fabaceae. *Molecules*, 28(9), 3939.
- Zhu, M., Zhao, H., Wang, Q., Wu, F., & Cao, W. (2020). A Novel Chinese Honey from *Amorpha fruticosa* L.: Nutritional Composition and Antioxidant Capacity In Vitro. *Molecules*, 25(21), 5211.

SAŽETAK

Floristički sastav medonosne paše koji je određen specifičnom kombinacijom medonosnih biljaka na lokalitetu čini ključni faktor koji definiše fizičke, hemijske i biološke osobine meda. Melisopalinološki spektri predstavljaju vjeran odraz florističkog sastava medonosne paše, te je njihova analiza ključna u razumijevanju medonosnog potencijala medonosnog bilja. Cilj ovog istraživanja je, na osnovu melisopalinološke analize uzoraka meda, utvrditi: a) broj vrsta, b) procentualni udio i c) frekvencu pojavljivanja vrsta porodice Fabaceae u uzorcima meda iz Bosne i Hercegovine (BiH). U okviru istraživanja prikupljeno je i analizirano 100 uzoraka različitih tipova meda s prostora Bosne i Hercegovine. Melisopalinološkom analizom je identifikovano 47 različitih tipova polena u ukupno 30.000 izbrojanih polenovih zrna. U botaničkom smislu, identifikovan je polen 24 porodica među kojima je najveći melisopalinološki značaj imala porodica Fabaceae, čija su polenova zrna konstatovana u čak 86% analiziranih profila. Na osnovu mikromorfoloških karaktera polenovih zrna identifikovane su sljedeće vrste/rodovi iz porodice Fabaceae: *Robinia pseudoacacia* L., *Lotus corniculatus* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Amorpha fruticosa* L., *Lathyrus* sp., *Medicago sativa* L. i *Onobrychis* sp. Polenova zrna porodice Fabaceae kao dominantna identifikovana su u 22%, kao akcesorna, u 40%, kao važna u 21% i kao minorna u 3% palinoloških profila. U okviru rada je prezentirano deset kategorija palinoloških profila koje su diferencirane na osnovu procentualnog udjela polenovih zrna porodice Fabaceae u pojedinačnim uzorcima. Specifično je da je od ukupnog broja uzoraka čak 70% imalo udio polenovih zrna ove porodice više od 10%. Na osnovu rezultata ovog istraživanja može se zaključiti da vrste iz porodice Fabaceae imaju veliki medonosni potencijal i predstavljaju važnu komponentu apiflore BiH. Rezultati istraživanja predstavljaju naučnu osnovu za unapređenje strategije održivog pčelarenja i očuvanje biodiverziteta autohtone apiflore BiH.

Appendix I. Melisopalynological characterization of the investigated honey samples at the family level
(geographical distribution of localities is marked in Figure 1)

Prilog I. Melisopalinološka karakterizacija istraživanih uzoraka meda na nivou porodice
(geografska distribucija lokaliteta je označen na Slici 1)

Location number	dominant (≥45%)	accessory (from ≥15% to <45%)	important (from ≥3% to <15%)	minor (less than <3%)
1	Fagaceae (73.33)	Malvaceae (17.33)	Compositae (5.67), Fabaceae (3.67)	
2	Fagaceae (93.33)		Poaceae (4.33)	Malvaceae (1.33), Rosaceae (1)
3	Fagaceae (97.67)			Rosaceae (1.33), Malvaceae (1)
4	Fagaceae (98.33)			Malvaceae (1), Poaceae (0.67)
5	Malvaceae (50)	Fabaceae (41.33)	Rosaceae (6.33)	Compositae (1.67), Apiaceae (0.67)
6	Fabaceae (57.67)	Oleaceae (30.67)	Compositae (8)	Poaceae (2.33), Cupressaceae (1.33)
7	Malvaceae (62.67)	Fagaceae (24.67)	Fabaceae (4.33), Poaceae (3.67), Plantaginaceae (3)	Compositae (1.67)
8	Malvaceae (62.33)	Fagaceae (24.67)	Fabaceae (7.67), Compositae (5.33)	
9	Fagaceae (89)		Compositae (4.33), Fabaceae (3.33)	Poaceae (2.33), Malvaceae (1)
10	Fabaceae (81.67)		Rosaceae (10), Oleaceae (5.67)	Fagaceae (2.67)
11		Oleaceae (29.67), Fagaceae (25), Fabaceae (21.33)	Pinaceae (10), Viburnaceae (7.33), Compositae (6.67)	
12	Fagaceae (75.67)	Fabaceae (23)		Poaceae (1.33)
13		Poaceae (34.67), Plantaginaceae (34.33), Fabaceae (29)		Compositae (2)
14		Compositae (31.67), Malvaceae (23.33), Fabaceae (18.33)	Poaceae (11), Plantaginaceae (5.33), Apiaceae (4.33), Cornaceae (3), Fagaceae (3)	
15	Fabaceae (48.33)	Malvaceae (23)	Poaceae (9.67), Compositae (7.67), Oleaceae (7.67), Plantaginaceae (3.67)	
16		Compositae (41.33), Fabaceae (27)	Plantaginaceae (12.67), Poaceae (10.33), Juglandaceae (8.67)	
17		Malvaceae (40.67), Fabaceae (21.67), Compositae (15)	Oleaceae (8), Rosaceae (7.67), Poaceae (7)	
18	Fabaceae (85.67)		Oleaceae (6.33), Poaceae (5.67)	Cupressaceae (2.33)
19	Cornaceae (54.67)		Malvaceae (14.67), Fabaceae (13.33), Lamiaceae (9), Poaceae (6.33)	Compositae (2)

Location number	dominant (≥45%)	accessory (from ≥15% to <45%)	important (from ≥3% to <15%)	minor (less than <3%)
20	Fabaceae (55)	Compositae (15.67)	Rosaceae (12.33), Fagaceae (9.33), Poaceae (7.67)	
21		Fabaceae (33.33), Oleaceae (23.67), Poaceae (19)	Malvaceae (11.33), Compositae (8), Plantaginaceae (4.67)	
22	Ericaceae (73.33)		Compositae (9.33), Rosaceae (8.33), Lamiaceae (6), Apiaceae (3)	
23	Fabaceae (57.33)	Compositae (26)	Cornaceae (7.67), Malvaceae (7)	Apiaceae (2)
24	Fagaceae (95)		Compositae (4)	Fabaceae (1)
25		Lamiaceae (43.33), Cornaceae (24.33), Fabaceae (22.67)	Compositae (6), Oleaceae (3.67)	
26		Fabaceae (37.67), Malvaceae (26), Compositae (15.33)	Cornaceae (13), Pinaceae (4.67), Fagaceae (3.33)	
27	Fagaceae (86)		Malvaceae (8.67)	Fabaceae (2.33)
28	Fabaceae (86.33)		Oleaceae (8.67), Fagaceae (4)	Compositae (1)
29		Cornaceae (23.67), Lamiaceae (23.33), Compositae (23.33)	Fabaceae (11), Rosaceae (9.33), Fagaceae (4.33), Plantaginaceae (3.67)	Apiaceae (1.33)
30	Fabaceae (52.33)	Compositae (17.33)	Cornaceae (5), Poaceae (4.33), Ranunculaceae (4.33), Viburnaceae (4), Ericaceae (4), Malvaceae (3.67), Boraginaceae (3.33)	Pinaceae (1.67)
31	Fabaceae (56)	Oleaceae (26)	Cornaceae (6.33), Poaceae (5.33), Rosaceae (3.67)	Fagaceae (2.67)
32	Rosaceae (47)		Oleaceae (11.33), Poaceae (9.67), Juglandaceae (7.67), Compositae (6.33), Viburnaceae (6.33), Plantaginaceae (6), Cornaceae (5.67)	
33	Rosaceae (42.67)	Lamiaceae (30), Fabaceae (17.67)	Cornaceae (9.33)	Poaceae (0.33)
34	Malvaceae (54.67)	Fagaceae (20.33)	Compositae (11.33), Rosaceae (4.67), Poaceae (4.33)	Caryophyllaceae (2.67), Plantaginaceae (2)
35	Fabaceae (49.67)	Lamiaceae (22.67), Rosaceae (17)	Fagaceae (6.67), Poaceae (4)	
36	Fabaceae (56)	Oleaceae (30.67)	Ericaceae (9.33)	Poaceae (2.67), Compositae (1.33)
37	Fabaceae (56.67)	Oleaceae (30)	Poaceae (7.67), Caryophyllaceae (5.67)	
38	Fabaceae (71.33)	Oleaceae (26.33)		Poaceae (2.33)
39	Fabaceae (82.33)		Rosaceae (6.33), Poaceae (6), Compositae (3)	Caryophyllaceae (2.33)

