

RADOVI

ŠUMARSKOG
FAKULTETA
UNIVERZITETA U
SARAJEVU

OF THE FACULTY
OF FORESTRY
UNIVERSITY OF SARAJEVO

WORKS

VOLUME 51 | ISSUE 1



SARAJEVO, 2021

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

Copying or duplicating of works is allowed only in scientific purposes.

Habitats and seasonal migration of Chamois (*Rupicapra rupicapra balcanica*, Bolkay 1925) in Special hunting ground "Zelengora" and "Sutjeska" National Park

Staništa i sezonske migracije divokoze (*Rupicapra rupicapra balcanica*, Bolkay 1925) u posebnom lovištu "Zelengora" i nacionalnom parku "Sutjeska"

Željko Sekulić^{*1}, Saša Kunovac², Bojan Paprica³

¹ Nacionalni park "Sutjeska", 73311 Tjentište, BiH;

² Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Zagrebačka 20., 71000 Sarajevo, BiH

³ Privredno lovište "Vrbnica", ŠG Maglić, Kralja Petra I 14, 73300 Foča, BiH

ABSTRACT

The Balkan chamois (*Rupicapra r. Balcanica*, Bolkay 1925) inhabits certain mountainous areas and certain canyons of the rivers of Bosnia and Herzegovina, including the Zelengora Special Hunting Ground and the Sutjeska National Park. It is very modest in terms of nutrition, but it is demanding in terms of habitat, where peace in the habitat is considered one of the main factors for its survival and loyalty to the habitat.

Some of the most important chamois habitats in Bosnia and Herzegovina are Zelengora, Treskavica, Visočica, Bjelašnica, Prenj, Čvrtnica, Vran, Šator, Gnjat, Kamenica, Sušica, as well as the canyons of the rivers Una, Ugar, Tara, Drina, Sutjeska, Hrčavka and others. Many of these habitats were devastated during the 1990s, when most of these habitats were decimated due to the abundance of many wild species, including chamois, due to the civil war. Although these habitats provide very good conditions in the mountain massifs and canyons of individual mountain rivers, chamois always strive to choose the best and most suitable locations in these areas for the satisfying of daily and seasonal living needs. According to the above, chamois habitats vary in terms of characteristics, and their distribution is determined by specific requirements in terms of food, water, space, and cover, and it is very important that it can achieve vertical and horizontal migrations in their habitat.

Migrations are more pronounced with the changes of the seasons, so in winter they descend to lower habitats where it is easier to find food, and with the melting of snow in vertical directions, they re-occupy the highest areas in their habitat. For these reasons, we have presented the specific localities that represent the most important habitats and main migration routes of chamois in the Special Hunting Ground "Zelengora" and the National Park "Sutjeska".

Key words: habitat, Chamois, Zelengora, NP Sutjeska, migration

* Corresponding author: Željko Sekulić. E-mail: zeljo.sekulic@gmail.com

INTRODUCTION – Uvod

Područje Posebnog lovišta “Zelengora”, koje čini širi zaštitni pojas NP Sutjeska, predstavlja pravo bogatstvo prirodnih raznolikosti koja pružaju idealna staništa divokozama.

Stanje brojnosti divokoza u davnoj prošlosti, kao i opis kvaliteta staništa na tim prostorima, posebno su obrađeni u kapitalnom djelu, austrougarskog oficira Fr. B. Laska “Lovstvo u Bosni i Hercegovini” (Das Waidwerk in Bosnien und der Hercegovina, 1905), koji se mogu koristiti kao vjerodostojni i tačni podaci. Između ostaloga u svom djelu, navodi: “U cijelom tom enormno velikom lovištu divokoza je zastupljena u velikom broju, posebno na zapadnom dijelu stijenja Zelengore. Krda od četrdeset do šezdeset grla nisu nikakva rijetkost i svuda se mogu vidjeti”.

Navedeno područje dugi niz godina uživa posebnu zaštitu i status, koja datira još od 1893. godine (Laska 1905), kada je još u vrijeme austrougarske vladavine na navedenom području ustanovljeno posebno zaštitno područje “Rezervat za divljačV”. Od tog vremena pa do danas uvijek uživa status posebnog područja u približno identičnim granicama od prvog posebnog statusa.

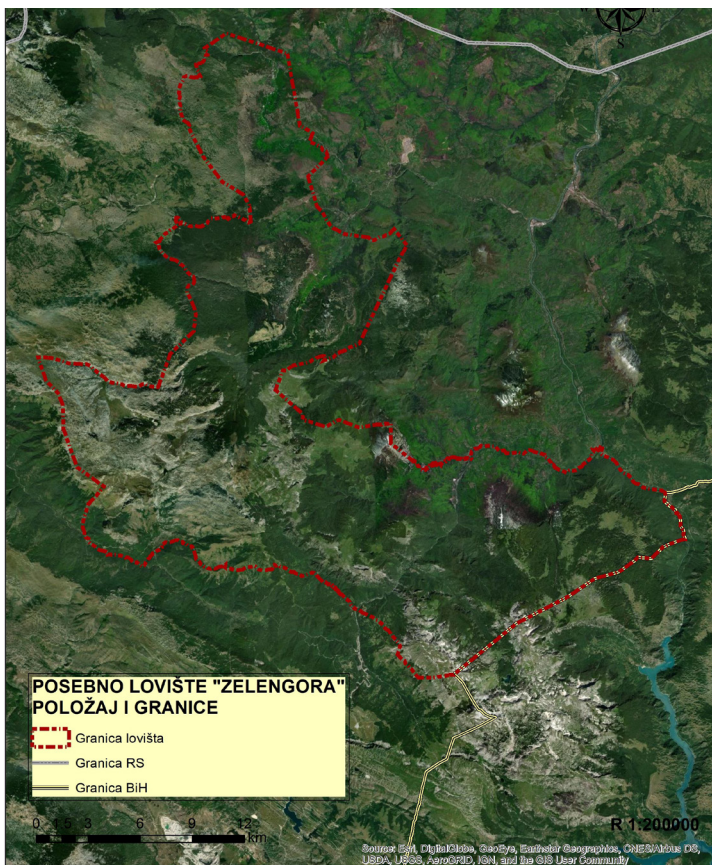
Divokoza životni prostor većinom pronalazi u stjenovitim predjelima planinskih masiva sa planinskim pašnjacima uz gornju granicu šumske vegetacije, ali isto tako naseljava strme kanjone planinskih rijeka na nižim nadmorskim visinama. Obzirom da nadmorska visina nije toliko presudnog značaja za njezin opstanak u staništu, do izražaja dolaze teže pristupačni tereni sa obiljem stijena i strmih litica, bez čega divokoza ne bi mogla opstati u nižim staništima ali isto tako i u visokim predjelima. Upravo je područje Posebnog lovišta “Zelengora” primjer jednog kvalitetnog staništa divokoza koje joj obezbjeđuje povoljne uslove na različitim nadmorskim visinama, koje ona vješto koristi tokom dnevnih, a posebno sezonskih migracija koje su naročito izražene tokom zimskog perioda usljed dubokog sniježnog pokrivača na većem dijelu istraživanog područja.

RESEARCH AREA AND AIM OF THE RESEARCH – Područje i cilj istraživanja

Područje istraživanja obuhvata Posebno lovište “Zelengora” u čijem sastavu je i teritorija Nacionalnog parka “Sutjeska”, a navedeno lovište se prostire na planinskim masivima koji obuhvataju Zelengoru, Radomišlju, istočni dio Lelije, Maglić i Vučevo. Na jugoistočnom dijelu Bosne i Hercegovine prostiru se planinski masivi Zelengore, Volujka, Maglića i Vučeva, čiji vrhovi nadmašuju visine od 2000 metara, a vrh Maglića (2386 m_{mnv}) ujedno predstavlja i najvišu nadmorsku visinu u BiH. Unutar ovih planina, centralnog Dinarskog sistema, smješteni su NP “Sutjeska” i Posebno lovište “Zelengora”, tačnije NP “Sutjeska” između 43° 16' i 43° 24' sjeverne geografske širine i 18° 32' i 18° 47' istočne geografske dužine, a Posebno lovište “Zelengora” između 43° 15' i 43° 36' sjeverne geografske širine, te 18° 24' i 18° 52' istočne geografske dužine (mjereno od Griniča). Posebno lovište “Zelengora” prostire se na površini od 49.106 ha, unutar koga se nalazi područje NP “Sutjeska” sa površinom od 17.350 ha. Unutar granica NP nalazi se i najveća očuvana evropska prašuma Perućica (1.434 ha). Posebnim lovištem “Zelengora” gazduje Javna ustanova Nacionalni park “Sutjeska” (JPŠ “Šume RS” Sokolac 2020, Rapaić 2000).

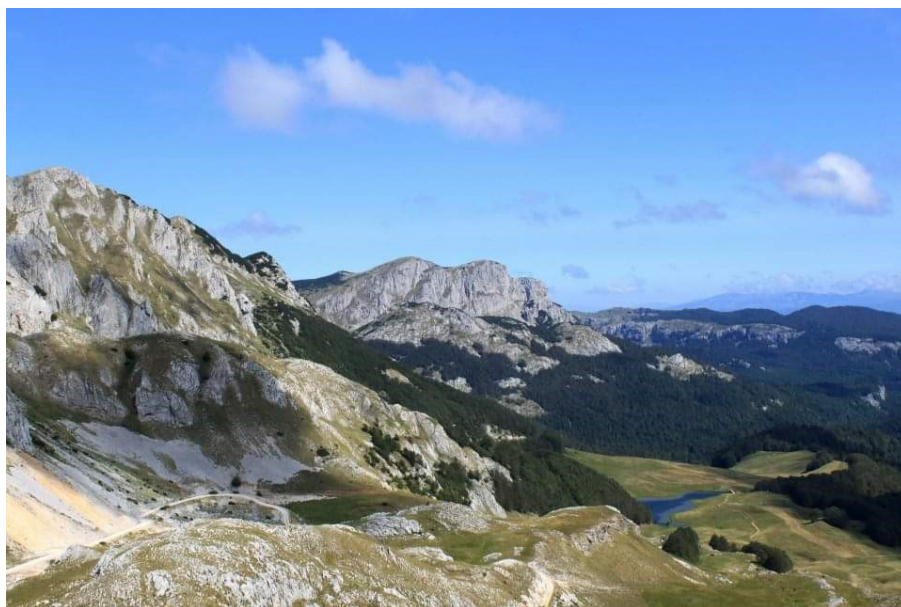
Cilj ovog rada je:

- utvrđivanje glavnih stanišnih lokaliteta u istraživanom području;
- utvrđivanje glavnih pravaca sezonskih migracija divokoza;



Karta 1: Posebno lovište “Zelengora”

Chart 1: Special Hunting ground “Zelengora”



Slika 1: Motiv iz Posebnog lovišta "Zelengora";

Picture 1: View at Special Hunting ground "Zelengora"

MATERIAL AND METHODS – Materijal i metode

Analiza staništa i migracija divokoza u navedenom području je obuhvatila postojeću arhivsku dokumentaciju, kao i konstantan monitoring na terenu tokom perioda od tri uzastopne godine (2017-2020). Pri radu, koristili smo se metodama prema Kunovac (2009), a takođe smo koristili i dron "DJI Phantom 4 Pro V2.0". Na osnovu registrovanih pozicija i kretanja divokoza tokom ovog perioda izradili smo i odgovarajuće karte migracija divokoza na podlozi Google Earth.

RESULTS – Rezultati

Konfiguracija istraživanog područja je veoma razvijena, pa se talasaste konfiguracije i manje zaravnjene površine nalaze uz riječne doline i pri vrhovima Zelengore, Volujka i Magliča, dok su ostali dijelovi, uglavnom sa strmim stranama različitih ekspozicija i uskim dolinama i kanjonima rijeka i njihovih pritoka. Izuzetak je plato planinskog masiva Vučeva, koji je sačinjen od prostranih talasastih zaravnjenih planininskih pašnjaka obrubljenim kompleksima miješanih šumskih sastojina uglavnom smrče, jele i bukve. Navedeno područje, osim platoa Vučeva, obiluje brojnim izvorima koji svojim dotokom alimentiraju vodene tokove i planinska jezera, kojih ima nekoliko, a najviše na planinskom masivu Zelengore. Na osnovu morfo-genetskih pojava jasno se izdvajaju morfostrukturni i morfoskulpturni reljef, među kojim denduciona, fluvijalna, kraška, nivaciona i galcijalna morfoskulptura. Geološka podloga ovih prostora je formirana u periodu trijasa, a sastoji se pretežno od sedimenata i produkata vulkanske aktivnosti. Područje NP čine, uglavnom, sedimentne stijene klastičnog i karbonatnog tipa i magmat-

ske stijene, dok su krečnjaci i dolomiti najviše zastupljeni na Zelengori, Volujku, Prijedoru i Magliču, prema Fukarek (1969) i Stefanović et al (1983). Raznolika geološka podloga i pedološki procesi, uz uticaj klime u različitim visinskim zonama, stvorili su povoljne uslove za formiranje brojnih biljnih zajednica (preko 40; Fukarek (1969)), koje obezbjeđuju dobre stanišne uslove za život i razvoj brojnih životinjskih vrsta, pa između ostalog i za divokoze.

Upravo zbog navedenih specifičnosti u pogledu stanišnih zahtjeva divokoza na području Posebnog lovišta "Zelengora", opisani su i izdvojeni lokaliteti na kojima su divokoze stalno prisutne i podijeljeni su na sljedećih 11 lokaliteta, sa pravcima sezonskih migracija:

1. **Masiv Zelengore** u koji pripadaju lokaliteti Urdenske stijene, Jezerca, Rbograd, Todora, Kalelija, Orlovac, Videž, Orufe i Bregoč sa Kozijim stranama i Oborenim točilima.

Populacija divokoza sa lokaliteta Todore, Kalelije, Jezerca i Urdenskih stijena, usljed velikih snjegova tokom zime se povlači u pravcu Dumoške planine i do sticanja povoljnih uslova zadržavaju se na potezu područja Dumoša do Crvenih stijena i Pridvorice. Takođe, jedan dio populacije sa lokaliteta Urdenskih stijena migrira i u pravcu Poda i dalje u Gareške stijene. Divokoze sa lokaliteta Orlovca, Bregoča, Kozijih strana i Oborenih točila se povlače u pravcu Uglješinog vrha i Jabučkih stijena, dok manja populacija iz Videža i Orufa, uglavnom migrira u pravcu Košute i Treskavca ili čak prema tzv Tunelima koji se nalaze u susjednom Privrednom lovištu "Vrbnica".

2. **Dumoš** koji obuhvata Počeljske stijene, Junak brdo, Zlatac, Dumošku planinu, Orlovac, Orlov kuk, Drhtar,



Slika 2: Krdo divokoza u Zelengori;

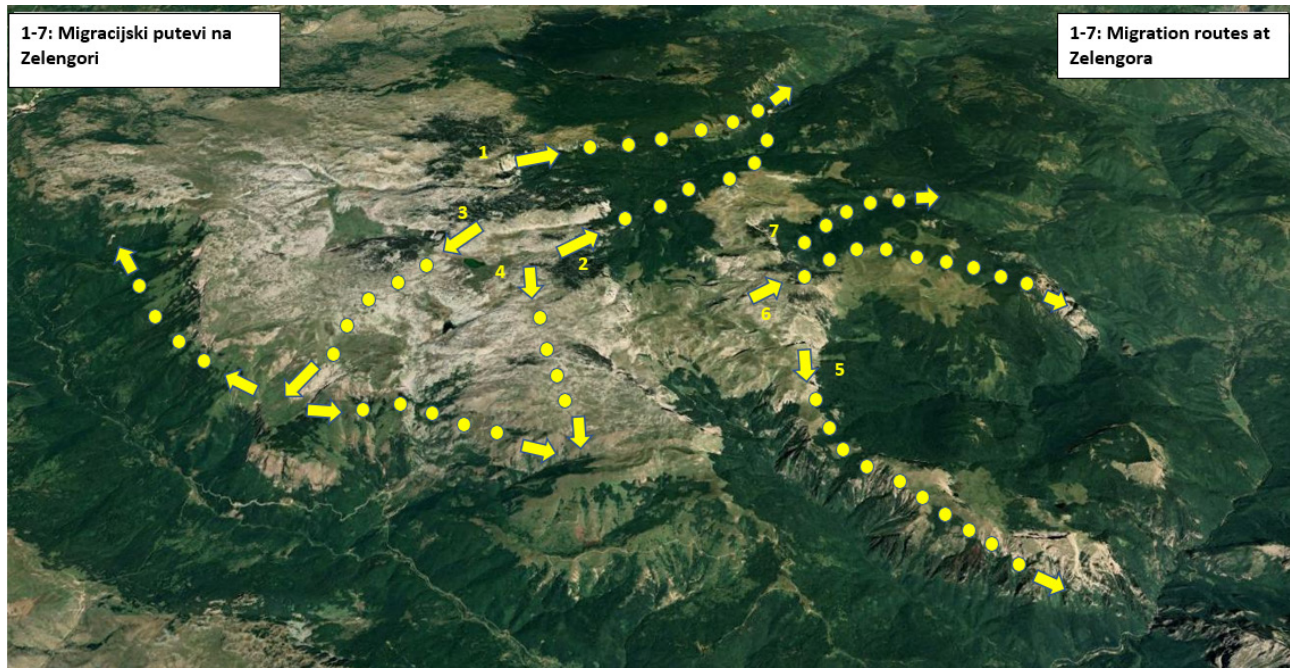
Picture 2: Chamois herd in Zelengora;

Crvene stijene i južne padine iznad Pridvorice. Populacija divokoza sa područja Dumoša se uglavnom zadržava na navedenim lokalitetima tokom cijele godine, a navedeni lokalitet je poznato zimsko stanište za brojnu populaciju divokoza iz središnjeg dijela Zelengore, koja se povlači pred dubokim snjegovima.

3. **Bare** koje obuhvataju Javorak, Uglješin vrh, Jabučke stijene, Tovarnicu, Ardov, Planinicu, Gornje i Donje Bare,

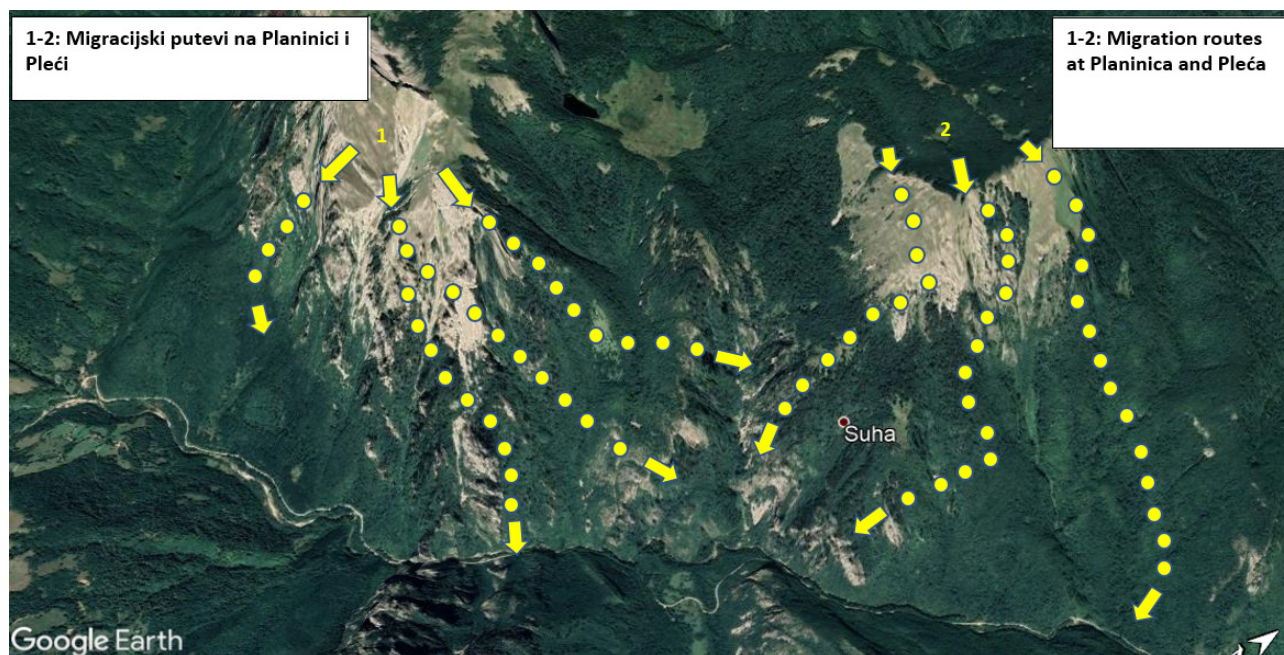
Borić, Veliku i Malu Siljevicu, Vilinjak, Pleća, Kotačke stijene i Boščiju glavu.

Populacija koja naseljava Javorak, Uglješin vrh, Tovarnicu, Ardov i Planinicu, usljed jakih snježnih padavina se vertikalnim migracijama spušta u Jabučke stijene i prema kanjonu Sutjeske. Populacija sa lokaliteta Vilinjaka, Kotačkih stijena i Pleća, zadržava se na potezu horizontalne migracije od Velike i Male Siljevice do Borića, dok usljed



Karta 2: Migracijski putevi divokoza na Zelengori;

Chart 2: Chamois migration routes at Zelengora;



Karta 3: Migracijski putevi divokoza na Planinici i Pleći;

Chart 3: Chamois migration routes at Planinica and Pleća;

jačih snjegova koriste mogućnost vertikalne migracije u pravcu Stoca, Varde i niže u kanjon Sutjeske. Divokoze koje naseljavaju Boščiju glavu, tokom zime se povlače u pravcu Kotačkih stijena, Vilinjaka i dalje, a jedan dio i prema Siljevici u pravcu Treskavca.

4. Husad ili kako se još naziva Husadska planina koja obuhvata Gareške stijene sve do lokaliteta Poda iznad Paleža, koji zahvata cjelokupne strme i kamenite padine iznad lijeve obale rijeke Govze.

Zbog specifičnih i veoma povoljnih stanišnih uslova tokom cijele godine, divokoze sa ovog područja uglavnom ne prave veće migracije, a izražene su preko rijeke Govze u pravcu Radomišlje i ove migracije se često registruju kao dnevne.

5. Radomišlja koja obuhvata podesne kamenite strane iznad Oteše, počevši od lokacije Jezero preko Orove kite i stjenovitih padina na kotu 1369, a zatim u obliku kružnog obilaska oko Radomišlje na Sokolinu i Patkovic koji se nalaze sa desne obale rijeke Govze.

Populacija divokoza sa ovih lokaliteta, ako zanemarimo recipročne migracije u pravcu Gareških stijena, uglavnom se zadržavaju u navedenom području, ali se registruju povremene migracije i u pravcu Privrednog lovišta "Vrbnica" prema Grdigori i Rudi.

6. Treskavac koji obuhvata Crna Krša, Katunište, Debelu ravan, Siljevicu i kanjon rijeke Hrčavke.

Kod populacije divokoza iz Treskavaca evidentne su dnevne i sezonske migracije usljed dubokih snjegova. Dnevne migracije su izražene u pravcu Košute i Stubica prema Privrednom lovištu "Vrbnica", ali i prema drugim lokalitetima, dok tokom sezonskih migracija usljed dubokih snjegova, ova migracija je najviše izražena u pravcu južnih padina Siljevice i kanjona Hrčavke, koji u tom periodu pružaju najpovoljnije uslove za obavljanje svakodnevnih životnih potreba. Takođe su uočene i dnevne migracije iz kanjona Hrčavke na lokalitetu Milin klada u pravcu Ozrena.

7. Kanjon rijeke Sutjeske koji obuhvata Vratar, zatim sa desne obale Obodžu, Suhu, Šušnjatu glavu do Perućičkog brijega koji se nalazi iza Perućičkog potoka, a sa lijeve obale Sutjeske zahvata područje od Vratara i cjelokupne padine preko Varde, Donjih Stoca i cjelokupno stjenovito područje do Kazana i Usovačkog potoka.

Navedeno područje je stalno stanište divokozije divljači i na ovim lokalitetima su izražene dnevne i sezonske migracije ove divljači. Upravo na ovim lokalitetima se najlakše registruje izuzetna potreba za vertikalnim migracijama koje su veoma izražene tokom jakih vjetrova i snježnih oluja, kada se divokoze spuštaju u samo dno kanjona na nekoliko desetina metara iznad riječnog korita Sutjeske, jer zbog mnogo povoljnijih uslova tokom tih vremenskih nepogoda, u najnižem dijelu kanjona nalaze i zaklon i uslove za život.



Slika 3: Divokoze tokom zimske migracije na području Pridvorice;

Picture 3: Chamois during winter migration at Pridvorica area;

8. **Obronci Maglića i masiv Volujka**, koji obuhvataju Crvene prljage ispod Maglića i cjelokupno područje masivnog Volujka koji obuhvata Samar, Vratnice, Sniježnicu, Lica, Badnjine, Previju, Adžovac i ostali lokaliteti na Volujku.

Divokoze koje naseljavaju izuzetno nepristupačne masive Maglića i Volujka, tokom zimskog perioda vrše ustaljene sezonske migracije, pa jedinke koje tokom ljetnog perioda naseljavaju padine Maglića, povlače se u pravcu Mrkalj klada i dalje prema Sniježnici, dok divokoze sa Volujka vertikalnim migracijama uglavnom se spuštaju prema nižim dijelovima Suhe, sve zavisno od surovosti i dubine sniježnog pokrivača koji se na području Volujka zadržava najduže.

9. **Sniježnica sa Perućicom**, zatim stjenovitim masivom od Mrkalj klada prema Mitrinoj usovi, Bavanu, Kikalima i Javorku.

