

METODOLOGIJA IZRADBE DETALJNOG REGISTRA PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE KAO PODLOGE ZA PLANIRANJE I OPTIMIZACIJU RADOVA ODRŽAVANJA ŠUMSKIH CESTA

METHODOLOGY OF DEVELOPMENT OF DETAILED PRIMARY FOREST TRAFFIC INFRASTRUCTURE REGISTER AS THE BASIS FOR FOREST ROADS MAINTENANCE PLANNING AND OPTIMIZATION

PAPA, I. *, PENTEK, T. *, LEPOGLAVEC, K., NEVEČEREL, H., PORŠINSKY, T., TOMAŠIĆ, Ž.

Sažetak

Šumske ceste, građevinske objekte koji tijekom čitave godine omogućuju promet motornim vozilima, nakon izgradnje treba redovito održavati, kako bi tijekom svoga vijeka trajanja mogle ispuniti sve zadaće predviđene šumskogospodarskim planovima. Kvalitetno i pravovremeno održavanje produljuje vijek trajanja šumskih cesta, smanjuje troškove pogona motornih vozila i učestalost njihova popravka, čini šumske ceste provoznima tijekom čitave godine te povećava sigurnost svih sudionika u prometu. Poznavanje postojećeg stanja primarne šumske prometne infrastrukture od iznimne je važnosti pri optimizaciji radova održavanja šumskih cesta.

Istraživanje je provedeno na 7,031 km makadamskih šumskih cesta gorskih prebornih šuma u g.j. „Belevine“, nastavno-pokusnog šumskog objekta Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zalesina. Analizirana je metodologija izradbe, propisani sadržaj i mogućnosti primjene postojećeg registra primarne šumske prometne infrastrukture. Razvijena je metodologija izradbe detaljnog (potpunog/novog) registra primarne šumske prometne infrastrukture (prikupljanje, obrada i interpretacija podataka). Definirane su najčešće vrste i intenzitet oštećenja šumskih cesta gorskog reljefnog područja. Uspostavljen je detaljan registar primarne šumske prometne infrastrukture sa svim cestovnim objektima. Sva su oštećenja šumskih cesta klasificirana, kvantificirana i fotodokumentirana. Raščlanjena je mogućnost i opravdanost primjene detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture u operativnom šumarstvu.

Primjena rezultata istraživanja u operativnom šumarstvu je moguća, a s obzirom na postojeće te poglavito buduće učešće troškova održavanja u ukupnim troškovima povezanim sa šumskim cestama i preporučljiva. Izradom kvalitetnih, metodološki ujednačenih, elaborata održavanja šumskih cesta, utemeljenih na novoj metodologiji izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture, može se odabrati najpogodnija tehnologija i planirati dinamika radova održavanja, uz istovremenu kontrolu i racionalizaciju pripadajućih troškova.

KLJUČNE RIJEČI: šumska cesta, održavanje šumskih cesta, registar primarne šumske prometne infrastrukture, vrsta oštećenja, stupanj oštećenja, elaborat održavanja šumskih cesta

* corresponding author

Dr. sc. Ivica Papa*, Prof. dr. sc. Tibor Pentek, Dr. sc. Krno Lepoglavec, Doc. dr. sc. Hrvoje Nevečerel, Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za šumske tehnike i tehnologije, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

Dr. sc. Željko Tomašić, Hrvatske šume d.o.o., Lj. F. Vukotinića 2, 10000 Zagreb

UVOD I PROBLEMATIKA ISTRAŽIVANJA INTRODUCTION AND SCOPE OF RESEARCH

Šumska prometna infrastruktura – *Forest traffic infrastructure*

Šumska prometna infrastruktura omogućava izvršavanje različitih zadataka vezanih uz gospodarenje šumom, pridobivanje drva, kontrolu i prevenciju šumskih požara i nastanka biološki uzrokovanih šumskih šteta (*Tehrani i dr. 2015*). Šumska prometna infrastruktura može se podijeliti na primarnu i na sekundarnu, nužan je i nadalje potreban preduvjet pri današnjem suvremenom, integriranom, tehnološki naprednom, racionalnom, ekonomičnom, ekološki usmjerenom, okolišno susretljivom, na bioraznolikosti vrsta, prirodnosti šuma i potrajnosti prihoda zasnovanom gospodarenju šumskim ekosustavima (*Pentek & Poršinsky 2012*).