Location number	dominant (≥45%)	accessory (from ≥15% to <45%)	important (from ≥3% to <15%)	minor (less than <3%)
40	Fabaceae (64.33)	Oleaceae (31)		Fagaceae (2), Cupressaceae (1.33), Poaceae (1.33)
41	Fabaceae (63)	Fagaceae (22)	Compositae (14)	Oleaceae (1)
42		Fabaceae (25), Oleaceae (17.67)	Poaceae (12.33), Malvaceae (11.33), Fagaceae (9.67), Rosaceae (8.67), Compositae (7.67), Caryophyllaceae (7.67)	
43	Fabaceae (61.33)		Oleaceae (9.33), Rosaceae (9), Poaceae (8), Compositae (7.33), Fagaceae (5)	
44		Rosaceae (24), Lamiaceae (22), Fabaceae (19.33)	Simaroubaceae (10), Compositae (9), Poaceae (8.33), Pinaceae (4), Apiaceae (3.33)	
45	Fabaceae (82.33)		Fagaceae (5.33), Compositae (4.67), Poaceae (4.33), Cornaceae (3.33)	
46		Malvaceae (43.67), Fabaceae (23.33), Compositae (20.33)	Plantaginaceae (9), Lamiaceae (3.67)	
47	Malvaceae (50.33)	Fabaceae (26.67)	Compositae (11), Rosaceae (7.67), Poaceae (4.33)	
48		Fabaceae (41.33), Malvaceae (18.67), Fagaceae (16.33), Rosaceae (16.33)	Compositae (7.33)	
49	Malvaceae (40.67)	Fagaceae (16), Compositae (15)	Rosaceae (10.67), Fabaceae (8.67), Poaceae (6)	Apiaceae (1.67), Lamiaceae (1.33)
50	Malvaceae (63)		Fabaceae (14.33), Lamiaceae (7), Apiaceae (6), Compositae (5), Plantaginaceae (4.67)	
51		Fabaceae (30.33), Poaceae (24.33)	Lamiaceae (14), Compositae (11), Plantaginaceae (6.33), Malvaceae (5.33), Polygonaceae (4.33), Apiaceae (4.33)	
52		Malvaceae (33.33), Fagaceae (21.67), Polygonaceae (21.33)	Poaceae (9.67), Compositae (5.67), Plantaginaceae (5.33), Fabaceae (3)	
53	Compositae (73.33)		Fabaceae (8), Malvaceae (6.67), Poaceae (5.67), Chenopodiaceae (3.33), Plantaginaceae (3)	
54		Ericaceae (27.33), Poaceae (24.67)	Plantaginaceae (14.33), Rosaceae (8), Polygonaceae (8), Compositae (6.33), Apiaceae (5.67), Malvaceae (4.67)	Fabaceae (1)

Location number	dominant (≥45%)	accessory (from ≥15% to <45%)	important (from ≥3% to <15%)	minor (less than <3%)
55	Oleaceae (54.33)	Fabaceae (18.33)	Compositae (6.67), Rosaceae (5.67), Poaceae (5.33), Apiaceae (5.33), Lamiaceae (4.33)	
56		Compositae (39.67), Rosaceae (26.67), Fabaceae (18.00)	Poaceae (9.33), Oleaceae (6)	Ericaceae (1.33)
57	Rosaceae (47)	Fagaceae (39.33)	Compositae (7.67), Poaceae (6)	
58		Fabaceae (36.67), Rosaceae (25.33), Fagaceae (14)	Poaceae (11), Compositae (7.33), Malvaceae (5.67)	
59	Fabaceae (82.33)		Plantaginaceae (5.67), Oleaceae (4.33), Poaceae (3)	Compositae (2.67), Apiaceae (2)
60		Rosaceae (26), Fabaceae (25), Compositae (18)	Ericaceae (14), Plantaginaceae (10.67), Poaceae (4)	Apiaceae (2.33)
61	Fabaceae (58.33)		Poaceae (11.67), Oleaceae (11.67), Polygonaceae (7), Rosaceae (4.67), Compositae (4.33)	Cupressaceae (2.33)
62	Fabaceae (45)	Rosaceae (34.67), Oleaceae (16.33)	Compositae (4)	
63	Fagaceae (73.33)	Fabaceae (20)		Rosaceae (2.67), Pinaceae (2), Malvaceae (1.33), Plantaginaceae (0.67)
64		Rosaceae (26.67), Fabaceae (21), Compositae (16.33), Oleaceae (15.33)	Poaceae (10), Fagaceae (8.33)	Malvaceae (2.33)
65		Rosaceae (36), Fabaceae (33.67)	Compositae (11.67), Poaceae (10.33), Fagaceae (8.33)	
66	Oleaceae (91)		Rosaceae (5.33)	Poaceae (2), Polygonaceae (1.67)
67		Rosaceae (39.67), Fabaceae (26.67), Oleaceae (16.33)	Compositae (8.33), Poaceae (7.67)	Plantaginaceae (1.33)
68	Fagaceae (61)	Malvaceae (17.33), Rosaceae (17.33)	Apiaceae (4.33)	
69	Malvaceae (57.67)	Rosaceae (20.67)	Compositae (8), Fabaceae (6.67), Lamiaceae (5.33)	Poaceae (1.67)
70	Fagaceae (71.33)		Compositae (7.67), Poaceae (5.33)	Malvaceae (2)
71		Compositae (38.67), Malvaceae (30.33)	Fabaceae (10.67), Plantaginaceae (7.33), Apiaceae (6.67), Rosaceae (4.33)	Poaceae (2)
72	Compositae (69.67)		Fabaceae (7.33), Plantaginaceae (5.67), Poaceae (6.33), Rosaceae (6), Malvaceae (5)	