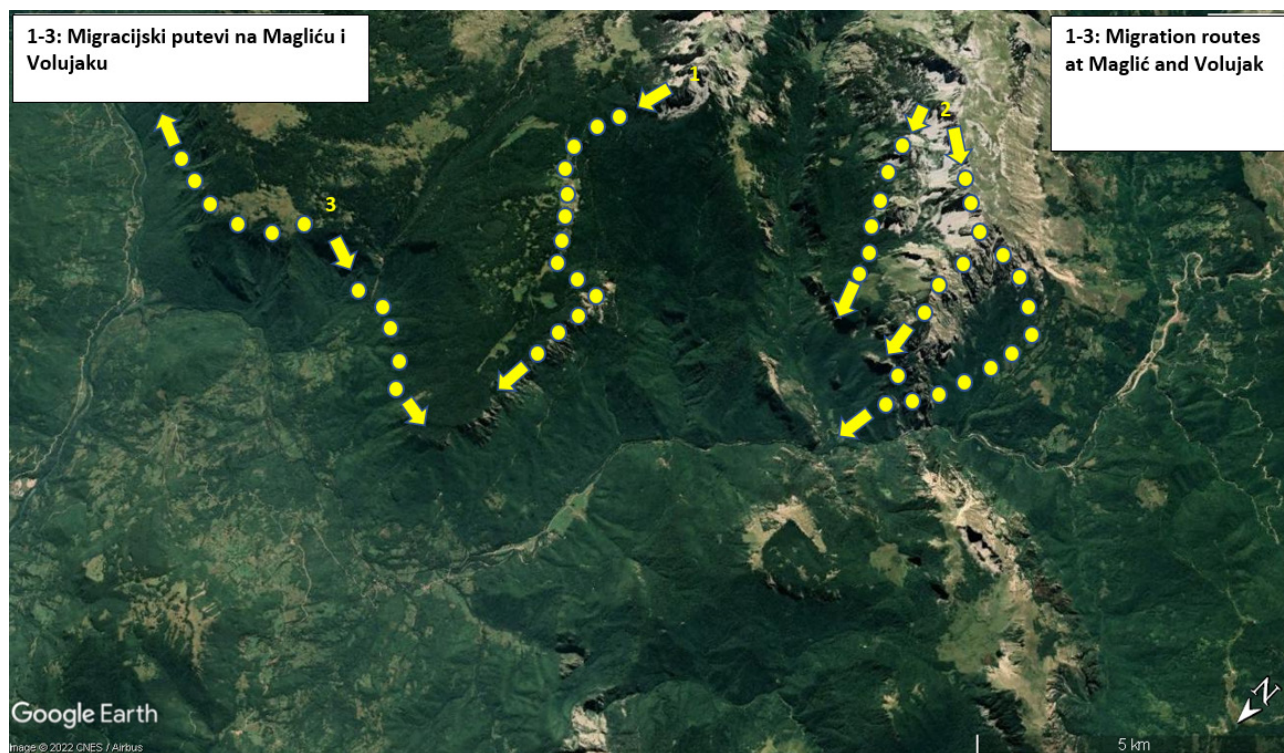
Populacija divokoza sa ovih lokaliteta iskazuje dnevne i sezonske migracije. U području prašume Perućice veoma često se sreću i oko ulaza u prašumu na Dragoš sedlu, a tim potezom migriraju u pravcu vodopada Skakavca gdje se veoma često susreću. Tokom sezonskih migracija usljed dubokih snjegova, jedan dio populacije se spušta u pravcu Perućičkog brijega na domak Sutjeske, dok se jedan dio uputi u strme stjenovite dijelove Sniježnice i Mitrine usovi.

10. **Vučevo** koje obuhvata okomite rubne masive ovog planinskog platoa, koje čine pogodne stjenovite strane počevši od Ždrijela preko Ravne stijene i dalje stijenjem ispod Koritnika, zatim Paljevine ispod Stožera i Vučevice koji se uzdižu iznad lijeve obale rijeke Drine, nastavljajući pogodnim stjenovitim područjem iznad Kruševa i uzvodno iznad rijeke Pive do granice sa Crnom Gorom.

Divokoze koje naseljavaju obod planinske visoravni Vučeva se uglavnom zadržavaju u strmim i okomitim padinama koje obrubljuju plato Vučeva i koje se spuštaju prema Sutjesci, Drini i djelimično Pivi. Zbog specifičnosti strmih padina, zavisno od potreba, divokoze se spuštaju po vertikali, ali takođe i horizontalno migriraju tokom dnevnih aktivnosti.

11. **Sjeračke stijene** koje obuhvataju strme stjenovite padine koje se prostiru s obadvije strane kanjona rijeke Bistrice.

Manja populacija divokoza koje naseljavaju Sjeračke stijene, uglavnom ne napuštaju ovo područje i svoj životni vijek provode u navedenom kanjonu Bistrice. Češće i više su zastupljene u stjenovitim padinama iznad desne obale rijeke Bistrice. U pisanom djelu "Divokoza", poznatog lovnog stručnjaka Milana Kneževića (1938) iz prošlog stoljeća, navodi se da tokom zimskog perioda i sezonske migracije, jedan dio populacije divokoza sa Treskavca zimu provodi upravo na lokalitetu Sjeračkih stijena. Takođe, i u ovim istraživanjima, registrovali smo identične pojave.



Karta 4: Migracijski putevi divokoza na Magliću i Volujaku;

Chart 4: Chamois migration routes at Maglić and Volujak;

DISCUSSION AND CONCLUSION – Diskusija i zaključak

Navedena područja koja naseljava divokoza u Posebnom lovištu "Zelengora" odlikuju se odgovarajućim faktorima konfiguracije terena, ekspozicijom, geološkom podlogom, pedološkim osobinama tla, nadmorskim visinama i povezanom klimom koji su uslovile i određenu vegetaciju za prikladnu životnu sredinu divokoza.

Lovno produktivna površina za divokoze u Posebnom lovištu "Zelengora" iznosi 20.000 ha, dok je kvalitet staništa ocijenjen kao "srednje dobar" (Rapačić et al 2008, JPŠ "Šume RS" Sokolac, (2020).

Veličina divokozijih staništa ovisi od konfiguracije samog terena, ekoloških uslova, klimatskih prilika i ostalih relevantnih faktora. Na osnovu činjeničnog stanja, može se zaključiti da divokoze odabiru stanište u skladu sa svojim životnim potrebama u kojima presudnu ulogu imaju hrana, voda, odgovarajući zaklon i mir koji treba da udovolje njihovim životnim potrebama i navikama, tokom cijele godine, što je u skladu sa navodima Bačkor (2008, 2010). Staništa divokoza su izgledom različita, a na te razlike utiču konfiguracija terena, geološka podloga, kao i pedološke osobine tla, zatim nadmorska visina i sa njima povezana klima staništa, što u zajedničkom djelovanju uslovljava formiranje i raznolikost vegetacije

u staništu, neophodne za opstanak divokoza. Posebno lovište "Zelengora" u čijem sastavu je i Nacionalni park "Sutjeska" pružaju veoma dobre uslove za život i opstanak divokoza, ali one u izboru svog stalnog staništa biraju najbolje i najpovoljnije terene koji su upravo i navedeni u ovom radu. Zbog veoma surovih uslova, tokom zimskog perioda, primorane su da vrše sezonske migracije u povoljnije dijelove staništa, kako bi najlakše prebrodile najteži period godine, što je u skladu sa rezultatima Krofel et al (2013). Dnevne migracije su različitog intenziteta i zavise od mnogih faktora, a najznačajniji su dostupnost hrane, vode i zaklona, vremenske prilike i mir u lovištu. Zbog veoma specifičnih terena, amplituda vertikalnih i horizontalnih migracija je veoma izražena, pa tako amplituda vertikalne često prelazi i hiljadu metara nadmorske visine (Bačkor 2010, Krofel et al 2013). Zavisno od lokaliteta, evidentno je da na pojedinim područjima, koja pružaju idealne uslove tokom cijele godine (npr. Dumoš) divokoze veoma rijetko ili skoro nikako ne napuštaju te lokacije, dok s druge strane pojedine lokalitete (Volujak, Bregoč, Todora i dr.) moraju napustiti dolaskom najtežih zimskih dana kada na ovim lokalitetima dubina sniježnog pokrivača prelazi jedan metar, a vrlo često i znatno više. Sve ovo ukazuje na važnost izraženih i mogućih vertikalnih i horizontalnih pravaca kretanja divokoza, zbog ostvarivanja povoljnijih stanišnih uslova u određenim okolnostima. Jedan od najuočljivijih primjera je populacija divokoza koja naseljava pod-

ručje Gornjih Bara i Planinice, kada usljed dubokih snjegova u potpunosti napuste ove surove predjele i veoma izraženom vertikalnom linijom spuštaju se u najniže dijelove Jabučkih stijena i kanjona rijeke Sutjeske. Kao po pravilu, tokom sniježnih oluja i mećava, spuštaju se do same obale Sutjeske i na domak magistralnog puta M20 koji povezuje Foču i Trebinje.

REFERENCES – Literatura

- Bačkor, P. (2008). *Migrácie kamzíkov (Rupicapra rupicapra L.) na Slovensku. (Migrations of chamois in the Slovakia)*. Natura Carpatica. 49. 195–204.
- Bačkor, P. (2010). *Altitudinal Distribution and Morphological Attributes of Chamois (Rupicapra Rupicapra Tatraica) Habitat in the Western Carpathians*. Acta Zoologica Lituonica. 20. 162-167. 10.2478/v10043-010-0020-9.
- Fukarek, P. (1969). *Osnovne prirodne karakteristike, flora i vegetacija Nacionalnog parka "Sutjeska"*. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo.
- JPŠ "Šume RS" Sokolac, (2020). *Lovna osnova za Posebno lovište "Zelengora" 2020-2030*. Istraživačko razvojni i projektni centar, Banja Luka.
- Knežević M. (1938). *Divokoza*. Trgovačka štamparija M. Ramljak, Sarajevo.
- Krofel, M. & Luštrik, R. & Stergar, M. & Jerina, K. (2013). *Habitat use of Alpine chamois (Rupicapra rupicapra) in Triglav National Park*.
- Kunovac, S. (2009). *Uputstvo za prebrojavanje divljači, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu i Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Sarajevo*.
- Laska Fr.B. (1905). *Das Waidwerk in Bosnien und der Hercegovina*. Klagenfurt.
- Milovac, M. (2017). *Monitoring populacije divokoze (Rupicapra rupicapra L.) u Nacionalnom parku Paklenica 2017*. urn:nbn:hr:151:989131 Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Zavod za Lovstvo, Ribarstvo i Pčelarstvo
- Nesti, Irene & Posillico, Mario & Lovari, Sandro. (2010). *Ranging behaviour and habitat selection of Alpine chamois*. Ethology Ecology & Evolution. 22. 215-231. 10.1080/03949370.2010.502316.
- Rapaić Ž. (2000). *Lovna osnova za Posebno lovište "Zelengora" 2000-2010*. Tjentište.
- Rapaić Ž., Mićević M. (2002). *Uređenje lovišta*. Lovački savez Republike Srpske, Bijeljina.
- Rapaić Ž., Kunovac S., Soldo V. (2008). *Ustanovljenje staništa divokozije divljači u BiH i prijedlog za revitalizaciju populacije*. Federalno Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Sarajevo.
- Sekulić Ž. (2012). *Divokoza (Rupicapra rupicapra balcanica) u Bosni i Hercegovini s osvrtom na uzrok njenog nestajanja*. Završni rad, Veleučilište u Karlovcu.
- Sekulić Ž. (2020). *Godišnji plan korišćenja Posebnog lovišta "Zelengora" za 2020/21*. Tjentište.
- Stefanović V., Beus V., Burlica Č., Dizdarević H., Vukorep I. (1983): *Ekološko-vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine*, Šumarski fakultet, Univerziteta u Sarajevu, Posebna izdanja No 17., Sarajevo.

SUMMARY

The Balkan chamois (*Rupicapra r. Balcanica*, Bolckay 1925) inhabits certain mountainous areas and certain canyons of the rivers of Bosnia and Herzegovina, including the Zelengora Special Hunting Ground and the Sutjeska National Park. It is very modest in terms of nutrition, but it is demanding in terms of habitat, where peace in the habitat is considered one of the main factors for its survival and loyalty to the habitat.

The Zelengora Special Hunting Area is an example of a quality chamois habitat that provides favorable conditions at different altitudes, which it skillfully uses during daily and especially seasonal migrations, which are especially pronounced during the winter due to deep snow cover in most of the study area. The main aims of this work are: To determine the most important chamois habitats and main seasonal migration routes.

The analysis of chamois habitats and migrations in the mentioned area included the existing archival documentation, as well as constant field monitoring during the period of three consecutive years (2017-2020). During the work, we used methods according to Kunovac (2009), and we also used the drone "DJI Phantom 4 Pro V2.0". Based on the registered positions and movements of chamois during this period, we also created appropriate maps of chamois migrations on the basis of Google Earth.

We identified 11 main chamois habitat localities within Zelengora Special Hunting ground:

1. Zelengora, 2. Dumoš, 3. Bare, 4. Husad, 5. Radomišlja, 6. Treskavac, 7. Sutjeska river canyon, 8. Massifs of Maglič and Volujak, 9. Sniježnica with Perućica primary forest, 10. Vučevo and 11. Šjeračke stijene.

These areas inhabited by chamois in the Special Hunting Ground "Zelengora" are characterized by appropriate terrain configuration factors, exposure, geological background, pedological soil properties, altitudes, and associated climate that have determined certain vegetation for a suitable environment for chamois.

The total habitat area for chamois in the Special Hunting Ground "Zelengora" is 20,000 ha, while the quality of the habitat is assessed as "medium good" (Rapaić et al 2008).

Due to very harsh conditions, chamois, during the winter period, are forced to make seasonal migrations to more favorable parts of the habitat, to easily overcome the most difficult period of the year. Daily migrations are of varying intensity and depend on many factors, the most important being the availability of food, water, shelter, weather conditions, and peace in the hunting ground. Due to very specific terrains, the amplitude of vertical and horizontal migrations is very pronounced, so the amplitude of the vertical often exceeds a thousand meters above sea level. Depending on the locality, it is evident that in some areas, which provide ideal conditions throughout the year (eg Dumoš), chamois very rarely or almost never leave these locations, while on the other hand some localities (Volujak, Bregoč, Todora, etc.) they have to leave with the arrival of the most difficult winter days when the depth of the snow cover in these localities exceeds one meter, and very often much more. All this indicates the importance of pronounced and possible vertical and horizontal directions of chamois movement, due to the realization of more favorable habitat conditions in certain circumstances. One of the most notable examples is the chamois population that inhabits the area of Gornje Bare and Planinica, when due to deep snows they completely leave these harsh areas and descend to the lowest parts of Jabučke rocks and Sutjeska canyon with a very pronounced vertical line. As a rule, during snowstorms and blizzards, they descend to the very coast of Sutjeska next to the main road M20 which connects Foča and Trebinje.



Inventory of Forest Truck Roads in the Territory of The Federation of Bosnia and Herzegovina

Inventarizacija šumskih kamionskih puteva na području Federacije Bosne i Hercegovine

Dževada Sokolović^{*1}, Muhamed Bajrić¹, Ahmet Lojo¹, Dženan Bećirović¹, Jusuf Musić¹

¹ Šumarski fakultet Univerzitet u Sarajevu, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

Length of the primary forest roads in the Federation of BiH is 11.821,00 km that includes the categories of public and forest truck roads. Cantonal Public companies for forest management in the Federation of BiH are responsible for the design, construction and maintenance of forest truck roads. The starting point in the analysis related to forest truck roads is to determine the quality and quantity of the existing forest road network. This paper deals with data for all forest truck roads in the territory of Federation of BiH that in total includes 2.907 forest truck roads. The following data were collected and analysed: pavement type, pavement width, longitudinal slope and traffic load per year per 24 h. The analysis of these elements can serve as the basis for categorizing of forest truck roads into primary, secondary and access roads, as well as starting point in planning process related to the maintenance works and future forest road construction.

Key words: forest truck roads, pavement type, road width, longitudinal slope and traffic load.

INTRODUCTION - Uvod

Efikasna mreža puteva čiji je dizajn zasnovan na osnovnim principima koji su se vremenom mijenjali zbog naučnog napretka i zbog evolucije tehnologije terenskog i putnog transporta je bila glavni pokretač šumarstva, (Heinimann, 2017). Šumska je prometna infrastruktura nužan i nadalje potreban preduvjet pri današnjem suvremenom gospodarenju šumskim ekosustavima. Vrsta, količina i prostorni raspored svih sastavnica šumske prometne infrastrukture moraju biti pažljivo isplanirani kako bi u šumi uspostavili uistinu optimalan šumski transportni sustav (Pentek i drugi 2014).

Nakon perioda veoma intenzivne gradnje i kvalitetnog održavanja šumskih kamionskih puteva (ŠKP) od drugog svjetskog rata do posljednjeg rata u Bosni i Hercegovini, u posljednjih trideset godina novogradnja i održavanje ŠKP imaju različitu amplitudu s obzirom na dužinu i kvalitet radova. Tako, radovi su u jednom dužem vremenskom periodu bili potpuno obustavljeni, nakon čega slijedi period veoma slabog intenziteta gradnje i nedovoljnog održavanja (Sokolović, 2013).

Dodson, E., M., (2021) navodi značaj poznavanja postojećeg stanja šumskih kamionskih puteva u cilju razvijanja sistema o prioritetima održavanja, kao podrška za upravljanje, čime se objektivizira donošenje odluke o

prioritetima, za šta je potrebno prikupljanje i ažuriranje podataka sa terena tokom vremena.

Da bi se pristupilo planiranju nove, dopunske mreže šumskih puteva veoma je važno poznavanje trenutnog stanja šumskih puteva na određenom prostoru, (Stojnić, 2019).

Papa i drugi (2019) navode da planiranje potreba za novim šumskim cestama obuhvata analizu postojeće mreže šumskih prometnica kako bi se utvrdio kvalitet, količina i mogući nedostaci te na temelju dobivenih rezultata odredila potreba za daljnjim otvaranjem nekoga šumskog područja radi postizanja optimalnoga rasporeda šumskih prometnica.

Podaci o primarnoj mreži šumske transportne infrastrukture (ŠTI) koje sadrži Šumskoprivredna osnova (ŠPO) su ukupna dužina puteva koji otvaraju šume a to su javni i šumski kamionski putevi (ŠKP). Prema postojećem pravilniku za izradu ŠPO na području Federacije BiH (FBiH) obavezni podaci o primarnoj mreži puteva su vrsta kolovozne površine koja može biti asfalt ili makadam. Podaci o stanju puteva, njihovim tehničkim i konstruktivnim elementima se ne prikupljaju na terenu, tako da osim dužine i vrste kolovozne površine ne raspoložemo sa drugim podacima.

Podaci o dužini primarne mreže puteva koji otvaraju šume na području FBiH daju se svake godine u Izvještajima o gazdovanju šumama koje objavljuje Federalno Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva (Izvještaji). Prema Izvještaju za 2020. godinu dužina primarne mreže puteva koji otvaraju šume u FBiH sa kolovozom tipa asfalt ili makadam iznosi 11.821,00 km. S obzirom da se daju zbirni podaci o ukupnoj dužini javnih i ŠKP na osnovu ovih podataka nije poznato kolika je dužina samih ŠKP. Kako nisu poznati podaci o tehničkim elementima ŠKP niti o njihovom stanju ne može se uraditi kategorizacija ŠKP niti kvalitetni planovi održavanja. Osim planova održavanja značaj poznavanja stanja na ŠKP je i zbog toga što vrsta puta i uvjeti na putu utječu na brzinu vozila što se odražava na vrijeme prijevoza a zatim i na troškove transporta (Akay i drugi 2014).

Pellegrini i drugi (2013) u cilju određivanja prioriteta pri održavanju šumskih puteva na alpskom području u Italiji na terenu prikupljaju sljedeće podatke: širinu šumske ceste, tip gornjega stroja, stanje vozne površine, prometna ograničenja, postojanje i stanje sistema odvodnje.

Prema (Sokolović, 2013) velika dužina postojećih šumskih kamionskih puteva na području FBiH je izgrađena prije više od pola vijeka, u skladu sa tehničkim elemen-

tima za tada primjenjivana vozila za transport drvnih sortimenata i upitno je da li takvi putevi mogu ispuniti zahtjeve savremenih kamionskih skupova za prevoz drvnih sortimenata.

Pored dužine postojeće primarne mreže u godišnjim Izvještajima objavljuju se podaci o dužinama novoizgrađenih i rekonstruisanih-saniranih ŠKP u prethodnoj godini i daju se planovi za narednu godinu.

Pentek i drugi (2005) naglašavaju da se otvaranje šuma ne smije provoditi stihijski s jednim ciljem izgradnje što veće količine šumskih cesta godišnje već je potrebno na osnovu snimanja postojeće mreže raditi Studije primarnog otvaranja šuma za desetogodišnje razdoblje.

Danilović i Stojnić (2014) naglašavaju da planiranju nove mreže šumskih puteva prethodi detaljna analiza trenutnog kvalitativnog i kvantitativnog stanja šumskih puteva, na osnovu čega se radi njihova kategorizacija.

Petković i Potočnik (2018) u cilju planiranja mreže šumskih puteva u prirodnim šumskim područjima u sjevernoj Bosni i Hercegovini zaključuju da je potrebno uspostaviti katastar šumskih puteva s odgovarajućom bazom podataka.

Stojnić (2019) ističe da GIS bazu podataka o šumskim putevima čine podaci prikupljeni u procesu inventure šumskih puteva, podaci dobijeni naknadnim analizama i opšti podaci o nazivu puta, teritorijalnoj pripadnosti, eventualnim ograničenjima i sl.

Prema Papa i drugi (2015) uz detaljan registar primarne šumske prometne infrastrukture treba razviti metodologiju kontinuiranog praćenja stanja šumskih cesta i cestovnih objekata.

Za neometano dugoročno korištenje ŠKP potrebno je njihovo redovno-godišnje održavanje i povremeno-investiciono održavanje. Prema Sokolović i Bajrić (2011) redovno godišnje održavanje ŠKP na području FBiH se ne radi, već se prema potrebi svakih 5 do 10 godina radi građevinsko-investiciono održavanje koje obuhvata sanaciju i rekonstrukciju pojedinih dionica puta. Takav način održavanja ŠKP, njihova stalna izloženost vremenskim nepogodama, koje u vrijeme izraženih klimatskih promjena postaju sve intenzivnije i veće, te neodgovarajući način korištenja sa prevelikim osovinskim opterećenjem dovodi do razaranja i oštećivanja ŠKP koje se zbog nepravovremenog i nedovoljnog održavanja vremenom progresivno povećava. Laschi i drugi (2016) ističu da je ključni korak u planiranju dobre mreže puteva između ostalog potpuno znanje o trenutnom stanju svakog segmenta puta u cijeloj mreži.

Zbog toga je inventarizacija postojeće mreže sa snimanjem tehničkih i konstruktivnih elemenata i podacima o stanju postojeće mreže ŠKP preduvjet za dugoročno, ekonomski održivo i ekološki opravdano postojanje ŠTI.

Osim toga, veoma je bitno raspolagati razdvojenim podacima o dužinama javnih i ŠKP, između ostalog i zbog toga što su za gradnju i rekonstrukciju ŠKP nadležna šumarska preduzeća a javne puteve gradi i odžava Direkcija za ceste FBiH preko odgovarajućih kantonalnih institucija.

Sa ciljem dobijanja detaljnih podataka o tehničkim i konstruktivnim elementima i stanju šumskih kamionskih puteva Federalno ministarstvo (FMPVŠ) je u periodu od 2016 do 2020. godine izradilo dugoročnu strategiju planiranja u oblasti šumske transportne infrastrukture u Federaciji BiH gdje je provedena sveobuhvatna analiza stanja ŠTI. Cilj ovog rada je prikaz i analiza podataka o šumskim kamionskim putevima koja se odnosi na vrstu kolovoza, širinu kolovoza, uzdužni nagib i prometno opterećenje.

MATERIAL AND METHODS - Materijal i metode

Podaci o primarnoj mreži puteva, prikupljeni na terenu po kantonima, su se unosili elektronski u prethodno pripremljene manuale. U manual koji se odnosi na šumske kamionske puteve unosili su se podaci vezani za ad-

ministrativna pitanja, tehničke elemente i stanje ŠKP. Osim podataka prikazanih u Tabeli 1 unosili su se i sljedeći podaci: datum snimanja, x i y koordinate za početak i kraj šumskog kamionskog puta i dužina ŠKP očitane pomoću GPS uređaja. Od administrativnih podataka upisivali su se sljedeći podaci: Kanton, Šumskogospodarsko područje, gospodarska jedinica i lokalni naziv ŠKP.

U manualu su dati mogući odgovori za svako pitanje, a konkretan odgovor se unosio putem šifri. Podaci su prikupljeni po kantonalnim javnim preduzećima u okvirima ŠPP-ova, krajem 2018. i početkom 2019. godine. Podaci prikupljeni na navedeni način su objedinjeni u Federalnom ministarstvu poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva i dostavljeni su u jedinstvenoj Excel tabeli koja sadrži podatke za ukupno 4.587 puteva, od kojih su 2.907 ŠKP a 1.680 javni putevi.

U ovom radu su prikazani i analizirani podaci koji se odnose na ŠKP i to: vrsta i širina kolovoza, uzdužni nagib i prometno opterećenje godišnje na 24 h.

Podaci prikupljeni na terenu za svaki pojedini element su obrađeni po kantonima i ukupno za područje FBiH na način da su se sumirale dužine puteva koji nose istu oznaku (šifru) i računali su se procentualni udjeli takvih puteva. To znači da se za npr. element vrsta kolovoza računala ukupna dužina ŠKP sa kolovozom tipa asfalt, sa kolovozom tipa makadam i ukupna dužina ŠKP bez kolovoza – zemljani.

Tabela 1. Manual za snimanje šumskih kamionskih puteva u FBiH

Table 1. Table for recording forest truck roads in the Federation of BiH

Tehnički elementi			Šifra
1	Kolovoz	1- asfalt, 2 – makadam 3- zemljani	
2	Broj kolovoznih traka	1 – dvije trake 2 – jedna traka sa mimoilaznicama 3 –jedna traka bez mimoilaznica	
3	Uzdužni nagib puta	1 - prosječno do 7% cijeli put 2 - <10% od ukupne dužine prelazi nagib 10%, ostalo do 7% 3 - >10% od ukupne dužine prelazi nagib 10%	
4	Prometno opterećenje godišnje/24h	1-do 100 t 2- 100 do 500 t 3-500 do 2500 t	

RESEARCH AREA - Područje istraživanja

Prikupljeni podaci za šumske kamionske puteve i analize u radu obuhvataju kantone u FBiH, njih ukupno 10, gdje je gazdovanje šumama povjereno javnim šumarskim preduzećima i obavlja se po ŠPP/ŠGP (Tabela 2).

Rezultati su obrađeni na nivoima šumskoprivrednih/šumskogospodarskih područja, ali zbog konciznosti prikazani su objedinjeni podaci za sva ŠPP/ŠGP unutar pojedinih kantona.

RESULTS WITH DISCUSSION - Rezultati sa diskusijom

PAVEMENT TYPE - Vrsta kolovoza

Prema vrsti materijala od kojeg su izgrađeni kolovozi na ŠKP mogu biti: zemljani kolovozi, kameni kolovozi (tucački i šljunčani) i savremeni (asfaltni) (Pičman 2007). Zemljani ŠKP se grade pri nedostatku sredstava za gradnju kolovoza kada oni čine prvu etapu u gradnji ili u slučaju kada nema potrebe za gradnjom kvalitetnijeg kolovoza zbog male količine drvene mase. U oba slučaja

zemljani kolovozi se funkcionalno mogu koristiti samo po suhom vremenu i na zemljištima sa visokom nosivošću. Prema Jeličiću (1957) zemljani ili prilazni ŠKP se ne uzimaju u obračun otvorenosti šuma.

