

OŠTEĆENJA NA ŠUMSKIM CESTAMA KAO POSljedICA NEPRAVILNE IZGRADNJE

DAMAGE ON FOREST ROADS AS A RESULT OF IMPROPER CONSTRUCTION

Dževada SOKOLOVIĆ^{1*}, Zerina DUPOVAC², Amina KARIŠIK¹, Jelena KNEŽEVIĆ¹, Velid HALILOVIĆ¹,
Jusuf MUSIĆ¹

SAŽETAK

Šumske ceste kao trajni građevinski objekti zahtijevaju ispunjene minimalno propisane kvalitete i standarda tijekom izgradnje. Prema dostupnim podacima prosječni troškovi gradnje šumskih cesta u F BiH za 2019. godinu iznosili su 22.282,19 € po dužnom kilometru (Anon 2019a). Ovako niski troškovi gradnje nameću opravdano pitanje kvalitete novoizgrađenih šumskih cesta i potrebno mu je posvetiti odgovarajuću pozornost. Na području F BiH, zbog niza razloga, sve se više grade prilazne ili tzv. tehnološke šumske ceste, koje se zbog činjenice da se radi o vrsti šumskih cesta bez izvedene kolničke konstrukcije mogu koristiti samo po suhom vremenu te zbog toga ne ulaze u obračun klasične otvorenosti šuma. Osim toga, zbog nedostatka odvodnih jaraka i prevelikog uzdužnog nagiba nivelete na ovim cestama mogu nastati nesagledive ekološke posljedice. S obzirom da postojeća otvorenost šuma u F BiH nije na zadovoljavajućoj razini, cilj svih šumarskih poduzeća je njeno povećanje. Kako se gradnjom šumskih cesta bez izvedene kolničke konstrukcije ne utječe na povećanje otvorenosti, količina cesta koju je potrebno izgraditi za dostizanje ciljane klasične otvorenosti ostaje nepromijenjena. Kao rješenje za rješavanje navedene situacije, u praksi se u posljednje vrijeme sve više grade šumske ceste s elementima koji čine kombinaciju sporednih i prilaznih šumskih cesta. U ovom radu je izvršena analiza tehničkih i konstruktivnih elemenata za novoizgrađenu šumsku cestu „Bračinac - Doljanske stijene“ stacionaže 1,72 km. Na osnovi dobivenih rezultata, došlo se do saznanja o elementima koje na ovoj cesti treba unaprijediti kako bi se ista očuvala, odnosno kako bi se omogućilo njeno dugogodišnje korištenje. S tim u vezi evidentirana su odstupanja uzdužnog nagiba nivelete u odnosu na propisane veličine na 41% od ukupne dužine, na 26% od ukupne dužine nagibi škarpi usjeka nisu prilagođeni kategoriji materijala u kojoj su izgrađene, duž cijele šumske ceste nisu izgrađeni odvodni kanali. Navedena odstupanja daju za rezultat propadanje kolničke konstrukcije, s obzirom da su na 24% evidentirana manja, a na 9% veća oštećenja. Imajući u vidu da su mjerenja na terenu urađena samo godinu dana nakon izgradnje šumske ceste, nameće se zaključak da niska kvaliteta gradnje i nepridržavanje tehničkih propisa rezultira ubrzanim propadanjem ceste.

KLJUČNE RIJEČI: šumske ceste, tehnički i konstruktivni elementi, održavanje šumskih cesta.

UVOD I PROBLEMATIKA ISTRAŽIVANJA INTRODUCTION AND RESEARCH PROBLEMS

Šumske ceste su trajni građevinski objekti koji omogućavaju stalan promet motornim vozilima radi izvršavanja zadataka predviđenih planom gospodarenja (Šikić i drugi, 1989).

Vrsta, količina i prostorni raspored svih sastavnica šumske prometne infrastrukture moraju biti pažljivo isplanirani (Pentek i drugi 2014).

Potrebna kvaliteta i tehnički elementi šumskih cesta određuju u najvećoj mjeri položaj u gospodarskoj jedinici, fre-

¹ Prof. dr. sc. Dževada Sokolović* (odgovorni autor), Mr. Amina Karišik, Doc. dr. Jelena Knežević, Prof. dr. Velid Halilović, Prof. dr. Jusuf Musić, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Katedra za iskorišćavanje šuma, projektovanje i građenje u šumarstvu i hortikulturi

² Mr. Zerina Dupovac, Sarajevo

kvenciju prometa i prometno opterećenje, ali i raspoloživa financijska sredstva za izgradnju. Iznos sredstava potrebnih za izgradnju 1 km šumske ceste ovisan je o nagibu terena i geološkoj podlozi te u F BiH varira unutar širokog intervala od 18.970,97 € do 85.436,26 € po 1 km. (Anon, 2019b). Niži troškovi gradnje karakteristični su za ravnije terene gdje je moguć odabir povoljnijih tehničkih elemenata planirane ceste uz minimiziranje troškova njene izgradnje, odnosno utjecaja na okoliš (Sokolović i Bajrić, 2008).

BugDay i Akay (2019) zaključuju da s obzirom da su šume u Turskoj općenito smještene u planinskim područjima sa strmim nagibom, teškoće koje se događaju u ovim planinskim uvjetima povećavaju troškove gradnje šumskih cesta. Prema Potočnik i drugi (2012) troškovi gradnje su veći na slabo nosivim geološkim podlogama, jer kolnička konstrukcija na dubokim podlogama mora biti izgrađena od tucanika veće debljine koja seže i do 40 odnosno 50 cm. Na terenima s velikim brojem vodotoka neminovna je gradnja većeg broja objekata, cijevnih propusta i mostova, što naravno utječe i na povećanje troškova izgradnje.

Prosječna financijska sredstva koja su uložena za izgradnju 1 km šumske ceste u 2019. godini na području F BiH iznose 22.282,19 € (Anon, 2019a). S obzirom da je prosječan iznos sredstava koja se izdvajaju za izgradnju nizak, postavlja se pitanje kakva je kvaliteta novoizgrađenih šumskih cesta.

Za određivanje troškova gradnje šumske ceste Jeličić (1981) izdvaja III kategorije uvjeta radova koje se razlikuju s obzirom na:

- volumen zemljanih radova odnosno količinu iskopa u m³ po m dužnom (1,8–3,4 za kategoriju I; 3,4–5,5 za kategoriju II; preko 5,5 za kategoriju III),
- strukturu zemljišta u kojem se izvodi izgradnja, a posebno vrsta i kvaliteta kamenog materijala (zemljište struktorno, plitko s trošnim kamenom za kategoriju I; zemljište srednje duboko, kamen trošan ili venozan za kategoriju II; zemljište srednje duboko ili duboko, padine strme formirane većim dijelom od kamena koji nije podesan za gornji ustroj puta za kategoriju III),
- nosivost donjeg ustroja mjerodavne za određivanje kolničke konstrukcije (nosivost donjeg ustroja dobra i mogu zadovoljiti kolovozi debljine 10 do 20 cm za kategoriju I; nosivost donjeg ustroja srednja i mogu zadovoljiti kolovozi debljine 15 do 25 cm za kategoriju II; nosivost donjeg ustroja loša, debljina kolovoza 10 do 30 cm za kategoriju III),
- topografska razvedenost terena u odnosu na grebene, uvale i vodotoke (mala razvedenost terena sa malo vodotoka za kategoriju I; srednja razvedenost terena, potrebni objekti za srednje veličine proticajnih otvora za kategoriju II; velika razvedenost terena s oštrim grebenima i dubljim uvalama gdje je potreban veći broj objekata za odvodnju za kategoriju III).

Troškovi izgradnje povećavaju se kategorijom uvjeta izgradnje, tj. najveći troškovi izgradnje karakteriziraju III kategoriju. Na osnovi analize troškova izgradnje velikog broja izgrađenih šumskih cesta na području BiH u periodu 1981.–1985. godine, autor daje prosječne troškove gradnje za navedene III kategorije uvjeta radova, te zaključuje da je najviše zastupljena kategorija II s postotnim udjelom od 55%, dok je najmanje zastupljena kategorija I sa postotnim udjelom od 14%.