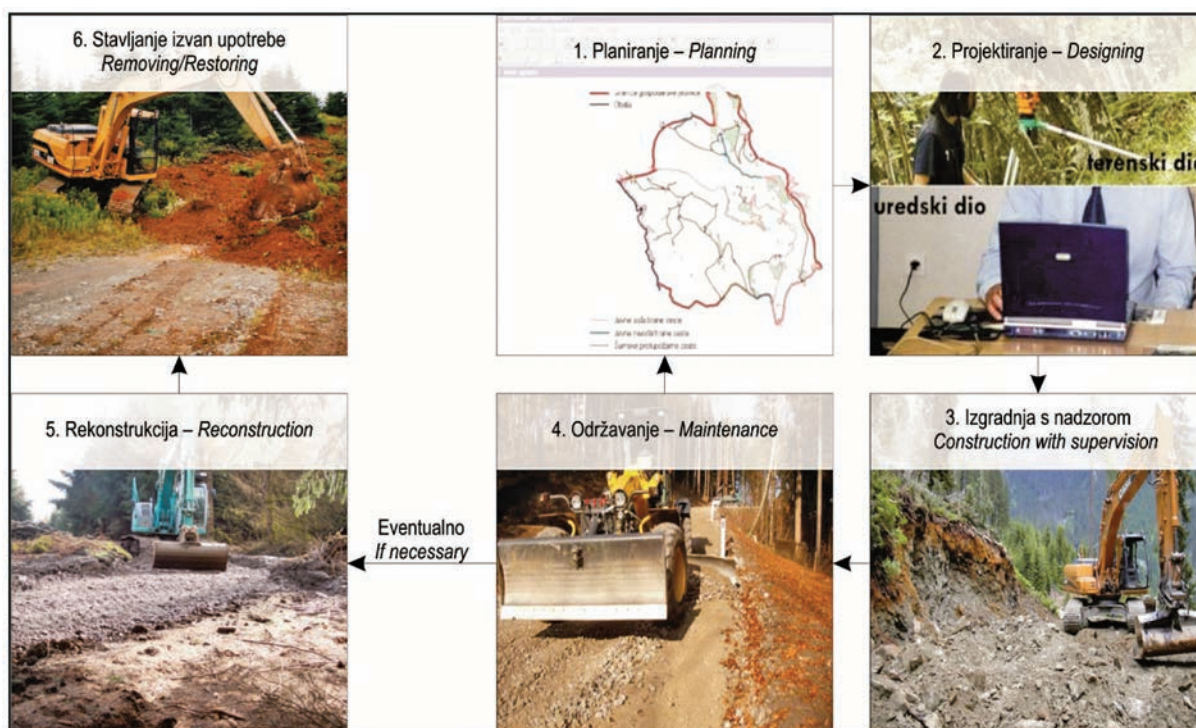
Sastavnice primarne šumske prometne infrastrukture obnašaju različite zadaće, ali je njihova osnovna i najvažnija zadaća omogućavanje provedbe svih aktivnosti povezanih s gospodarenjem šumom (*Potočnik 1996*). *Stampfer* (2010) ističe kako se učinkovitost pojedinog sustava pridobivanja drva temelji na postojećoj mreži šumskih prometnica.

Primarnu šumsku prometnu infrastrukturu čine sve kategorije šumskih cesta, one javne ceste koje se mogu koristiti pri radovima u šumarstvu (to su najčešće javne ceste nižih kategorija – županijske i lokalne ceste) (*Šikić i dr. 1989*), te nerazvrstane ceste.

Sastavnice sekundarne šumske prometne infrastrukture su sekundarne šumske prometnice: traktorski putovi i traktorske vlake za sustave pridobivanja drva kod kojih se drvo kreće po tlu (izvoženje ili vuča drva) i žične linije za sustave pridobivanja drva kod kojih se drvo privlači bez dodira s tlom (iznošenje drva) (*Pentek i dr. 2011*). *Solgi i dr.* (2014) naglašavaju kako je sekundarna šumska prometna infrastruktura za sustave pridobivanja drva kod kojih se drvo privlači po tlu je, sa stajališta primarnog transporta drva, posebno značajna na strmim terenima koji obiluju površinskim preprekama. *Naghdi i Solgi* (2014) kao glavne utjecajne čimbenike oštećivanja sekundarnih šumskih prometnica navode: udio trenutne vlage tla, klizanje kotača, količinu privlačenoga drva odnosno broj traktorskih turnusa.

Uspostavljanje i upravljanje primarnom šumskom prometnom infrastrukturom – *Establishment and management of primary forest traffic infrastructure*

Uspostavljanje se i kasnije upravljanje (gospodarenje) optimalnom mrežom primarnih šumskih prometnica na terenu, obvezatno, odvija kroz sljedeće radne faze: planiranje, projektiranje, izgradnja s nadzorom i održavanje (*Pentek i dr. 2006*). Te su faze međusobno povezane i ovisne, treba ih odraditi redosljedom kako su navedene vodeći računa o nemogućnosti realizacije svake od radnih faza ukoliko prethodna nije zgotovljena na zadovoljavajući način.