U Tabeli 3. date su dužine ŠKP sa asfaltnom i makadamskom kolovoznom površinom i dužine zemljanih puteva po ŠPP i za područje F BiH. Ukupna dužina ŠKP na području FBiH sa asfaltnom kolovoznom površinom iznosi 487,40 km, dužina sa kolovoznom površinom tipa makadam iznosi 8.132,46 km, a dužina zemljanih ŠKP je 968,52 km. Za dužinu 31,86 km nisu dostavljeni podaci o vrsti kolovozne površine. Na slici 1. dati su procentualni udjeli ŠKP na području F BiH sa različitim vrstama kolovoza prema kojoj je najveći udio ŠKP sa kolovoznom površinom tipa makadam i iznosi 84,53%, sa asfaltnom kolovoznom površinom udio je 5,07%, dok je udio zemljanih puteva 10,07%. Nedostaju podaci za 0,33% od ukupne dužine ŠKP (bez podataka BP).

Dobijeni rezultati su očekivani jer su u šumama najviše zastupljeni ŠKP sa kolovozom tipa makadam. Dužina ŠKP sa kolovozom tipa asfalt je dosta mala i u budućnosti bi trebalo povećati dužinu ŠKP sa asfaltnim kolovozom naročito u slučajevima kada se radi o glavnim ŠKP

Tabela 2: Pregled kantona i Šumskoprivrednih područja u FBiH

Table 2: Overview of cantons and Forest Management Areas in FBiH

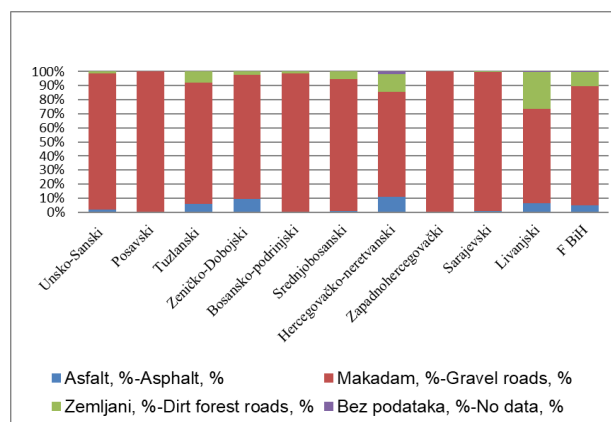
Kanton		Šumskoprivredno područje	Površina (ha)
1.	Unsko-Sanski	Bosansko-petrovačko, Drvarsko-Bosansko-grahovsko (dio), Ključko, Sansko, Unsko	180.523,00
2.	Posavski	Posavsko	457,15
3.	Tuzlanski	Majevičko, Sprečko, Konjuh, Vlaseničko	79.628,29
4.	Zeničko-Dobojski	Gornjebosansko (dio), Kakanjsko, Krivajsko, Natron-Usorsko-ukrinsko, Olovsko	180.888,38
5.	Bosansko-podrinjski	Bosansko-podrinjsko	24.896,90
6.	Srednjobosanski	Fojničko, Gornjevrasko, Lašvansko, Srednjevrasko	184.139,35
7.	Hercegovačko-neretvanski	Konjičko, Konjičko-krš, Srednjeneretvansko, Mostar	229.256,21
8.	Zapadnohercegovački	Posuško	50.151,60
9.	Sarajevski	Bistričko, Gornjebosansko (dio), Igmansko, Trnovsko	70.253,34
10.	Livanjski	Glamočko, Drvarsko, Bosanskograhovsko, Kupreško, Livanjsko, Tomislavgradsko	284.276,79
Ukupno FBiH			1.284.471,01

Tabela 3. Dužina šumskih kamionskih puteva prema vrsti kolovoza po kantonima i za FBiH

Table 3. Length of forest truck roads by type of road by cantons and for the territory of FBiH

Kanton		Šumski kamionski putevi			
		Asfalt	Makadam	Zemljani	Bez podataka
		Dužina, km			
1	Unsko-Sanski	28,28	1.309,52	18,93	0,00
2	Posavski		1,60		
3	Tuzlanski	30,67	435,70	38,63	0,00
4	Zeničko-Dobojski	123,08	1.131,98	27,35	
5	Bosansko-podrinjski	2,24	357,77	4,07	
6	Srednjobosanski	18,31	1.837,09	108,91	
7	Hercegovačko-neretvanski	134,25	911,67	155,58	24,19
8	Zapadnohercegovački		72,80		
9	Sarajevski	4,49	505,22	2,17	
10	Livanjski	146,09	1.576,77	612,89	7,67
	Ukupno FBiH	487,40	8.132,46	968,52	31,86

koji su izgrađeni na slabo nosivim geološkim podlogama sa velikim prometnim opterećenjem. Investiranje u asfaltnu kolovoznu površinu u navedenim slučajevima bi se isplatilo preko nižih troškova korištenja i održavanja. Dužina zemljanih ŠKP iznosi približno 1.000,00 km. Zemljani putevi se ne uzimaju u obračun otvorenosti šumske površine jer se ne mogu koristiti u svim godišnjim dobima već samo u povoljnim vremenskim uvjetima. Ovi putevi se nazivaju tehnološki putevi i evidentno je da je dužina ovih puteva u posljednje vrijeme sve veća. Razlog su njihovi niski troškovi projektovanja i gradnje. Prevođenjem ovih puteva u kategoriju sporednih bi značajno doprinijelo povećanju otvorenosti šuma pa bi se rekonstrukcija ovih puteva trebala provoditi u narednom periodu planski i sistematično. Akay i drugi (2021) navode da većina šumskih cesta (66%) u Turskoj su sekundarne šumske ceste tipa B, koje između ostalog karakteriše nedostatak kolovozne konstrukcije, što uzrokuje nastanak oštećenja na cestama i utječe na promet vozila sa kamionima velike nosivosti. Za rješavanje problema koji se javljaju na šumskim cestama autori preporučuju unapređenje postojećih standarda cesta rekonstrukcijom.



Slika 1. Udjeli šumskih kamionskih puteva prema vrsti kolovoza po kantonima i za FBiH

Figure 1. Shares of forest truck roads by type of road by cantons and in the territory of FBiH

ROAD WIDTH - Širina kolovoza

Širina kolovoza ŠKP je tehnički element koji utiče na kategorizaciju na način da se ŠKP sa dvije saobraćajne trake svrstavaju u kategoriju glavni, sa jednom saobraćajnom trakom sa mimoilaznicama u kategoriju sporedni i putevi sa jednom trakom bez mimoilaznica u kategoriju prilazni (Jeličić 1957).

Tabela 4. Dužina šumskih kamionskih puteva prema širini kolovoza po kantonima i za FBiH

Table 4. Length of forest truck roads according to the width of the road by cantons and for the territory of FBiH

Kanton		Dvije trake	Jedna traka sa mimoilaznicama	Jedna traka bez mimoilazica	Bez podataka
1	Unsko-Sanski	55,19	1.285,57	15,97	
2	Posavski			1,60	
3	Tuzlanski	15,48	340,30	149,21	
4	Zeničko-Dobojski	84,57	1.149,41	48,44	
5	Bosansko-podrinjsko	2,31	319,03	38,67	4,07
6	Srednjobosanski	26,98	1.745,22	181,12	
7	Hercegovačko-neretvanski	67,61	914,77	152,74	5,66
8	Zapadnohercegovački		72,80		
9	Sarajevski	0	441,47	55,44	14,96
10	Livanjski	201,34	1.461,17	574,64	98,59
	Ukupno FBiH	464,48	7.814,65	1.217,83	123,28

Stojnić (2019) ističe da GIS bazu podataka o šumskim putevima čine podaci prikupljeni u procesu inventure šumskih puteva, podaci dobijeni naknadnim analizama i opšti podaci o nazivu puta, teritorijalnoj pripadnosti, eventualnim ograničenjima i sl.

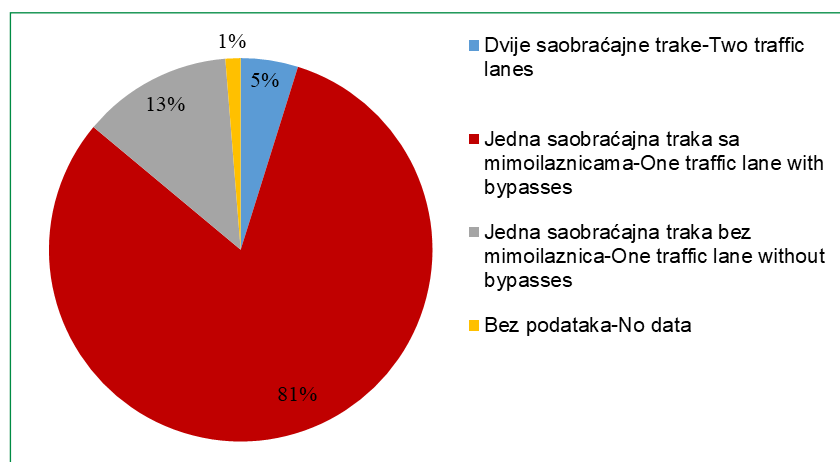
Dobijeni podaci (Tabela 4) pokazuju da je na području FBiH dužina šumskih kamionskih puteva sa dvije saobraćajne trake 464,48 km, dužina šumskih kamionskih puteva sa jednom saobraćajnom trakom sa mimoilaznicama 7.814,65 km, dužina šumskih kamionskih puteva sa jednom saobraćajnom trakom bez mimoilaznica 1.217,83 km, dužina šumskih kamionskih puteva bez podataka o širini kolovoza 123,28 km.

Na slici 2. dati su procentualni udjeli ŠKP sa različitim širinama kolovoza za područje FBiH. Iz dobijenih rezultata se vidi da je najveći udio ŠKP sa jednom saobraćajnom trakom sa mimoilaznicama koji iznosi 81,23%. Udio ŠKP sa jednom saobraćajnom trakom bez mimoilaznica iznosi 12,66%. Udio ŠKP sa dvije saobraćajne trake iznosi 5,66%. Udio ŠKP bez podataka o širini kolovoza iznosi 1,23%.

Na slici 2. dati su procentualni udjeli ŠKP sa različitim širinama kolovoza za područje FBiH. Iz dobijenih rezultata se vidi da je najveći udio ŠKP sa jednom saobraćajnom trakom sa mimoilaznicama koji iznosi 81,23%. Udio ŠKP sa jednom saobraćajnom trakom bez mimoilaznica iznosi 12,66%. Udio ŠKP sa dvije saobraćajne trake iznosi 5,66%. Udio ŠKP bez podataka o širini kolovoza iznosi 1,23%.

Slika 2. Udjeli različitih širina kolovoza na šumskim kamionskim putevima na području FBiH

Figure 2. Shares of different road widths on forest truck roads in the territory of FBiH



si svega 4,83% od ukupne dužine ŠKP u FBiH. Udio puteva za koje nisu dostavljeni podaci o širini kolovoza je 1,28%.

U cilju ispitivanja povezanosti vrste kolovoza sa širinom urađena je analiza ŠKP sa kolovozom (asfalt i makadam) i bez kolovoza (zemljani) i data je u Tabeli 5. Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli zaključujemo da su asfaltni putevi sa dvije saobraćajne trake zastupljeni u dužini od 183,11 km. Dužina od 243,92 km asfaltnih puteva ima jednu saobraćajnu traku sa mimoilaznicama, dok 18,57 km su sa jednom trakom bez mimoilaznica, te za dužinu od 41,80 km asfaltnih ŠKP nisu dostavljeni podaci o širini kolovoza.

Kad se posmatraju makadamski ŠKP zaključujemo da dužina od 274,18 km imaju dvije saobraćajne trake, 7.218,41 km imaju jednu traku sa mimoilaznicama, dužina od 589,68 km imaju jednu traku bez mimoilaznica, a za 50,18 km makadamskih ŠKP su bez podataka o širini kolovoza. Dužina od 6,74 km zemljanih ŠKP imaju širinu za dvije saobraćajne trake, 22,13 km imaju širinu koja je jednaka jednoj traci sa mimoilaznicama, dužina od 612,67 km imaju širinu za jednu traku bez mimoilaznica, a za 26,50 km zemljanih ŠKP su bez podataka za širinu kolovoza.

Poznavanje širine kolovoza i vrste kolovoza je potrebno za planove održavanja. Naime, različita visina finansijskih sredstava i različita učestalost za održavanje je potrebna u slučaju ako se radi o asfaltnom ili makadamskom ŠKP sa dvije trake ŠKP ili sa jednom trakom. Također, planovi budućeg otvaranja gdje se novoplanirani ŠKP vežu za postojeći trebaju raspolagati podacima o vrsti i širini kolovoza postojećih puteva.

TRAFFIC LOAD - Prometno opterećenje

Prometno opterećenje je značajno kod dimenzioniranja i određivanja vrste kolovozne konstrukcije. Nevečerel i drugi (2007) naglašavaju značaj poznavanja veličine prometnog opterećenja na standard gradnje šumskih cesta i zaključuju da određene šumske ceste, pa čak i pojedine dionice iste šumske ceste treba graditi poštujući različite standarde gradnje, odnosno primjenjujući različite tehničke uvjete jer će se na taj način racionalizirati troškovi gradnje a sačuvana finansijska sredstva ostaju na raspolaganju za investiranje u dalje otvaranje.

Prema Papa i drugi (2015) mogućnosti za smanjenje troškova održavanja primarne šumske prometne infrastrukture su u novoj kategorizaciji šumskih cesta koju treba izraditi. Kriteriji kategorizacije bi svakako trebali biti: prometno opterećenje, intenzitet i struktura prometa, višestruke funkcije šumske ceste i dr.

Prema Jeličiću (1957) izdvajaju se tri osnovne grupe prometnog opterećenja:

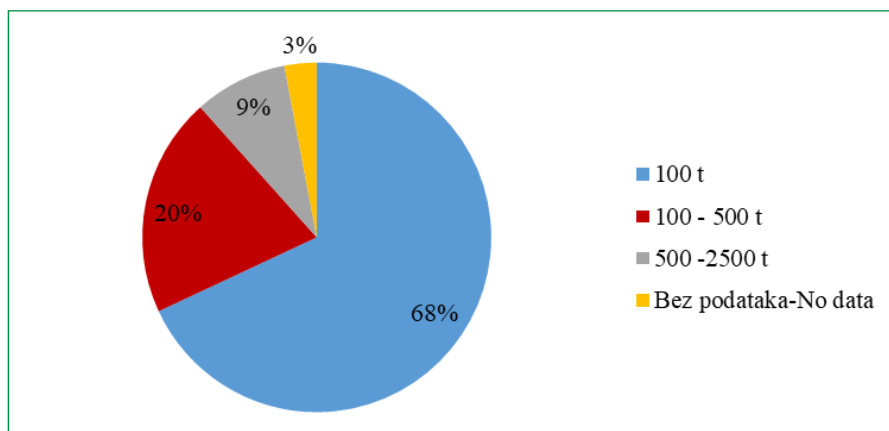
- 500 do 2.500 bruto tona dnevno. Ovo prometno opterećenje je zastupljeno na glavnim ŠKP.
- 100 do 500 bruto tona dnevno. Ovo prometno opterećenje je najčešće kod sporednih ŠKP.
- Manje od 100 bruto tona dnevno. Ovo prometno opterećenje je najčešće kod sporednih ŠKP.

ŠKP sa većim prometnim opterećenjem trebaju imati veću debljinu kolovoza u odnosu na puteve izgrađene na istim terenskim uvjetima ali sa manjim prometnim opterećenjem. Puteve sa većim saobraćajnim opterećenjem treba češće održavati i za njihovo održavanje je potrebno više finansijskih sredstava.

Tabela 5. Dužina šumskih kamionskih puteva prema širini kolovoza za FBiH

Table 5. Length of forest truck roads according to road width for FBiH

Vrsta kolovoza ŠKP	Dvije trake	Jedna traka sa mimoilaznicama	Jedna traka bez mimoilazica	Bez podataka
	Dužina, km			
Asfaltni	183,11	243,92	18,57	41,80
Makadam	274,18	7.218,41	589,68	50,18
Zemljani	6,74	322,61	612,67	26,50
Bez podataka	0,45	22,13	4,48	4,80
Ukupno FBiH	464,48	7.807,07	1.225,41	123,28



Slika 3. Udjeli klasa prometnog opterećenja na šumskim kamionskim putevima u FBiH

Figure 3. Shares of traffic load classes on forest truck roads in the FBiH

Prema Potočnik i drugi (2005) prometno opterećenje šumskih cesta, jedan je od najznačajnijih uticajnih faktora na njihovo razaranje. Zbog toga šumske ceste sa većim prometnim opterećenjem trebaju biti pravilno dimenzionirane, intenzivnije i češće održavane, u odnosu na šumske ceste odnosno njihove dionice sa manjim prometnim opterećenjem.

Rezultati o prometnom opterećenju na ŠKP po ŠPP i ukupno za područje FBiH prikazani su u tabeli 6. Na osnovu ovih rezultata zaključujemo da je ukupna dužina

ŠKP sa prometnim opterećenjem do 100 bruto tona dnevno 6.546,45 km, dužina ŠKP 1.954,84 km ima prometno opterećenje 100 do 500 bruto tona dnevno, dužina 831,90 km ŠKP ima opterećenje 500 do 2.500 bruto tona dnevno. Dužina 287,05 ŠKP je bez podataka o veličini prometnog opterećenja.

Na slici 3. prikazani su % udjeli klasa prometnog opterećenja u ukupnoj dužini ŠKP na području F BiH. Iz slike se vidi da 68,05% od svih ŠKP ima prometno opterećenje do 100 bruto tona dnevno; 20,32% od svih ŠKP ima op-

Tabela 6. Prometno opterećenje na šumskim kamionskim putevima po kantonima i za FBiH

Table 6. Traffic load on forest truck roads in the cantons and for the FBiH

Kanton		Do 100 t	100 do 500 t	500 do 2500 t	Bez podataka
		Prometno opterećenje godišnje/24 sata			
		Dužina, km			
1	Unsko -Sanski	1.217,90	114,82	0	24,01
2	Posavski	1,60			
3	Tuzlanski	470,50	34,50		
4	Zeničko-Dobojski	943,38	248,41	89,67	
5	Bosansko-podrinjski	202,66	140,60	20,82	
6	Srednjobosanski	876,09	722,43	326,53	39,27
7	Hercegovačko-neretvanski	911,17	268,06		46,46
8	Zapadnohercegovački	69,64			3,15
9	Sarajevski	500,45			11,43
10	Livanjski	1.353,05	426,03	394,89	161,77
	Ukupno FBiH	6.546,45	1.954,84	831,90	287,05

Tabela 7. Uzdužni nagib šumskih kamionskih puteva po kantonima i za područje FBiH

Table 7. Longitudinal slope of forest truck roads in the cantons and for the area of FBiH

Kanton		Do 7%	Manje od 10% dužine prelazi nagib 10%, ostalo do 7%	Više od 10% dužine prelazi nagib 10%	Bez podataka
		Uzdužni nagib			
		Dužina, km			
1	Unsko-Sanski	1.301,23	54,37	1,13	
2	Posavski				
3	Tuzlanski	358,20	104,89	41,91	
4	Zeničko-Dobojski	360,38	633,99	288,05	0,96
5	Bosansko-podrinjski	115,49	209,47	39,12	
6	Srednjobosanski	815,18	887,65	261,49	
7	Hercegovačko-neretvanski	325,63	389,76	499,90	10,40
8	Zapadnohercegovački	8,93	40,89	22,98	
9	Sarajevski	35,12	109,45	365,22	2,10
10	Livanjski	1.090,58	955,48	175,73	113,96
	Ukupno FBiH	4.412,33	3.385,95	1.695,51	126,45

terećenje 100 do 500 bruto tona dnevno, dok samo 8,65% od svih ŠKP ima opterećenje 500 do 2.500 bruto tona dnevno. Bez podataka o prometnom opterećenju je 2,98% od ukupne dužine ŠKP.

LONGITUDINAL SLOPE OF THE ROAD - Uzdužni nagib puta

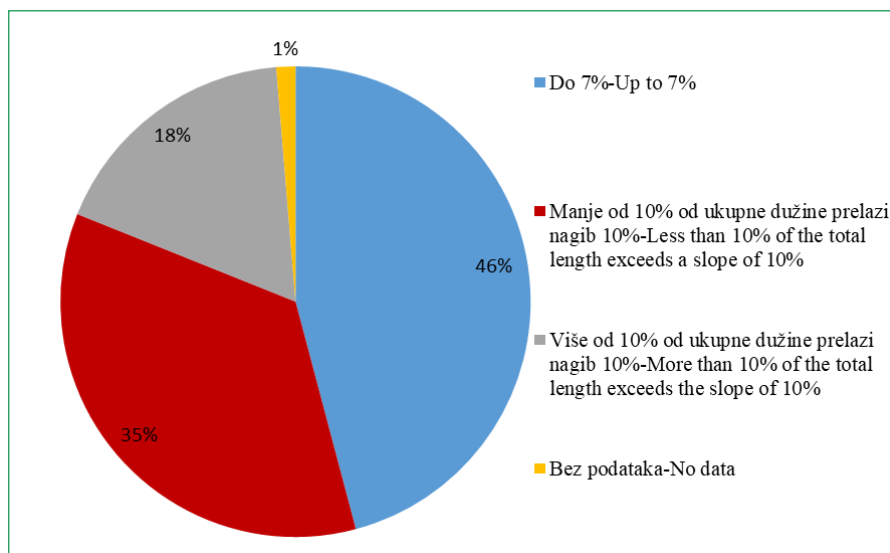
Uzdužni nagib ŠKP je značajan ne samo zbog mogućnosti sigurnog i efikasnog korištenja, već i zbog ispiranja kolovoza i održavanja. Preporuka je da se ŠKP projektuju na način da se izvoz drvne mase obavlja u padu. Preko ŠKP se odvija transport drvnih sortimenata u kamionima čija masa dostiže 40 t ukupno, što kod velikih uzdužnih nagiba puteva može ugroziti bezbjednost saobraćaja. S druge strane vožnja ovakvih tereta u usponu je veoma otežana i usporava brzinu saobraćaja.

Osim navedenih razloga, potreba projektovanja ŠKP sa odgovarajućim nagibom je potrebna i zbog razornog djelovanja i ispiranja kolovoza na putevima koji imaju veliki uzdužni nagib. Ovo osim oštećivanja kolovozne površine i potrebe za češćim održavanjem dovodi i do ekoloških šteta, a najznačajniji su zamućivanje i zatrpavanje vodotoka.

Prema Tehničkim propisima (Jeličić, 1957) uzdužni nagib na glavnim ŠKP ne bi trebao da prelazi 7% (8% - na kraćim dužinama). Na sporednim ŠKP na vrlo teškim terenima maksimalan uzdužni nagib je do 8% (10% na kraćim dionicama – do 100 m). Na prilaznim ŠKP uzdužni nagib može biti do 10% (12% na kraćim dionicama – do 100 m).

U tabeli 7. su izračunate dužine ŠKP sa klasama uzdužnih nagiba po ŠPP i ukupno za područje FBiH. Zaključujemo da uzdužni nagib do 7% imaju putevi na području FBiH u dužini 4.412,33 km, što čini 45,87% od ukupne dužine svih ŠKP; šumski kamionski putevi koji na kraćim dužinama, do 10% od ukupne dužine imaju nagib veći od 10%, a na ostaloj dužini do 7% zastupljeni su u dužini 3.385,95 km, što čini 35,20% od ukupne dužine svih ŠKP; klasa nagiba gdje je na više od 10% od ukupne dužine jednog ŠKP prisutan nagib veći od 10% zastupljen je u dužini 1.695,51 km, što čini 17,62% od ukupne dužine svih ŠKP. Dužina od 126,45 km ŠKP je bez podataka o uzdužnom nagibu, a ta dužina iznosi 1,31% od ukupne dužine ŠKP (slika 4).

U Tabeli 8. prikazani su rezultati udjela klasa uzdužnih nagiba na različitim vrstama kolovozne površine. Pro-



Slika 4. Udjeli klasa uzdužnog nagiba na šumskim kamionskim putevima na području FBiH

Figure 4. Shares of longitudinal slope classes on forest truck roads in the territory of FBiH

sječno, kad se računaju svi ŠKP uzdužni nagib preko 10% je zastupljen na ukupnoj dužini od 1.695,51 km, što čini 17,62% od ukupne dužine. Uzdužni nagib preko 10% predstavlja problem za korištenje na asfaltnoj kolovoznoj površini, dok na makadamskoj i zemljanoj pored poteškoća u korištenju može izazvati i ekološke posljedice. Zbog toga je potrebno ovakve dionice na ŠKP detaljnije analizirati i po potrebi izvršiti rekonstrukciju ŠKP i izmještanje trasa. Prema Ryan i dr. (2004) troškovi rekonstrukcije iznose 30 do 70 % ukupnih troškova gradnje. Za dužinu od 1.695,51 km na kojoj je evidentiran uzdužni nagib veći od 10%, to bi značilo velika finansijska sredstva i potreba za rekonstrukcijom ove dionice ŠKP se treba detaljnije ispitati.

CONCLUSIONS - Zaključak

Najbitniji zaključci provedenih istraživanja su:

Najveći udio od ukupne dužine šumskih kamionskih puteva na području FBiH je sa kolovoznom površinom tipa makadam i iznosi 84,53%, sa asfaltnom kolovoznom površinom udio je 5,07%, dok je udio zemljanih puteva 10,07% i bez podataka o kolovoznoj površini je 0,33% od ukupne dužine ŠKP.

Zastupljeno je najviše šumskih kamionskih puteva sa jednom saobraćajnom trakom sa mimoilaznicama i to 81,23% od ukupne dužine. Udio ŠKP sa jednom saobraćajnom trakom bez mimoilaznica je 12,66%, dok je ŠKP sa dvije saobraćajne trake svega 4,83% od ukupne dužine i 1,28% od ukupne dužine je bez podataka o širini kolovoza.

Tabela 8. Uzdužni nagib šumskih kamionskih puteva prema vrsti kolovoza za FBiH

Table 8. Longitudinal slope of forest truck roads by type of road for the territory of FBiH

Vrsta kolovoza ŠKP	Do 7%	Manje od 10% od ukupne dužine prelazi nagib 10%, ostalo do 7%	Više od 10% od ukupne dužine prelazi nagib 10%	Bez podataka o uzdužnom nagibu
	Udio klase uzdužnog nagiba, %			
Asfaltni	49.48	32.75	9.19	8.58
Makadam	46.37	34.71	18.34	0.58
Zemljani	39.95	41.04	16.45	2.56
Bez podataka o vrsti kolovoza	41.09	19.77	0.00	39.13
Ukupno, FBiH	45.87	35.20	17.62	1.31

Dužina puteva sa dvije saobraćajne trake prema vrsti kolovoza je: 183,11 km asfaltnih, 274,18 km makadamskih i 6,74 km sa zemljanom kolovoznom površinom.

Dužina puteva sa jednom saobraćajnom trakom sa mimoilaznicama prema vrsti kolovoza je: 243,92 km asfaltnih puteva, 7.218,41 km makadamskih i 22,13 km zemljanih ŠKP.

Sa jednom trakom bez mimoilaznica evidentirano je 18,57 km asfaltnih, dužina od 589,68 km makadamskih i dužina 612,67 km zemljanih. Bez podataka o širini kolovoza je dužina 123,28 km šumskih kamionskih.