Trenutno nije moguće provesti slična istraživanja na području BiH radi administrativnog uređenja države i šumarskih poduzeća u F BiH. Neki elementi se ipak mogu usporediti, ponajprije način organizacije odgovornosti poslova vezanih uz šumsku prometnu infrastrukturu, nekada danas. Prije devedesetih godina prošloga stoljeća za sve poslove vezane za šumsku prometnu infrastrukturu bile su zadužene posebne radne jedinice specijalizirane za navedene poslove raspoređene u svakom šumarskom poduzeću. U spomenutim organizacijskim jedinicama stručni kadar je obavljao isključivo poslove planiranja, projektiranja, izgradnje i održavanja šumske prometne infrastrukture. Poslovi su se obavljali vlastitom opremom i mehanizacijom, a materijal potreban za ugradnju u kolničku konstrukciju uzimao se iz najbližih pozajmišta duž trase šumske ceste i bio je cijenovno zanemariv. Trenutno po šumarskim poduzećima u F BiH nema posebnih organizacijskih jedinica specijaliziranih za šumsku prometnu infrastrukturu, već se za gradnju npr. glavnih i sporednih šumskih cesta, putem javnih natječaja, angažiraju tvrtke registrirane za obavljanje ovakove vrste radova, a kameni se materijal za ugradnju u kolničku konstrukciju skupo plaća i doprema često iz vrlo udaljenih kamenoloma, što značajno povećava ukupne troškove izgradnje.

Osim po kategorijama uvjeta radova na kojima se grade šumske ceste, ceste se međusobno razlikuju i po tehničkim i konstruktivnim elementima, što je dodatni razlog različitih troškova izgradnje.

Osnovna podjela šumskih cesta prema značenju je na glavne, sporedne i prilazne (Jeličić, 1957). Za gradnju glavnih šumskih cesta potreban je najveći iznos financijskih sredstava, jer se grade sa dvije prometne trake, koristeći veće radijuse krivina, manje uzdužne nagibe nivelete i veću debljinu kolničke konstrukcije. Za gradnju sporednih šumskih cesta potrebna su manja financijska sredstva u odnosu na glavne, uglavnom jer se izvode sa jednom prometnom trakom, većim uzdužnim nagibima nivelete, manjim radijusima krivina i tanjom debljinom kolničke konstrukcije. Primarni cilj gradnje prilaznih šumskih cesta, koji se u privredi F BiH nazivaju i tehnološke je smanjivanje srednje udaljenosti privlačenja drvnih sortimenata. Prilazne šumske ceste se grade s većim uzdužnim nagibom nivelete od sporednih, sa manjim radijusima krivina, najčešće bez iz-

građene količke konstrukcije, zbog čega je za njihovu izgradnju potrebno najmanje financijskih sredstava. Za razliku od glavnih i sporednih šumskih cesta koje se mogu koristiti u svim vremenskim uvjetima i svim godišnjim dobima, prilazne šumske ceste se mogu koristiti u vrijeme povoljnih vremenskih uvjeta. U slučajevima kada se one grade na dubokim zemljištima i na slabo nosivoj geološkoj podlozi, pod utjecajem prometnog opterećenja, nastaju velika oštećenja koja otežavaju njihovo korištenje. Prema Hribnik i Potočnik (2006) sadašnje stanje šumskih cesta u Republici Sloveniji je rezultat izgradnje, korištenja i održavanja, dok intenzitet oštećenja na kolniku povezuju sa niskom kvalitetom sustava površinske i podzemne odvodnje.

U posljednje vrijeme u F BiH kvaliteta izgradnje prilaznih šumskih cesta je u porastu, te se i one sastoje od kolničke konstrukcije (gornjeg ustroja), što za posljedicu ima višu cijenu izgradnje.

Nakon izgradnje, zbog prometnog opterećenja i atmosferskih utjecaja na šumskim cestama nastaju oštećenja. Prema Potočnik i drugi (2013) glavne grupe uzroka oštećenja na šumskim cestama su: posljedica lošeg planiranja, projektiranja i izgradnje, posljedica nepravilne upotrebe i posljedica djelovanja različitih prirodnih sila. Navedeno istraživanje ukazuje da se veća oštećenja javljaju na šumskim cestama koje nisu planirane, projektirane ili izgrađene u skladu sa važećim tehničkim propisima.

Održavanje šumskih cesta s obzirom na vrstu, vrijeme i intenzitet može biti: redovito i investicijsko Pičman (2007); Pentek (2012) Sokolović (2018). Prema Jeličiću (1969) iznos sredstava koji je potreban za redovno održavanje iznosi 1,5% od troškova novogradnje. Investicijsko održavanje se obavlja povremeno svakih 5 do 10 godina, što ovisi o potrebama korištenja, odnosno u direktnoj je ovisnosti o prometnom opterećenju pojedine šumske ceste. Upravo iz tog razloga glavne šumske ceste investicijski se održavaju najčešće, sporedne šumske ceste nešto rjeđe, a prilazne koje se koriste svakih 10 godina održavaju se godinu dana prije planirane sječe u odjelu koji otvaraju.

U novije vrijeme, globalne klimatske promjene uzrokuju sve češću pojavu ekstrema u količinama oborina. Prema Dodson (2021) ekstremne oborine koje su se ranije analizirale u periodu od 100 godina do kraja 21. stoljeća će se dešavati 2,5 puta češće, zbog čega posebnu pozornost treba posvetiti dimenzijama i položaju elemenata odvodnje tj. odvodnim jarcima i cijevnim propustima koji trebaju biti prilagođeni aktualnim i očekivanim količinama oborina. Kobayashi i drugi (2022) u istraživanju analiziraju koeficijent korelacije između intenziteta oborina i indeksa količine vode koja se zadržava u kolničkoj konstrukciji na troškove održavanja šumskih cesta. Autori zaključuju da su velika oštećenja šumskih cesta nastala zbog dubokog prodiranja oborinske vode u kolničku konstrukciju gdje je vidljivo kao

su potrebni troškovi održavanja u takvim slučajevima imali tendenciju povećanja.

Kakav će biti intenzitet održavanja zavisi od kategorije šumske ceste, prometnog opterećenja i trenutnog stanja šumske ceste. Novoizgrađene šumske ceste trebale bi imati takvu kvalitetu izgradnje da se uz minimalne radove redovitog održavanja te uz njihovo odgovarajuće korištenje sačuvaju sredstva uložena u njihovu izgradnju na duži niz godina.

CILJEVI ISTRAŽIVANJA I METODE RADA RESEARCH GOALS AND WORKING METHODS

Cilj i metode istraživanja – *Aim and research methods*

Cilj istraživanja je utvrditi kvantitativne i kvalitativne elemente novoizgrađenih šumskih cesta izgrađenih u posljednjih 10 godina na području gospodarske jedinice „Zujevina“, dio šumsko gospodarskog područja „Igmansko“. S tim u vezi prikupit će se i analizirati podaci o dužini novoizgrađenih šumskih cesta, o njihovim tehničkim i konstruktivnim elementima i postojećem stanju.

Metode rada – *Working Methods*

Analiza kvaliteta i kvantiteta novoizgrađenih šumskih cesta u GJ „Zujevina“ izvršena je:

- terenskim mjerenjem i prikupljanjem podataka i
- obradom prikupljenih podataka.

Terensko prikupljanje podataka – *Field data collecting*

Kako bi se izmjerila dužina primarne mreže šumskih cesta i odredio njihov prostorni položaj u GJ „Zujevina“ sve ceste snimljene su pomoću Mobile Mapper 6 Magellan GPS uređaja kretanjem u dva smjera (naprijed i nazad), pri čemu je GPS uređaj bio postavljen na snimanje trase ceste na način da je interval snimanja točaka bio 5 sekundi te je spajanjem tako snimljenih terenskih točaka dobiven trag koji je predstavljao centralnu os šumske ceste.