Slika 1. Faze uspostavljanja i upravljanja primarnom šumskom prometnom infrastrukturom (*Pentek i dr. 2014*)

Figure 1 Phases of establishment and management of primary forest traffic infrastructure (*Pentek et al. 2014*)

Uz navedene se, uvijek prisutne faze optimizacije primarne šumske prometne infrastrukture, povremeno pojavljuju još dvije radne faze: faza rekonstrukcije šumskih cesta (radi povećanja njihova standarda i kvalitete) i faza zatvaranja/stavljanja izgrađenih šumskih cesta izvan uporabe (uz revitalizaciju/restauraciju staništa, odnosno vraćanje staništa funkciji i obliku što bližem onomu koje je imalo prije izgradnje šumske ceste) (Pentek 2012).

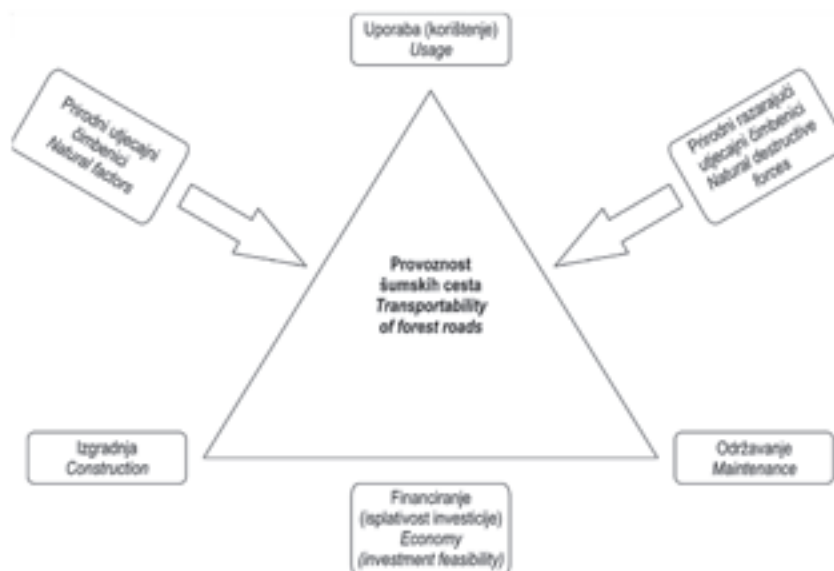
Održavanje šumskih cesta – *Forest roads maintenance*

Šumske ceste, građevinske objekte koji tijekom čitave godine omogućuju promet motornim vozilima, nakon izgradnje treba redovito održavati, kako bi u svome vijeku trajanja mogle ispuniti sve zadaće predviđene šumskogospodarskim planovima. Kvalitetno i pravovremeno održavanje produkuje vijek trajanja šumske ceste, smanjuje troškove pogona motornih vozila i učestalost njihova popravka, čini šumsku cestu provoznom tijekom čitave godine te povećava sigurnost svih sudionika u prometu, a nisu zanemarivi niti utjecaji na zaštitu okoliša.

Pravilnim se održavanjem smanjuje negativan utjecaj šumskih cesta na prirodne resurse te omogućuje njihovo dugoročno korištenje. Time se osigurava investiranje u planiranje, projektiranje i izgradnju mreže šumskih cesta (Anon. 2000). U posljednje se vrijeme u svijetu sve više pozornosti pridaje elaboratima održavanja, koji u obzir uzimaju potencijalne negativne učinke loše održanih šumskih cesta na okoliš (Logan 2002), a elaborati održavanja temeljeni samo na zaštiti kapitalnih investicija gube na važnosti.

U slučaju neodgovarajućeg održavanja, uslijed djelovanja različitih čimbenika, šumska cesta jako brzo propada i gubi svoje vozne sposobnosti (Potočnik 1992). Wells (2002) ističe kako kvalitetno projektirane i izgrađene šumske ceste često postaju neučinkovite ili čak neupotrebljive zbog neodgovarajućeg, nedostatnog ili nikakvog održavanja. Prema istom autoru pravilan sustav održavanja šumske ceste podrazumijeva sveobuhvatni program nadzora koji uključuje redovitu kontrolu šumske ceste i svih cestovnih objekata te pravovremeno saniranje uočenih oštećenja. Održavanje se ne bi trebalo provoditi samo nakon uočavanja problema, već i preventivno.