Od ukupne dužine svih ŠKP 68,05% su putevi za neznatan saobraćaj koji karakteriše manje od 100 bruto tona dnevno; 20,32% su putevi za lahki saobraćaj sa opterećenjem 100 do 500 bruto tona dnevno; 8,65% su putevi za srednje težak saobraćaj sa opterećenjem 500 do 2.500 bruto tona dnevno. Bez podataka o prometnom opterećenju je 2,98% od ukupne dužine ŠKP.

Od ukupne dužine šumskih kamionskih puteva uzdužni nagib do 7% je zastupljen na dužini 4.412,33 km, što čini 45,87%. Na pojedinim šumskim kamionskim putevima čija je ukupna dužina 3.385,95 km što čini 35,20% od ukupne dužine svih ŠKP, mjestimično na kraćim dužinama koje ne prelaze do 10% od navedene dužine prisutan je uzdužni nagib veći od 10%. Klasa uzdužnog nagiba puta veća od 10% na pojedinim dionicama, evidentirana je na dužini 1.965,51 km, što čini 17,62% od ukupne dužine svih ŠKP. Dužina od 126,45 km ŠKP je bez podataka o uzdužnom nagibu a ta dužina iznosi 1,31% od ukupne dužine ŠKP.

U budućnosti novoformiranu Excel bazu podataka o primarnoj mreži treba povezati sa GIS softverom, kako bi se uz odgovarajuću metodologiju dobile tačne dužine primarne mreže puteva i izračunala otvorenost. Povezivanjem podataka o šumskim kamionskim putevima sa GIS softverom stvorila bi se mogućnost za njihovu kategorizaciju jer bi se povezali sa prostornim položajem u uređajnim jedinicama. Rezultati dobijeni u ovom istraživanju ne omogućavaju jasno svrstavanje ŠKP u pojedine kategorije na osnovu klasifikacije Jeličić (1957).

Dobijeni rezultati pokazuju da je oko 1.000,00 km šumskih kamionskih puteva bez kolovzne površine odnosno to su zemljani ili tzv. tehnološki putevi. S obzirom da se zemljani putevi ne uzimaju u obračun otvorenosti u budućnosti bi bilo dobro analizirati mogućnosti prevođenja tih puteva u kategoriju sporedni šumski kamionski putevi, čime bi se povećala otvorenost šuma u F BiH.

REFERENCES - Literatura

Akay A.E., Kakol, A., A., H., (2014). Forest Transportation Planning by using GIS-based Decision Support System-<https://www.formec.org/images/proceedings/2014/a93.pdf>

Akay A.E., Serin, H., Sessions, J., Bilici, E., Pak, M., (2021). Evaluating the Effects of Improving Forest Road Standards on Economic Value of Forest Products, Croatian Journal of Forest Engineering 42, pp 245-258.

Danilović, M., Stojnić, D., (2014). Ocena stanja mreže šumskih puteva kao osnov za izradu programa otvaranja gazdinskih jedinica, Glasnik Šumarskog fakulteta Beograd br. 110, str. 59-72.

Dodson, E., M., (2021). Challenges in Forest Road Maintenance in North America, Croatian Journal of Forest Engineering 42, pp 107-116.

Heinimann, H., R, (2017) Forest Road Network and Transportation Engineering – State and Perspectives, Croatian Journal of Forest Engineering 38, pp 155-173

Jeličić, V. (1957). Privremeni tehnički propisi za projektovanje šumskih puteva, Službeni list FNRJ br. 41.

Laschi, A., Neri, F., Montorselli, N., B., Marchi, E., (2016). A Methodological Approach Exploiting Modern Techniques for Forest Road Network Planning, Croatian Journal of Forest Engineering 37, pp. 319-331.

Nevečerel, H., Pentek, T., Pičman, D., Stankić, I., (2007). Traffic load of forest roads as a criterion for their categorization – GIS analysis. Croatian Journal of Forest Engineering 28 pp. 37-38.

Papa, I., Pentek, T., Lepoglavec, K., Nevečerel, H., Poršin-sky, T., Tomašić, Ž., (2015). Metodologija izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture kao podloge za planiranje i optimizaciju radova održavanja šumskih cesta. Šumarski list 139 (7–8). 311–328.

Papa, I., Pentek, T., Janeš, D., Valinčić, E., Đuka, A., (2019). Studija primarnoga otvaranja šuma gospodarske jedinice Crno jezero – Marković rudine Šumarije Otočac. Nova meh. šumar. 40. str. 59-70.

Pentek, T., Pičman, D., Nevečerel, H., (2005). Planiranje šumskih prometnica – postojeće stanje, određivanje problema i smjernice budućega djelovanja, Nova mehanizacija šumarstva 26. str. 55-63.

Pentek, T., Nevečerel, H., Ećimović, T., Lepoglavec, K., Papa, I., Tomašić, Ž., (2014). Strategijsko planiranje šum-

skih prometnica u Republici Hrvatskoj – raščlamba postojećega stanja kao podloga za buduće aktivnosti, Nova mehanizacija šumarstva 35. str. 63-78.

Petković, V., i Potočnik, I. (2018). Planning Forest Road Network in Natural Forest Areas. a Case Study in Northern Bosnia and Herzegovina, Croatian Journal of Forest Engineering 39, pp. 45-56.

Pičman, D. (2007). Šumske prometnice, sveučilišni udžbenik. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1–460.

Potočnik I., Pentek T. i Pičman D. (2005). Impact of traffic characteristics on forest roads due to forest management, Croatia Journal of Forest Engineering, Zagreb 26 (1) 51-57.

Sokolović, Dž., Bajrić, M. (2011). Studija – Šumska transportna infrastruktura, str. 1–75. < www.fmpvs.gov.ba/texts/239_349_b.pdf,

Sokolović, Dž., Bajrić, M. (2013). Šumska prometna infrastruktura u Federaciji Bosne i Hercegovine, Nova mehanizacija šumarstva, Volume 34, str. 39-50, „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Stojnić, D., (2019). Primjena višekriterijumskog odlučivanja u planiranju mreže šumskih puteva u šumama posebne namjene, Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/Disertacija%20(1).pdf;

Informacije o gospodarenju šumama u FBiH (2003 – 2020.) <https://fmpvs.gov.ba/informacije-o-gospodarenju-sumama/>;

Master plan Šumske transportne infrastrukture Federacije Bosne i Hercegovine, (2019). <https://fmpvs.gov.ba/wp-content/uploads/2017/Sumarstvo-lovstvo/Sumarski-program/Master-Plan-nacrt-sumarstvo.pdf>;

SUMMARY

Recently established database of the primary forest road network for the territory of the Federation of BH, contains data for 4.587 roads, out of which the 2.907 are forest truck roads and 1.680 are public roads.

The database contains the information on: ID number, name of the road, name of the Forest Management Area and Management Unit where the road is spatially located, x and y coordinates for the beginning and end of the road, total length, pavement type and width of the road, longitudinal slope, traffic load, visual assessment of condition and the data related to the maintenance.

The aim of this paper is to present and analyse data on forest truck roads related to the pavement type, road width, longitudinal slope and traffic load. According to the results of these research, one can conclude that the pavement type of the gravel forest road is represented by 84.53%, the pavement type of the asphalt is represented by 5.07%, while dirt forest roads is represented by 10.07% and without data on the pavement type is 0.33% of total forest truck roads length.

The analysis of the forest roads width (the number of traffic lanes), showed that most forest truck roads have one traffic lane with bypasses, which represents 81.23% of the total length. The share of forest truck roads with one traffic lane without bypasses is 12.66%, while the share of forest truck roads with two traffic lanes is only 4.83%. The share of roads without data related to width of the truck road is 1.28%.

By analysing the width of the forest roads according to the type of road surface, one can conclude that the length of roads with two traffic lanes with gravel surface is 274,18 km, followed by asphalt surface 183,11 km and dirt surface containing the length of 6,74 km. Furthermore, the gravel surface roads with one traffic lane and bypasses dominates (7.218,41 km), followed by the asphalt roads surface (243,92 km) and dirt road surface (22,13 km). At the end the length of gravel surface roads without bypasses is 589,68 km, followed by the dirt road surface (612,67 km) and asphalt road surface (18,57 km). Approximately the length of 123,28 km of forest truck roads is missing data related to the width of the roads.

The analysis of data on traffic load showed that out of the total length of all forest truck roads, 68,05% are roads for insignificant traffic with a traffic load below 100 gross tons per day, 20,32% are roads for light traffic with a traffic load of 100 to 500 gross tons per day, while only 8,65% are roads for medium-heavy traffic with a traffic load of 500 to 2.500 gross tons per day. 2,98% of the total length of forest truck roads is without traffic load data.

Of the total length of forest truck roads, the longitudinal slope of up to 7% is represented by the length of 4.412,33 km, with a share of 45,87%. The 35,20% of all forest truck roads (or 3.385,95 km) in some forest road sections that do not exceed more than 10% of the specified length, the longitudinal is slope greater than 10%. The class of longitudinal slope of the forest truck road above 10% in some forest road sections participate with share of 17,62% or 1,965,51 km. The length of 126,45 km (1,31%) of forest truck roads is without the data related to slope.



Spatial structure – case study on experimental plots of beech (*Fagus sylvatica* L.) and scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Olovo, Bosnia and Herzegovina

Prostorna struktura sastojine – studij slučaja na eksperimentalnim plohama bukve (*Fagus sylvatica* L.) i bijelog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Olovu, Bosna i Hercegovina

Ehlimana Pamić^{1,*}, Admir Avdagić², Aida Ibrahimspahić², Velid Halilović², Azer Jamaković³

¹ Čemernica 11, 71270 Fojnica

² University of Sarajevo, Faculty of Forestry, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo

³ UŠIT, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo

ABSTRACT

Spatial structure is the horizontal and vertical arrangement of individual trees. It affects many processes in the stand such as stability, production and regeneration. Stand structure parameters are used to describe spatial structure on experimental plots. The paper presents methods that describe the stand structure through three levels of diversity related to position, species and size. Research has been conducted on two experimental plots from the area of Olovo. Referent trees and their competitors were selected on both experimental plots, and competitors were defined by referent tree distance. The aim of this paper is to describe the spatial structure on experimental plot of European beech (*Fagus sylvatica* L.) and experimental plot of European beech and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Indicators of spatial diversity, dimensional diversity and diversity of tree species have been determined to achieve that aim. For each experimental plots are described: horizontal tree distribution (Poisson Distribution, Clapham's Variance – Mean Ratio and Morisita's Index of Dispersion), diameter differentiation (Diameter Differentiation by Földner and Dominance Index by Hui et al.), species diversity and structural diversity (Species Profile Index by Pretzsch) and species intermingling (Species Intermingling Index by Földner). Obtained results show that the stand structure of both experimental plots deviates from random distribution. Dimensional diversity parameters indicate stronger intensity of competition for beech trees. Analysis of species diversity showed that beech trees occur in groups or patches, and the other represented species mix more intensive.

Key words: stand structure, dominance, mingling, European beech, Scots pine

* Corresponding author: Ehlimana Pamić, e-mail address: pamicehlimana@gmail.com

INTRODUCTION – Uvod

Classical describing of growth and stand structure are based on mean and cumulative stand parameters, and simple analysis of frequency distribution different characteristics of individual trees. That way of describing ignores the three-dimensional nature of stand. This understanding is not in line with ecosystem approach to modern forest definition, which means identification of multiple interactions between forest organisms and their inorganic environment, and growth of trees and stands describes like complex consequence of the action different external and internal influences. In purpose to cognition and understanding complicated laws of the process of growth trees and stands and prognosis of their further development, modern researches are focused on exploring growth and conditions for growth for individual trees and their nearest neighbours. In studies which start from individual trees and understand the population as a heterogeneous mosaic of members, focus is on the spatial configuration and diversity of individuals. In structure analyses are determined a lot of spatial structure indicators. They can be used for describing horizontal and vertical stand structure, diversity of species, positions and dimensions on stand level or in the immediate vicinity of the reference trees.

Stand development begins with the interaction of individual trees. Growth of individual trees is influenced by a number of factors: age, size, micro-environment, genetic characteristics and competition (Tomè and Burkhardt, 1989). Explaining stand development through the processing of each tree individually, provides new possibilities for understanding and predicting stand growth. Attention is focused on individual trees for insights into basic tree-growth relationships (Bella, 1971).

Spatial structure has a particular influence on stand development. The spatial structure is the horizontal and vertical spatial arrangement of individual trees (Pretzsch, 2009). It is particularly relevant in the transition from homogeneous evenaged stands to structurally rich mixed stands (Pretzsch, 2009). Quantitative data about stand structure are crucial for understanding the functions of ecosystems and sustainable forest management. Stand structure parameters are useful for analysing stand dynamics (Pretzsch, 2009). Stand structure determines the competition between trees in a stand for resources, biomass production and the growing conditions (Pretzsch, 2009). Competition could be defined as an interaction among individuals, brought about leading

to a reduction in the survival, growth and reproduction of these individuals (Begon et al, 1986). Competition between trees exists when resource availability falls below the sum requirement of the trees for optimal growth (Brand and Magnussen, 1988). Functions used to quantify competition and stand structure range from simple formulations expressing the hierarchical position of tree within the stand to more complex indices that express the size of, distance to, and number of local neighbours (Burkhardt and Tomè, 2012). Parameters such as species, diameter and height indicate on changes in vertical and horizontal stand structure (Staudhammer and LeMay, 2001). Pommerening (2002) worked on the classification of structural indices and examined typical representatives of the classification groups such as the aggregation index of Clark and Evans, the coefficient of segregation of Pielou, the mingling index and many others.

The paper presents methods for estimating and describing stand structure through three levels of diversity related on location, species and size. The aim of this research is to describe stand structure of pure stand of European beech (*Fagus sylvatica* L.) and mixed stand of European beech and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). In that purpose it is necessary to determine the indicators of spatial diversity, dimensional diversity and diversity of species.

MATERIAL AND METHODS – Materijal i metode

Basic material was gathered on two experimental plots near Olovo in northeast Bosnia (Figure 1). This experimental plots are set in 2014 for the purpose of research within the COST project EuMIXFOR (Pretzsch et al, 2015, 106; Dirnberger et al, 2017; Heym, 2017). One of them is located in the pure stand of beech and the other is located in mixed stand of beech and pine. The measured taxation elements are diameter at breast height (DBH), tree height, crown base height, X and Y coordinates and crown width. For measurements we used *FiledMap*, a new instrument which are first time tested in Bosnia for collection this data (Avdagic et al, 2014). For tree selection we used ArcGIS software.

The main goal of the research is to characterize growing space and competitive situation of individual trees of beech in pure stand and trees of beech and pine in mixed stand. In this chapter are listed methods for describing spatial stand structure:

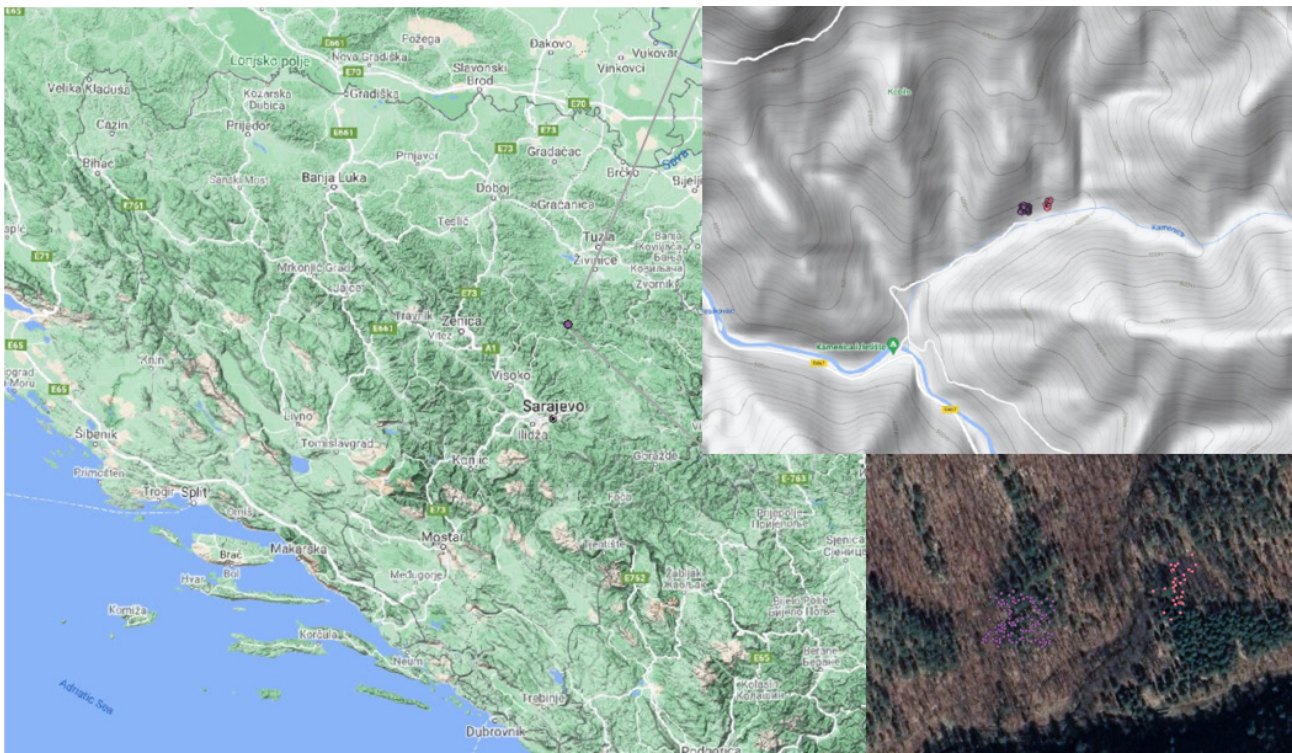


Figure 1. Plots Location

Slika 1. Lokacija ploha

POISSON DISTRIBUTION AS A REFERENCE FOR ANALYSING STAND STRUCTURES – Poissonova distribucija kao referenca za analizu strukture sastojine

The Poisson distribution describes the probability of n trees in a randomly selected sample plot by covering the plot with a square grid and record the frequency of trees present in each square (Pretzsch, 2009). This distribution comprises the parameter λ which represents the mean number of stems in the square and equals the mean, and the constant e is Euler's number ($e = 2,718282$) (Pretzsch, 2009):

$$p_n = \frac{\lambda^n}{n!} \times e^{-\lambda}.$$

CLAPHAM'S VARIANCE – MEAN RATIO – Clapham-ov odnos varijansa – sredina

The relative variance I_c is based on the number of plants in sample squares (Pretzsch, 2009). The variance – mean ratio can calculate with formula:

$$I_c = \frac{s_n^2}{\bar{n}}$$

\bar{n} – mean plant number per square

s_n^2 – variance in plant number per quadrat (Pretzsch, 2009).

The following three cases can be distinguished:

- $s_n^2 = \bar{n}, I_c = 1.0$ indicating a purely random distribution;
- $s_n^2 = \bar{n}, I_c > 1.0$ indicating clumping and
- $s_n^2 = \bar{n}, I_c < 1.0$ indicating a regular distributions occurs (Pretzsch, 2009).

MORISITA'S INDEX OF DISPERSION – Morisitin indeks disperzije

The index of dispersion from Morisita is calculated from the number of squares q , the occupancy of the squares n_q and the total number of objects n (Pretzsch, 2009):

$$I_{\sigma} = \frac{q \sum_{i=1}^q n_i \times (n_i - 1)}{n \times (n - 1)}$$

If the observed probability is equal to the expected probability for a Poisson distribution, then $I_{\square} = 1$ and the distribution is random; if the observed probability is greater than the expected probability, then $I_{\square} > 1$, which indicates clumping and if the observed probability is less than expected then $I_{\square} < 1$ and distributions is regular (Pretzsch, 2009).

DIAMETER DIFFERENTIATION BY FÜLDNER – Diferencijacija prečnika (Ti) prema Földneru

The diameter differentiation quantifies diameter heterogeneity in the immediate neighbourhood of a central tree (Földner 1995, 1996; Gadow 1993, according to Pretzsch 2009). For a central tree (i) and its nearest neighbour (j) the diameter differentiation is defined as:

$$T_i = \frac{1}{m} \times \sum_{j=1}^m r_{ij}$$

$$r_{ij} = 1 - \frac{\min(d_i, d_j)}{\max(d_i, d_j)}$$

n – number of central tree

d_i, d_j – diameters of central tree and its neighbour (Pretzsch, 2009).

The T_i values can may range from 0 to 1. If the T_i values are equal 0 then neighbour trees have the same size diameters (Gadow and Hui, 1998). The mean diameter differentiation within a stand can be calculated as (Pretzsch, 2009):

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n T_i$$

T values show how diameters of randomly selected tree are different from its nearest neighbour trees (Pretzsch, 2009).

DOMINANCE INDEX BY HUI ET AL. – Indeks dominantnosti prema Hui i dr.

Forest growth and yield modelling research has focused on intra-specific competition (Liu and Burkhardt, 1994).

However, understanding of inter-specific competition becoming more important because of an emphasis on mixed stand management (Weiskittel et al., 2011). Competition between plants is summarized as the action on, and reaction to their living environment (Ford and Sorrensen, 1992). Dominance index reflects the relationship between the size of a reference tree and its nearest neighbours (Li et al, 2017). Dominance index is defined as the proportion of the n nearest neighbour of a given reference tree which are bigger than the reference tree (Gadow and Hui, 2001):

$$U_i = \frac{\sum_{j=1}^m k_{ij}}{m}$$

i – reference tree, j – neighbour tree, m – number of neighbour trees

$k_{ij} = 0$ – reference tree is bigger than neighbour tree

$k_{ij} = 1$ – otherwise.

It has four possible values: 0.0, 0.33, 0.67 and 1.0. A higher value implies that the reference tree is dominant than all three neighbours.

The U index for stand is calculated like average for all reference trees:

$$\bar{U} = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^n U_i$$

N – number of reference trees in the stand (Pretzsch, 2009).

Relative dimensional dominance of individual species in stand could be estimated with dominance index.

SPECIES PROFILE INDEX BY PRETZSCH – Pretzsch-ov indeks profila vrsta

Index A for species profiles is based on the diversity index H by Shannon (1948, according to Pretzsch, 2009). Index A takes into account the presence of species in different height zones (Pretzsch, 2009). Index A equals:

$$A = - \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^z p_{ij} \times \ln p_{ij}$$

S – number of species, Z – number of height zones

n_{ij} – number of individuals of the species

p_{ij} – proportion of species in the height zone (Pretzsch, 2009).

The maximum value of the index A for given number of species and zones is

$$A_{max} = \ln(S \times Z)$$

then index A can be standardized according to

$$A_{rel} = \frac{A}{\ln(S \times Z)} \times 100 \text{ (Pretzsch, 2009).}$$

SPECIES INTERMINGLING INDEX BY FÜLDNER (1996) – Indeks miješanja vrsta po Földner-u (1996)

Index M_i describes the spatial structure of the species mixture in a stand, and its defined as the proportion of the nearest neighbours of another species (Gadow and Földner, 1992, according to Gadow and Hui, 2001):

$$M_i = \frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n v_{ij}$$

i – reference tree, j – neighbouring trees, n – number of neighbour trees

$v_{ij} = 0$ – if neighbour belongs to the same species as reference tree

$v_{ij} = 1$ – if neighbour belongs to a species different from reference tree (Pretzsch, 2009).

For a structural quartet index M_i has four possible values. When all trees in the quartet belong to the same species M_i is equal 0, when one neighbour belongs to another species M_i index is 0.33, M_i is equal 0.67 when two neighbour trees belongs to a different species and M_i has a higher value (1.0) when all neighbours belong to another species (Földner, 1996, according to Pretzsch, 2009). The index M for stand is calculated as average for all reference trees:

$$\bar{M} = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N M_i$$

N – number of reference trees in the stand (Pretzsch, 2009).

The larger value of index M indicate that individual trees of that species intermingle more intensive with the other species, and the lower values indicate appearance of species in groups or patches (Pretzsch, 2009).

RESULTS AND DISCUSSION – Rezultati i diskusija

Reference trees has selected after setting the systematic square grid (5 x 5 m). For selection competitive trees used the principle of the structural quartet. The structural quartet comprises a central tree and its three nearest neighbours. On the first experimental plot are selected 29 reference trees, and on the second are selected 85 reference trees.

POISSON DISTRIBUTION AS A REFERENCE FOR ANALYSING STAND STRUCTURES – Poissonova distribucija kao referenca za analizu strukture sastojine

In case of first experimental plot, in a sample squares occur two trees or less. Graph 1 (a and b) shows differences between observed and expected frequencies. These differences suggest on exception from the Poisson distribution. In the sample squares of the second experimental plot occur five trees, but some of squares are empty. Graph 2 (a and b) shows frequencies for experimental plot 2.

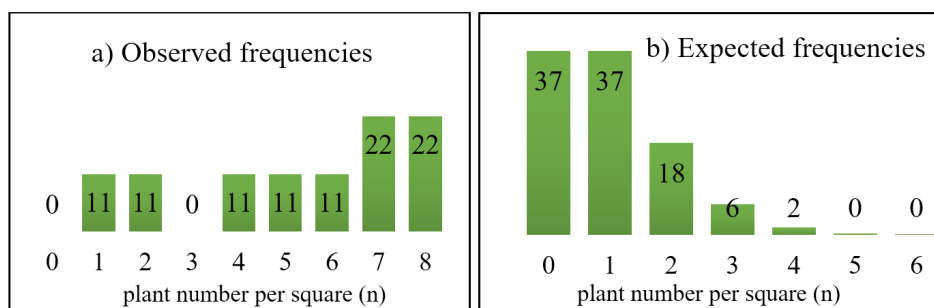
CLAPHAM'S VARIANCE – MEAN RATIO – Clapham-ov odnos varijansa – sredina

Research results of variance – mean ratio are shown in Table 1. Value of the Clapham's variance – mean ratio on the first experimental plot amount 0.5. In this case, variance is less then mean tree number per square sample. That indicating a regular distribution. Index I_c on the second experimental plot is 1.18. It can be assumed that this value indicating clumping.

Table 1. Clapham's variance – mean ratio

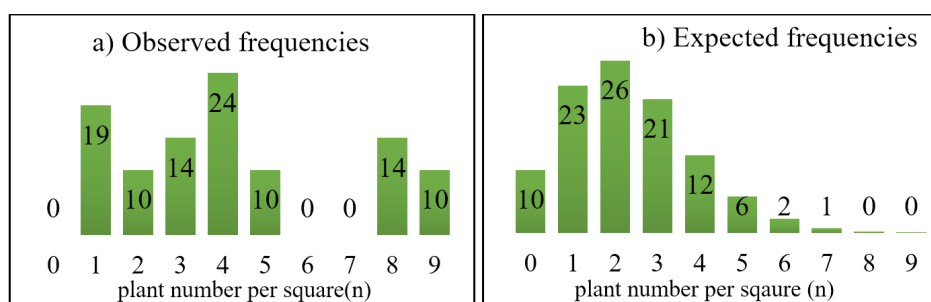
Tabela 1. Clapham-ov odnos varijansa – sredina

Index	Experimental plot 1	Experimental plot 2
\bar{n}	1,0	2,3
S_n^2	0,5	2,75
I_c	0,5	1,18



Graph 1. Comparison of observed (a) and expected (b) frequencies on the experimental plot 1

Grafikon 1. Poređenje posmatranih (a) i očekivanih (b) frekvencija ogledne plohe 1



Graph 2. Comparison of observed (a) and expected (b) frequencies on the experimental plot 2

Grafikon 2. Poređenje posmatranih (a) i očekivanih (b) frekvencija ogledne plohe 2

MORISITA'S INDEX OF DISPERSION – Morisitni indeks disperzije

Morisita's index tests whether the distribution pattern is significantly different from a random distribution (Pretzsch, 2009). Table 2 shows the results for both experimental plots. Value of Morisita's index in the first plot amount 0.5. That value indicating a regular distribution. In the second plot index is 1.07, which indicates clumping or aggregation.