Za analizu tehničkih i konstruktivnih elemenata novoizgrađenih šumskih cesta izabrana je cesta „Bračinac - Dobljanske stijene“ u dužini od 1,72 km. Ova tehnološka šumska cesta izgrađena je krajem 2019. godine na mjestu nekadašnjeg traktorskog puta.

Terenska mjerenja obavljena su u jesen 2020. godine, na sistematično raspoređenima točkama duž trase na međusobnoj udaljenosti od 50 m. Ukupan broj terenskih točaka iznosio je 33 a na svakoj terenskoj točki mjereni su sljedeći tehnički elementi šumske ceste: širina kolnika, širina bankina, dimenzije odvodnih jaraka, uzdužni nagib nivelete i poprečni nagib kolnika. Usporedno s mjerenjem tehničkih elemenata u svakoj terenskoj točki formirane su i površine

Tablica 1. Obrazac za prikupljanje podataka na terenu**Table 1.** Field data collection manual

Šumska cesta: Forest truck road:		Broj profila - Profile number								
Datum: Date:		1	2	3	4	5	6	7	8	...
Tehnički elementi šumske ceste – Technical features of the road	Stacionaža, hm+m - Station, hm+m									
	Širina kolnika, m - Pavement width, m									
	Širina bankina, m - Road shoulder width, m									
	Odvodni jarci, m - Side ditch, m									
	Uzdužni nagib nivelete, % - Slope of vertical alignment, %									
	Poprečni nagib kolnika, % - Crossfall slope, %									
Stanje konstruktivnih elemenata šumske ceste – The condition of the structural features of the road	Stanje kolničke konstrukcije - Condition of the pavement:									
	Bez oštećenja – BO - Without damage – BO									
	Manja oštećenja/udarne rupe – MO - Minor damage/bump holes – MO									
	Velika oštećenja/erozija kolnika/kolotrazi – VO - Major damage/removal of pavement/ruts – VO									
	Stanje kosina iskopa/nasipa - Condition of excavation slopes									
	Bez oštećenja – BO - Without damage – BO									
	Potrebna sječa – MO - Felling required MO									
	Potrebni građevinski radovi – VO - Excavation required - VO									
	Stanje odvodnih jaraka - Condition of side ditches									
	Bez oštećenja – BO - Without damage – BO									
	Potrebno čišćenje – MO- Cleaning required - MO									
	Potrebna iskopa – VO - Excavation required – VO									
	Stanje cijevnog propusta - Condition of pipe culvert									
	Bez oštećenja – BO -Without damage – BO									
	Potrebno čišćenje – MO- Cleaning required - MO									
Potrebna gradnja – VO- Excavation required - VO										
NAPOMENA: OTHER REMARKS:										

pravokutnog oblika dužine 50 m, dok je širina bila u ovisnosti sa širinom kolnika na datoj točki. Na navedenim površinama ocjenjivani su podaci o stanju konstruktivnih elemenata šumske ceste i to kako slijedi: stanje kolnika, stanje kosina iskopa/nasipa, stanje odvodnih jaraka i cijevnih propusta uz upisivanje pripadajućih oznaka u unaprijed pripremljeni obrazac. Stanja konstruktivnih elemenata šumske ceste označavana su sa tri oznake i to: BO, MO ili VO, a ponajprije su označavale da je stanje na promatranom elementu: bez oštećenja, da postoje manja oštećenja ili postoje veća oštećenja (tablica 1).

Tehnički elementi ceste mjereni su na sljedeći način:

- Širina kolnika je mjerena mjernom vrpcom okomito na centralnu os šumske ceste na način da se mjerna vrpca razvlačila između dvije krajnje točke kolnika;
- Širina bankina mjerena je mjernom vrpcom, slično kao i širina kolnika;
- Dimenzije odvodnih kanala su mjerene ručnim metrom koji je postavljan okomito na centralnu os šumske ceste, a dubina kanala je mjerena podravnjačem na sredini širine kanala, čiji je smjer okomit na pravac mjerenja širine kolnika i bankina;
- Uzdužni nagib šumske ceste mjeran je pomoću padomjera; Zbog nejednoličnog uzdužnog nagiba u okviru 50

m, pri mjerenju se nije mogao uzeti isti razmak između profila. Zbog toga su između stacionarnih tačaka postavljane dodatne tačke, na različitim dužinama puta na kojima je nagib jednoličan. Zatim, nakon snimanja na terenu, u kancelariji je, na osnovi zbroja nagiba svih tačaka i ukupnog broja tačaka unutar intervala od 50m, izračunata vrijednost prosječnog uzdužnog nagiba za svaku diionicu puta od 50m;

- Poprečni nagib puta je mjeran pomoću ravnjače, podravnjače i libele te se računao pomoću formule:

$$i_p = \frac{\Delta H}{D} \cdot 100$$

gdje je:

- i_p – poprečni nagib puta, %
- ΔH – visina na podravnjači, m
- D – dužina ravnjače, m

Obrada podataka – Data processing

Snimljeni podaci sa GPS uređaja su prebačeni u računalo koristeći softver Mobile Mapper. Podaci su konvertirani u .shp format radi daljnjeg korištenja u QGIS programu. Daljnja obrada prikupljenih terenskih podataka vezanih za snimljenu trasu šumske ceste izrađena je u QGIS Desktop

3.22.4 (FOSS) programu, pri čemu su određene granice gospodarske jedinice, definirana struktura šuma i šumskih zemljišta te analizirana klasična otvorenost područja koje se istražuje. Potom je uslijedila obrada prikupljenih podataka u programu Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

Prema Sokolović i Bajrić (2013), klasična otvorenost šuma je broj koji u odnos stavlja dužinu mreže primarne šumske prometne infrastrukture na promatranoj šumskoj površini, najčešće ŠGP, GJ ili kategoriji šume. Klasična otvorenost računa se pomoću formule:

$$O = \frac{D}{A}$$

gdje je:

- O – otvorenost gospodarske jedinice, m/ha ili km/1.000 ha
- D – produktivna dužina javnih i šumskih cesta, m
- A – površina gospodarske jedinice na kojoj se nalazi javna ili šumska cesta, ha.

Šumske ceste koje se uzimaju u obračun za računanje otvorenosti šumske površine (prema Šikić i drugi, 1989) su:

- šumska cesta koja prolazi kroz šumu uzima se u obračun cijelom dužinom (100%),
- šumska cesta koja prolazi rubom šume ili na udaljenosti od ruba šume do 300 m, a na nju je moguć utovar, uzima se sa 50% dužine,
- šumska cesta koja dolazi okomito do ruba šume i tu završava uzima se sa dužinom od 500 m,

Područje istraživanja – *Research area*

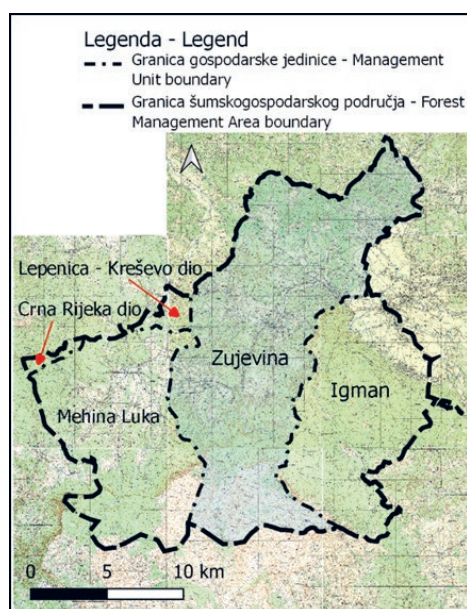
Područje istraživanja je GJ „Zujevina“ koja pripada ŠGP „Igmansko“ (slika 1) (Anon, 2014). Prema geomorfološkom

obliku, razvijenosti reljefa i konfiguraciji terena, površina „Igmanskog“ područja svrstavamo u brdsko-planinsko reljefno područje. Nagib terena usko je povezan sa svim ostalim orografskim faktorima i možemo reći da ovo područje spada u red umjereno strmih terena s gledišta nagiba terena. U hidrografskom smislu analizirano područje obiluje trajnim vodotocima, a najveće su: Krupa, Ljubovčići, Zujevina, Rakovica sa mnoštvom manjih pritoka. U orografskom smislu, izdvajaju se dvije bitno različite cjeline: brdsko-planinsko područje s nadmorskim visinama do 700 m i planinsko područje od 700 do 2.067 m nadmorske visine. Veći dio ovog područja karakterizira kontinentalna klima s izrazitim komponentama visinske klime sa dugim i ostrim zimama i toplim ljetima. Geološka građa ovog područja vrlo je složena i raznovrsna i većim dijelom pripada periodu Mezozoika. U geološkom sastavu prevladavaju područja sastavljena od vapnenca i to pretežno na padinama planine Bjelašnica, dok su na sjevernom dijelu uglavnom zastupljeni lapori, gline i pješčenjaci.