S obzirom na vrstu, vrijeme i intenzitet održavanja šumskih cesta (Potočnik 1992; Pičman 2007; Pentek 2012) razlikuju: redovito, investicijsko i periodičko održavanje. Isti autori održavanje šumskih cesta, s obzirom na sastavnicu šumske ceste koja se održava dijele na: održavanje donjega ustroja (održavanje zemljanog trupa; održavanje sustava površinske i podzemne odvodnje; održavanje potpornih i obložnih zidova; održavanje pokosa usjeka i nasipa, održavanje vegetacije te održavanje mostova) i održavanje gornjega ustroja (kolničke konstrukcije). Glavne grupe uzroka oštećenja na šumskim cestama (Potočnik 2002) su: posljedica lošeg planiranja, projektiranja i izgradnje šumskih cesta; posljedica nepravilne uporabe šumskih cesta i posljedica djelovanja različitih prirodnih sila. Posebna se pozornost, s ciljem umanjenja njihova negativnog utjecaja, a posljedično i nižih troškova održavanja, treba usmjeriti na prve dvije grupe uzroka oštećenja. Djelovanje različitih prirodnih sila treba uzeti u obzir pri planiranju vrste i intenziteta održavanja šumskih cesta.



Slika 2. Osiguranje propisane kvalitete (provoznosti) šumskih cesta tijekom razdoblja njihova trajanja (Potočnik 2009)

Figure 2 Assurance of prescribed quality (transportability) of forest roads during their life (Potočnik 2009)

Prometno je opterećenje šumskih cesta, poglavito pri transportu drvnih sortimenata, jedan od najznačajnijih utjecajnih čimbenika na njihovo razaranje. Stoga one šumske ceste s većim prometnim opterećenjem (šumske ceste, odnosno njihove dionice bliže spojevima s mrežom javnih cesta) trebaju biti pravilno dimenzionirane, intenzivnije i češće održavane u odnosu na šumske ceste, odnosno njihove dionice s manjim prometnim opterećenjem (*Potočnik 2005*). U slučaju naglašene javne uporabe šumskih cesta (otvaranje farmi, turizam i dr.) susrećemo se s problemom potrebe „prekomjernog“ održavanja ovih, u usporedbi s razinom održavanja šumskih cesta prevladavajuće šumarske namjene. Dodatna financijska sredstva za rekonstrukciju i/ili njihov održavanje trebala bi osigurati država, lokalna uprava ili socijalna skupina koja je za njih zainteresirana. Šumarstvo nema financijsku snagu plaćati dodatni standard održavanja šumskih cesta s visokom razinom javnog prometa.

CILJEVI ISTRAŽIVANJA I METODE RADA RESEARCH GOALS AND WORKING METHODS

Ciljevi istraživanja – *Research goals*

Ciljevi provedenog istraživanja jesu:

- raščlamba postojeće metodologije izradbe registra primarne šumske prometne infrastrukture,
- definiranje metodologije izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture,
- uspostava detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture g.j. „Belevine“,
- raščlamba troškova održavanja šumskih cesta u državnim šumama kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o.

Metode rada – *Working Methods*

Raščlamba postojeće metodologije izradbe registra primarne šumske prometne infrastrukture – *Analysis of the current methodology for the register of primary forest traffic infrastructure developing*

Postojeća metodologija izradbe registra primarne šumske prometne infrastrukture koja se koristi u Republici Hrvatskoj razvijena je u suradnji poduzeća „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb i Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (*Anon. 2001, 2008*).

Cjelokupan se posao izrade registra primarnih šumskih prometnica sastoji od dvije prostorno i vremenski odvojene faze rada: terenske izmjere (prikupljanja) potrebnih podataka GPS prijarnikom prihvatljive točnosti i uredske računalne obrade podataka odgovarajućim programskim paketima (unos podataka, transformacija i obrada podataka,

priprema podataka za ucrtavanje na digitalne zemljovide, izrada slikovne i tabelarne sastavnice registra primarnih šumskih prometnica).

Registar primarne šumske prometne infrastrukture uspostavlja se na razini gospodarske jedinice, a svakoj se sastavnici primarne šumske prometne infrastrukture, i na slikovnom i u tabličnom prikazu, pridružuje jedinstveni registarski broj koji se sastoji od tri grupe oznaka složenih od velikih tiskanih slova i arapskih brojeva.

Prva grupa oznaka je troznamenasti arapski broj koji predstavlja identifikacijski broj gospodarske jedinice koji ona ima u šumskogospodarskoj podjeli područja Republike Hrvatske.