Table 2. Morisita's index of dispersion

Tabela 2. Morisitni indeks disperzije

Index	Experimental plot 1	Experimental plot 2
\bar{n}	9	21
I_{σ}	0,5	1,07
σ	0,056	0,12
$E(\sigma)$	0,5	1,07

DIAMETER DIFFERENTIATION BY FÜLDNER – Diferencijacija prečnika (T_i) prema Földneru

The diameter differentiation is determined based on diameters of the central tree and its three nearest neighbours in the pure and mixed stand. The values of T_i may range from 0 to 1.0 (Pretzsch, 2009). If diameter differentiation is low then the T_i values approach 0, but the maximum diameter differentiation produces T_i values close to 1.0 (Pretzsch, 2009). Table 3 shows the results of diameter differentiation for both experimental plots. The values for first plot range from 0.29 to 0.41, and for second plot values varies from 0.28 to 0.32. Based on these values can be determine the differences between diameters of reference tree and its neighbours. The diameter differentiation for the pure stand is 0.35, and for mixed stand is 0.30. The results show that trees on experimental plot 2 have more dimensional differences than trees on plot 1. In the pure stand smaller diameters amount about 60-70% of larger diameter, and in the mixed stand smaller diameter is about 70% of larger diameter.

Table 3. The values of diameter differentiation (T_i) for both experimental plots

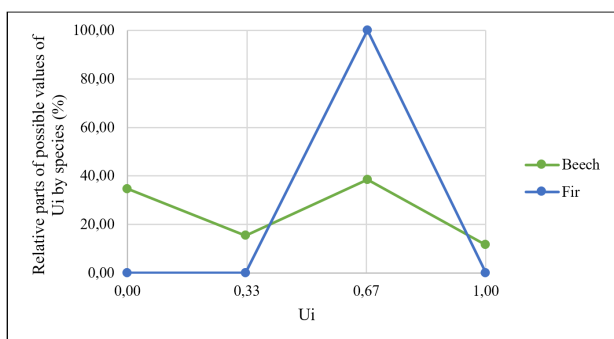
Tabela 3. Veličine indeksa prosečnog diferenciranja prečnika (T_i) za obje plohe

Index	Experimental plot 1	Experimental plot 2
\bar{T}_i	0,35	0,30
\bar{T}_1	0,41	0,28
\bar{T}_2	0,29	0,32
\bar{T}_3	0,35	0,30

DOMINANCE INDEX BY HUI ET AL. – Indeks dominantnosti prema Hui i dr.

The dominance index is used to quantify the number of neighbour trees that have larger diameters than reference tree (Gadow and Hui, 1998). Based on U_i value can be evaluate level of relative dimensional dominance for each species in the stand. A lower values implies on deficiency of competition, because reference tree is larger than its three nearest neighbours. A higher value implies on presence of distinct competition because the reference tree is smaller than all three neighbours. Graphs of relative part of possible values of dominance index (0.0, 0.33, 0.67, 1.0) are made for better understanding stand structure and dimensional diversity.

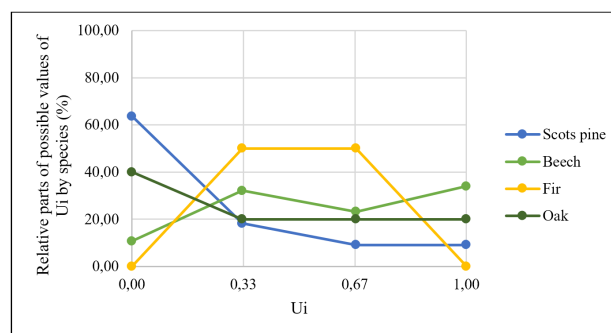
On the first experimental plot are most reference beech tree which are larger than all of three neighbours (34.6%), and those trees who are thinner than its two neighbours (38.5%). In these case it is pure stand with one fir tree. Dominance index for fir tree is 0.67. This means that fir tree is larger from just one neighbour. These results indicate on low competition.



Graph 3. Relative parts of possible values of dominance index by species on experimental plot 1

Grafikon 3. Relativni udio mogućih veličina indeksa dominantnosti po vrstama drveća na oglednoj plohi 1

On the second experimental plot most represented species is European beech (65.8%), then Scots pine (25.9%), fir (2.4%) and oak (5.9%). Reference beech trees grow in conditions of distinct competition, because the results show that 32.1% of beech trees are thinner than one neighbour ($U_i = 0.33$), 23.21% are thinner than two neighbours ($U_i = 0.67$) and 33.9% of beech trees are thinner than all of three neighbours ($U_i = 1.0$). Reference pine trees grow in conditions of low competition because the results indicate that 63.6% of pine trees are larger than all of three neighbours ($U_i = 0.0$), and 9% are pine trees who are thinner than two or three neighbours ($U_i = 0.33$ and 0.67). On this plot are two reference fir trees, one of them is larger than one neighbour (0.33), and the second one is dimensional more dominant than two neighbours (0.67). Five oak trees grow in conditions of low competition.



Graph 4. Relative parts of possible values of dominance index by species on experimental plot 2

Grafikon 4. Relativni udio mogućih veličina indeksa dominantnosti po vrstama drveća na oglednoj plohi 2

SPECIES PROFILE INDEX BY PRETZSCH – Pretzsch-ov indeks profila vrsta

To calculate index A the stand is divided into three height zones, which constitute 0-50%, 50-80% and 80-100% of the maximum stand height (Pretzsch, 2009). The species proportions are calculated for the three zone and two (plot 1) or four (plot 2) species. Any deviation from the single layered pure stand is recognized by increase in the species profile index (Pretzsch, 2009). The results for species profile index are shown in table 4.

Table 4. The values for species profile index by both experimental plots

Tabela 4. Veličina indeksa profila vrsta A po oglednim ploham

Index	Experimental plot 1	Experimental plot 2
A	1,11	1,71
Number of species	2	4

Table 5 shows the maximum values of A index for three height zones and two species for experimental plot 1 and four species for plot 2, and relative species profile index A_{rel} .

Table 5. The maximum values of index A and the standardized species profile index A_{rel} for both experimental plots

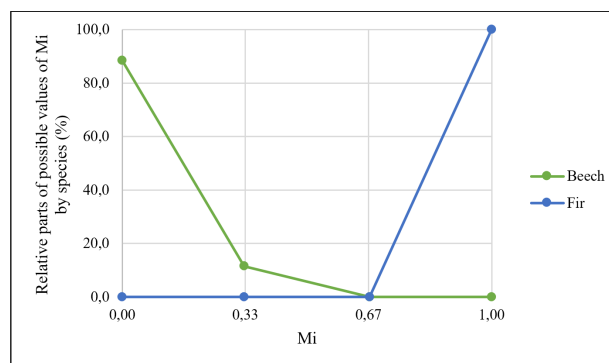
Tabela 5. Maksimalne vrijednosti indeksa A i relativni indeks profila vrsta za obje eksperimentalne plohe

Index	Experimental plot 1	Experimental plot 2
A_{max}	1,79	2,48
A_{rel}	61,70%	68,73%

Index A quantifies the stand structure diversity (Pretzsch, 2009). On experimental plot 1 index A amount 1.11, and on the plot 2 is 1.71. Reason for that is increase values of A index in mixed and highly structured mixed stands. The A_{rel} index quantifies the relative degree of structural diversity, in fact, that is the observed diversity in relation to the maximum structural diversity for the given number of species and number of zones (Pretzsch, 2009). On the first plot A_{rel} is 61.7% and on the second plot is 68.3%.

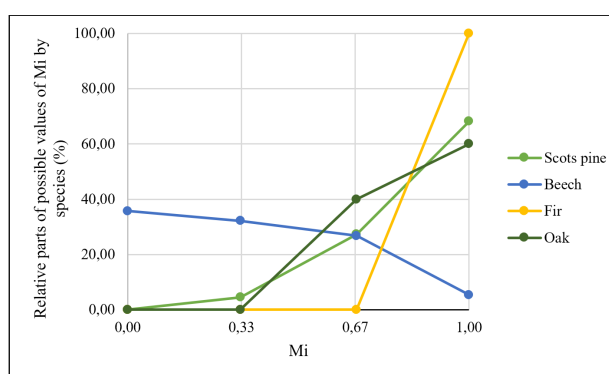
SPECIES INTERMINGLING INDEX BY FÜLDNER (1996) – Indeks miješanja vrsta po Földner-u (1996)

For mingling species analysis is used index M_i . This index is based on information about whether a reference tree is surrounded by trees of another species. A higher value indicates that individual trees mix more intensively with other species, and if the values are lower that indicate the occurrence of species in groups (Pretzsch, 2009). Graphs 5 and 6 show relative part of possible values of index M_i by species.



Graph 5. Relative parts of possible values of index M by species on experimental plot 1

Grafikon 5. Relativni udio mogućih veličina indeksa M po vrstama drveća na oglednoj plohi 1



Graph 6. Relative parts of possible values of index M by species on experimental plot 2

Grafikon 6. Relativni udio mogućih veličina indeksa M po vrstama drveća na oglednoj plohi 2

Considering that experimental plot 1 is in pure beech stand, about 88% of reference trees for neighbours have beech trees. Exception of that is one fir tree surrounded by beech tree, which is neighbour for three reference trees. Graph 6 shows that 35.7% of reference beech trees for three nearest neighbours have beech trees, 32.14% of them have one neighbour of another species, about 26.8% have two neighbours of different species, and just 5% of reference trees have all of three neighbours of another species. Data show that individual pine trees are mingling most intense with other species, because 68% of reference trees of this species for neighbours have the other species.

CONCLUSIONS – Zaključci

The paper presented methods which describe the stand structure through three levels of diversity related to position, species and size. On the basis of conducted researches, following conclusions can be made.

The use of Poisson distribution indicates an exception from random distribution in pure and mixed stands. Results obtained by use distribution indices based on sample quadrats indicate on regular distribution in pure stand, and on clumping in mixed stand.

For dimensional diversity analysis were used diameter differentiation by Fuldner and dominance index by Hui et al. The results show that dimensional diversity is larger in pure stand, that is, the trees of structural quartet is more different in terms of diameter size in pure stand. Competition is stronger in mixed stand, it can be concluded that between trees in mixed stand dominate stronger competition terms than in pure stand. Observation all of species individually shows that reference beech trees are more competitive in compare with other species.

Species profile index by Pretzsch and methodological principles were used for species diversity analysis. Value of index A in pure stand is 1.17 and in mixed stand is 1.71. Pure stand has lower value, and reason for that is one tree of different species and unequal vertical distribution. Index M_i in pure stand is 0.07 and in mixed stand is 0.53. Low value of this index on experimental plot I is expected because that is pure beech stand with one fir tree. In the mixed stand species are mingling more intensively. The results show that beech trees occur in groups and in patches, but fir, pine and oak trees occur like single trees, what mean that they mingling more intense with other species.

REFERENCES – Literatura

- Avdagic, A., Mattioli, W., Balic, B., Ivojevic, S., Pastorella, F. (2014). Field Map, an innovative tool for data collection in forestry and landscape architecture-description, functionality and use. *Naše Šume*, Vol.13 No.36/37 pp. 30-34
- Begon, M., Harper, J., & Townsend, C. (1986). *Ecology*. Oxford: Blackwell Science.
- Bella, I. (1971). A new competition model for individual trees. *Forest Science*, 17(3), 364-372
- Brand, D. G., & Magnussen, S. (1988). Asymmetric, two-sided competition in even-aged monocultures of red pine. *Canadian Journal of Forest Research*, 18, 901-910
- Burkhardt, H. E., & Tomè, M. (2012). Modeling Forest Trees and Stands. *Indices of individual-tree competition*. Netherlands: Springer Science and Business Media. 201-228
- Dirnberger, G., Sterba, H., Condés, S. et al. (2017).. Species proportions by area in mixtures of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Eur J Forest Res* 136, 171–183. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-1017-0>
- Ford, E., & Sorrensen, K. (1992). Theory and models of inter-plant competition as a spatial process. (D. DeAngelis, & L. Gross, Eds.) *Chapman and Hall*, 363-407
- Gadow, K., & Hui, G. (1998). Modelling forest development. *Individual tree growth*. Germany: Faculty of Forest and Woodland Ecology, University of Göttingen. 129-142
- Gadow, K., & Hui, G. (2001). *Characterizing forest spatial structure and diversity*. Georg-August-University Göttingen, Institute of Forest Management.
- Heym, M., Ruíz-Peinado, R., Del Río, M., Bielak, K., Forrester, D.I., Dirnberger, G., Barbeito, I., Brazaitis, G., Ruškytké, I., Coll, L., Fabrika, M., Drössler, L., Löf, M., Sterba, H., Hurt, V., Kurylyak, V., Lombardi, F., Stojanović, D., Ouden, J.D., Motta, R., Pach, M., Skrzyszewski, J., Ponette, Q., de Streel, G., Sramek, V., Čihák, T., Zlatanov, T.T., Avdagic, A., Ammer, C., Verheyen, K., Włodzimierz, B., Bravo-Oviedo A. & Pretzsch, H. (2017). EuMIXFOR empirical forest mensuration and ring width data from pure and mixed stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) through Europe. *Annals of Forest Science* 74, 63 <https://doi.org/10.1007/s13595-017-0660-z>
- Li, Y., Hui, G., Wang, H., Zhang, G., & Ye, S. (2017). Selection priority for harvested trees according to stand structural. *iForest Biogeosciences and forestry*, 10, 561-566.
- Liu, J., & Burkhardt, H. E. (1994). Modeling Inter- and Intra-specific Competition in Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Plantations on Cutover, Site-prepared lands. *Annals of Botany*, 73, 429-435
- Pommerening, A. (2002). Approaches to quantifying forest structures. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 75(3), 305-324
- Pretzsch, H. (2009). *Forest Dynamics, Growth and Yield*. Berlin: Springer. 223-336

Pretzsch, H., del Río, M., Ammer, Ch., Avdagic, A., Barbeito, I., Bielak, K., Brazaitis, G., Coll, L., Dirnberger, G., Drössler, L., Fabrika, M., Forrester, D.I., Godvod, K., Heym, M., Hurt, V., Kurylyak, V., Löf, M., Lombardi, F., Matović, B., Mohren, F., Motta, R., den Ouden, J., Pach, M., Ponette, Q., Schütze, G., Schweig, J., Skrzyszewski, J., Sramek, V., Sterba, H., Stojanović, D., Svoboda, M., Vanhellemont, M., Verheyen, K., Wellhausen, K., Zlatanov T & A. Bravo-Oviedo. (2015) Growth and yield of mixed versus pure stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) analysed along a productivity gradient through Europe. *Eur J Forest Res* 134, 927–947. <https://doi.org/10.1007/s10342-015-0900-4>

Pretzsch, H., del Rio, M., Schutze, G., Ammer, C., Annighofer, P., Avdagic A., Barbeito, I., Bielak, K., Brazaitis, G., Coll, L., Droessler, L., Fabrika, M., Forrester, D.I., Kurylyak, V., Lof, M., Lombardi, F., Matovic, B., Mohren, F., Motta, R., den Ouden, J., Pach, M., Ponette, Q., Skrzyszewski, J., Sramek, V., Sterba, H., Svoboda, M., Verheyen, K., Zlatanov, T., Bravo-Oviedo, A. (2016). Mixing of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) enhances

structural heterogeneity, and the effect increases with water availability, *Forest Ecology and Management*, Volume 373, 2016, Pages 149-166. ISSN 0378-1127. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.04.043>

Staudhammer, C. L., & LeMay, V. M. (2001). Introduction and evaluation of possible indices of stand structural diversity. *Canadian Journal of Forest Research*, 31(7), 1105-1115

Tomè, M., & Burkhart, H. E. (1989). Distance-Dependent Competition Measures for Predicting Growth of Individual Trees. *Forest Science*, 35, 816-831

Weiskittel, A. R., Hann, D. W., Kershaw, J. A., & Vanclay, J. K. (2011). Forest Growth and Yield Modeling. *Indices of competition*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd. 15-35.

Šumskogospodarska osnova za «Olovsko» šumskogospodarsko područje. Period važnosti od 01.01.2012. do 31.12.2021. godine.

SAŽETAK

Razvoj sastojine počinje interakcijom pojedinačnih stabala i postoji niz metoda koje se mogu koristiti za proučavanje odnosa među stablima. Poseban uticaj na rast i razvoj sastojina ima prostorna struktura. Struktura sastojine se može definirati kao prostorna raspodjela stabala, određenim uzorcima miješanja različitih vrsta drveća i prostornim rasporedom njihovih dimenzija. Strukturu sastojine čine sva stabla, njihova raspodjela i međusobni odnosi i zahtjevi. Ona utiče na mnoge procese u sastojini kao što su stabilnost, produkcija i podmlađivanje. Od strukture sastojine u najvećoj mjeri zavisi mogućnosti zadovoljenja potreba okoliša i društva za općekorisnim i prozvodnim funkcijama šuma.

U radu su predstavljene metode koje opisuju strukturu sastojine kroz tri nivoa raznolikosti koji se odnose na položaj, vrstu i veličinu. Istraživanje je izvršeno na osnovu podataka prikupljenih sa dvije ogledne plohe sa područja Olova. Na obje plohe su odabrana referentna stabla i njihovi konkurenti, koji su definirani udaljenošću od referentnog stabla. Cilj je bio opisati prostorne strukture na eksperimentalim plohama koje se nalaze u čistoj sastojini bukve i mješovitoj sastojini bukve i bijelog bora. Za postizanje postavljenog cilja utvrđeni su pokazatelji prostornog diverziteta, dimenzionog diverziteta i diverziteta vrsta drveća. Za opisivanje horizontalne raspodjele stabala korištena je Poissonova distribucija, Clapham-ov odnos varijansa – sredina i Morisitin indeks disperzije. Rezultati ukazuju na to da se u čistoj sastojini radi o pravilnoj distribuciji, a u mješovitoj dolazi do grupisanja. Za analizu raznolikosti veličina stabala korišteni su indeks diferencijacije prečnika prema Földneru i indeks dominantnosti prema Hui-u i dr. Rezultati pokazuju da je dimenziona diferencijacija veća u čistoj sastojini, odnosno da se stabla strukturnog kvarteta više razlikuju u čistim sastojinama u pogledu veličine prečnika. Istraživanje je pokazalo da među stablima mješovite sastojine vladaju jači konkurentski odnosi naspram stabala čiste sastojine. Posmatranjem svih vrsta pojedinačno dolazi se do zaključka da referentna stabla bukve pokazuju jaču konkurenciju u odnosu na druge prisutne vrste. Raznolikost vrsta i raznolikost strukture su opisani uz pomoć Pretzsch-ovog indeksa profila vrsta, a način prostornog miješanja vrsta utvrđen je kroz indeks miješanja vrsta po Földner-u. Rezultati su pokazali da se stabla bukve javljaju u skupinama i manjim grupama, dok se stabla ostalih zastupljenih vrsta intenzivnije miješaju.



The Quality and Health condition of Seedling material in Nurseries in Bosnia and Hercegovina

Kvalitet i zdravstveno stanje sadnog materijala u rasadnicima u Bosni i Hercegovini

Mehmed Čilaš^{1*}, Sead Ivojević¹, Osman Mujezinović¹, Damir Prljača¹

¹ Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

The succes of afforestation is higly affected by the quality and health condition of the used planting material. To present the quality and health condition we used the data from official records from the expert examination in four nurseries: nursery "Ajdinovići i Glog" Olovo, "Potklečko polje" Zavidovići, "Pržine" Bosansko Grahovo and "Mihaljevac" Cazin. Data were compared between nurseries by method of cultivation (beds and nisula), by assortments (seedlings and transplanted seedlings) and by type of trees (conifers and deciduous trees). The results showed that the greatest influence had the method of cultivation. Plants cultivated in nisula systems were worse quality because of inadequate application of the system. The other comparsions were heavily affected by the presence of nisula cultivated plants. This also affected the health condition of the plants with other factors like dense sowing, non-optimal fertilization etc. The consequence of the combined action of these factors is the appearance of numerous phytopathological fungi and various pests. By sowing and fertilization optimization and withdrawing the usage of nisula systems we could signficantly improve the quality and health condition of the plants in the nurseries.

Key words: *health condition of the plants, quality of the plants, nisula system, phytopathogens, pests*

INTRODUCTION - Uvod

Šume predstavljaju stabilne, autoregativne sisteme, što znači da nakon narušavanja te stabilnosti teže da se vrate u normalno prethodno stanje. Međutim, to ponekad nije moguće, naročito u današnje vrijeme kad je pritisak na šume ogroman i ispoljava se u vidu različitih aktivnosti: vjetar, suše, šumskih požari, biljne bolesti i

štetočine, neplanska i nezakonita sječa, eksploatacija mineralnih resursa, hidro-akumulacije, klizišta i sl (Ulanova, 2000; Dale i dr. 2001; Papaik i Canham, 2006). Također, i aktivnosti iz prošlosti dovele su do narušavanja njihove stabilnosti koja se prirodnim putem ne može vratiti. Primjer za to su izdanačke šume koje zauzimaju znatnu površinu, a koje su nastale kao posljedica antropogenog uticaja. U tom smislu, ključnu ulogu igra

* Corresponding author: Mehmed Čilaš, Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, e-mail: m.cilas@sfsa.unsa.ba

čovjek, koji svojim ciljanim i planskim aktivnostima može doprinijeti očuvanju, ali i vraćanju stabilnosti šumskim ekosistemima. Jedna od takvih aktivnosti jeste i pošumljavanje, bez obzira da li ono bilo u svrhu konverzije izdanačkih šuma, pomaganju prirodne obnove ili je u pitanju neki drugi razlog.

Uspjeh pošumljavanja je u najvećoj mjeri uslovljen kvalitetom sadnog materijala. Kvalitet sadnog materijala određen je morfološkim i fiziološkim pokazateljima (Schmidt 1961, Bartsch i dr. 2020). Morfološki pokazatelji odnose se na vanjske karakteristike biljke, kao što su dužina izbojaka, prečnik na vratu korijena, težina biljke, odnos visine nadzemnog dijela i prečnika na vratu korijena i sl. Sa druge strane, fiziološki pokazatelji odnose se na stanje svježine biljke, kao i mineralni sastav (Grossnickle i MacDonald 2018), i utvrđuje se samo laboratorijskim putem. Schmidt-Vogt (1961) pod dobrom, kvalitetnom sadnicom smatra onu sadnicu kod koje je masa u svježem stanju (u g) ista ili veća od njene dužine nadzemnog dijela (u cm) $\times 2 - 20$. U navedenoj definiciji direktno su spomenuti morfološki pokazatelji masa u svježem stanju i dužina nadzemnog dijela, a indirektno udio korijena i fiziološko stanje (Višnjić 2012). Bartsch i dr. (2020) navode da između mase sadnice i prečnika na vratu korijena postoji jaka korelacija, tako da se iz praktičnih razloga u praksi koristi prečnik na vratu korijena umjesto mase sadnice kao indikatora kvaliteta.

Razvoj sadnica u rasadniku ovisi od mnogobrojnih faktora, od kojih su najznačajniji: porijeklo sjemena, položaj rasadnika, pogodnost rasadnika za proizvodnju sadnog materijala, mineralna ishrana sadnica u rasadniku i ciljani uticaj rasadničara. Porijeklo sjemena je značajno ne samo kada se govori o morfološkim karakteristikama proizvedenih sadnica, već i sa aspekta genetičkog varijabiliteta, npr. sjeme iz čistih većih populacija daje potomstvo koje ima dosta izgleda da liči na roditeljske individue i takvo sjeme će, zahvaljujući stranooplodnji, biti uglavnom dobre klijavost. I kod sadnog materijala istog porijekla razvoj sadnica u rasadniku može u velikoj mjeri zavisiti od drugih činilaca. Tu se u prvom redu misli na sami položaj rasadnika odnosno geografsku širinu, nadmorsku visinu, inklinaciju i ekspoziciju. Na višim nadmorskim visinama vegetacioni period traje kraće, temperature su niže, oštećenja od abiotskih faktora učestalija i intenzivnija (Dautbašić i dr. 2018), pa su i sadnice manjih dimenzija u odnosu na sadnice proizvedene na nižim nadmorskim visinama, a identično je i sa promjenom geografske širine. Na sjeveru je vegetacioni period kraći, što ima značajan uticaj na razvoj sadnica u rasadniku. Jedan od glavnih faktora na razvoj sadnica jeste i rasadničar, koji svojim aktivnostima usmjerava razvoj

sadnice, i svoje aktivnosti usklađuje sa potrebama pojedinih vrsta drveća. Međutim to često nije u skladu sa naučnim dostignućima pa se praktikuju određeni postupci i metode koje su u nauci i modernoj praksi davno prevaziđene. (Višnjić 2012).