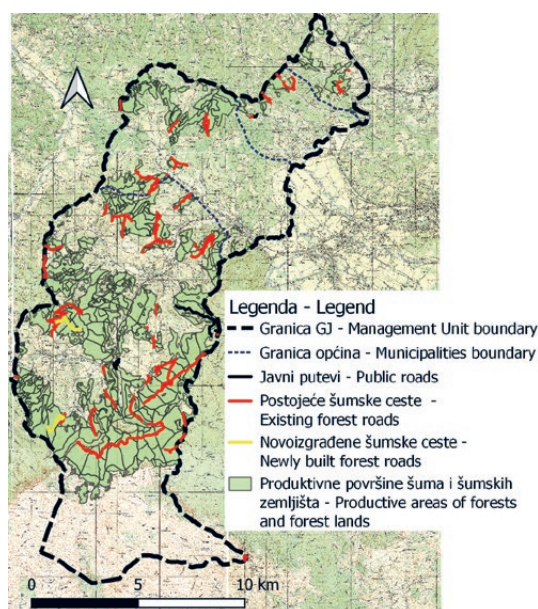
REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM RESULTS OF RESEARCH WITH DISCUSSION

Kvantiteta primarne mreže puteva u GJ „Zujevina“ – *Quantity of primary road network in the MU “Zujevina”*

Uz pomoću QGIS softvera utvrđeni su podaci o dužini šumskih cesta, njihovom prostornom rasporedu kao i granice prostornih uređajnih jedinica: ŠPP, GJ, odjela, odsjeka i dr.



Slika 1. Položaj GJ „Zujevina“ u ŠGP „Igmansko“
Figure 1. Position of the MU “Zujevina” FMR “Igmansko”



Slika 2. Gospodarska podjela GJ „Zujevina“
Figure 2. Spatial division of the MU “Zujevina”

Tablica 2. Kategorizacija primarne transportne mreže u GJ „Zujevina“**Table 2.** Categorization of the primary road network in the MU “Zujevina”

Kategorija ceste - Road category	Vrsta kolnika - Type of pavement	Dužina, km The length, km
Javne ceste - Public roads	Asfalt - Asphalt	25,06
	Makadam – Macadam	–
Šumske ceste - Forest truck roads	Asfalt - Asphalt	–
	Makadam – Macadam	61,56
Ukupno – Total		86,62

Ukupna dužina šumskih cesta u GJ „Zujevina“ je 61,56 km a dužina javnih cesta iznosi 25,06 km. Značaj kategorizacije primarne mreže cesta u nadležnosti je institucija za održavanje cesta, a jedan od zadataka im je i planiranje izvora sredstava za financiranje održavanja. Javne ceste grade i održavaju nadležne državne institucije, a gradnja i održavanje šumskih cesta je u nadležnosti šumarskih poduzeća. Prema podacima prikazanim tablici 2 vidljivo je da je najveća dužina cesta u GJ “Zujevina” izvedena s kolnikom tipa makadam i iznosi 61,56 km. Drugi, manji dio, cesta u dužini od 25,06 km izveden je s vezanim asfaltnim kolnikom, ali ovaj tip cesta cijelom svojom dužinom pripada kategoriji javnih cesta.

Novoizgrađene šumske ceste na području GJ „Zujevina“ – Newly constructed forest truck roads in the area of MU “Zujevina”

Pri realizaciji planova gospodarenja gospodarskim jedinicama propisuju se i uspoređuju realizirani planovi novogradnje i rekonstrukcije šumskih cesta u Šumskogospodarskim osnovama (ŠGO). U radu je korištena ŠGO za analizirano područje s razdobljem koje je vrijedilo od početka 2014. zaključno s krajem 2023. Godine, prema kojoj je planirana dužina za izgradnju novih cesta u dužini 4.800 m.

U posljednje vrijeme na području F BiH sve se više grade prilazne ili tzv. tehnološke šumske ceste. Jedan od mogućih razloga za navedno leži u činjenici što se projektiranje i dobivanje potrebnih suglasnosti za izgradnju tih cesta obavlja skraćanim postupkom. Drugi razlog su zasigurno niži troškovi izgradnje, koji kao posljedicu uzrokuju “lošije” vrijednosti tehničkih elemenata i vrstu vozne površine. Naime, tehnološke šumske ceste uglavnom se grade bez kolničke konstrukcije, bez odvodnih jaraka, s minimalnim brojem cijevnih propusta, te vrijednostima uzdužnih nagiba nivele do čak 10-12%. Ove šumske ceste koriste se samo za vrijeme eksploatacije drvne mase iz šumskih predjela, po suhom vremenu. Tako niski kriteriji izgradnje tehnoloških šumskih cesta predstavljaju konstantan rizik za pojavu erozije na istima, pa je ekološko gledište ovakvih cesta vrlo upitno. (Anon, 2019b).

U posljednjih 10 godina na području GJ “Zujevina” ŠGP “Igmansko” izgrađene su dvije tehnološke šumske ceste

ukupne dužine 3.020 m a to su: “Braćinac - Doljanske stijene” u dužini od 1.715 m i “Vrbice - Kraljevac” u dužini od 1.300 m, obje ceste izgrađene su na mjestima nekadašnjih traktorskih puteva. Ukoliko se u budućnosti planira rekonstrukcija traktorskih puteva u šumske ceste, treba voditi računa da uzdužni nagib ne prelazi vrijednost od 12% na kraćim dionicama, dok horizontalni elementi traktorskog puta trebaju biti prilagođeni vožnji kamionima (Jeličić, 1983). Ove tehnološke šumske ceste izgrađene su tijekom 2019. godine. Na osnovi planirane dužine za gradnju šumskih cesta, prema važećoj Šumskogospodarskoj osnovi i dužine novoizgrađenih cesta u GJ “Zujevina”, možemo zaključiti da je djelomično ispunjen plan izgradnje šumskih cesta koji iznosi 63%. Izgradnjom navedene dvije tehnološke šumske ceste otvoreni su odjeli 46, 47, 49, 55 i 56.

Na slici 2. prikazana je prostorna podjela osnovnih uređajnih jedinica GJ „Zujevina“ sa 94 odjela te ucrtanom postojećom primarnom mrežom i novoizgrađenim šumskim cestama. Utvrđeno je da produktivna površina šuma i šumskih zemljišta u GJ „Zujevina“ iznosi 6.708,4 ha, dok je ukupna dužina postojeće primarne mreže cesta 83,60 km. U posljednjih 10 godina gradnjom dvije šumske ceste ukupna dužina primarne mreže unutar gospodarske jedinice povećala za 3,02 km (tablica 3). Klasična otvorenost je izračunata na osnovi korigirane dužine primarne mreže cesta prema kriterijima Šikić i dr. (1989). Na temelju podataka iz tablice 3 zaključujemo da se klasična otvorenost GJ „Zujevina“ u posljednjih 10 godina neznatno povećala i to za 0,41 m/ha. Otvorenost gospodarske jedinice koja iznosi 9,45 m/ha nije zadovoljavajuća, jer je stupanj otvorenosti značajno manji od minimalno preporučenog stupnja otvorenosti koji iznosi 15 m/ha za kategoriju planinskih terena (Sokolović i Bajrić 2011).