Druga grupa oznaka sastoji se od velikog tiskanog slova koje opisuje kategoriju ceste (A – javna i nerazvrstana cesta, B – šumska gospodarska i šumska protupožarna cesta) i jednoznamenastog arapskog broja koji definira javnu ili nerazvrstanu cestu prema kriteriju njezina značenja u cjelovitoj mreži primarnih šumskih prometnica određene gospodarske jedinice (1 – glavna primarna šumska prometnica, 2 – sporedna primarna šumska prometnica, 3 – prilazna primarna šumska prometnica).

Treća grupa oznaka je troznamenasti arapski broj koji određuje redosljed šumske, javne ili nerazvrstane ceste u gospodarskoj jedinici.

U tabličnom se dijelu registra primarne šumske prometne infrastrukture, uz jedinstveni registarski broj svake ceste, mogu pronaći slijedeći podaci: ukupna duljina ceste, duljina ceste koja prolazi kroz šumu, duljina ceste koja prolazi rubom šume, duljina ceste s izgrađenom kolničkom konstrukcijom (kamen, asfalt), duljina ceste bez izgrađene kolničke konstrukcije, duljina ceste koja se uzima u obračun klasične primarne otvorenosti (gustoće primarne šumske prometne infrastrukture), utjecaj ceste na primarnu klasičnu otvorenost, metoda stabilizacije tla (ako je pri gradnji korištena), godina izgradnje. Za javne se ceste unosi i identifikacijski



Slika 3. Primjer registarske oznake gospodarske šumske ceste
Figure 3 Example of registration code of forest economic road

broj iz Zakona o cestama (»Narodne novine«, br. 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 56/15), a za nerazvrstane ceste upisuje se BB – bez broja.

Metodologija izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture – *Methodology for developing a detailed register of primary forest traffic infrastructure*

Metode lociranja podataka na cestovnoj mreži iz Zakona o cestama (»Narodne novine«, br. 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14) mogu biti linearne ili prostorne. U dosadašnjoj se praksi koristila linearna metoda kilometarskih oznaka koja se sastoji od mjerenja stacionaže (udaljenosti) nekog objekta od najbliže kilometarske oznake. U novije se vrijeme, sve učestalije, koristi prostorna metoda lociranja podataka pomoću GPS prijamnika, gdje je adresa podatka izražena u prostornim koordinatama (x, y, z) zadanog koordinatnog sustava.

U predmetnom istraživanju nije mogla biti korištena niti jedna od navedenih metoda; linearna metoda jer uz šumske ceste u Republici Hrvatskoj ne postoje oznake o stacionaži na svakom kilometru, dok je korištenje prostorne metode onemogućeno zahtjev o centimetarskoj točnosti podataka (sukladno dosadašnjim istraživanjima o točnosti dvofrekventnog GPS uređaja u sličnim stajbinskim uvjetima centimetarsku točnost korištenjem dvofrekventnog GPS uređaja nije bila realno za očekivati).

Stoga je pri prikupljanju terenskih podataka korištena je linearno-prostorna metoda koja je podrazumijevala primjenu dva suvremena radna instrumenta: dvofrekventni GPS prijamnik RTK Magellan ProMark 500 i tahimetar (mjernu stanicu) Sokkia Series 3030R.

Uspostava detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture g.j. „Belevine“ – *Establishment of a detailed register of primary forest traffic infrastructure in management unit „Belevine“*

Prema definiranoj metodologiji izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture izradit će se studija slučaja za primarnu šumsku prometnu infrastrukturu g.j. „Belevine“ NPŠO Zalesina. Tako će se na konkretnom slučaju ispitati primjenjivost definirane metodologije u stvarnim prilikama, odnosno u operativnom šumarstvu.

Raščlamba troškova održavanja šumskih cesta u državnim šumama kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o. – sadašnje stanje i perspektiva – *Cost analysis of forest roads maintenance in state forests managed by „Hrvatske šume“ Ltd. – current situation and prospects*

Obaviti će se troškovna raščlamba svih radova povezanih sa šumskom prometnom infrastrukturom za razdoblje 2004 – 2014 u državnim šumama kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o. Posebno će se raščlaniti troškovi održavanja šumskih cesta za navedeno razdoblje. Prema dosadašnjim



Slika 4. Dvofrekventni GPS prijamnik RTK Magellan ProMark 500 (Papa 2014)

Figure 4 Two frequency GPS receiver RTK Magellan ProMark 500 (Papa 2014)



Slika 5. Mjerna stanica Sokkia Series 3030R (Papa 2014)