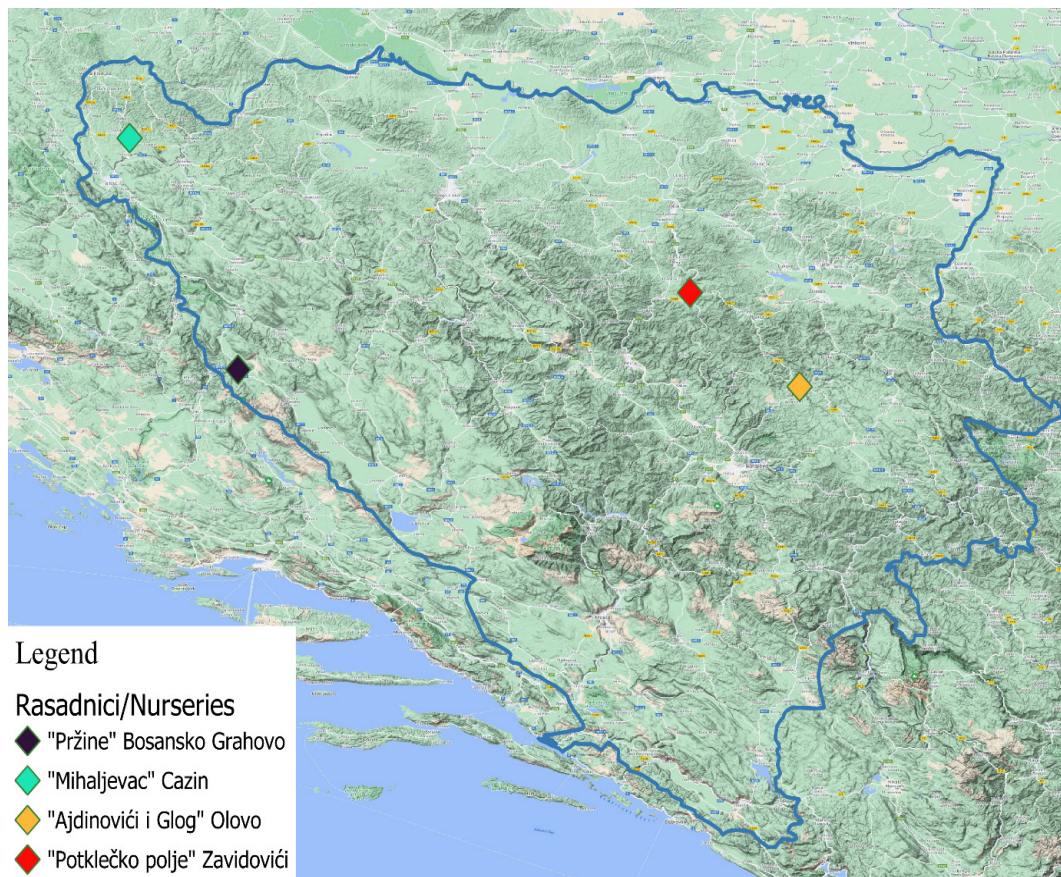
Pored svježine i sadržaja mineralnih materija kao osnovnih fizioloških pokazatelja kvaliteta sadnica, Schmidt-Vogt (1984) u tu kategoriju dodaje još i zdravstveno stanje biljaka. Dakle, pored kvaliteta sadnog materijala, uspjeh pošumljavanja zavisi i od zdravstvenog stanja sadnica koje su osjetljivije na štetno djelovanje abiotskih i biotskih faktora nego odrasle biljke. To znači da sadnice mogu imati optimalno razvijene kvantitativne pokazatelje i optimalan odnos prečnika na vratu korijena i visine (d/h odnos), ali da uspjeh pošumljavanja izostane zbog lošeg zdravstvenog stanja sadnica. Zbog toga se prilikom redovnih kontrola rasadnika koje provodi nadležna institucija, odnosno Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, pored klasifikacije sadnica prema d/h odnosu evidentira i zdravstveno stanje sadnica sa aspekta štetnog djelovanja abiotskih i biotskih faktora.

Cilj ovog rada jeste da se sagleda trenutačna situacija kvaliteta i zdravstvenog stanja sadnica koje se proizvode u rasadnicima na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine.

MATERIALS AND METHODS - *Materijali i metode istraživanja*

Podaci o kvalitetu i zdravstvenom stanju preuzeti su iz zapisnika o stručnom pregledu proizvodnje šumskog i hortikulturnog sadnog materijala izdatog od strane Šumarskog fakulteta u Sarajevu. Istraživanjem su obuhvaćena četiri rasadnika sa područja FBiH, i to: „Ajdinovići i Glog“ Olovo, „Potklečko polje“ Zavidovići, „Pržine“ Bosansko Grahovo i „Mihaljevac“ Cazin. (Karta 1). Odabrani rasadnici se razlikuju po horizontalnom (geografska širina) i vertikalnom (nadmorska visina) rasporedu. U pogledu vertikalnog rasporeda, nadmorska visina se kreće od 208-213 m n.v. („Potklečko polje“ Zavidovići) pa do 710 m n.v. („Pržine“ Bosansko Grahovo). Preostala dva rasadnika se nalaze između navedene amplitude sa 550 m n.v. („Ajdinovići i Glog“ Olovo) i 400 m n.v. („Mihaljevac“ Cazin). Na ovaj način obuhvaćena su variranja u pogledu kvaliteta sadnica pod uticajem položaja rasadnika. Podaci su preuzeti za posljednje tri godine (2021; 2020; 2019).

Rasadničarska proizvodnja regulisana je Zakonom o sjemenu i sadnom materijalu šumskih i hortikulturnih vrsta drveća i grmlja (Službene novine Federacije BiH, br. 71/05). Usljed nedostatka normi tj. kriterija za klasiranje u postojećem Zakonu, prilikom klasiranja primjenju-



Karta 1. Položaj odabranih rasadnika

Figure 1. Location of the selected nurseries

ju se kriteriji jugoslovenskog standarda (JUS). Tim standardom su za pojedine vrste drveća i starosti propisane minimalne dimenzije (visina i prečnik na vratu korijena) po kvalitetnim klasama. Za sadni materijal koji nije obuhvaćen standardom a proizvodi se u rasadnicima u FBiH, kvalitet se utvrđuje na osnovu odnosa prečnika na vratu korijena i visine. U prvu klasu se svrstavaju sadnice sa d/h odnosom iznad 0,25, u drugu klasu sadnice s d/h odnosom 0,20-0,25, dok sve sadnice sa d/h odnosom manjim od 0,20 se smatraju škartom.

Kvalitet sadnica je predstavljen prema:

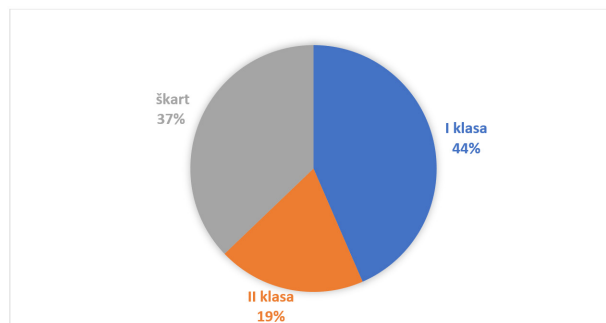
- Načinu uzgoja – sadnice uzgajane u lijevama ili u kontenjerima (nisula sistem)
- Prema sortimentima – školovane ili neškolvane sadnice
- Prema vrsti drveća – četinarske ili lišćarske vrste

Zdravstveno stanje se utvrđuje na osnovu oštećenja na sadnicama nastalih od štetnih insekata, fitopatogenih gljiva i drugih abiotskih i biotskih faktora.

RESULTS AND DISCUSSION - Rezultati i diskusija

Kvalitet sadnog materijala

Na grafikonu 1 prikazan je kvalitet sadnog materijala za sve rasadnike zajedno. Na osnovu grafikona vidi se da je najveći udio I klase 43,48%, a najmanji udio je II klase 19,38%. Ostatak od 37,14% čini škart odnosno sadnice koje ne zadovoljavaju minimalne uslove za upotrebu.



Grafikon 1. Kvalitet sadnica u odabranim rasadnicima

Graph 1. Plant quality in selected nurseries

Bez obzira što većinski dio sadnog materijala pripada I klasi, ipak znatan udio škarta u proizvodnji ukazuje na potrebu da se izvrši analiza dosadašnjeg načina proizvodnje sa ciljem poboljšavanja kvaliteta sadnog materijala. Ipak za to su potrebna dosta opširnija i obimnija istraživanja, ali će se u ovom radu pokušati sagledati i dati prijedloge mjera za poboljšanje kvaliteta sadnica na osnovu dosadašnjih iskustava.

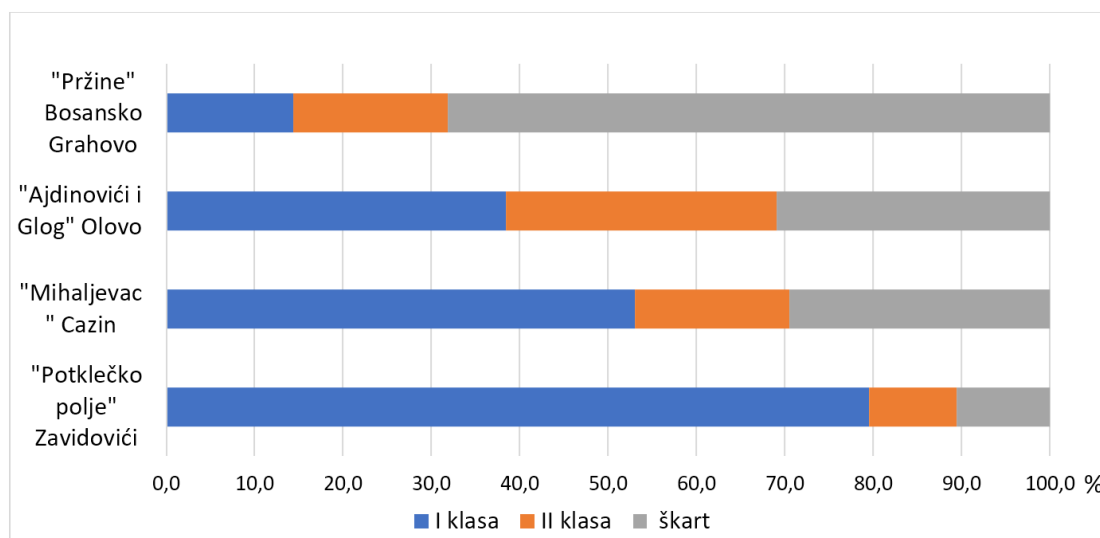
Položaj rasadnika, a prije svega nadmorska visina je jedan od glavnih faktora koji utiče na kvalitet sadnica. Dautbašić i dr. (2018) navode da se sa porastom nadmorske visine pogoršavaju uslovi za proizvodnju kvalitetnih sadnica kod većine vrsta. Na većim nadmorskim visinama su zastupljene niže temperature zraka, kraći vegetacioni period, česta je pojava ranih i kasnih mrazeva kao i mehanička oštećenja pod uticajem snijega i leda. Na grafikonu 2 rasadnici su poredani po nadmorskim visinama na kojima se nalaze, od rasadnika na najnižoj nadmorskoj visini do rasadnika na najvišoj nadmorskoj visini. Sa grafikona 1 se uočava da se sa povećanjem nadmorske visine smanjuje udio sadnica u I klasi, a povećava udio škarta, i obrnuto.

Prema tome, najbolji kvalitet imaju sadnice u rasadniku „Potklečko polje“ u Zavidovićima, a najlošiji u rasadniku „Pržine“ Bosansko Grahovo. Razlike u kvalitetu sadnica između rasadnika s obzirom na nadmorsku visinu rezultat su trajanja vegetacionog perioda. Sa povećanjem nadmorske visine vegetacioni period se skraćuje, što rezultira kraćim vremenskim periodom za rast i razvoj sadnica. Zbog toga sadnice iz rasadnika s viših nadmorskih visina postižu manje dimenzije u od-

nosu na one s nižih nadmorskih visina, pri čemu se primjenjuju isti kriteriji prilikom klasiranja. U ovom slučaju se ne može djelovati na povećanje kvaliteta sadnica, osim da se pri izboru položaja rasadnika vodi računa o svim faktorima.

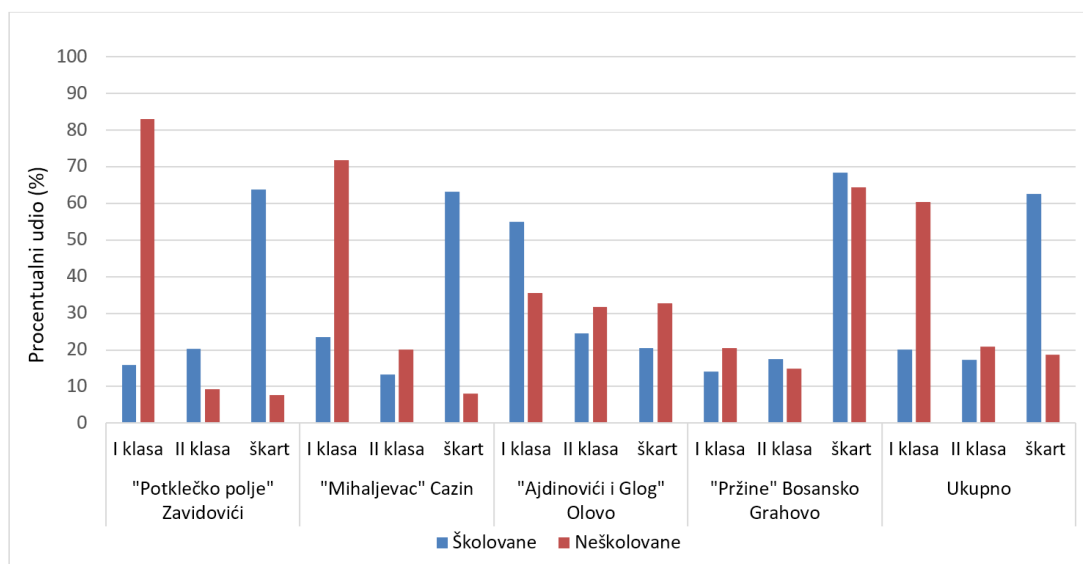
S druge strane, jedan od faktora na koji se može djelovati jeste uticaj rasadničara. Jedna od najosjetljivijih radnih operacija jeste presađivanje sadnica, odnosno školovanje. Prilikom manipulacije sadnicama, kada dođe trenutak za školovanje, mora se voditi računa o mnogim stvarima, i svaka nepažnja, nepravilno vađenje iz sijališta, daljnja manipulacija, kao i nepravilno presađivanje, može imati negativan efekat na daljnji rast i razvoj sadnica. Na grafikonu 3 prikazan je kvalitet sadnica s obzirom na sortimente (školovalane i neškolovalane) po rasadnicima i ukupno.

Na osnovu grafikona 3 vidi se da postoji značajna razlika u pogledu školovanih i neškolovanih sadnica. Neškolovalane sadnice su dosta kvalitetnije odnosno imaju znatno veći udio sadnica I klase u odnosu na školovane sadnice, dok je situacija kod škarta obrnuta. Ukoliko posmatramo po rasadnicima, trend kvaliteta neškolovanih sadnica ponaša se kao i na grafikonu 2, odnosno ovisan je o položaju rasadnika. U pogledu školovanih sadnica ne može se uočiti zavisnost od položaja rasadnika kao kod neškolovanih sadnica. Situacija je gotovo identična u skoro svim rasadnicima, osim u rasadniku „Ajdinovići i Glog“ gdje školovane sadnice imaju veći udio I klase nego neškolovalane. Kod ostalih rasadnika, situacija je obrnuta, neškolovalane sadnice su procentualno zastupljenije u I klasi nego školovane. U ovom slučaju vidi se da je ključni faktor uticaj rasadničara.



Grafikon 2. Kvalitet sadnica po rasadnicima

Graph 2. Plant quality per nurseries

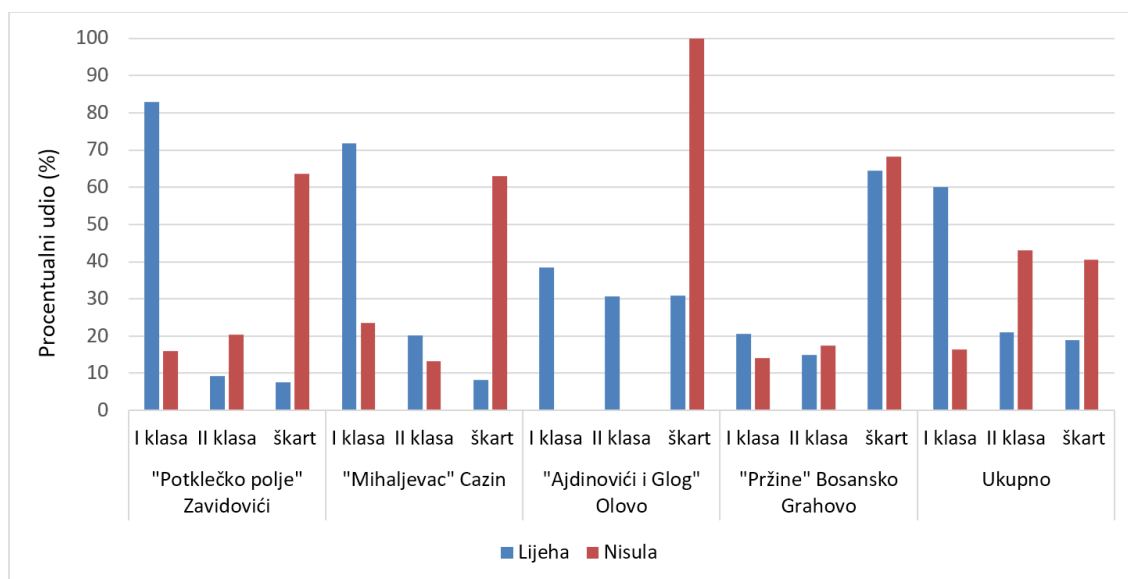


Grafikon 3. Kvalitet sadnica po sortimentima

Graph 3. Plant quality per sortiment

Školovanje sadnica može biti u lijevama ili u kontenjerima. Uticaj rasadničara je veći ukoliko se sadnice školuju u kontenjerima s obzirom da postoji više tipova kontenjera, i da tip kontenjera treba prilagoditi vrsti drveća ukoliko je odabran ovaj način školovanja. Također, kod kontenjerskog školovanja veći je udio manualnog rada, za razliku od školovanja u lijevama, gdje se sadnice presađuju upotrebom mehanizacije. U našoj praksi kao vid kontenjerskog školovanja koristi se nisula sistem. Na grafikonu 4 prikazan je kvalitet sadnica s obzirom na način uzgoja, odnosno način školovanja (lijeha ili nisula).

Sa grafikona 4 vidi se da postoji značajna razlika u pogledu kvaliteta sadnica između ova načina uzgoja sadnica. Sadnice koje su uzgajane u lijevama su dosta kvalitetnije, odnosno imaju znatno veći udio I klase nego sadnice školovane u nisula sistemu. To je naročito izraženo u rasadniku „Potklečko polje“ Zavidovići, gdje je nešto više od 80% sadnica uzgojenih u lijevama I kvalitetne klase, a sadnica uzgojenih u nisula sistemu oko 15% je I klase. Obrnuta situacije je kod škarta. Ista situacija je i kod rasadnika „Mihaljevac“ Cazin. U rasadniku „Pržine“ gotovo da ne postoji razlika u pogledu uzgoja sadnica i kva-



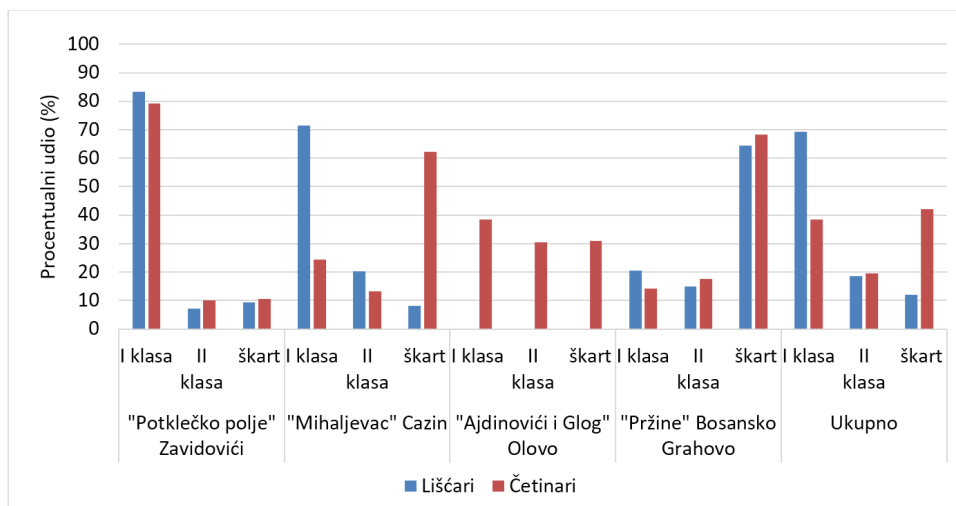
Grafikon 4. Kvalitet sadnica prema načinu školovanja

Graph 4. Plant quality per type of schooling

litete. Najveći udio sadnica je škart, bez obzira da li su uzgajane u lijevama ili u nisula sistemu. Razlog lošeg stanja može prvenstveno biti u vezi sa položajem rasadnika (na najvećoj nadmorskoj visini od odabranih) ali i u činjenici da se kod sadnica uzgojenih u lijevama radi isključivo o lišćarskim vrstama, koje ipak zahtijevaju veću brigu i pažnju prilikom uzgoja nego četinarske vrste. Tu opet do izražaja dolazi uticaj rasadničara. Jedino u rasadniku „Ajdinovići i Glog“ se ne primjenjuje kontejnersko školovanje, već se školovanje vrši u lijevama. Ponovnom analizom grafikona 3, vidi se da je jedino u ovom rasadniku udio I klase školovanih sadnica veći od udjela neškolovanih sadnica u I klasi. Razlog tome jeste upravo izostanak upotrebe nisula sistema. Loš kvalitet sadnica kod nisula sistema javlja se kao posljedica neadekvatnog i nepravilnog korištenja ovog sistema. To znači nepravovremeno pakovanje sadnica, postavljanje sadnica niže u nisule tj. postavljanje tako da vrat korijena bude u supstratu, a samim time i krošnjica bude dijelom u supstratu i omotana folijom. Kao posljedica javlja se odumiranje donjih dijelova krošnje, a samim tim i smanjenje asimilacione površine. U literaturi postoje brojne napomene o lošem kvalitetu sadnica proizvedenih u nisula sistemu. Schmidt-Vogt (1984) navodi da su takve sadnice izuzetno lošeg kvaliteta sa nepovoljnim odnosom prečnika na vratu korijena i visine, malim prečnikom na vratu korijena i korijenov sistem je obično spoljošten kod takvih sadnica, koji ostaje takav i u nekoliko godina nakon sadnje.

U proizvodnji četinarskih i lišćarskih vrsta postoje izvjesne razlike. Da bi utvrdili da li postoje i razlike u pogledu kvaliteta između njih ukupno i u rasadnicima, na grafikonu 5 je prikazan kvalitet sadnica s obzirom na vrstu drveća (četinari ili lišćari).

Na osnovu grafikona zapaža se da postoje razlike u kvalitetu između četinarskih i lišćarskih vrsta drveća. Generalno, bolji kvalitet se ostvaruje kod lišćarskih vrsta drveća gdje je oko 70% od ukupnog broja proizvedenih sadnica I klase dok je samo 38% četinarskih vrsta I klase. S druge strane udio lišćarskih vrsta u škartu je svega oko 12%, dok je kod četinarova veći udio u škartu (oko 42%) nego u I klasi. Ukoliko se situacija analizira u odnosu na rasadnike, mogu se izdvojiti tri slučaja. Prvi slučaj jeste da kvalitet lišćara prati kvalitet četinarova, a to je slučaj u rasadnicima „Potklečko polje“ Zavidovići i rasadnik „Pržine“. Jedina razlika je u rasporedu po kvalitetnim klasama. U rasadniku u Zavidovićima kvalitet sadnog materijala je daleko bolji nego u rasadniku „Pržine“ i odnos udjela I klase i škarta je obrnuto proporcionalan između ova dva rasadnika. Udio I klase i lišćara u rasadniku u Zavidovićima je oko 80%, dok u rasadniku „Pržine“ isnosi oko 18%. U pogledu škarta situacija je obrnuta, udio škart sadnica u Zavidovićima je oko 10% a u rasadniku „Pržine“ 68%. Drugi slučaj koji se može uočiti jeste situacija u rasadniku „Mihaljevac“ Cazin, gdje postoji razlika u kvalitetu između lišćarskih i četinarskih sadnica. Odnos u kvalitetu je obrnuto proporcionalan, pri čemu je udio I klase veći kod lišćara, a udio škarta kod četinarova. U oba slučaja ključnu ulogu igra rasadničar odnosno izbor načina školovanja o čemu je ranije bilo govora. I u rasadniku „Pržine“ i u rasadniku „Mihaljevac“ u Cazinu analizirane su uglavnom školovane sadnice pri čemu je vršeno školovanje u nisula sistemu. Upravo te sadnice koje su generalno lošeg kvaliteta doprinose lošoj generalnoj slici u pogledu kvaliteta sadnica kod četinarova. Treća situacija koja se opaža sa grafikona 5 jeste slučaj kod rasadnika „Ajdinovići i Glog“, gdje su zabilježene samo četinarske vrste kod kojih je odnos u pogledu kvaliteta bio ujednačen.



Grafikon 5. Kvalitet sadnica prema vrsti drveća

Graph 5. Plant quality per tree species

Zdravstveno stanje sadnica

Štetni agensi biljaka u rasadnicima mogu se podijeliti u pet kategorija i to: abiotički faktori, uzročnici bolesti, poluparazitske biljke (nemaju veliki značaj u rasadničkoj proizvodnji), štetni insekti i glodari (Dautbašić i dr. 2018). Međutim, pored ovih štetnih biotskih agenasa, značajan uticaj na rast, razvoj i zdravstveno stanje biljaka u rasadnicima imaju i korovske vrste. Ova podjela je ilustrovana i u tabeli 1, gdje su predstavljeni najvažniji štetni agensi koji su navedeni u dosadašnjim istraživanjima. Neke od glavnih abiotičkih štetnih faktora navode Imamović (2019), Dautbašić i dr. (2018) i Treštić i dr. (2013). Kada su u pitanju biotski faktori, Imamović (2019), Liović (2011), Lilja i dr. (2010), Glavaš i dr. (2009), Lazarev i dr. (2007), Peškova i dr. (2007), Liović i Županić (2006), Poteri i dr. (2005), Glavaš (2003), Lazarev (2000), Usčuplić i Treštić (2000) Lilja i dr. (1997) i Pašić (1985) su u svojim istraživanjima dali prikaz najznačajnijih i najzastupljenijih uzročnika bolesti. Štetne insekte u rasadnicima u svojim istraživanjima prikazali su Imamović (2019), Dautbašić (2000) i Lazarev (2000). Među najzastupljeni-

jim korovima su oni koje su u svojim istraživanjima pomenuli Vasić i dr. (2012), Hindija (2006) i Opalički (1992). Pored navedenih biotskih faktora Imamović (2019) navodi i glodare i ostale životinje (krtice, puževe) kao štetne biotske agente u rasadnicima.

Analizom kvaliteta i zdravstvenog stanja sadnica u četiri rasadnika u FBiH, zdravstveno stanje sadnica se može ocijeniti kao zadovoljavajuće. Najveći utjecaj ima izbor lokaliteta za osnivanje rasadnika i sam rasadničar, dok je negativan utjecaj abiotičkih faktora minimalan. Profilaktičkim mjerama se može znatno umanjiti mogućnost pojave štetnog djelovanja abiotičkih faktora, a te mjere su u konkretnim rasadnicima adekvatno provedene.