Analiza tehničkih elemenata novoizgrađene šumske ceste „Braćinac-Doljanske stijene” – Analysis of technical features of the newly constructed forest truck road “Braćinac-Doljanske stijene”

Na temelju tehničkih elemenata šumske ceste prikupljenih mjerenjem na terenu, u uredu su potom izračunate minimalne, prosječne i maksimalne veličine, a podaci su predstavljeni tablicom 4.

Tablica 3. Klasična otvorenost GJ „Zujevina“**Table 3.** Forest openness of MU “Zujevina”

	Površina, ha Area, ha	Korigirana dužina cesta, m Corrected road length, m	
		Bez novoizgrađenih šumskih cesta Without newly constructed forest truck roads	Sa novoizgrađenim šumskim cestama With newly constructed forest truck roads
GJ „Zujevina“ - MU “Zujevina”	6.708,40	60.639,13	63.389,81
Klasična otvorenost, m/ha Forest openness, m/ha		9,04	9,45
	Površina, ha Area, ha	Korigirana dužina cesta, m Corrected road length, m	
		Bez novoizgrađenih šumskih cesta Without newly constructed forest truck roads	Sa novoizgrađenim šumskim cestama With newly constructed forest truck roads
GJ „Zujevina“ - MU “Zujevina”	6.708,40	60.639,13	63.389,81

Širina kolnika - Pavment width: Širina kolnika varira od 2,8 m do 4 m, s prosječnom širinom 3,24 m, što je u granicama važećih tehničkih uvjeta za kategoriju sporednih šumskih cesta (tablica 4). Minimalna širina kolnika nalazi se ispod propisanih veličina, odnosno nalazi se blizu minimalne granice propisane tehničkim uvjetima. Širina pojedinih dionica analizirane šumske ceste premašuje tehničkim uvjetima definirane širine kolnika za kategoriju sporednih šumskih cesta (3 do 3,5 m). Na osnovi obrađenih podataka vidljivo je da je na 22 profila širina kolnika unutar propisanog intervala, što čini oko 1.100 m od ukupne dužine šumske ceste. Na temelju navedenoga zaključujemo da je ova šumska cesta pogodna za odvijanje jednosmjernog prometa, zbog čega se ubraja u kategoriju sporednih šumskih cesta, a rješenje za prolazak vozila iz suprotnog smjera je osigurano postojanjem mimoilaznica na određenim dijelovima ove šumske ceste.

Širina bankina - Road shoulder width: Prosječna širina bankina na šumskom cesti „Braćinac-Doljanske stijene“ na-

lazi se u intervalu propisanih veličina važećih tehničkih uvjeta, odnosno na samoj je donjoj granici propisanog intervala (tablica 4). Jedna od funkcija bankine je održavanje stabilnosti kolnika. Na pojedinim dijelovima puta širina bankina je manja od 0,5 m, dok je registrirano kako na određenim dionicama šumske ceste, odnosno na 300 m ukupne dužine puta, bankine uopće ne postoje. Na osnovi podataka sa terena može se vidjeti da je na trećini trase šumske ceste potrebno građevinskim radovima povećati bankine do odgovarajućih veličina. To su dionice ceste gdje je širina bankine manja od 0,5 m. S obzirom da je oko 17% od ukupne dužine ceste bez bankina, potrebno je na tim mjestima istu i izgraditi. Broj dionica šumske ceste gdje širina bankine zadovoljava tehničkim uvjetima definirane veličine iznosi ukupno 19, dok na 3 dionice prelazi propisane veličine. Te proširene bankine na ovoj šumskoj cesti su iskorištene za izgradnju mimoilaznica, kako bi se osiguralo lakše odvijanje prometa.

Odvodni jarci - Side ditches: Funkcija odvodnih jaraka je prikupljanje i usmjereno vođenje vode u niže dijelove, čime

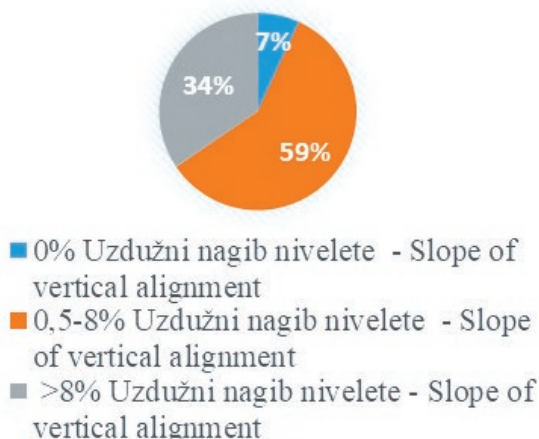
Tablica 4. Tehnički elementi šumske ceste „Braćinac-Doljanske stijene“**Table 4.** Technical features of the forest truck road “Braćinac-Doljanske stijene”

Tehnički elementi šumske ceste Technical features	Minimum Minimum	Prosječna veličina, The mean value	Maksimalno Maximum	Propisani tehnički elementi Valid technical features	Ocjena Evaluation
Širina kolnika, m – Pavment width, m	2,8	3,24	4	3 – 3,5	
Širina bankina, m – Road shoulder width, m	0	0,56	1,1	0,5 – 1	
Širina, m				0,5 – 0,75	
Odvodni jarci Side ditch,		Ne postoje Does not exist		0,1 – 0,15	
Dubina, m Depth, m					
Uzdužni nagib nivelete, % Slope of vertical alignment, %	0	7,18	14	do 8	
Poprečni nagib kolika, % – Crossfall slope, %	0	1,91	6	2-3	
LEGENDA LEGEND				Zadovoljava – Satisfies Nezadovoljava Dissatisfying	

se smanjuje zadržavanje vode na šumskoj cesti i sprječava štetno djelovanje na samu strukturu ceste. Odvodni kanali bitan su tehnički element šumskih cesta.

Na novoizgrađenoj šumskoj cesti „Braćinac – Doljanske stijene“ odvodni jarci ne postoje (tablica 4) te zbog toga dolazi do zadržavanja vode na kolničkoj konstrukciji šumske ceste, a kao posljedica javlja se erozija gornjeg habajućeg sloja puta. Ukoliko se odvodni jarci duž šumske ceste ne održavaju u onim dimenzijama koje su predviđene projektom, dolazi do deformacija i oštećenja ceste.

Uzdužni nagib nivelete - Slope of vertical alignment: Prosječni uzdužni nagib nivelete šumske ceste „Braćinac-Doljanske stijene“ iznosi 7,18% (tablica 4). Minimalni uzdužni nagib nivelete iznosi 0% a maksimalni 14%. Pri analizi uzdužnog nagiba nivelete, sve izmjerene vrijednosti grupirane su u tri grupe: nagib 0%, nagib 0,5 do 8% i nagib preko 8% (grafikon 1). Uzdužni nagib nivelete 0% zastupljen je na 7% od ukupne dužine trase, uzdužni nagib nivelete 0,5 do 8% na 59% ukupne dužine trase, a uzdužni nagib nivelete preko 8% evidentiran je na 34% ukupne dužine trase. Prema Tehničkim propisima (Jeličić, 1957) minimalni uzdužni nagib za kategoriju sporednih šumskih cesta iznosi 0,5%, a maksimalni 8% uz mogućnost primjene uzdužnog nagiba nivelete i do 10% na kratkim dionicama puta. Značaj izbjegavanja gradnje šumske ceste bez uzdužnog nagiba nivelete navode Potočnik i drugi (2012) te iznose zaključak da je potrebno spriječiti zadržavanje oborina na kolniku, uz isticanje važnosti izgradnje sistema odvodnje dovoljnog kapaciteta da primi i na vrijeme odvede vodu s kolnika i iz tijela šumske ceste uz osiguranje njegove funkcije svim svojim profilom tokom cijele godine. Na dionicama šumske ceste gdje uzdužni nagib nivelete prelazi 8% dolazi do pojačanog djelovanja oborina u obliku oštećivanja i ispiranja kolnika, navedeni procesi posljedično mogu utjecati i na nastanak erozije kolnika (slika 7).