Figure 5 Measuring station Sokkia Series 3030R (Papa 2014)

istraživanjima optimalne (ciljane) primarne otvorenosti pojedinih reljefnih područja Republike Hrvatske 2030. godine (Pentek i dr. 2012), dat će se projekcija budućih troškova održavanja optimalne primarne šumske prometne infrastrukture.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA RESEARCH AREA

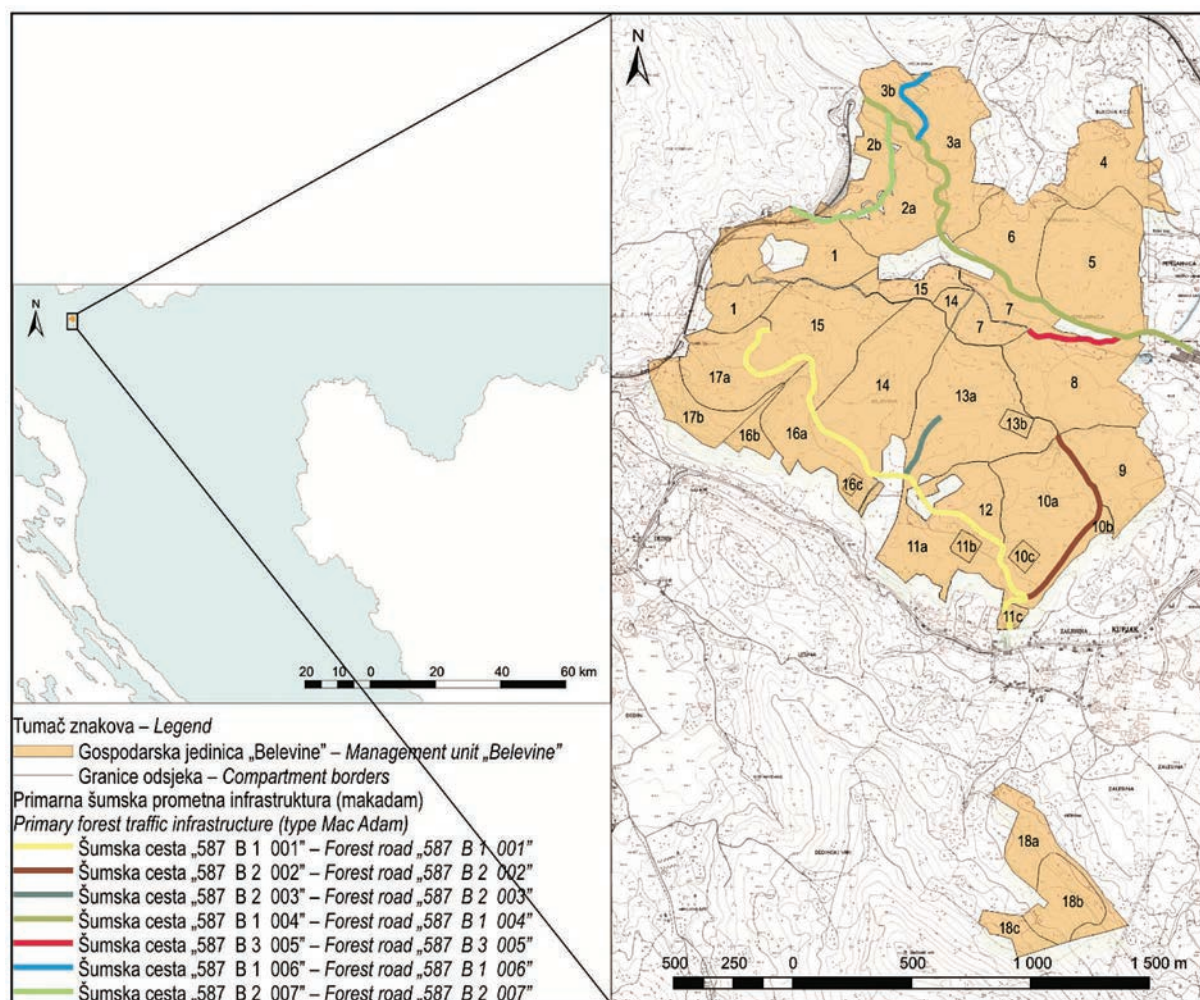
Istraživanje je provedeno u g.j. „Belevine“, jedne od triju gospodarskih jedinica u sastavu nastavno pokusnog šumskog objekta Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu Zalesina. U prebornim šumama gorskog reljefnog područja g.j. „Belevine“ nalazi se 8,175 km šumskih cesta, a pokusni poligon ovog istraživanja predstavljen je sa sedam makadamskih šumskih cesta ukupne duljine 7,031 km. Od ukupno 8,175 km šumskih cesta 6,479 km ulazi u obračun primarne klasične otvorenosti koja za g.j. „Belevine“ iznosi 22,04 km/1000 ha (23,51 km/1000 ha bez Dedinskog vrha).