Location number	dominant (≥45%)	accessory (from ≥15% to <45%)	important (from ≥3% to <15%)	minor (less than <3%)
73	Malvaceae (84)		Rosaceae (8), Poaceae (5.33)	Compositae (2.67)
74		Compositae (31.67), Fabaceae (15.67), Rosaceae (15.33)	Poaceae (11), Plantaginaceae (7.33), Malvaceae (6.33), Oleaceae (6.33), Polygonaceae (5.67), Apiaceae (4), Fagaceae (3)	
75		Rosaceae (37.33), Compositae (24.33), Fabaceae (24)	Apiaceae (5.67), Plantaginaceae (3), Poaceae (3)	Lamiaceae (2.67)
76	Compositae (52.33)	Fabaceae (32.33)	Plantaginaceae (7.67), Malvaceae (6.33)	Poaceae (1.3)
77	Compositae (70.67)	Malvaceae (29.33)		
78		Malvaceae (34.67), Compositae (34)	Rosaceae (11.33), Lamiaceae (9), Plantaginaceae (5.67), Poaceae (5.33)	
79		Fabaceae (27.33), Compositae (15)	Rosaceae (12.67), Poaceae (10.67), Lamiaceae (8.67), Brassicaceae (8), Polygonaceae (5), Boraginaceae (4.33), Malvaceae (3.33)	Plantaginaceae (2.67), Pinaceae (2.33)
80	Rosaceae (56.67)	Oleaceae (19)	Fabaceae (10.67), Polygonaceae (8.67), Compositae (5)	
81		Fabaceae (38), Compositae (17.33)	Rosaceae (12.33), Plantaginaceae (8.67), Brassicaceae (8.33), Lamiaceae (8), Poaceae (7.33)	
82		Poaceae (31.33), Malvaceae (20)	Compositae (14.67), Rosaceae (10), Lamiaceae (9.67), Fabaceae (5.67), Brassicaceae (4.33), Plantaginaceae (4.33)	
83		Poaceae (15), Rosaceae (15)	Malvaceae (14), Fabaceae (13.33), Plantaginaceae (10.33), Compositae (9.67), Brassicaceae (6.33), Polygonaceae (6), Oleaceae (5.33), Apiaceae (5)	
84		Fabaceae (32), Compositae (22.33)	Malvaceae (13.33), Rosaceae (7), Brassicaceae (6.33), Plantaginaceae (6.33), Boraginaceae (5), Chenopodiaceae (4), Lamiaceae (3.67)	
85		Compositae (25.67), Brassicaceae (22.33)	Fagaceae (12.33), Fabaceae (10.33), Rosaceae (9.33), Malvaceae (9), Poaceae (7.67)	Pinaceae (2), Plantaginaceae (1.33)
86		Fabaceae (23.67), Rosaceae (17.33), Compositae (16)	Plantaginaceae (12), Malvaceae (11.67), Poaceae (11), Polygonaceae (6.33)	Pinaceae (2)
87		Brassicaceae (27.33), Compositae (17), Malvaceae (15)	Poaceae (11), Plantaginaceae (10.67), Fabaceae (8.33), Chenopodiaceae (4.33), Oleaceae (4)	Lamiaceae (2.33)

Location number	dominant (≥45%)	accessory (from ≥15% to <45%)	important (from ≥3% to <15%)	minor (less than <3%)
88	Compositae (54.33)	Malvaceae (18.33), Fabaceae (15.67)	Poaceae (6.33), Plantaginaceae (5.33)	
89	Rosaceae (53.33)	Fabaceae (15.67)	Compositae (10.67), Plantaginaceae (7.67), Poaceae (5)	Pinaceae (2.33), Apiaceae (2), Cornaceae (1.67), Polygonaceae (1.67)
90	Rosaceae (49.33)		Malvaceae (14.33), Compositae (14), Fabaceae (9.33), Poaceae (6), Pinaceae (5.33)	Lamiaceae (1.67)
91		Fabaceae (36.33), Ericaceae (19.33)	Lamiaceae (13.67), Compositae (12.67), Apiaceae (9), Plantaginaceae (8.33)	Rubiaceae (0.67)
92		Ericaceae (31.67), Rosaceae (15.33), Brassicaceae (15)	Fabaceae (11.67), Poaceae (7.33), Cornaceae (5.67), Oleaceae (5.67)	Pinaceae (2)
93		Polygonaceae (18.67), Compositae (17.33), Fabaceae (16.67)	Rosaceae (10.33), Poaceae (10), Lamiaceae (9), Brassicaceae (8.67), Plantaginaceae (7)	Apiaceae (2.33)
94		Fabaceae (27.33), Rubiaceae (22.67), Poaceae (20)	Compositae (11.67), Polygonaceae (8.33), Apiaceae (6.67), Brassicaceae (3.33)	
95		Rosaceae (29.67), Brassicaceae (21.67), Fabaceae (19.67)	Plantaginaceae (9), Oleaceae (8.33), Juglandaceae (4.33), Malvaceae (4), Poaceae (3.33)	
96		Fabaceae (36), Compositae (34), Malvaceae (17.33)	Polygonaceae (12.67)	
97		Fabaceae (42.67), Boraginaceae (26.33)	Poaceae (9.67), Compositae (6.67), Polygonaceae (6.33), Simaroubaceae (5), Cornaceae (3.33)	
98		Rosaceae (28.33), Malvaceae (23.33), Fagaceae (16), Poaceae (15)	Compositae (10.67), Plantaginaceae (6.67)	
99	Fabaceae (59)	Rosaceae (16)	Poaceae (8), Polygonaceae (7.67), Compositae (5.33), Ericaceae (4)	
100	Rosaceae (52.33)		Compositae (12), Poaceae (11.33), Malvaceae (8.33), Fabaceae (6.67), Plantaginaceae (5), Apiaceae (4)	

Received: September 27, 2025; **Accepted:** November 14, 2025; **Published:** December 31, 2025

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The Presence of Non-native Fish Species in the Waters of Bosnia and Herzegovina

Zastupljenost stranih vrsta riba u vodama Bosne i Hercegovine

Adna Saliharević Ćorić^{1*}, Avdul Adrović¹, Alen Bajrić¹, Edina Hajdarević¹

¹ Faculty of Science, University of Tuzla, Urfeta Vejzagića 4, 75 000 Tuzla, Bosnia and Herzegovina

ABSTRACT

Thanks to the exceptional natural characteristics and great biological diversity, the waters of Bosnia and Herzegovina possess significant ichthyofaunal value. Significant hydrological interventions, on both biological and economic levels, have had a strong negative impact on the fish populations, primarily through the introduction of foreign (allochthonous) species. Bosnia and Herzegovina currently does not have a list of foreign or invasive species registered on its territory. The research was conducted through the analysis of scientific papers, professional literature, articles, studies, and books, with the goal of providing an overview of the diversity and representation of foreign and invasive fish species in the Adriatic and Black Sea basins. The data show a significant occurrence of introduced species, some of which have a considerable harmful impact, while others do not pose a threat to native populations. The most pronounced negative impact on native populations is caused by the species *Pseudorasbora parva*, *Lepomis gibbosus*, *Sander lucioperca*, *Ameiurus nebulosus*, *Oncorhynchus mykiss*, and *Carassius gibelio*, which have multiplied significantly. Therefore, in the future, the implementation of activities related to fish stocking and the translocation of fish stocks should be carried out under the supervision of qualified experts in the fields of ichthyology and aquatic ecosystem management.