U pogledu fitopatogenih gljiva najveći značaj imaju *Lophodermium pinastri* i *Microsphaera alphitoides*, dok se među štetnicima najčešće uočavaju ose iz reda *Acantholida* i *Melolontha melolontha*. Intenzitet napada, broj zaraženih, odnosno oštećenih jedinki nije analiziran jer brojnost ovih organizama nije značajna, stoga je samo evidentirano njihovo prisustvo. Međutim, usporedbom

Tabela 1. Prikaz štetnih agenasa biljaka u rasadnicima

Table 1. Review of harmful agents in nurseries

Abiotički faktori					
Rani i kasni mraz	Golomrazica	Suša	Višak i nedostatak vlage u tlu	Svjetlost	Oštećenja od snijega i vjetrova
Biotski faktori					
Uzročnici bolesti	Štetni insekti	Korovi		Ostale štetočine	
<i>Amphisphaerella mycophila</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Cyclaneusma niveum</i> , <i>Drepanopeziza punctiformis</i> , <i>Erysiphe alphitoides</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Lophodermella sulcigena</i> , <i>Lophodermium seditiosum</i> , <i>L. pinastri</i> , <i>L. macrosporum</i> , <i>Melampsora allii-populina</i> , <i>Mycosphaerella pini</i> , <i>Phyllosticta paviae</i> , <i>Phytophthora sp.</i> , <i>Pythium debaryanum</i> , <i>Rhizoctonia sp.</i> , <i>Sphaeropsis sapinea</i> i <i>Stigmata carpophila</i>	Fam. Elateridae <i>Cameraria ohridella</i> , <i>Phyllonorycter platani</i> , <i>P. robinella</i> , <i>Tischeria complanella</i> , <i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> , <i>Melolontha melolontha</i> , <i>Neodiprion sertifer</i> , <i>Pristiphora abietina</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i> , <i>Agropyron repens</i> , <i>Atriplex patula</i> , <i>Capsella bursa-pastoris</i> , <i>Chenopodium polyspermum</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Euphorbia helioscopia</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Alopecurus myosuroides</i> , <i>Ambrosia artemisiifolia</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Cyperus sp.</i> , <i>Datura stramonium</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>Erigeron canadensis</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Poa annua</i> , <i>Polygonum sp.</i> , <i>Setaria sp.</i> , <i>Sinapis arvensis</i> , <i>Solanum nigrum</i> i <i>Sorghum halepense</i>		Glodari: <i>Apodemus flavicollis</i> , <i>Apodemus sylvaticus</i> Krtice Puževi	

sa rezultatima ranijih istraživanja vidi se da su isti uzročnici bolesti i dalje prisutni i da umanjuju i destabilizuju rasadničarsku proizvodnju.

U analiziranim rasadnicima u FBiH zastupljena je gusta sjetva koja kasnije smanjuje stanišni prostor sadnica. Na taj način dolazi do fiziološkog slabljenja sadnica što ih čini podložnijim za napad fitopatogenih gljiva i štetnih insekata. Osim toga, dodatni razlog za narušavanje zdravstvenog stanja sadnica jeste izostanak pravovremenog i adekvatnog primjenjivanja preventivnih mjera borbe u vidu primjene fungicida i insekticida.

Tlo kao supstrat u kojem sadnice rastu je stanište i za druge biljne vrste koje se najčešće smatraju korovskim vrstama. U rasadnicima u FBiH pojave ove vegetacije se uspješno kontrolišu primjenom mehaničkih i hemijskih mjera borbe. S obzirom da tlo naseljavaju i druge mikorizne vrste gljiva, brojne životinjske i druge vrste organizama, upotreba pesticida u određenoj mjeri utiče na date organizme i kvalitet tla općenito. S tim u vezi, jako je bitno voditi računa o prezistentnosti, karenci i kumulativnosti pesticida.

Prisustvo ostalih štetočina (glodari, krtice i puževi) nije uočeno u istraživanim rasadnicima, međutim potrebno je voditi računa da se neadekvatnim postupcima ne stvore preduslovi za njihovu pojavu u budućnosti. Tu se prije svega misli na uticaj rasadničara koji treba imati u vidu koji su predisponirajući faktori za rast i razvoj populacija ovih štetočina kako ne bi došlo do prenamnoženja istih što bi rezultiralo ugrožavanjem rasadničarske proizvodnje.

CONCLUSION - Zaključci

Na osnovu svega navedenog možemo zaključiti sljedeće:

1. Kvalitet sadnog materijala je zadovoljavajući sa dosta prostora za napredak naročito u pogledu školovanog sadnog materijala
2. Kvalitet sadnica se razlikuje između rasadnika, gdje se ključnim pokazao uticaj rasadničara i položaj rasadnika
3. Kvalitet sadnog materijala je opadao sa povećanjem nadmorske visine na kojoj se rasadnik nalazi
4. Na kvalitet školovanih sadnica značajan uticaj imao je i način školovanja, gdje su sadnice iz nisula sistema bile generalno lošeg kvaliteta
5. Glavni ponder za loš kvalitet imale su sadnice školovane u nisula sistemu
6. Zdravstveno stanje sadnica je dobro, naročito u pogledu šteta od abiotičkih faktora. Od biotičkih agenasa, glavni štetni agens su korovi a potom fitopatogene gljive i štetnici.

7. Glavni predisponirajući faktori koji utiču prvenstveno na zdravstveno stanje, a i na kvalitet su gusta sjetva i neblagovremena primjena sredstava za zaštitu zdravlja bilja.

RECOMMENDATION FOR PRAXIS - Prijedlozi za praksu

Cilj rasadničarske proizvodnje je proizvodnja kvalitetnog i zdravog sadnog materijala u skladu sa potrebama privrede. Radi ispunjenja tog cilja, možgu se na osnovu dosadašnjih opažanja navesti sljedeće mjere:

1. Školovanje sadnica u nisula sistemu zamijeniti klasičnim školovanjem u lijevama ili upotrebom drugih tipova kontejnera
2. Optimirati gustinu sjetve da bi se dobilo 500-550 klijanaca četinarskih vrsta po m² i 300-350 klijanaca lišćarskih vrsta po m²
3. Izvršiti pedološku analizu zemljišta radi optimiranja fertilizacije
4. Blagovremeno primjenjivati sredstva za zaštitu zdravlja bilja uz poštivanje preporuka njihovih proizvođača.

REFERENCES - Literatura

- Bartsch N, von Lüpke B, Röhrig E (2020). *Waldbau auf ökologischer Grundlage*. 8. Auflage. UTB 8310. Ulmer, Stuttgart, str. 676
- Dale, V.H., Joyce, L.A., McNulty, S., Neilson, R.P., Ayres, M.P., Flannigan, M.D., Hanson, P.J., Irland, L.C., Lugo, A.E., Peterson, C.J., Simberloff, D., Swanson, F.J., Stocks, B.J. & Wotton, B.M. (2001). *Climate change and forest disturbances*. *Bioscience* 51 (9). str. 723–734.
- Dautbašić, M. (2000). Štetni insekti u šumskim rasadnicima u Federaciji Bosne i Hercegovine. Savjetovanje „Šumensko-rasadnička proizvodnja u šumarstvu BiH – stanje i perspektive“, Brčko, Zbornik radova, str. 123-126.
- Dautbašić, M., Mujezinović, O., Zahirović, K. (2018). *Priručnik za zaštitu šuma u Bosni i Hercegovini*. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, str. 1-10.
- Glavaš, M. (2003). Zdravstveno stanje biljaka i mjere zaštite u šumskim rasadnicima u Hrvatskoj u 2002. godini. *Šumarski list br. (127)* 5-6, str. 257-268.
- Glavaš, M., Glavaš, S., Budiščak, M. i Vukadin A. (2009). Štetočine i zaštita biljaka u rasadniku „Podbadanji“ od 1993. do 2007. godine. *Šumarski list br. (133)* 11-12, str. 623-628
- Grossnickle, S. C., & MacDonald, J. E. (2018). *Seedling quality. history, application, and plant attributes*. *Forests*, 9(5),

str. 283.

Hindija, N. (2006). Primjena herbicida na najzastupljenije korovske vrste u rasadnicima šumskih i ukrasnih sadnica. *Zbornik rezimea, III Simpozijum o zaštiti bilja u Bosni i Hercegovini*, Neum, 13-15. decembar 2006. godine.

Imamović, M. (2019). *Praćenje stanja šumskog sadnog materijala rasadnika Sedrenik*, završni rad II ciklusa studija, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, str.1-44.

Lazarev, V. (2000). Biotički uzročnici šteta u rasadnicima RS i mjere zaštite. *Sjemenskorasadnička proizvodnja u BiH – Stanje i perspektive*. Brčko, str. 117-122.

Lazarev, V., Karadžić, D., Marković, M., Pap, P. And Poljako-
vić-Pajnik, L. (2007). *The Most Frequent Lophodermium spp. on Scots Pine and Austrian Pine and Their Role in the Appearance of Other Fungi on the Needles*. Acta Silv. Lign. Hung., Spec. Edition, str. 53-59.

Lilja, A., Lilja, S., Kurkela, T. And Rikala, R. (1997). Nursery practices and management of fungal diseases in forest nurseries in Finland. A review. *Silva Fennica* 31(1), str. 79-100.

Lilja, A., Poteri, M., Petäistö, R.-L., Rikala, R., Kurkela, T. And Kasanen, R. (2010). Fungal diseases in forest nurseries in Finland. *Silva Fennica* 44(3), str. 525-545.

Liović, B. (2011). Utjecaj pepelnice (*Microsphaera alphi-
toides* Grift. et Maubl.) na rast i preživljenje hrastova ponika. *Šumarski list (135)* poseban broj, str. 122-129.

Liović, B. I Županić, M. (2006). Ispitivanje djelotvornosti fungicida za suzbijanje gljive *Microsphaera alphi-
toides* Griff et Maubl. na hrstovom pomlatku. *Rad. Šumar. inst.* Izvanredno izdanje 9, str. 181-188.

Opalički, K. (1992). Primjena FFS u Hrvatskoj tijekom 1990. godine. *Šumarski list br. (116)* 6-8, str. 283-289.

Papaik, M.J. & Canham, C.D. (2006). Species resistance and community response to wind disturbance regimes in northern temperate forests. *Journal of Ecology* 94(5), str. 1011-1026.

Pašić, M. (1985). Prilog poznavanju uzročnika polijeganja ponika u šumskim rasadnicima SR BIH. *Šumarstvo i pre-
rada drveta*, Sarajevo br. 7-9, str. 257-396.

Pešková, V., Soukup, F. And Kapitola, P. (2007). Biotic da-
maging agents in forest nurseries in the Czech Republic. In. *Diseases and insects in forest nurseries - The sixth
meeting of the IUFRO Working Party 7.03.04*. Editors. J. R. Sutherland, Z. Procházková. *Communicationes Instituti
Forestalis Bohemicae*, Vol. 23, str. 138.

Poteri, M., A. Lilja, A. And Petäistö, R.-L. (2005). Control
of nursery diseases and pests in Finnish forest tree nu-
rseries. *Working Papers of the Finnish Forest Research Insti-
tute* 11, str. 19-26.

Schmidt, H. (1961). *Die Guetebeurteilung von Forstpflan-
zen. Die Entwicklung von Forstpflanzen in Abhaengigkeit von
Erbgut und Umwelt und die Moeglichkeiten einer Guetebeu-
rteilung*, BLV Verlagsgesellschaft München, str. 171.

Schmidt, H. (1984). *Waldbau – grundlagen*, Skript zur Vor-
lesung, Forstliche Fachschaft, Freiburg.

Treštić, T., Mujezinović, O., Osmić, S. (2013). Upotreba
pesticida u šumskim rasadnicima na području Federacije
Bosne i Hercegovine, *Works of the Faculty of Forestry, Uni-
versity of Sarajevo*, Sarajevo, No. 2 (13-26), str. 13-16.

Ulanova, N.G. (2000). The effects of windthrow on fore-
sts at different spatial scales. a review. *Forest Ecology and
Management* 135(1-3), str. 155-167.

Usčuplić, M., Treštić, T. (2000). Bolesti sjemena i sadnica
u šumskim rasadnicima. Savjetovanje „*Sjemensko-rasad-
nička proizvodnja u šumarstvu BiH – stanje i perspektive*“,
Brčko, Zbornik radova, str. 113-116.

Vasić, V., Konstantinovic, B. and Orlovic, S. (2012). *Weeds
in Forestry and Possibilities of Their Control*. In. *Weed Con-
trol*. Edited by Andrew J. Price, Publisher. InTech, Chap-
ters published February 29, 2012 under CC BY 3.0 li-
cense. ISBN 978-953-51-0159-8, str. 276,

Višnjić, Č. (2012). Analiza kvaliteta sadnog materijala za
potrebe šumarstva u rasadnicima Federacije Bosne i
Hercegovine, *Naše šume*, No 28-29, str. 4-11

SUMMARY

The quality of planting material is manifested in the form of morphological and physiological indicators, as well as in the form of the appearance of certain symptoms of harmful effects of abiotic and biotic factors. These indicators are the result of the combined action of a large number of factors. In order to present the quality and health status of planting material, data on the quality of planting material and their health status were taken from four nurseries from the Federation of BiH. nursery "Ajdinovići i Glog" Olovo, "Potklečko polje" Zavidovići, "Pržine" Bosansko Grahovo and "Mihaljevac" Cazin. Data on the quality of planting material were compared between nurseries by method of cultivation (beds and nisula), by assortments (seedlings and transplanted seedlings) and by type of trees (conifers and deciduous trees). The results showed that the greatest influence had the method of growing seedlings, where seedlings grown in the nisula system compared to seedlings from the bed, were of far poorer quality. The reason for this is inadequate application of the nisula system, ie improper packaging of seedlings, where seedlings were placed too deep, with part of the canopy, which resulted in drying of that part and thus loss of assimilation surface, reduction of growth, physiological weakening, etc. Each subsequent comparison of the quality of planting material is conditioned by the share of planting material from the nisula system. The health condition of planting material is a consequence of the action of numerous factors, and one of these factors, as predisposing, is dense sowing, which resulted in an unfavorable ratio of the diameter of the root neck and the height of the aboveground part. The consequence of the combined action of these factors is the appearance of numerous phytopathological fungi and various pests.



Health Status of Forests in Zenica – Doboj Canton in Period from 2018 to 2020

Zdravstveno stanje šuma u Zeničko – dobojskom kantonu u periodu od 2018 – 2020. godine

Merisa Osmanović^{*1}, Kenan Zahirović¹

¹ Public enterprise “Šumsko-privredno društvo Zeničko-dobojskog kantona” d.o.o. Zavidovići

ABSTRACT

There are a number of reasons that can lead to forest health problems. The most important abiotic factors are drought, extreme temperatures, wind, snow, etc. The most harmful biotic factor is the harmful human impact. The same is reflected in illegal logging, illegal occupation of forest land by the local population, irresponsible behavior of citizens towards forests and the environment, which can lead to fires (this primarily refers to damage that can occur during the spring when the population burns agricultural land), creating wild landfill in forests and uncontrolled grazing. All these factors contribute to the reduction of forest vitality, which can lead to overpopulation of secondary pests, i.e. bark beetles. This paper discusses the health status of forests in the area of Zenica - Doboj Canton in the period from 2018 to 2020. The most significant factors that impact the health of forests, which have been identified in the area of Zenica - Doboj Canton, are bark beetles, fir needle moth, oak lace bug and fires.

Key words: health of forests, sanitary selection, harmful insects, fir needle moth, forest fires

INTRODUCTION - Uvod

JP ŠPD ZDK d.o.o. Zavidovići gazduje na području pet šumskogospodarskih područja, čija ukupna površina iznosi 179.477,76 ha. Godišnji dozvoljeni etat iznosi 592.010,61 m³ krupnog drveta. U godišnjem etatu, četinari učestvuju sa 56%, dok lišćari učestvuju sa 44%. Od ukupne površine šuma i šumskog zemljišta na području kantona, na visoke šume sa prirodnom obnovom otpada 69,12%, a na izdanačke šume 15,22%. Dalje, na šumske kulture i plantaže otpada 9,18%, dok goleti, šibljac i ostale neproduktivne površine zauzimaju 6,48%. Minirane površine zauzimaju 21.946,40 ha površine.

Potkornjaci (Curculionidae) su najobilnija grupa koja napada stabla i narušava zdravstveno stanje šumskih sastojina (Zahirović i dr., 2016). Oni su sastavni dio šumskih ekosistema jer počinju da dekompozuju drvo (Wermelinger i dr., 2012). Najvažniji potkornjaci koji se javljaju na jeli su iz roda *Pityokteines*, a na smrči potkornjaci *Ips typographus* i *Pityogenes chalcographus*, te na boru *Ips sexdentatus* i *Ips acuminatus*. Prema Jurc (2006), njemački entomolozi Šlander i Titovšek su dali osnovne principe u kontroli potkornjaka u Evropi. Primjena feromonskih klopki i feromonskih atraktanata u Bosni i Hercegovini predstavlja najvažniju biotehničku mjeru u suzbijanju štetnog dejstva potkornjaka.

* Corresponding author: Merisa Osmanović merisaosmanovic@gmail.com



Slika 1. i 2. Prorjeđivanje krošnje i minirane iglice jele usljed napada jelinog moljca minera (*A. fundella*)

Picture 1 and 2: Crown thinning and damage to fir needles by *Argyresthia fundella*

Jelin moljac igličar je miner čije larve žive u iglici jele i izjedaju je iznutra, a tokom svoga razvoja svaka prosječno ošteti do 20 iglica (Lacković, 2018). Izjedeni dio iglice promijeni boju i posmeđi, te se na taj način smanjuje fotosintetski kapacitet iglice. Pri jakim napadima ovog insekta dolazi do gubitka velike količine iglica, te nastaju štete koje se ogledaju u smanjenju asimilacione površine stabla što dalje dovodi to smanjenja prirasta, fiziološkog slabljenja, a pri izuzetno jakom napadu, može doći i do sušenja jele (slika 1 i 2) (Lacković, 2018).

Na slici 1. i 2. je prikazano prorjeđivanje krošnje jele usljed napada jelinog moljca minera (*Argyresthia fundella*).

Hrastova mrežasta stjenica, *Corythucha arcuata* (Say, 1832) je vrsta fitofagnog insekta iz pododreda *Heteroptera*, familije *Tingidae*. Vrsta je dobila naziv radi svog specifičnog izgleda. Odrasle jединke su u prosjeku veličine do 3 mm (Lolić i dr., 2019). Radi se o invazivnoj vrsti i njeni prvi nalazi u Bosni i Hercegovini su bili na području Vareša (područje kojim gazduje JP ŠPD ZDK d.o.o. Zavidovići) (Dautbašić i dr., 2018). Štete od hrastove mrežaste stjenice manifestiraju se u sušenju i preranom opadanju listova (Hrašovec i dr., 2013). Štete se također ogledaju u smanjenju intenziteta fotosinteze napadnutih listova, što doovodi do zaključka da se pojača stres kod napadnutih biljaka (Poljaković-Pajnik i dr., 2015). Kako mnogi pokazatelji ukazuju na ugroženost sastojina hrasta od mnogih biotskih i abiotskih faktora, pretpostavka je da će prisustvo hrastove mrežaste stjenice imati uticaj na pogoršanje zdravstvenog stanja hrasta (Dautbašić i dr., 2018). Štetnik se može javiti i na drugim domaćinima (slika 3 i 4).

Jedan od nadestruktivnijih faktora koji utiče na šumske ekosisteme jeste požar. Osim što uništavaju šumske ekosisteme, razorno djeluju i na tlo, uništavajući humus koji je bogat hranjivim tvarima i ugljikom. (Nikolov, 2006). Također, požari utiču i na izgled šume, jer poslije požara dolazi do umanjenja vitalnosti stabala koja zatim postaju podložna napadima gljiva truležnica i štetnih insekata (Alikadić i dr., 2016). Većina šumskih požara (skoro 90 %) je uzrokovano ljudskim faktorom, prilikom čišćenja privatnih šuma i šumskog zemljišta za poljoprivredu, pri čemu ljudi nekontrolirano pale korov, te izgube kontrolu (Nikolov, 2006).

MATERIAL AND METHODS - Materijal i metode

Za potrebe ovoga rada su upoređeni podaci o doznačnom broju stabala sanitarne doznake, kao i količini doznake drvene mase krupnog drveta po vrstama drveća u periodu od 2018.– 2020. godine na području Zeničko – dobojskog kantona. Također su upoređeni podaci o udjelu sanitarne doznake u ukupnoj doznaci za isti period. Podaci su evidentirani svaki mjesec u poslovnim jedinicama na području Zeničko – dobojskog kantona, te su sumirani na kraju godine.

Kada je u pitanju zaštita šuma na području kojim gazduje JP ŠPD ZDK d.o.o. Zavidovići, zaštita šuma od potkornjaka se vrši na način da se postavljaju feromonske klopke za monitoring populacije potkornjaka. Tako je za potrebe monitoringa populacije potkornjaka za prvu generaciju u 2018. godini postavljeno 947 klopki (548 za monitoring *Ips typographus*, 430 za *Pityogenes chalc*



Slika 3. i 4. Hloroza lista *Sorbus torminalis* (brekinja); crni tačkasti ekskrementi i nimfe na naličju lista brekinje

Picture 3 and 4: Chlorosis at *Sorbus torminalis* leaf; excrements and nymphae at *Sorbus torminalis* leaf;

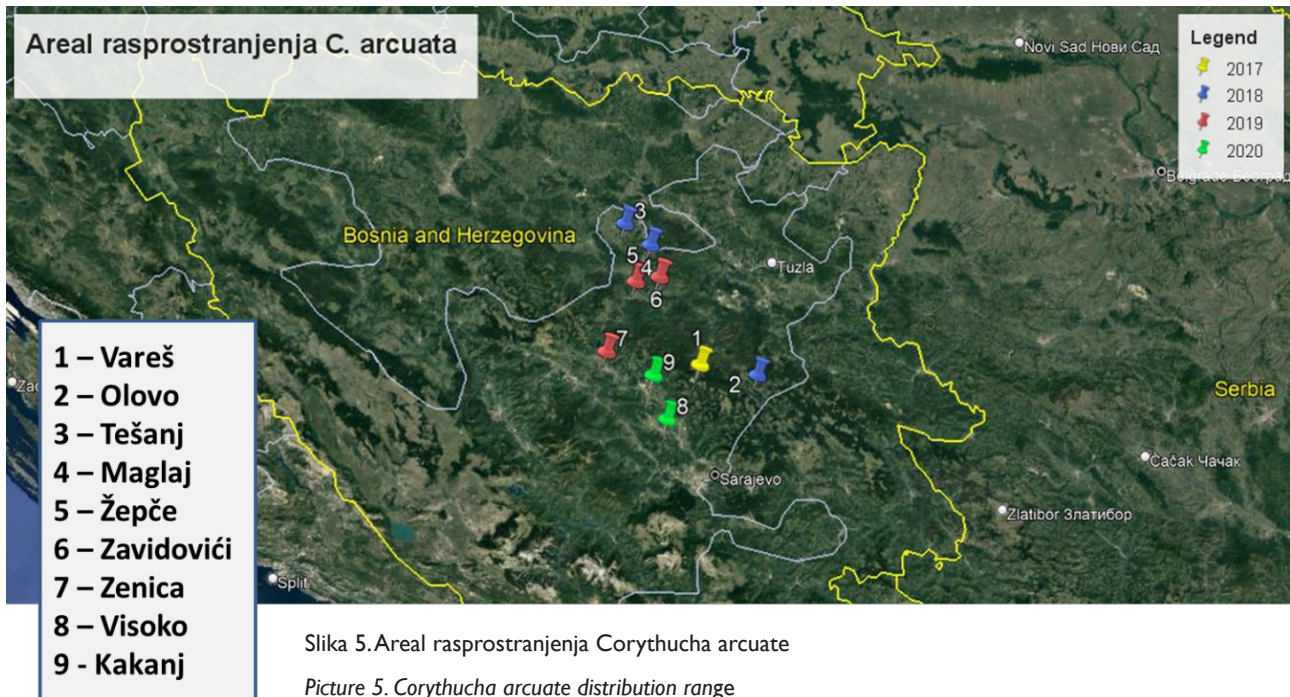
graphus, 20 za *Ips sexdentatus* i 2 klopke za monitoring *Pityokteines curvidens*), dok je za drugu generaciju u 2018. godini ukupno postavljeno 932 klopke (521 za monitoring *Ips typographus*, 448 za *Pityogenes chalcographus*, 22 za *Ips sexdentatus* i 2 klopke za monitoring *Pityokteines curvidens*). Za potrebe monitoringa populacije potkornjaka za prvu generaciju u 2019. godini postavljeno 804 klopke (425 za monitoring *Ips typographus*, 413 za *Pityogenes chalcographus*, 18 za *Ips sexdentatus* i 9 klopke za monitoring *Pityokteines curvidens*), a za drugu generaciju u 2019. godini je ukupno postavljeno 811 klopki (451 za monitoring *Ips typographus*, 420 za *Pityogenes chalcographus*, 17 za *Ips sexdentatus* i 9 klopke za monitoring *Pityokteines curvidens*). Za monitoring populacije potkornjaka za prvu generaciju u 2020. godini postavljeno je 916 klopki (511 za monitoring *Ips typographus*, 445 za *Pityogenes chalcographus*, 18 za *Ips sexdentatus* i 14 klopke za monitoring *Pityokteines curvidens*), a za drugu generaciju u 2020. godini je ukupno postavljeno 874 klopke (489 za monitoring *Ips typographus*, 421 za *Pityogenes chalcographus*, 18 za *Ips sexdentatus* i 14 klopke za monitoring *Pityokteines curvidens*). Na pojedine klopke su postavljani oba atraktanta; feromoni za *Ips typographus* i za *Pityogenes chalcographus*. U radu su predstavljeni podaci o prosječnom ulovu potkornjaka u

periodu 2018. – 2020. godine, te je izvršeno i njihovo poređenje. Prikupljanje podataka o ulovu potkornjaka je vršeno u rasponu od 5 – 7 dana u periodu od mjeseca aprila do mjeseca septembra 2018 – 2020. godine. Korišteni su feromonski pripravci Pheroprax – ampula, Chalcoprax – ampula, Sexowit i Curwiwit, te dvije vrste klopki (Theysohn i Ecotrap).

Zaštita šuma od požara je jedan od najvažnijih aspekata u gazdovanju šumama. U radu su dati podaci o broju požara, kao i opožarenoj površini za prethodno navedene tri godine. Podaci su prikupljeni na način da su poslovne jedinice evidentirale svaki požar, te je vršeno snimanje opožarene površine putem GPS uređaja.

Prisustvo (intenzitet napada) jelinog moljca minera je utvrđivano na području šumarija prebrojavanjem broja kokona na iglicama na pojedinačnim stablima.