G.j. „Belevine“ nalazi se na području Gorskog kotara na 45°26' zemljopisne širine i 14°53' zemljopisne dužine

istočno od Greenwicha. Površina gospodarske jedinice, zajedno s pripadajućim dislociranim Dedinskim vrhom (18,40 ha; odsjeci 18a, 18b i 18c), iznosi 293,94 ha. Od toga je 283,20 ha obraslo, 5,88 ha je neobraslo, dok je 4,86 ha šumskog tla neplodno.

Reljef je blago valovit i lepezasto izbrazdan. Ističu se dvije gorske glavice, tri manje zaravnine, te jedna uska dolina koja se provlači sjeveroistočnim dijelom odjela 7. Preostali dio gospodarske jedinice prostire se po blagim padinama izbrazdanim mnoštva brdskih potočića, koji mikroreljefu daju specifičnu plastičnost. G.j. „Belevine“ leži na nadmorskoj visini od 720 do 870 m. Padine su najvećim dijelom blagih do umjereno strmih strana (inklinacija do 20 °). Samo su strane korita povremenih brdskih potoka strme do vrlo strme, jer su potoci tijekom vremena usjekli duboka korita u debele naslage tla.

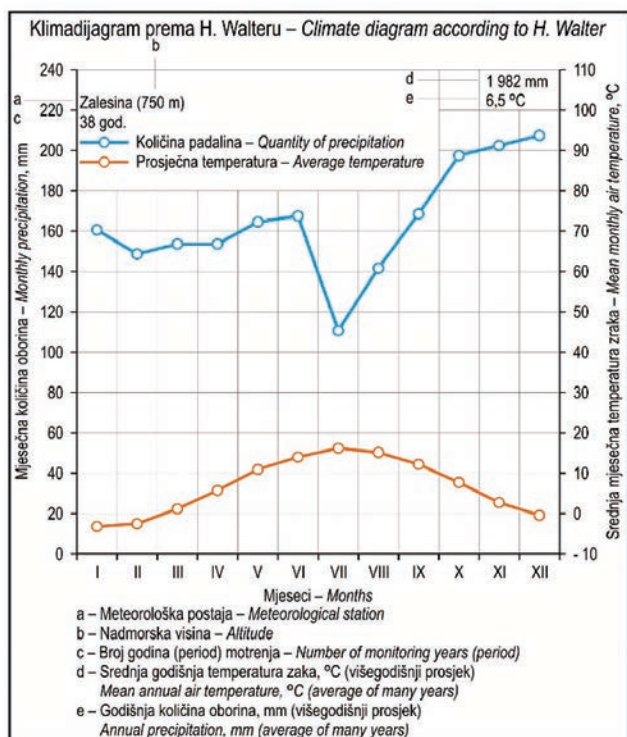
U najvećem dijelu g.j. „Belevine“ matični supstrat je izgrađen od permkarbonskih (paleozojskih) naslaga crnih brusilovaca, rđastih škriljevaca, pješčenjaka i konglomerata. Geološka podloga omogućila je neobično jaku hidrografiju, tj. razvoj vodene mreže s obiljem izvora i vodotoka. Obilni



Slika 6. Zemljopisni položaj područja istraživanja s registrom primarne šumske prometne infrastrukture
Figure 6 Geographic position of the research area with the primary forest traffic infrastructure register

izvori i jaki vodotoci uzrokuju u reljefu paleozojske podloge mnogobrojne dublje ili pliće jarke strmih strana sklonih odronjavanju. Sastojine gospodarske jedinice „Belevine” prostiru se na sedimentima paleozoika odnosno na podzolima, kiselim smeđim tlima i smeđim podzolastim tlima

Prema Köppenovoj klasifikaciji klimatskih područja Republike Hrvatske g.j. „Belevine“ i pripada klimatskom tipu Cfsbx.