Key words: fish, non-native, diversity, waters of Bosnia and Herzegovina

INTRODUCTION – Uvod

Vode Bosne i Hercegovine obuhvataju dva riječna sliva: crnomorski i jadranski. Od ukupne površine slivnog područja BiH, 38.719 km² ili 75,7% pripada rijeci Savi, odnosno Dunavu i Crnom moru, a slivu Jadranskog mora 12.410 km² ili 24,3% (Glamuzina et al., 2010).

Fauna slatkovodnih riba Bosne i Hercegovine odlikuje se značajnim bogatstvom i raznolikošću vrsta, među kojima posebno mjesto zauzimaju one endemske, uskog

areala rasprostranjenosti. Sofradžija (2009) navodi da diverzitet slatkovodne ihtiofaune Bosne i Hercegovine čini 118 (pod)vrsta unutar 70 rodova i 27 familija.

Strana vrsta je vrsta koja je unesena izvan svog prirodnog područja rasprostranjenosti direktnim ili indirektnim posredovanjem čovjeka. Kad strana vrsta u novom području ugrožava ili štetno djeluje na autohtone vrste tog područja, ili pak ugrožava zdravlje ljudi i gospodarstvo, tada se ona smatra invazivnom stranom vrstom (Mihinjac et al., 2019).

* Corresponding author: Adna Saliharević Ćorić, Faculty of Science and Mathematics University of Tuzla; Univerzitetska 4, 75000 Tuzla, Bosnia and Herzegovina; e-mail address: adna.saliharevic-coric@untz.ba

Jedan od glavnih razloga unošenja stranih vrsta riba u nova područja je akvakultura, odnosno unos radi uzgoja za hranu. Ponekad su introdukcije ribljih vrsta vršene i s drugim ciljem, naprimjer s ciljem biološke borbe (Vuković & Kosorić, 1978).

Kako ističe Mihinjač et al. (2019), najvažniji negativni utjecaji stranih slatkovodnih riba na autohtone vrste su kompeticija za hranu i stanište, predacija, hibridizacija te prijenos parazita i bolesti.

Postavljanju zaljučaka o tome koliko su u našim voda-
ma prisutne invazivne strane vrste, značajno je pomoglo
prikupljanje i analiza literaturnih podataka vezanih za
ovu problematiku, što je bio i cilj ovoga rada. Broj une-

senih vrsta uputit će nas na zaključak kako i na koji način su te vrste unesene, a same posljedice te introdukcije imat će kompleksne utjecaje na ekosisteme kroz dugi niz godina.

MATERIALS AND METHODS – *Materijal i metode*

Istraživanje je provedeno pregledom relevantne literature prikupljene iz naučnih časopisa, monografija i izvještaja dostupnih u elektronskim bazama podataka (Web of Science, Scopus, Google Scholar), kao i iz nacionalnih biblioteka i arhiva. Literaturni podaci sežu od rada u kojem se govori o iskustvima s unošenjem kalifornijske pastrmke u Jugoslaviju (Mršić, 1935) pa do najnovijih

Table 1. Overview of foreign/invasive species of the Black Sea basin

Tabela 1. Prikaz stranih/invazivnih vrsta crnomorskog sliva

[illegible]

	Sava Gradiška	Bosna Brka	Drina Zvornik	Bardača			
<i>Pseudorasbora parva</i>	P (Simonović et al., 2015)	P (Simonović et al., 2015)	P (Simonović et al., 2015)	P (Kadić et al., 2007)			
	Sava Gradiška	Bosna Jezero Modrac	Sava Posavina	Bardača	Srednji i donji tok Vrbasa	Sana Prijeđor	
<i>Ameiurus nebulosus</i>	P (Simonović et al., 2015)	P (Simonović et al., 2015)	3 (Nedić et al.,2014)	P (Kadić et al., 2007)	P (Radević, 2001)	1 (Dekić et al., 2020) ¹	
	Bosna Jezero Modrac	Bosna Spreča	Sava Posavina	Bardača	Srednji i donji tok Vrbasa	Sana Prijeđor	Sana Novi Grad
<i>Sander lucioperca</i>	P (Simonović et al., 2015; Memić, 2018)	P (Simonović et al., 2015; Memić, 2018)	2 (Nedić et al.,2014)	P (Kadić et al., 2007)	P (Radević, 2001)	2 (Dekić et al., 2020)	1 (Dekić et al., 2020)
	Sava Posavina	Bosna Bara Štarača – Ljubinjici	Bardača	Srednji i donji tok Vrbasa			
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	1 (Nedić i sar.,2014)	2 (Škrijelj et al., 2016)	P (Kadić et al., 2007)	P (Radević, 2001)			
	Sava Posavina	Sava Rijeka Jablanica	Ukrina				
<i>Neogobius fluviatilis</i>	36 (Nedić et al.,2014)	P (Golub et al., 2018)	1 (Golub et al., 2017)				
	Bardača	Srednji i donji tok Vrbasa	Plivska jezera				

I Literaturni podaci u većini slučajeva upućuju na prisustvo vrste *Ameiurus nebulosus* (smeđi američki somić) u vodama Republike Srpske – BiH, mada evropski ihtiolozi naglašavaju da je u evropskim slatkim vodama prisutan najčešće *Ameiurus melas*, odnosno crni američki somić (Čaleta et al., 2019; Halilović, 2012 prema Dekić et al., 2020).

<i>Cyprinus carpio</i>	P (Kadić et al., 2007)	P (Radević, 2001)	P (Kosorić et al., 1955)				
	Bardača	Srednji i donji tok Vrbasa					
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	P (Kadić et al., 2007)	P (Radević, 2001)					
	Srednji i donji tok Vrbasa	Plivska jezera	Stupčanica Sliv Krivaje				
<i>Salvelinus fontinalis</i>	P (Radević, 2001)	P (Kosorić et al., 1955; Aganović, 1965)	4 (Kosorić & Mikavica, 1981)				
	Bosna Jezero Modrac						
<i>Ameiurus melas</i>	P (Memić, 2018)						

istraživanja koja su vezana za unošenje invazivnih vrsta u naše vode (Vuković et al., 2008; Sofradžija, 2009; Simonić et al., 2015; Čičić-Močić, 2016; Tutman et al., 2017; Žujo Zekić et al., 2020).

RESULTS AND DISCUSSION - Rezultati i diskusija

Pregledom raspoložive ihtiološke literature, koja tretira diverzitet i druge odlike riba u vodama Bosne i Hercegovine, prikupili smo podatke o stranim ribama, putevima i načinu njihovog unošenja te daljoj distribuciji u crnomorskom ili jadranskom slivu.

U tabelama 1 i 2 predstavljen je kratak pregled registrovanih stranih invazivnih vrsta za crnomorski i jadranski sliv Bosne i Hercegovine, prema lokalitetu nalaza i refe-

renci u kojoj smo našli spomenute podatke. Važno je naglasiti da u Bosni i Hercegovini ne postoji zvaničan dokument popisa ovih vrsta te da je neophodno obratiti pažnju na dosadašnja istraživanja koja dijelom prikazuju njihovo prisustvo.