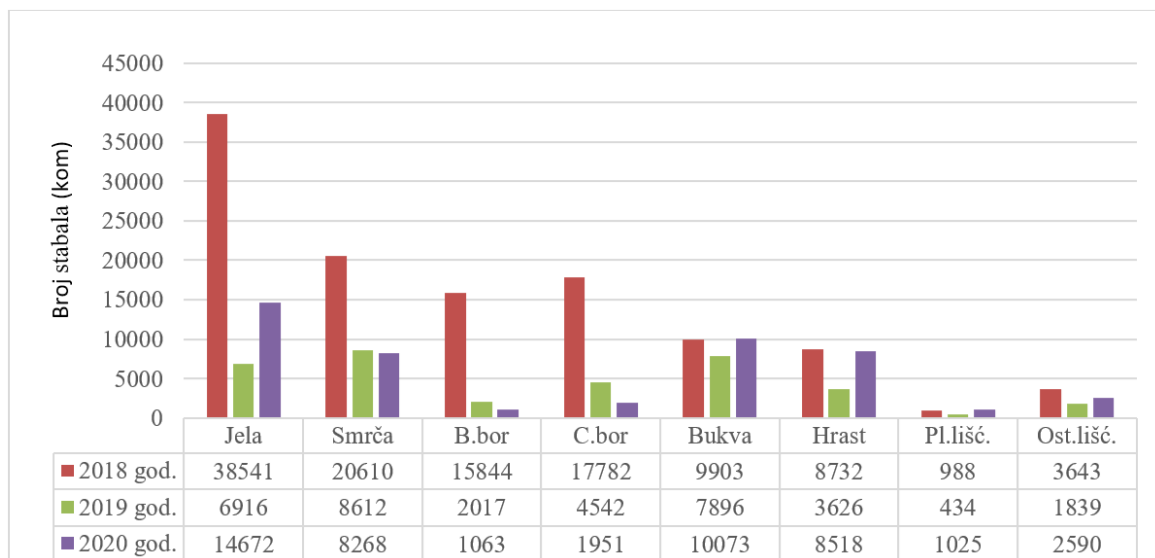
Što se tiče hrastove mrežaste stjenice samo je utvrđivano njeno prisustvo na području šumarija. Na slici 5. je prikazan areal rasprostranjenja hrastove mrežaste stjenice od prvog nalaza, 2017. godine, kada je utvrđena u Varešu, pa sve do 2020. godine, kada je utvrđena u ostalim gradovima i općinama u Zeničko – dobojskom kantonu.



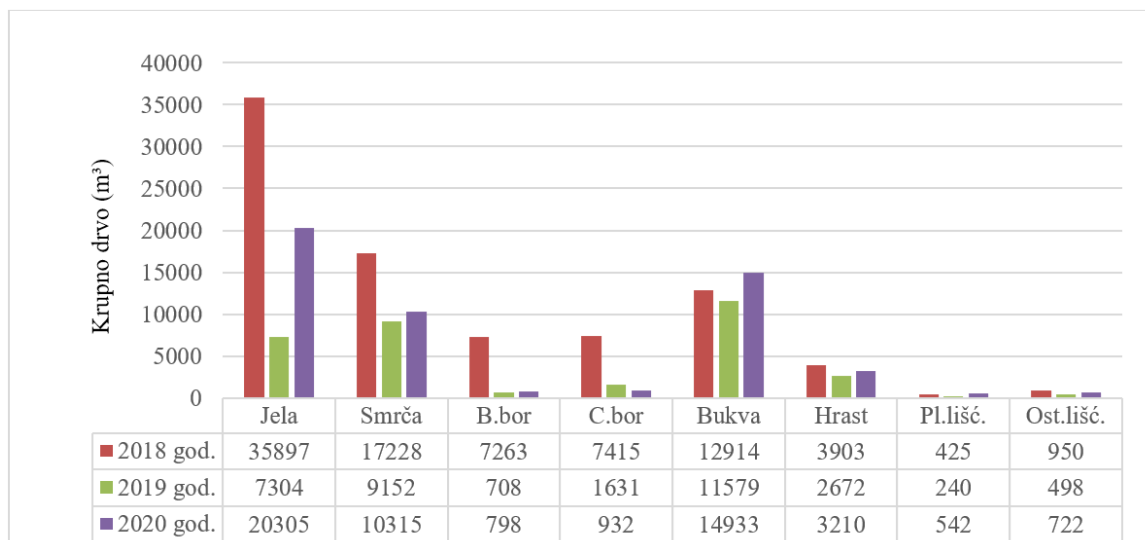
RESULTS - Rezultati istraživanja

Na grafikonu 1. je prikazan broj doznačenih stabala po vrstama drveća na području Zeničko – dobojskog kantona u period 2018. – 2020. godine.

Na grafikonu 2. je prikazana količina doznačene drvene mase po vrstama drveća u Zeničko – dobojskom kantonu u periodu 2018. – 2020. godine.

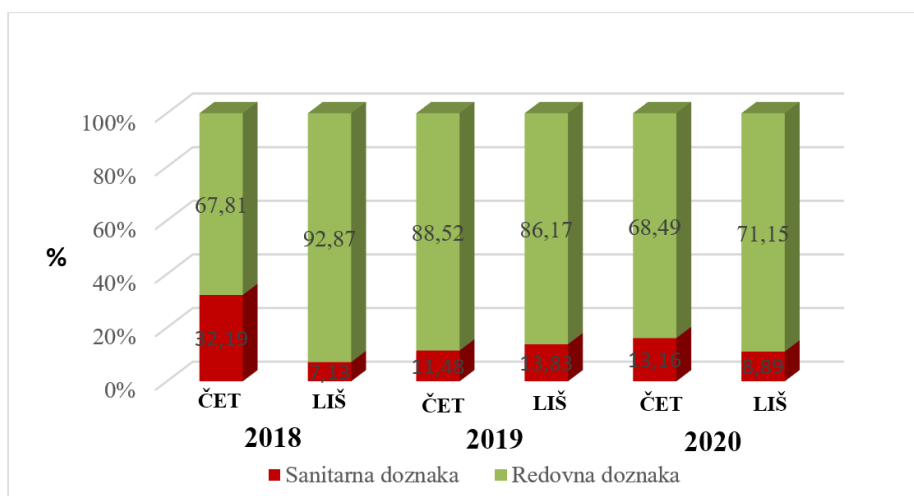


Grafikon 1. Broj doznačenih stabala po vrstama drveća u periodu 2018.- 2020. godine
 Graph 1. Number of remitted (forest hammer) stems according to tree species in 2018-2020



Grafikon 2. Količina doznačene drvene mase po vrstama drveća u periodu 2018. – 2020. godine

Graph 2. Volume of remitted wood mass according to tree species in 2018-2020



Grafikon 3. Procentualno učešće sanitarne doznake u godišnjem etatu za period 2018. – 2020. godine

Graph 3. Percent ratio of sanitary remit yearly in 2018-2020

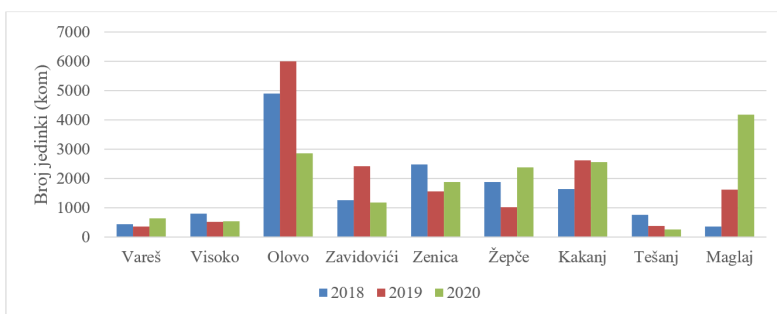
Procentualno učešće sanitarne doznake u godišnjem etatu po grupama vrsta drveća za period 2018. – 2020. godine je prikazano na grafikonu 3.

Na grafikonu 4. je prikazan prosječan ulov potkornjaka *Ips typographus* u periodu 2018. – 2020. godine u Zeničko – dobojskom kantonu.

Na grafikonu 5. je prikazan prosječan ulov potkornjaka *Pityogenes chalcographus* u periodu 2018. – 2020. godine u Zeničko – dobojskom kantonu.

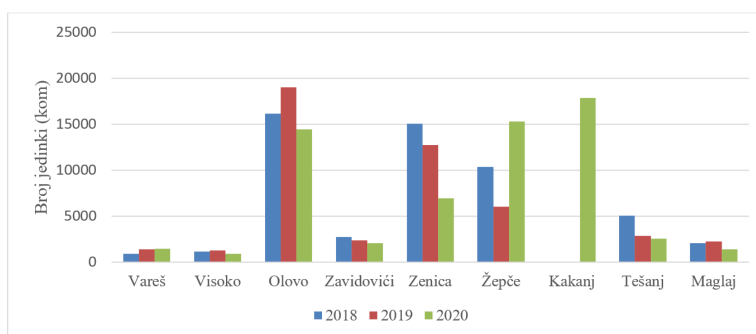
Prosječan ulov potkornjaka *Ips sexdentatus* u periodu 2018. – 2020. godine u Zeničko – dobojskom kantonu je prikazan na grafikonu 6.

Prosječan ulov potkornjaka *Pityokteines curvidens* u periodu 2018. – 2020. godine u Zeničko – dobojskom kantonu je prikazan na grafikonu 7.



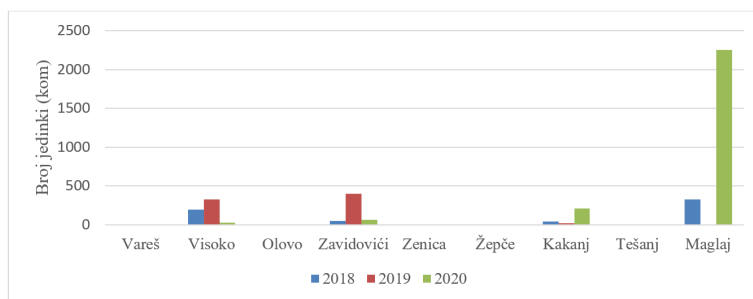
Grafikon 4. Prosječan ulov potkornjaka *Ips typographus* po šumarijama u period 2018. – 2020. godine

Graph 4. An average annual harvest of Ips typographus by Forest services in 2018-2020.



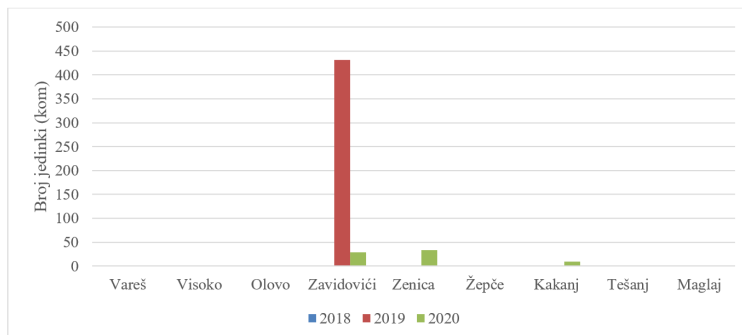
Grafikon 5. Prosječan ulov potkornjaka *Pityogenes chalcographus* po šumarijama u period 2018. – 2020. godine

Graph 5. An average annual harvest of Pityogenes chalcographus by Forest services in 2018-2020



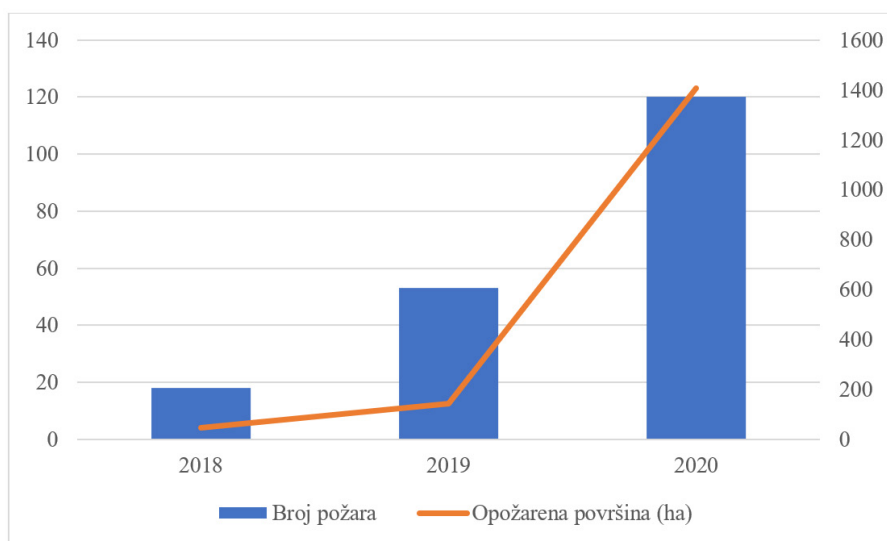
Grafikon 6. Prosječan ulov potkornjaka *Ips sexdentatus* u periodu 2018. – 2020. godine po šumarijama

Graph 6. An average annual harvest of Ips sexdentatus by Forest services in 2018-2020



Grafikon 7. Prosječan ulov potkornjaka *Pityokteines curvidens* u periodu 2018. – 2020. godine po šumarijama

Graph 7. An average annual harvest of Pityokteines curvidens by Forest services in 2018-2020



Grafikon 8. Broj požara i opečarena površina u Zeničko - dobojskom kantonu u period 2018. – 2020. godine

Graph 8. Number of Forest fires and damaged area in Zenica-Doboj Canton in 2018-2020.

Tabela 1. Zahvaćena površina i intenzitet napada jelinog moljca minera

Table 1. Affected area and occurrence intensity of *Argyresthia fundella*

Šumarija	Gospodarska jedinica	Površina (ha)	Intenzitet napada
Olovo	Tribija -Duboštica	2.037,90	umjeren/jak
	Krivaja	663,55	jak
Vareš	Gornja Stavnja	4.068,40	slab
Visoko	-	-	nema napada
Kakanj	Donja Ribnica Zgošća	61,75	slab
	Gornja Trstionica Bukovica	3.136,83	slab/jak
	Žuča - Ribnica	2.826,94	umjeren/jak
Zenica	Đulanov potok	14,00	umjeren
	Babino - Gračanica	16,00	slab
	Nemila - Bistričak	291,00	slab/umjeren
	Nemila - Pepelari	179,50	umjeren/jak
Žepče	Nemila - Pepelari	146,10	slab/umjeren
	Nemila - Bistričak	209,27	slab/umjeren
Zavidovići	Gostović	1.954,18	jak
Maglaj	-	-	nema napada
Tešanj	DVU II	135,70	slab
UKUPNO		15.741,12	-

Grafikon 8. prikazuje broj požara, kao i opožarenu površinu na području kojem gazduje JP ŠPD ZDK d.o.o. Zavidovići u periodu 2018. – 2020. godine.

U tabeli 1. je prikazana zahvaćena površina i intenzitet napada jelinog moljca minera na području Zeničko – dobojskog kantona.

DISCUSSION - Diskusija

Na grafikonu 1. je predstavljan broj doznačenih stabala po vrstama drveća na području Zeničko – dobojskog kantona u periodu 2018 - 2020. godine. Vidljivo je da je najveći broj doznačenih stabala bio u 2018. godini, i to skoro svih vrsta drveća. Ovakvo stanje je direktna posljedica velikog broja vjetroizvala nastalih krajem 2017. i početkom 2018. godine. Ukoliko se uporedi 2019. i 2020. godina, vidljivo je da je veći broj doznačenih stabala jele, bukve, hrasta, plemenitih i ostalih lišćara bio u 2020. godini. S druge strane, u 2019. godini se više doznačilo smrče, crnog i bijelog bora.

Na grafikonu 2. je predstavljena količina doznačene drvene mase krupnog drveta po vrstama drveća na području Zeničko – dobojskog kantona u periodu 2018 - 2020. godine. Vidljivo je da je povećana količina doznačene drvene mase stabala jele, smrče, crnog i bijelog bora, hrasta i ostalih lišćara u 2018. godini (najviše jele). Najveća količina doznačene drvene mase bukve je bila u 2020. godini, kao i plemenitih lišćara. Ukoliko pogledamo stanje za tri godine, vidljivo je da je povećana količina doznačene drvene mase krupnog drveta u 2018. godini što je direktna posljedica ranije navedenog velikog broja vjetroizvala nastalih krajem 2017. i početkom 2018. godine. Također je vidljivo da je najmanja doznačena količina drvene mase utvrđena u 2019. godini. U 2020. godini je doznačena masa bila veća u odnosu na 2019. godinu što je posljedica suše u mjesecu julu i augustu 2020. godine.

Najveći udio sanitarne doznake u ukupnoj doznaci u periodu 2018. – 2020. godine je bio u 2018. Manji udio sanitarne doznake je bio u 2019. i 2020. godini (grafikon 3).

Kada se posmatra prosječan ulov jedinki *Ips typographus* po šumarijama u periodu 2018. – 2020. godine vidljivo je da najveći ulovi jedinki u 2018. i 2019. godini su utvrđeni u šumariji Olovo (2018 – 4904; 2019 – 6011), a u 2020. godini u šumariji Maglaj (2020 – 4191) (grafikon 4). Prosječan broj ulovljenih jedinki *Ips typographus* u navedenim šumarijama je znatno veći od broja jedinki koji su utvrdili Zahirović i dr. (2016) u svojim istraživanjima na području Vareša (1.145 jedinki).

Kada se posmatra prosječan ulov jedinki *Pityogenes chalcographus* po šumarijama u periodu 2018. – 2020. godine vidljivo je da najveći ulovi jedinki u 2018. i 2019. godini su utvrđeni u šumariji Olovo (2018 – 16165; 2019 – 19052), a u 2020. godini u šumariji Kakanj (2020 – 17867) (grafikon 5). Prosječan broj ulovljenih jedinki *Pityogenes chalcographus* u navedenim šumarijama je znatno veći od broja jedinki koji su utvrdili Zahirović i dr. (2016) u svojim istraživanjima na području Vareša (3.498 jedinki).

Kada se posmatra prosječan ulov jedinki *Ips sexdentatus* po šumarijama u periodu 2018. – 2020. godine vidljivo je da najveći ulovi jedinki u 2018. i 2020. godini su utvrđeni u šumariji Maglaj (2018 – 327; 2020 – 2250), a u 2019. godini u šumariji Zavidovići (2019 – 398) (grafikon 6). Prosječan broj ulovljenih jedinki *Ips sexdentatus* u navedenim šumarijama je znatno veći od broja jedinki koji je utvrdio Özcan (2017) u svom istraživanju na području Republike Turske (prosječan ulov je iznosio maksimalno cca 230 jedinki).

Kada se posmatra prosječan ulov jedinki *Pityokteines curvidens* po šumarijama u periodu 2018. – 2020. godine vidljivo je da najveći ulovi jedinki u 2019. godini utvrđeni u šumariji Zavidovići (431), a u 2020. godini u šumariji Zenica (33). U 2018. godini nisu evidentirane ulovljene jedinke ovog potkornjaka (grafikon 7). Prosječan broj ulovljenih jedinki *Pityokteines curvidens* u navedenim šumarijama je sličan onome koji su utvrdili Pernek i dr. (2006) u svojim istraživanjima na području Republike Hrvatske.

Ukupan broj požara u 2018. godini je iznosio 18, gdje je ukupna opožarena površina bila 47,35 ha. Ukupan broj požara u 2019. godini je iznosio 53, gdje je ukupna opožarena površina bila 142,57 ha. Gledajući tri godine, najveći broj požara je bio u 2020. godini, 120, pri čemu je opožarena površina iznosila 1407,89 ha. Godina 2018. je bila hladnija i kišovitija, pogotovo u ljetnom periodu, kada nije bilo visokih, niti ekstremnih temperatura. Iako 2020. godina nije bila jako topla, usljed pandemije korona virusa, veći broj ljudi je čistio poljoprivredne površine i to spaljivanjem niskog rastinja što je dovelo do pojave velikog broja požara (grafikon 8). Slične rezultate su dobili i Alikadić i dr. (2016) koji su utvrdili da je najveći broj požara bio izazvan poljoprivrednim aktivnostima (73%).

U proljeće 2017. godine je značajno pogoršano zdravstveno stanje sastojina jele na području gazdovanja usljed napada štetnika jelinog moljca igličara (*Argyresthia fundella*). Na cijelom području gazdovanja konstatovane su štete različitog intenziteta, od prorjeđivanja krošnje

stabala usljed promjene boje i osipanja iglica (Lacković, 2018). Konstatovan je napad kako u nižim (debljinska klasa 5-10 cm i 10-20 cm), tako i u višim debljinskim klasama. U doba kulminacije štetnik se može utvrditi i na dvogodišnjim jelinim sadnicama, kao i na stablima smrčice (Androić, 1960), što nije utvrđeno. U periodu od 2018. – 2020. godine je praćeno zdravstveno stanje sastojina jele usljed štetnog djelovanja ovog štetnika. Štetnik se javio na površini od 15.741,12 ha sa slabim do jakim intenzitetom napada (tabela 1).

Dautbašić i dr. (2018) su prvi put 2017. godine utvrdili štetnika *Corythucha arcuata* Say na području Vareša. Ovaj štetnik je utvrđen i na području općine Tešanj, Maglaj i Olovo u 2018. godini, a na području općine Žepče i gradova Zavidovići i Zenice u 2019. godini. Novi lokaliteti prisutnosti hrastove mrežaste stjenice su utvrđeni u Visokom i Kaknju, 2020. godine (slika 5).

U proteklom periodu je potvrđeno prisustvo ove vrste i na brekinji (*Sorbus torminalis*) (slika 3 i 4), što pokazuje širok spektar drugih domaćina, pored hrasta, na kojima se *C. arcuata* može javiti, čije prisustvo u svom radu je naveo i Csóka i dr. (2019).

CONCLUSIONS - Zaključci

Na osnovu ranije navedenog, može se zaključiti:

- Najveći broj stabala sanitarne doznake, kao i količine doznačene drvne mase krupnog drveta je utvrđena u 2018. godini, što je vidljivo i procentualnim udjelom sanitarne doznake u ukupnoj doznaci u istoj godini;
- Jak napad *Ips typographus* je utvrđen u šumarijama Olovo i Maglaj, dok je u ostalim šumarijama utvrđen nizak do umjeren napad. Umjeren napad *Pityogenes chalcographus* je utvrđen u šumarijama Olovo, Žepče i Kakanj, dok je u ostalim šumarijama utvrđen nizak napad. Što se tiče vrsta *Ips sexdentatus* i *Pityokteines curvidens* vršen je monitoring populacije iz kojeg se vidi da nije bilo većih ulova jedinki;
- Najveći broj požara je utvrđen u 2020. godini (120), što je rezultiralo i značajnom opožarenom površinom (1407,89 ha);
- Utvrđen je napad jelinog moljca minera na površini od 15.741,12 ha sa slabim do jakim intenzitetom napada;
- Utvrđeni su novi lokaliteti prisustva hrastove mrežaste stjenice iz čega je vidljivo da se štetnik nalazi na prostoru čitavog Zeničko – dobojskog kantona, kao i prisustvo ove vrste na domaćinu *S. torminalis*.

REFERENCES - Literatura

Alikadić, S., Dautbašić, M., Mujezinović, O., & Zahirović, K. (2016). Analiza šumskih požara na području općine Konjic u periodu 2009 – 2013 godine. *Radovi Šumarskog Fakulteta Univerziteta U Sarajevu*, 46(1), 42–57. <https://doi.org/10.54652/rsf.2016.v46.i1.78>

Androić, M. (1960). *Argyresthia fundella* — moljac jelinih iglica uzročnik sušenja jele u Gorskom Kotaru. *Šumarski list*, 7-8, 203 – 215.

Csóka, G., Paulin, M., Mikó, Á., Eötvös, C., Gáspár, C., Hirka, A. (2019). The oak lace bug (*Corythucha arcuata*) - a multiple threat on oak ecosystems. *Detection And Control Of Forest Invasive Alien Species In A Dynamic World Life Artemis Conference*. pp. 11.

Dautbašić, M., Zahirović, K., Mujezinović, O. i Margaletić, J. (2018). Prvi nalaz hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) u Bosni i Hercegovini. *Šumarski list*, 142 (3-4), 179-181. <https://doi.org/10.31298/sl.142.3-4.6>

Hrašovec, B., Posarić, D., Lukić, I., Pernek, M. (2013). Prvi nalaz hrastove mrežaste stjenice *Corythucha arcuata* u Hrvatskoj. *Šumarski list*, 9–10. 499–503.

Jurc, M., Perko, M., Džeroski, S., Demđar, D., Hrašovec, B. (2006). *Spruce bark beetles (Ips typographus, Pityogenes chalcographus, Col. Scolytidae) in the Dinaric mountain forests of Slovenia*. Monitoring and modeling ecological modelling 194. str. 219–226

Lacković, N. (2018). Napad jelinog moljca igličara na području gdje nikada prije nije radio štetu. *Hrvatske šume*, 263. 6 – 7.

Lolić, H., Dautbašić, M., Mujezinović, O., Zahirović, K. (2019). Novi nalazi hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata* Say) u Bosni i Hercegovini. *UŠIT FBiH. Naše šume br. 56-57*. str. 12 – 21.

Nikolov, N. (2006). *Report on fires in the Balkan Region*; FAO Forestry Department, Rome, Italy; str. 1-24.

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

Poljaković-Pajnik, L., Drekić, M., Pilipović, A., Nikolić, N., Pap, P., Vasić, V., Marković, M. (2015). Pojava velikih šteta od *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera. Tingidae) u šumama hrasta u Vojvodini. *XIII savetovanje o zaštiti bilja*. Zbornik radova. str. 63.

Pernek, M., Matošević, D., Hrašovec, B. (2006). Istraživanja feromona i klopki za prognozu jelovog potkornjaka *Pityokteines curvidens* Germar (Coleoptera, Scolytidae). *Rad. Šumar. inst. Izvanredno izdanje* 9. 213–222.

Zahirović, K., Dautbašić, M., Mujezinović, O. (2016). Analiza učinkovitosti feromonskih pripravaka i klopki na području gospodarske jedinice „Gornja Stavnja“ u 2015. godini. *UŠIT FBiH. Naše šume br. 42-43.* str. 5 – 13.

Wermelinger, B., Epper, C., Kenis, M., Ghosh, S., Holdener, O. (2012). Emergence patterns of univoltine and bivoltine *Ips typographus* (L.) populations and associated natural enemies. *Journal of Applied Entomology*. 136(3), 212–224.

SUMMARY

When observing the health condition of forests in the area of Zenica-Doboj Canton in 2020, it can be concluded that it is at a satisfactory level compared to 2018, if we observe the number of allocated trees and the amount of allocated wood mass of sanitary remittances. In 2020, in the area managed by JP “ŠPD ZDK” d.o.o. In Zavidovići, 48,160 trees were allocated, while in 2019 that number was 35,882 trees, and in 2018 116,043 trees. In 2020, 51,756 m³ of large wood mass was allocated in the area managed by the company, while that amount in 2019 was lower and amounted to 33,784 m³, while in 2018, 85,995 m³ of large wood weight was allocated. When it comes to protection measures, they imply an integrated approach, which further means the timely marking of trees for felling, export, and burning of wood that could potentially contain pests - insects.

The review has previously identified *Corythucha arcuata* Say, which was first discovered in 2017 in the Vareš area. This pest was discovered in the municipality of Tešanj, Maglaj, and Olovo in 2018, and in the municipality of Žepče and the towns of Zavidovići and Zenica in 2019. New sites for the presence of the oak web beetle were discovered in 2020 in Visoko and Kakanj. As for the fir conifer moth (*Argyresthia fundella* Fischer von Röslerstamm, 1835), a weak to strong attack was found.

In the area of management of Zenica-Doboj Canton in 2020, the largest number of forest fires was recorded (120). The total burned area of state forests and forest land in 2020 amounted to 1,407.89 ha.