Grafikon 1. Udjeli grupa uzdužnog nagiba nivelete, %
Graph 1. Share of groups of slope of vertical alignment, %

Poprečni nagib kolnika - Crossfaiil slope: Poprečni nagib kolnika ovisi o vrsti materijala od kojeg je kolnik napravljen te uzdužnog nagiba ceste, a kreće se od 2 do 3% na pravcu, a u horizontalnim krivinama ovisi o radijusa krivine i kreće se u interval od 3 do 6% (Jeličić, 1983). Na osnovi izračunate veličine prosječnog poprečnog nagiba ceste koji iznosi 1,91% (tablica 4) i prethodno navedenih kriterija možemo zaključiti da on ne udovoljava propisanim vrijednostima, prosječna vrijednost nalazi na malo ispod donje granice intervala. Ova vrijednost poprečnog nagiba kolnika nije adekvatan pokazatelj stvarnog stanja na terenu. Odstupanje poprečnog nagiba kolnika od propisanih veličina posljedica je više čimbenika, a u konkretnom slučaju se mogu izdvojiti erozivno djelovanje vode, nedovoljno kvalitetno izgrađen gornji ustroj ceste, te nepostojanje odvodnih jaraka. Često se događa da svi ovi čimbenici djeluju istovremeno, što za posljedicu ima deformiranje kolničke konstrukcije i promjene u veličinama poprečnog nagiba kolnika.

Analiza stanja konstruktivnih elemenata novoizgrađene šumske ceste „Braćinac-Doljanske stijene“ – Analysis of the condition of the structural features of the newly constructed forest truck road "Braćinac-Doljanske stijene"

Stanje objekata odvodnje – The condition of the facilities:

Evidentirano je postojanje 5 cijevnih propusta, četiri promjera 60 cm i jedan promjera 80 cm. Na svakom cijevnom propustu izvršena je procjena stanja, a podaci su prikazani u tablici 5. Na temelju prikazanog zaključujemo da je stanje cijevnih propusta dobro, jer od ukupno pet postojećih cijevnih propusta na šumskoj cesti, četiri vrše svoju funkciju (slika 3), dok je na jednom cijevnom propustu potrebno izvršiti čišćenje ulaznog dijela, jer je začepljen ispranim materijalom (slika 4).



Slika 3. Dobro stanje cijevnog propusta
Figure 3. Good condition of the Pipe culvert



Slika 4. Začepljen ulaz cijevnog propusta
Figure 4. Buried pipe culvert entrance



Slika 5. Oštećenja na kolniku
Figure 5. Damage on the pavement



Slika 6. Erozija na kolniku ceste
Figure 6. Erosion on road pavement



Slika 7. Erozija kosina iskopa
Figure 7. Erosion of the excavation slope

Stanje kolnika – The condition of pavement: kolnik šumske ceste „Braćinac – Doljanske stijene“ je izveden od kamenog materijala tipa tucanik. Korišten je tucanik sa primjesama glinenih sastojaka, krupnoće zrna 4–6 cm kockastog oblika i oštih rubova. Zatvaranje gornje vozne površine kolnika izvršeno je dodavanjem kamena sitneži krupnoće 0–15 mm, pri čemu količina kamene sitneži iznosi 10% od debljine sloja tucanika.

Na osnovu podataka iz tablice 5 može se zaključiti da je kolnik u dobrom stanju na oko 67% ukupne površine šumske ceste. Na zamjećenim oštećenim dijelovima najzastupljenija su manja oštećenja u vidu udarnih rupa koja su evidentirana na 8 mjerenih površina odnosno na 24% od ukupne dužine šumske ceste. Veća oštećenja evidentirana su na 3 mjerene površine što čini 9% ukupne dužine šumske ceste. Na slikama 5 i 6 prikazane je kolnička konstrukcija šumske ceste „Braćinac – Doljanske stijene“ na kojoj su zamjećena veća oštećenja.

Stanje odvodnih jaraka – The condition of the side ditches: Stanje odvodnih jaraka na analiziranoj šumskoj cesti je predstavljeno tablicama 4 i 5, temeljem kojih je vidljivo da odvodni jarci na promatranoj šumskoj cesti ne postoje. Zbog nepostojanja odvodnih jaraka, oborinska voda sa okolnog terena te iz gornjih dionica ceste slijevaju se na kolnik ceste. Veća količina vode na cesti dovodi do slabljenja veza između različitih frakcija kamenog materijala, koje se razdvajaju, ispiraju i nastaju oštećenja. Na šumskoj cesti potrebno je cijelom dužinom izvršiti iskop odvodnih jaraka. Zbog nepostojanja odvodnih jaraka stanje kolničke površine na određenim dionicama je loše, jer dolazi do pojave erozije na površini kolnika uslijed nemogućnosti odvodnje vode sa ceste (slika 6).

Stanje kosina iskopa/nasipa – The condition of the excavation slope: Na osnovu dobivenih rezultata može se konstatirati da je u dužini od 1.115 m na šumskoj cesti stanje kosina iskopa/nasipa dobro (tablica 5). Na tri dion-

Tablica 5. Stanje konstruktivnih elemenata šumske ceste „Braćinac-Doljanske stijene“
Table 5. The condition of the structural features of the forest truck road „Braćinac-Doljanske stijene“

		Opis stanja – Description of the condition		
		BO	MO	VO
Stanje kolnika – The condition of pavement	Broj mjernih ploha Number of sampling plots	22	8	3
	Površina, m² – Area, m²	3.510	1.375	470
	Relativni udio, % – The share, %	67	24	9
Stanje odvodnih jaraka – The condition of side ditch	Broj mjernih ploha – Number of sampling plots	–	–	33
	Dužina šumske ceste, m – Road length, m	–	–	1.715
	Relativni udio, % – The share, %	–	–	100
Stanje kosina iskopa/nasipa – The condition of excavation slopes	Broj mjernih ploha – Number of sampling plots	21	3	9
	Dužina šumske ceste, m – Road length, m	1.115	150	450
	Relativni udio, % – The share, %	65	9	26
Stanje cijevnih propusta – The condition of pipe culvert	Broj cijevnih propusta – Number of pipe culvert	4	1	0
	Relativni udio, % – The share, %	80	20	–

Tablica 6. Troškovi sanacije šumske ceste „Braćinac– Doljanske stijene“**Table 6.** Costs of reconstruction of the forest truck road “Braćinac - Doljanske stijene”

Vrsta radova – The type of work	Ukupni troškovi, € Total costs, €	Relativni udio, % Relative share, %
Sanacija kolnika – Pavement rehabilitation	4.901,15	58,95
Sanacija kosine iskopa/nasipa – Rehabilitation of excavation slopes	870,52	10,47
Sanacija odvodnih jaraka – Rehabilitation of drainage channels	2.542,40	30,58
Ukupno – Total	8.314,07	100
Prosječno – Average	4.847,85 € / km	

ice analizirane šumske ceste zamjećena su manja oštećenja kosina iskopa/nasipa dok je na 9 analiziranih dionica uočeno veće oštećenje u vidu pojave erozije i nestabilnosti a sve kao posljedica neodgovarajućeg nagiba kosina iskopa/nasipa i nedostatka postojanja odvodnih jaraka. Izražena erozija na kosina iskopa/nasipa posljedica je djelovanja gravitacijske vode, koja je u velikoj količini prisutna na ovom području. Zbog njenog utjecaja dolazi do erozije na kosinama iskopa (slika 7) a isprani material zadržava se na voznoj površini šumske ceste. Na takvim dionicama šumske ceste neophodno je građevinskim radovima sanirati štete, te spriječiti daljnje propadanje.