Za neke vrste poznato je da su od davnina unesene u vode Bosne i Hercegovine i da su se stabilno održale. Jedna od najpoznatijih je svakako kalifornijska pastrmka. Mršić (1935) navodi da je kalifornijska pastrmka puštena u Trebišnjicu 1904. i ponovno 1912. i 1914. godine, i to oba puta u obliku jednogodišnjaka. Prenesena je bila iz ribogojilišta Vrelo Bosne, koje je u periodu 1902–1904. godine uvozilo oplođenu ikru izravno iz Kalifornije, kao i ponovno 1911. godine. Da se ova vrsta do danas održala, govore i podaci novijih istraživanja.

Table 2. Overview of foreign/invasive species of the Adriatic basin

Tabela 2. Prikaz stranih/invazivnih vrsta jadranskog sliva

	Glamočko polje Lokve u Glamočkom polju	Glamočko polje Rijeka Ševarova jaruga	Livanjsko polje Buško jezero	Livanjsko polje Jezero Mandak	Šuičko i Duvanjsko polje Sliv rijeke Šuice	Imotsko-bekijsko polje Jezero Krenica	Sliv rijeke Neretve Jablaničko jezero	Sliv rijeke Neretve Ramsko jezero i pritoke
<i>Carassius gibelio</i>	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)	406 (Šanda et al., 2009a; Žujo-Zekić, 2009; Žujo-Zekić et al., 2020)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2008; Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)
	Sliv rijeke Neretve Kanal u Hutovom blatu	Močvara Hutovo blato	Donja Neretva	Mostarska akumulacija				
<i>Carassius gibelio</i>	P (Šanda et al., 2008; Šanda et al., 2009a)	P (Glamuzina et al., 2010; Tutman et al., 2012b)	P (Glamuzina et al., 2018)	P (Glamuzina et al., 2018)				
	Glamočko polje Lokve u Glamočkom polju	Livanjsko polje Jezero Mandak	Imotsko-bekijsko polje Jezero Krenica	Mostarsko blato Sliv rijeke Lišnice	Popovo polje Sliv rijeke Trebišnjice	Sliv rijeke Neretve Jablaničko jezero	Sliv rijeke Neretve Ramsko jezero i pritoke	Močvara Hutovo blato
<i>Cyprinus carpio</i>	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2008; Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2008; Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Glamuzina et al., 2010; Tutman et al., 2012b)

	Mostarska akumulacija	Uloško jezero	Livanjsko polje Buško jezero	Bran HE Mostar Žitomislčići		Mostarsko blato Sliv rijeke Lišnice	
<i>Cyprinus carpio</i>	P (Glamuzina et al., 2018)	10 (Vegara et al., 2009)	89 (Šanda et al., 2009a; Žujo-Zekić, 2009; Žujo-Zekić et al., 2020)	7 (Milašinović et al., 2015)	<i>Aulopyge huegeli</i> <i>Salvelinus fontinalis</i>	P (Šanda et al., 2009a)	
	Močvara Hutovo blato	Livanjsko polje Buško jezero				Imotsko-bekijsko polje Jezero Krenica	

<i>Silurus glanis</i>	P (Glamuzina et al., 2010; Tutman et al., 2012b)	108 (Šanda et al., 2009a; Žujo-Zekić, 2009; Žujo-Zekić et al., 2020)			<i>Cobitis illyrica</i>	P (Šanda et al., 2009a)	
	Livanjsko polje Jezero Mandak						
<i>Rutilus basak</i>	P (Šanda et al., 2009a)						
	Šuičko i Duvanjsko polje Sliv rijeke Šuice	Popovo polje Sliv rijeke Trebišnjice	Sliv rijeke Neretve Ramsko jezero i pritoke	Sliv rijeke Neretve Kanal u Hutovom blatu	Močvara Hutovo blato	Livanjsko polje Buško jezero	Brana HE Mostar Žitomislići
<i>Lepomis gibbosus</i>	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2008; Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2008; Šanda et al., 2009a)	P (Glamuzina et al., 2010; Tutman et al., 2012b)	77 (Žujo-Zekić, 2009; Žujo-Zekić et al., 2020)	31 (Milašinović et al., 2015)

	Mostarsko blato Sliv rijeke Lištice	Močvara Hutovo blato	Livanjsko polje Buško jezero		
<i>Ameiurus nebulosus</i>	P (Šanda et al., 2009a)	P (Glamuzina et al., 2010; Tutman et al., 2012b)	3 (Žujo-Zekić, 2009)		
	Mostarsko blato Sliv rijeke Lištice	Uloško jezero	Brana HE Mostar Žitomislići	Buna	
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	P (Šanda et al., 2009a)	9 (Vegara et al., 2009)	13 (Milašinović et al., 2015)	41 (Milašinović et al., 2015)	
	Popovo polje Sliv rijeke Trebišnjice	Sliv rijeke Neretve Jablaničko jezero	Sliv rijeke Neretve Kanal u Hutovom blatu	Močvara Hutovo blato	
<i>Tinca tinca</i>	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Tutman et al., 2012b)	
	Sliv rijeke Neretve Jablaničko jezero	Sliv rijeke Neretve Ramsko jezero i pritoke	Močvara Hutovo blato	Mostarska akumulacija	Livanjsko polje Buško jezero
<i>Sander lucioperca</i>	P (Šanda et al., 2009a)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Glamuzina et al., 2010; Tutman et al., 2012b)	(Glamuzina et al., 2018)	57 (Žujo-Zekić, 2009; Žujo-Zekić et al., 2020)
	Uloško jezero	Sliv rijeke Neretve Kanal u Hutovom blatu	Močvara Hutovo blato		
<i>Pseudorasbora parva</i>	7 (Vegara et al., 2009)	P (Šanda et al., 2008; Šanda et al., 2009a)	P (Glamuzina et al., 2010; Tutman et al., 2012b)		

	Popovo polje Sliv rijeke Trebišnjice	Sliv rijeke Neretve Kanal u Hutovom blatu	Močvara Hutovo blato	
<i>Gambusia holbrooki</i>	P (Landeka et al., 2015)	P (Šanda et al., 2009a)	P (Glamuzina et al., 2010; Tutman et al., 2012b)	
	Carevac – Ulog – Opština Kalinovik	Bostan, Luke – Ulog (Opština Kalinovik)	Neretva Hrastovac	
<i>Aloftona potočara</i>	6 (Vegara et al., 2009)	5 (Vegara et al., 2009)	5 (Vegara et al., 2009)	
	Močvara Hutovo blato	Livanjsko polje Buško jezero		
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	P (Glamuzina et al., 2010; Tutman et al., 2012b)	I (Žujo-Zekić, 2009)		
	Sliv rijeke Neretve Kanal u Hutovom blatu	Brana HE Mostar Žitomislići		Gornja Neretva
<i>Gambusia affinis</i>	P (Šanda et al., 2008)	26 (Milašinović et al., 2015)	<i>Thymallus thymallus</i>	P (Glamuzina et al., 2018)
	Močvara Hutovo blato			
<i>Abramis brama</i> <i>Ctenopharyngodon idella</i> <i>Esox lucius</i> <i>Gymnocephalus cernua</i> <i>Perca fluviatilis</i>	P (Glamuzina et al., 2010; Tutman et al., 2012b)			

Čičić-Močić (2016) navodi da prema raspoloživim podacima u Bosni i Hercegovini danas postoji preko 30 različitih ribnjaka koji se bave uzgojem ove vrste.

U zelenogorskim jezerima dobro su se aklimatizovale salmonidne vrste, potočna i jezerska zlatovčica te kalifornijska pastrmka (Kosorić & Vuković, 1981).

U slivu rijeke Save zabilježeno je ukupno 15 stranih vrsta riba, a najinvazivnije su babuška *Carassius gibelio* i patuljasti somić *Ameiurus nebulosus* (Simonović et al., 2015).

Jedna interesantna vrsta koju vrijedi spomenuti kao pripadnika voda BiH, a koja nije mnogo rasprostranjena, jeste *Micropterus salmoides*. Tutman et al. (2017) navodi da je jedan primjerak *Micropterus salmoides* uhvaćen 28. novembra 2014. godine, troslojnom mrežom lokalnog ribara (veličine oka 40 mm) na rijeci Savi (sliv Dunava), u blizini mjesta Kaoci, sjeverna Bosna i Hercegovina. Ovo je ujedno i prvi pouzdan zapis rasprostranjenja ove vrste. Porijeklo ove introdukcije nije poznato, ali najvjerovatnije se radilo o širenju iz susjednih slatkovodnih staništa iz ostalih dijelova sliva rijeke Save u Hrvatskoj i rijeke Dunav u Srbiji (Tutman et al., 2017).

Također je i *Misgurnus fossilis*, kao ekonomski važna riba, pronađena u vodama Bosne i Hercegovine, daleko od prirodnog areala. Šukalo et al. (2018) su dali prvi zapis ove vrste u slivu Jadranskog mora. Ova vrsta je zastupljena i u vodama crnomorskog sliva. Nekoliko primjeraka pronađeno je u rijeci Matura na području Bardače (Vuković et al., 2008).

Veoma zanimljive rezultate pokazalo je istraživanje dviju rijeka, Matura i Brzaja s područja Bardače, na osnovu kojih je utvrđeno da su dvije alohtone vrste najdominantnije: *Carassius gibelio* i *Ameiurus nebulosus* (Vuković et al., 2008).

Zanimljiva je činjenica da prvi zapis o vrsti *Neogobius melanostomus* u Bosni i Hercegovini seže još iz 19. vijeka (Pallas, 1814), a njegovo ponovno prisustvo zabilježeno je prije nekoliko godina (Čolić et al., 2018).

Prisustvo alohtonih vrsta zabilježeno je i u vodama tuzlanske regije, kao što su: babuška (*Carassius gibelio*), američki somić (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820) i sunčanica (*Lepomis gibbosus* Linnaeus, 1758) (Memić, 2018). Osim navedenih vrsta riba, u jezeru Modrac živi još i bijeli amur (*Ctenopharingodon idella* Val.), karas (*Carassius carassius* L.), šljivar (*Vimba vimba* L.) i sunčanica (*Lepomis gibbosus* L.) (Habeković et al., 1981).

Jezerska zlatovčica je u prošlom vijeku introdukovana u Plivska jezera, ali su istraživanja pokazala da je ta introdukcija uspješno urađena jer je konstatovano da kroz

dugi niz godina nije došlo do povećanja njene brojnosti (Aganović, 1965).

Istraživanje na rijeci Jablanici također pokazuju prisustvo pojedinih invazivnih vrsta. Uočeno je prisustvo tri introducirane i invazivne vrste riba, i to: *Neogobius fluviatilis*, *Lepomis gibbosus* i *Carassius gibelio*, sve pronađene na lokalitetu Vrbaška (Golub et al., 2018).

Dekić et al. (2020) ukazuju na introdukciju alohtonih vrsta riba i njihov potencijalno negativni uticaj u rijeci Sani, što svakako ukazuje na tendenciju širenja alohtonih vrsta riba u našim vodama.

U okviru stranih vrsta koje su u Bosni i Hercegovini pronađene s pojedinačnim primjercima, važno je spomenuti i vrstu *Coregonus peled*. Terenska ihtiološka istraživanja vršena su na Boračkom jezeru tokom augusta 2011. godine, kada je uhvaćena jedna jedinka peleda (*Coregonus peled*) (Hamzić et al., 2011).

Ispitivanja sliva rijeke Neretve pokazala su prisutnost velikog broja introdukovanih vrsta koje potencijalno imaju negativne učinke na ekosisteme. Šanda et al. (2009b), prema Glamuzina et al. (2010), konstatuje da su šaran, oštrulj, američki somić, dužičasta pastrmka i zlatovčica unesene vrste u ovom slivu.

Kada govorimo o Buškom jezeru, treba napomenuti da najveći procenat masenog udjela riba čine alohtone vrste; *Cyprinus carpio* 22,82%; *Carassius gibelio* 33,11%, te *Silurus glanis* 29,78%, iako znamo da to jezero predstavlja mikrohabitat endemskim vrstama (Žujo Zekić, 2009).

Škrijelj & Mašović (2001), u zbirnom prikazu kvalitativno-kvantitativnog sastava ihtiofaune neretvanskih hidroakumulacija (Jablanica, Grabovica i Salakovac), navodi prisustvo *Oncorhynchus mykiss*, *Carassius gibelio*, *Cyprinus carpio* i *Sander lucioperca*. Na osnovu zastupljenosti pomenutih vrsta može se zaključiti da populacija alohtone vrste *Sander lucioperca* izaziva jasno vidljive negativne učinke na autohtonu ihtiofaunu hidroakumulacije Jablanica, a vjerovatno i Grabovice i Salakovca. Negativne učinke na hidroakumulaciju Jablanica također ima i vrsta *Lepomis gibbosus*, prema hidrobiološkim istraživanjima Trožić-Borovac et al. (2003).

Problemi unošenja stranih vrsta se nastavljaju i u Hutovom blatu. Nastavljanje prakse unošenja alohtonih vrsta u cilju povećanja ekonomske vrijednosti močvare i okolnih voda predstavlja dodatnu prijetnju ugrožavanju autohtonih ribljih populacija i močvarnog ekosistema u cjelini. Tako su poribljavanjem šaranom slučajno unijete štetne vrste poput *Lepomis gibbosus* (Vuković, 1977) i *Gymnocephalus cernua* (Dulčić et al., 2005).

CONCLUSIONS – Zaključak

Bosna i Hercegovina ne posjeduje zvaničan dokument stranih/invazivnih vrsta riba koje naseljavaju njene vode.

Međutim, danas je sasvim poznato i jasno da vode Bosne i Hercegovine obiluju značajnim brojem stranih vrsta, bilo da se radi o potpuno novim vrstama za ovo područje ili vrstama koje su premještane iz prirodnih areala unutar Bosne i Hercegovine u neke druge. Nisu sve alohtone vrste ujedno i invazivne, ali veliki broj predstavlja opasnost po domaći biodiverzitet.

Neke od njih, poput *Misgurnus fossilis*, *Micropterus salmoides*, *Coregonus peled*, *Neogobius melanostomus*, *Neogobius fluviatilis*, zastupljene su u manjem broju, u pojedinim rijekama ili jezerima. Nasuprot tome, vrste kao što su *Pseudorasbora parva*, *Lepomis gibbosus*, *Sander lucioperca*, *Ameiurus nebulosus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Carassius gibelio* i druge, značajno su se namnožile i danas predstavljaju prijatnu autohtonim populacijama.