Održavanje šumske ceste “Braćinac – Doljanske stijene” – Maintenance of forest truck road “Braćinac – Doljanske stijene”

Analizom stanja šumske ceste „Braćinac – Doljanske stijene“ zaključujemo da su određeni tehnički i konstruktivni elementi kao i objekti na cesti u dobrom stanju, što je i očekivano s obzirom da je šumska cesta tek izgrađena i nije korištena pri radovima pridobivanja drva. S druge strane, određeni elementi ne zadovoljavaju propisane kriterije, kao što je nepostojanje odvodnih jaraka i veliki uzdužni nagib nivelete na određenim dionicama šumske ceste. Iako nisu svi elementi u najboljem stanju, ovom šumskom cestom moguć je transport drvene mase tj. njome je omogućeno kretanje mehanizacije potrebne za rad u šumi. To je moguće zbog činjenice što ovu šumsku cestu odlikuje dovoljna širina kolnika za prolazak kamiona i ostale mehanizacije, uz postojanje nekoliko mimoilaznica. Osim toga kolnik nije oštećen u velikoj mjeri, odnosno na njemu nisu prisutna oštećenja koja bi ometala nesmetano odvijanje prometa. Mjestimično su prisutna oštećenja kolnika u vidu erozija, udarnih rupa i kolostraga, prije svega zbog nepostojanja odvodnih jaraka, odnosno zbog zadržavanja i otjecanja vode po kolniku. Ipak, ne treba zanemariti navedena oštećenja, budući da može doći do progresije propadanja šumske ceste. Kako na određenim dionicama šumske ceste uzdužni nagib nivelete nije zadovoljavajući zamjećene nedostatke potrebno je sanirati radi sprečavanja većih ekoloških šteta (bujice i režim voda) te s ciljem produženja vijeka trajanja šumske ceste. Na osnovi stanja konstruktivnih elemenata prikazanih u tablici 5, izrađene su mjere za sanaciju, te pred-

viđena sredstva rada i izračunat obim građevinskih radova. Izravni troškovi sanacije su izračunati na osnovi cjenovnika i normi rada mehanizacije koja se koristi prilikom održavanja šumskih cesta, koji su preuzeti iz K.J.P. “Sarajevo - šume“ (tablica 6). Najveći udio troškova otpada na sanaciju kolnika, za koji treba uložiti nešto više od polovice novčanih sredstava predviđenih za sanaciju, odnosno 59% od ukupnih troškova. 30,58% novčanih sredstava potrebno je izdvojiti za sanaciju odnosno izgradnju odvodnih jaraka i 10,47% za sanaciju planiranih kosina iskopa/nasipa. Pri računanju ukupnih troškova sanacije, troškovi sanacije cijevnih propusta nisu uzeti u obračun, jer se radi o čišćenju ulaznog dijela kod samo jednog propusta. Ukupni troškovi sanacije šumske ceste “Braćinac – Doljanske stijene“ iznose 8.314,07 €, a troškovi sanacije po kilometru šumske ceste iznose 4.847,85 €.

ZAKLJUČNA RAZMATRNJA CONCLUSIVE CONSIDERATIONS

U okviru GJ “Zujevina” u posljednjih 10 godina izgrađene su dvije šumske ceste s kolnikom tipa macadam, a to su “Braćinac - Doljanske stijene” u dužini od 1,72 km i “Vrbice - Kraljevac” u dužini od 1,3 km. Klasična otvorenost gospodarske jedinice s novoizgrađenim šumskim cestama iznosi 9,45 m/ha i nije na zadovoljavajućoj razini, jer je znatno niža od klasične otvorenosti koja se preporučuje za ovaj tip reljefnog područja, a to je 15 m/ha.

Analiza kvalitete novoizgrađenih šumskih cesta izrađena je za šumsku cestu “Braćinac – Doljanske stijene”. Na osnovi mjerenja tehničkih elemenata ceste može se zaključiti da su prosječna širina kolnika i širina bankina u intervalima propisanih tehničkih značajki. Izmjereni uzdužni nagib nivelete u skladu je sa Tehničkim značajkama na 59% ukupne dužine šumske ceste. Na 7% ukupne dužine ceste izmjeren je uzdužni nagib nivelete 0%, a na 34% ukupne dužine šumske ceste izmjeren je uzdužni nagib nivelete veći od 8%, što predstavlja odstupanje uzdužnog nagiba nivelete u odnosu na veličine propisane tehničkim uvjetima. Prema Tehničkim uvjetima minimalni uzdužni nagib ne bi smio biti manji od 0,5% radi nesmetane odvodnje. Maksimalni uzdužni nagib nivelete za kategoriju sporednih šumskih cesta propisan tehničkim uvjetima ne smije iznositi više od 10% i to na kraćim dionicama. S obzirom da je prekoračenje uzduž-

nog nagiba evidentirano na 34% od ukupne dužine šumske ceste, jasno je da se radi o dužini većoj od propisane, a ne o kratkim dionicama kao što je propisano i dozvoljeno Tehničkim uvjetima.

Na analiziranoj novoizgrađenoj šumskoj cesti nisu izgrađeni odvodni jarci, zbog čega oborinska voda nesmetano otječe po površini kolničke konstrukcije pa je kvaliteta kolničke površine na određenim dionicama loša, jer dolazi do pojave erozije na gornjem ustroju šumske ceste. Prema Tehničkim propisima za šumske ceste s kolničkom konstrukcijom neophodno je postojanje odvodnih jaraka koji se u normalnom poprečnom profilu zasjeke postavljaju samo sa strane iskopa, u normalnom poprečnom profilu usjeka s obje strane, dok u normalnom poprečnom profilu nasipa mogu biti ili samo s jedne ili sa obje strane, što uvelike ovisi o terenskim uvjetima.

Snimanjima kosina iskopa/nasipa zaključujemo da postoje dionice, na 9% od ukupne dužine šumske ceste, na kojima je potrebno izvesti sječu i čišćenje te dionice, na 26% od ukupne dužine šumske ceste, na kojima su potrebni građevinski radovi radi prilagođavanja nagiba kosina iskopa/nasipa građevinskoj kategoriji materijala u kojoj su izgrađene.

Analiziranjem konstruktivnih elemenata dobiveni su podaci koji pokazuju da je 67% površine kolnika bez oštećenja, na 24% površine zabilježena su manja oštećenja, dok su na 9% od ukupne površine kolnika evidentirana veća oštećenja.

Od ukupno pet cijevnih propusta, četiri cijevna propusta neometano obavljaju svoju funkciju dok je na jednom potrebno izvršiti čišćenje ulaznog dijela.

S obzirom da su mjerenja na terenu provedena samo godinu dana nakon izgradnje analizirane šumske ceste i prije većih radova vezanih za transport drvnih sortimenata, a koji se planiraju za predstojeći period, bilo bi interesantno obaviti ista ovakva mjerenja na cesti nakon toga te usporediti rezultate.

Generalno možemo zaključiti da rezultati o tehničkim elementima i stanju novoizgrađene šumske ceste pokazuju nisku kvalitetu izgradnje uz nepridržavanje tehničkih propisa, što za posljedicu ima ubrzano propadanje šumske ceste čak i u slučaju kada se na njoj ne odvija intenzivniji promet. Osim toga, oštećenja koja su evidentirana na šumskoj cesti mogu se pripisati i utjecaju pojačanih oborinskih voda koje se kao rezultat globalnih klimatskih promjena javljaju sve češće. Prema dobijenim rezultatima može se zaključiti da gradnja šumske ceste bez ispunjavanja nekih ili većeg broja potrebnih elemenata dovodi do ubranog propadanja, čime se umanjuje početna vrijednost, stvara mogućnost za negativne ekološke posljedice i dovodi u pitanje mogućnost dugogodišnjeg korištenja šumske ceste. Navedeno svakako treba imati u vidu prilikom projektiranja tehničkih i konstruktivnih elemenata šumskih cesta koji se planiraju graditi u budućnosti.

LITERATURA REFERENCES

- Anon 2004: Zakon o šumama F BiH („Službene novine FBiH“, broj: 20/02, 29/03 i 37/04).
- Anon 2014: Revizija šumskogospodarske osnove za „Igmansko“ šumskogospodarsko područje, Period važnosti 01.01.2014. do 31.12.2023. godine, Sarajevo,
- Anon 2019a: Informacija o gospodarenju šumama u F BiH za 2019. godinu i planovi gospodarenja za 2020. godinu https://fmpvs.gov.ba/wpcontent/uploads/2020/09/informacija-o-gospodarenju-sumama-2019-2020_28aug2020.pdf; 14.02.2023.
- Anon 2019b: Master plan šumske transportne infrastrukture FBiH, <https://fmpvs.gov.ba/wp-content/uploads/2017/Sumarstvo-lovstvo/Sumarski-program/Master-Plan-nacrt-sumarstvo.pdf>, 14.02.2023.
- Anon 2019c: Projekat izgradnje protivpožarnog puta „Bračinac – Doljanske stijene“ 2019: K.J.P. „Sarajevo – šume“ d.o.o. Sarajevo.
- Anon 2019d: Projekat izgradnje protivpožarnog puta „Vrbice – Kraljevac“, K.J.P. „Sarajevo – šume“ d.o.o. Sarajevo.
- Bug Day, E., Akay, A., E. 2019: Evaluation of forest road network planning in landslide sensitive areas by gis-based multi-criteria decision making approaches in Ihsangazi watershed, Northern Turkey, *Šumarski list*, 7–8, pp. 325–336.
- Dodson, E., M. 2021: Challenges in Forest Road Maintenance in North America, *Croatian Journal of Forest Engineering* Vol. 42, No. 1, pp. 107-116
- Hribernik, B., Potočnik, I. 2006: Sedanje stanje gozdnih cest kot rezultat preteklega gospodarjenja, *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 81 pp. 83 - 89
- Jeličić, V. 1957: Privremeni tehnički propisi za projektovanje šumskih puteva u BiH, *Službeni list FNRI* br. 41.
- Jeličić, V. 1969: Ekonomski aspekti optimalne strukture mreže šumskih komunikacija u uslovima mehanizacije radova u gospodarskoj jedinici Staretina-Golija-ŠIP “Šator”, Glamoč
- Jeličić, V. 1981: Projekt unapređenja šumarstva u SR Bosni i Hercegovini, Jugoslavija, *Izgradnja šumskih puteva, Šipad – IRC – OOUR “Silva” Institut za istraživanje i projektovanje u šumarstvu i Šumarski fakultet*, str. 1-97.
- Jeličić, V. 1983: Šumske ceste i putevi, *Samoupravna interesna zajednica odgoja i usmjerenog obrazovanja šumarstva i drvne industrije SRH, Zagreb*, str. 1-193.
- Kobayashi, R., Watanabe, I., Aruga, K. 2022: Analyses of Forest Road Damages over the Past 19 Years Using Rainfall Evaluation with Return Periods in Gunma Prefecture, Japan, *Environmental Sciences Proceedings* Np 22, 58. <https://doi.org/10.3390/IECF2022-13078>;
- Pentek, T, Poršinsky, T. 2012: Forest Transportation Systems as a Key Factor in Quality Management of Forest Ecosystems. *Forest Ecosystems – More than Just Trees / Blanco, Juan A.; Lo, Yueh-Hsin (ur.)*. Rijeka: InTech: pp. 433–464
- Pentek T., Nevečerel H., Ečimović, T., Lepoglavec, K., Papa, I., Tomašić, Ž. 2014: Strategijsko planiranje šumskih prometnica u Republici Hrvatskoj – raščlamba postojećeg stanja kao podloga za buduće aktivnosti, *Nova mehanizacija šumarstva*, pp. 63-78 Zagreb
- Potočnik, I., Ljubojević S., Petković, V., Marčeta, D. 2012: Troškovi održavanja šumskih kamionskih puteva, *Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banja Luci* br 16, str. 77-89

- Potočnik, I., Poje, A. 2013: Maintenance of forest roads, Integrated Rural Road Network Re-engineering- IRRNR, Jezersko, Slovenija
- Pičman, D. 2007: Šumske prometnice, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Sokolović, Dž., Bajrić, M. 2008: Planiranje mreže šumskih puteva, Naše šume, 12-13, Sarajevo, pp. 25 – 32.
- Sokolović, Dž., Bajrić, M. 2011: Studija – Šumska transportna infrastruktura, Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, [https://fmpvs.gov.ba/wp-content/up-](https://fmpvs.gov.ba/wp-content/uploads/2017/Sumarstvo-lovstvo/Sumarski-program/12-Sumska-transportna-infrastruktura.pdf)
- loads/2017/Sumarstvo-lovstvo/Sumarski-program/12-Sumska-transportna-infrastruktura.pdf
- Sokolović, Dž., Bajrić, M. 2013: Otvaranje šuma, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, pp 1-250.
- Sokolović, Dž. 2018: Šumska transportna infrastruktura, Univerzitetski udžbenik, Šumarski fakultet Sarajevo, Sarajevo, str. 1-209.
- Šikić, D., Babić, B., Topolnik, D., Knežević, I., Božičević, D., Švabe, Z., Piria, I., Sever, S. 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste, Znanstveni savjet za promet JAZU, Zagreb.

SUMMARY

Forest truck roads are permanent buildings that require certain kind of quality and standard for its building. Due to lack of financial resources, the quality of newly constructed forests truck roads in FBiH is becoming weaker with time.

The aim of this paper is determination of quantitative and qualitative features of newly constructed forest truck roads in the last 10 years in the area of the Management Unit (MU) “Zujevina”, Forest Management Region (FMR) „Igmansko“. The analysis of newly constructed forest roads was performed on the basis of data obtained by field measurements, which were then processed in the office and compared with the features prescribed by the Technical Regulations. In the last 10 years, two forest roads with macadam-type carriageway were built within the MU “Zujevina”, which increased the absolute accessibility of the management unit, which now amounts to 9.45 m/ha and is significantly lower than the accessibility recommended for such areas and that is 15 m/ha.

By analyzing the technical and constructive features of the newly constructed forest road “Bračinac - Doljanske stijene”, it can be concluded that the average width of the road and the road shoulder width are within the intervals of the prescribed values.

In the length of 41% of the total length of the road, this road is characterized by deviations of the slope of vertical alignment in relation to the prescribed values. On 59% of the total length of the road, the measured longitudinal slope is in accordance with the Technical Regulations.

Side ditches were not built on the analyzed forest road, which is reason why atmospheric precipitation flows on the road surface, so in certain sections the quality of the road surface is poor and erosion occurs on the upper layer of the road.

The average cross slope of the road does not meet the prescribed values for that element. From the recordings of the cut slopes, we conclude that there are sections, about 9% of the total length of the road, which need to be cut, and sections in the length of 26% of the total length, which require construction work in order to adjust the slope of the cut slopes to the category of material in which they were built.

Analyzing the structural features, we obtained data showing that 67% of the pavement surface is undamaged, minor damage was recorded on 24%, while major damage was recorded on 9% of the total surface of the road.

Out of a total of five pipe culverts, four pipe culverts perform their function without interruption, while one needs cleaning of the entrance.

Field measurements were made only one year after the construction of the forest pavement and before the transport of wood assortments from the department that opens the road. The obtained results show that the low quality of construction and non-compliance with technical regulations results in accelerated deterioration of the road.

The damage recorded on the road can be attributed to the impact of increased atmospheric precipitation, which as a result of global climate change is becoming more frequent and should be taken into account when projecting and building forest truck roads.

KEY WORDS: forest truck roads, technical and constructive features, road maintenance