Može se zaključiti da u našim vodama postoje introducirane vrste za koje se danas sa sigurnošću može reći da su dio diverziteta Bosne i Hercegovine. Broj unesenih vrsta upućuje na to da su te introdukcije vršene bez prethodno izrađenih planskih dokumenata, detaljnijih analiza i odgovarajućih procjena utjecaja. Zbog nedostaka egzaktnih podataka, ne može se pretpostaviti kakav će tačno uticaj u budućnosti te vrste imati na autohtone populacije, ali i da li su sve vrste na prostoru BiH detektovane.

Sve aktivnosti poribljavanja i premještanja ribljeg fonda trebaju se provoditi uz nadzor stručnjaka iz oblasti ihtiologije i upravljanja vodenim ekosistemima.

REFERENCES – Literatura

Aganović, M. (1965). Ihtiofauna Velikog i Malog plivskog jezera. *Radovi Naučnog društva SR BiH*, XXVIII (8), 164–166. Sarajevo.

Čaleta, M., Marčić, Z., Buj, I., Zanella, D., Mustafić, P., Duplić, A., & Horvatić, S. (2019). A review of extant Croatian freshwater fish and lampreys - Annotated list and distribution. *Croatian Journal of Fisheries*, 77, 137–234. <https://doi.org/10.2478/cjf-2019-0016>

Čičić-Močić, A. (2016). Ihtiološka istraživanja sliva rijeke Save u Federaciji Bosne i Hercegovine u 2015. godini. U D. Hrkaš (Ur.), *VODA I MI* (br. 92, str. 15–22). Sarajevo: Agencija za vodno područje rijeke Save.

Čičić-Močić, A. (2018). Ihtiološka istraživanja sliva rijeke Save u Federaciji Bosne i Hercegovine u 2017. godini. U

D. Hrkaš (Ur.), *VODA I MI* (br. 98, str. 39–42). Sarajevo: Agencija za vodno područje rijeke Save.

Čolić, S., Šukalo, G., Čolić, V., & Kerkez, V. (2018). First record of round goby *Neogobius melanostomus* Pallas, 1814 (Pisces: Gobiidae) in Bosnia and Herzegovina. *Ecologica Montenegrina*, 16, 108–110.

Dekić, R., Golub, D., Lolić, S., Manojlović, M., & Paspalj, J. (2020). Fizičko-hemijski i biološki parametri u ocjeni kvaliteta vode rijeke Sane (Republika Srpska, BiH). U Zborniku radova 49. konferencije o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda VODA 2020 (str. 95–106). Trebinje.

Dulčić, J., Glamuzina, B., & Tutman, P. (2005). The first record of the ruffe, *Gymnocephalus cernuus* (Percidae), in the Hutovo Blato wetland, Adriatic drainage system of Bosnia and Herzegovina. *Cybiurn*, 29(2), 205–206.

Glamuzina, B., Stanić-Koštroman, S., Matić-Skoko, S., Glamuzina, L., Muhamedagić, S., Rozić, I., Weiss, S., & Pavličević, J. (2018). Recent status and life history traits of endangered soft-mouth trout, *Salmo obtusirostris*, in the River Neretva catchment (Bosnia and Herzegovina) as a consequence of river alteration. *Journal of Applied Ichthyology*, 34(5), 1160–1168.

Glamuzina, B., Tutman, P., Pavličević, J., Bogut, I., & Dulčić, J. (2010). Bioraznolikost riba Hercegovine. U N. Herceg (Ur.), *Međunarodni kolokvij "2010. - godina bioraznolikosti"* (str. 1–11). Sarajevo: Federalno ministarstvo okoliša i turizma.

Golub, D., Dekić, R., Manojlović, M., Friščić, J., Šukalo, G., Cvijić, S., & Lolić, S. (2017). Zajednice riba kao indikator kvaliteta vode sliva rijeke Ukrine (Republika Srpska, Bosna i Hercegovina). U Zborniku radova 46. konferencije o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda VODA 2017 (str. 141–148). Vršac, Srbija.

Golub, D., Lolić, S., Dmitrović, D., Dekić, R., Šukalo, G., & Cvijić, S. (2018). Physical, chemical, and biological indicators of the Jablanica River water quality (Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina). *Water Research and Management*, 8(4), 11–18.

Habeković, D., Homen, Z., & Popović, J. (1981). Ihtiofauna akumulacijskog jezera Modrac. *Ribarstvo Jugoslavije*, XXXVI (1), 4–7.

Halilović, S. (2012). Morfološko-taksonomske i ekološke osobenosti američkog somića (rod *Ameiurus*, Rafinesque, 1820) iz akumulacije Modrac (Magistarski rad). Prirodno-matematički fakultet, Tuzla.

- Hamzić, A., Muhamedagić, S., & Lelo, S. (2011). Peled, *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) (Salmoniformes, Salmonidae) nova vrsta u ihtiofauni Bosne i Hercegovine. *Prilozi fauni Bosne i Hercegovine*, 7, 31–36.
- Kadić, J., Kovačević, D., Savić, J., Srdić, Lj., Gašić, V., Kalinić, G., Panić, G., & Šiljegović, S. (2007). Stručna osnova za uspostavljanje zaštićenog kulturnog pejzaža Bardača - Donja Dolina. Banjaluka: Republički zavod za zaštitu kulturno-istorijskog i prirodnog nasljeđa.
- Kosorić, D., Aganović, M., & Kačanski, D. (1955). Prilog ribarsko-biološkom poznavanju rijeke Plive. *Ribarski list*, 30(4), 76.
- Kosorić, Đ., & Mikavica, D. (1981). Populacije riba rijeke Krivaje. *Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu*, 34, 57–71.
- Kosorić, Đ., & Vuković, T. (1981). Riblji resursi Sarajevskog regiona i mogućnosti njihovog racionalnog iskorišćavanja. U *Sarajevo - Grad i regija u vremenu i prostoru 2000. godine* (str. 342–344). Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine; Univerzitet u Sarajevu.
- Landeka, N., Podnar, M., & Jelić, D. (2015). New data on the taxonomic status and distribution of *Gambusia* sp. in Croatia and Bosnia and Herzegovina. *Periodicum biologicum*, 117(3), 415–424.
- Memić, K. (2018). Biodiverzitet tuzlanske regije: Biodiverzitet slatkovodnih kolousta i riba. Tuzla: JU Zavod za zaštitu i korištenje kulturno-historijskog i prirodnog naslijeđa Tuzlanskog kantona.
- Mihinjač, T., Sučić, I., Špelić, I., Vucić, M., & Ješovnik, A. (2019). Strane vrste slatkovodnih riba u Hrvatskoj. Zagreb: Ministarstvo okoliša i energetike Republike Hrvatske; Udruga Hyla.
- Milašinović, Z., Marasović, M., Pavličević, J., Miličević, M., & Raić, M. (2015). Studija o uticaju na okoliš za MHE Buna (MHE "Buna I" i MHE "Buna II"). Mostar: Sveučilište u Mostaru, Građevinski fakultet - Građevinski istraživački centar D.O.O.
- Mršić, V. (1935). Iskustvo sa udomaćivanjem družicastraste pastrmke u Jugoslaviji. *Ribarski vijesnik*, XIII(3), 92–93.
- Nedić, Z., Begović, S., Dogan, M., Hadžiahmetović, Jurida, E., Ferizbegović, J., & Terzić, R. (2014). Decreasing biodiversity of the fish population from the Sava River in BiH. *Basic Research Journal of Agricultural Science and Review*, 3(5), 35–40.
- Radević, M. (2001). Diverzitet ihtiofaune srednjeg i donjeg toka rijeke Vrbas. *Savremena poljoprivreda*, 50(3-4), 365–369.
- Šanda, R., Bogut, I., Doadrio, I., Kohout, J., Perdices, A., Perea, S., Šedivá, A., & Vukić, J. (2008). Distribution and taxonomic relationships of spined loaches (Cobitidae, *Cobitis*) in the River Neretva basin, Bosnia and Herzegovina. *Folia Zoologica*, 57(1–2), 20–25.
- Šanda, R., Bogut, I., & Vukić, J. (2009a). Novi podaci o ihtiofauni sliva donje Neretve i okolnih kraških polja u Bosni i Hercegovini. U *Uzgoj slatkovodne ribe, stanje i perspektive* (str. 119–125). Hrvatska gospodarska komora.
- Šanda, R., Vukić, J., Marić, D., & Bogut, I. (2009b). Sastav populacija riba Mostarskog blata. In *Uzgoj slatkovodne ribe u otvorenim vodama – stanje i perspektive* (pp. 117–125). Zagreb: Hrvatska gospodarska komora.
- Sekulić, N., Marić, S., Galambos, L., Radošević, D., & Krpo-Četković, J. (2013). New distribution data and population structure of the European mudminnow *Umbra krameri* in Serbia and Bosnia and Herzegovina. *Journal of Fish Biology*, 83, 659–666.
- Simonović, P., Povž, M., Piria, M., Treer, T., Adrović, A., Škrijelj, R., Nikolić, V., & Simić, V. (2015). Ichthyofauna of the River Sava System. U R. Milačić et al. (Eds.), *The Sava River, The Handbook of Environmental Chemistry* (Vol. 31, str. 361–400). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Škrijelj, R., Korjenić, E., Đug, S., Trožić-Borovac, S., Drešković, N., Hamzić, A., Džano, A., Šljuka, S., Gajević, M., & Vesnić, A. (2016). Ribarska osnova kantona Sarajevo za ribolovno područje VI. Sarajevo: Centar za ihtiologiju i ribarstvo, Prirodno-matematički fakultet.
- Škrijelj, R., & Mašović, M. (2001). Populacija smuđa (*Stizostedion lucioperca* L.) u neretvanskim hidroakumulacijama. *Ribarstvo*, 59(2), 57–69.
- Sofradžija, A. (2009). *Slatkovodne ribe Bosne i Hercegovine*. Sarajevo: Vijeće Kongresa bošnjačkih intelektualaca.
- Šukalo, G., Dmitrović, D., & Golub, D. (2018). First record of the weatherfish *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758) from the Adriatic Sea catchment area in Bosnia and Herzegovina. *Ecologica Montenegrina*, 18, 126–128.
- Trožić-Borovac, S., Sofradžija, A., Hadžiselimović, R., Škrijelj, R., Guzina, N., Korjenić, E., & Hamzić, A. (2003). Pojava sunčanice (*Lepomis gibbosus* Linnaeus, 1758) u hidroakumulaciji Jablanica kao rezultat slučajne introdukcije. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 53, 13–18.

Tutman, P., Hamzić, A., Džano, A., & Dulčić, J. (2017). The first record of non-native largemouth black bass, *Micropterus salmoides* (Actinopterygii: Perciformes: Centrarchidae), in Bosnia and Herzegovina. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 47(3), 317–320.

Tutman, P., Glamuzina, B., Dulčić, J., & Zovko, N. (2012). Ihtiofauna močvare Hutovo blato (Donji tok rijeke Neretve, Bosna i Hercegovina); stanje i ugroženost. *Croatian Journal of Fisheries*, 70(4), 169–185.

Vegara, M., Muhamedagić, S., Hamzić, A., Katica, V., Savić, M., Đug, S., Omanović-Mikličanin, E., Lelo, S., Drešković, N., Muminović, M., & Šljuka, S. (2009). Srednjoročni program unapređenja ribarstva za ribarsko područje opštine Kalinovik. Sarajevo: Norwegian University of Life Sciences (UMB), Department of International Environment and Development Studies – NORAGRIC.

Vuković, D., Tursi, A., Carlucci, R., & Dekić, R. (2008). Ichthyofauna of the wetland ecosystem in the Bardača area (Bosnia and Herzegovina). *Ribarstvo*, 66(3), 89–103.

Vuković, T. (1977). *Ribe Bosne i Hercegovine*. Sarajevo: IGKRO “Svjetlost”, OOUR zavod za udžbenike.

Vuković, T., & Kosorić, Đ. (1978). Efekti introdukcije ribljih vrsta u vode Jugoslavije i mogući uticaj rekonstrukcije intiofaune. *Ribarstvo Jugoslavije*, 33(4), 92–95.

Žujo Zekić, D. (2009). *Biodiverzitet ihtio populacija Buškog jezera* (Doktorska disertacija). Mostar: Nastavnički fakultet, Univerzitet “Džemal Bijedić”.

Žujo Zekić, D., Riđanović, S., & Spasojević, P. (2020). First finding of species *Alburnus arborella* (Bonaparte, 1841) syn. *Alburnus alborella* (De Filippi, 1844) (Actinoptery GII: Cyprinidae, Alburninae) in Buško Lake. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 6(2), 79–92.

SUMMARY

Thanks to their exceptional natural characteristics and great biological diversity, the waters of Bosnia and Herzegovina possess significant ichthyofaunal value. Significant hydrological interventions, on both biological and economic levels, have had a strong negative impact on the fish populations, primarily through the introduction of foreign (allochthonous) species. When a foreign species in a new area threatens or adversely affects the native species of that area, or endangers human health and the economy, it is considered an invasive alien species. The research was conducted through an analysis of scientific papers, professional literature, articles, studies, and books, with the goal of providing an overview of the diversity and distribution of foreign and invasive fish species in the waters of Bosnia and Herzegovina. Tables 1 and 2 present a brief overview of the diversity of allochthonous fish present in the catchments of the Black Sea and the Adriatic Sea. The data indicate a significant occurrence of introduced species, some of which have a considerable harmful impact, while others do not pose a threat to native populations. The most pronounced negative impact on native populations is caused by the species *Pseudorasbora parva*, *Lepomis gibbosus*, *Sander lucioperca*, *Ameiurus nebulosus*, *Oncorhynchus mykiss*, and *Carassius gibelio*, which have reproduced extensively. All introductions of fish species into the waters of Bosnia and Herzegovina have been carried out without a previously determined plan, expert analyses, or assessment of ecological consequences. Continuing the practice of introducing allochthonous species to increase the economic value of waters represents an additional threat to native fish populations, as well as to the ecosystem as a whole. The implementation of fish stocking and translocation activities requires the supervision of qualified experts in the fields of ichthyology and aquatic ecosystem management.

Received: June 30, 2025; **Accepted:** October 23, 2025; **Published:** December 31, 2025

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