Slika 7. Klimadijagram meteorološke postaje Zalesina (Anon. 2009)
Figure 7 Climate diagram of the meteorological station Zalesina (Anon. 2009)

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM RESULTS OF RESEARCH WITH DISCUSSION

Postojeći registar primarne šumske prometne infrastrukture – mogućnost primjene i nedostaci – *Existing register of primary forest traffic infrastructure – possibility of application and drawbacks*

Registar primarne šumske prometne infrastrukture ustrojen je u državnim šumama kojima gospodari trgovačko društvo „Hrvatske šume“, u državnim šumama kojima gospodari Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu te u privatnim šumama većih šumoposjednika. U prevladavajućem dijelu privatnih šuma Republike Hrvatske, poglavito u šumoposjedima manjih površina, ne postoji registar primarne šumske prometne infrastrukture.

U poglavlju 2.2.1. Raščlamba postojeće metodologije izradbe registra primarne šumske prometne infrastrukture,

opisani registar primarne šumske prometne infrastrukture, s obzirom na sastavnice, vrstu i obuhvat podataka, omogućava dosta kvalitetno planiranje primarnog otvaranja šuma (za još kvalitetniji, sveobuhvatni, pristup otvaranju šuma trebalo bi raspolagati i registrom sekundarne šumske prometne infrastrukture), ali je nedostatan za ozbiljno planiranje radova održavanja šumskih cesta.

Želi li se i faza održavanja odraditi bar jednako kvalitetno kao i faza planiranja primarne šumske prometne infrastrukture, a održavanje će troškovno, obimom radova, sve više, preuzimati primat nad izgradnjom šumskih cesta kako se u pojedinom reljefnom području, za odabrane sustave pridobivanja drva, budemo približavali optimalnoj/ciljanoj primarnoj klasičnoj otvorenosti šuma (ciljanoj srednjoj udaljenosti privlačenja i odličnoj primarnoj relativnoj otvorenosti), treba čim skorije izraditi detaljan katastar primarne šumske prometne infrastrukture i u državnim i u privatnim šumama Republike Hrvatske.

Metodologija izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture – *Methodology for developing a detailed register of primary forest traffic infrastructure*

Prikupljanje terenskih podataka – *Field data collecting*

Za svaku su šumsku cestu, na njenom početku odnosno na stajalištu sa kojega je bio dostupan dovoljan broj satelita, a samim time i željena (tražena) centimetarska točnost, dvofrekventnim GPS prijammnikom RTK Magellan ProMark 500 snimljene dvije referentne točke koje su služile kao veza pri kasnijim mjerenjima mjernom stanicom (tahimetrom). Tako su sve točke kasnije snimljene mjernom stanicom automatski bile uklopljene u prostor.

Rad s mjernom stanicom je na svakoj šumskoj cesti započeo postavljanjem stativa i horizontiranjem mjerne stanice iznad stajališne točke, točke koja je prethodno snimljena dvofrekventnim GPS prijammnikom RTK Magellan ProMark 500. Potom se kreira novi zadatak (posao), definiraju osnovne postavke i započinje sa snimanjem.

Intenzitet uzimanja uzoraka iznosio je 100 %, a mjerne su plohe šumskih cesta bile duljine od 20 m. Na mjernim se plohama obilježavala svaka vrsta oštećenja kolničke konstrukcije, kategorizacija se obavljala prema klasifikaciji *Hribernika* (2004) (tablica 1), svako oštećenje pronađeno na pojedinoj mjernoj plohi obilježeno je kodnom oznakom (tablica 1), a dodatno su cjelovita mjerna ploha i svako oštećenje zasebno snimljeni fotoaparatom Nikon D7000 opremljenim objektivom AF-S 18-105 VR. Sva su pronađena oštećenja na pojedinoj mjernoj plohi ucrtana u snimački list radi kasnijeg lakšeg interpretiranja podataka.

Potom su dodatno snimljene sljedeće koordinate: krajnjih točaka koje su predstavljale početke odnosno završetke po-

Tablica 1. Korištene kodne oznake pri radu mjernom stanicom Sokkia Series 3030R**Table 1** Codes used during the work with the measuring station Sokkia Series 3030R

Red. br. – Ord. No.	Vrsta oštećenja – Type of damage	Kodna oznaka – Code
1. Oštećenja donjeg ustroja šumske ceste – Damages of forest roads lower structure		
1.1.	Erozija – Erosion	EZ
1.2.	Klizanje kosina (iskopa, nasipa) – Landsliding (cuts, fills)	KKOS
1.3.	Oštećenje bankine – Embankment damage	OB
1.4.	Oštećenje kolnika – Pavement damage	OK
1.5.	Propadanje donjeg ustroja – Lower structure decline	PDU
2. Oštećenja gornjeg ustroja šumske ceste – Damages of forest roads upper structure		
2.1.	Udarne rupe – Pot holes	UR
2.2.	Otvorene površine – Damaged carriageway	OP
2.3.	Valovitost kolničke konstrukcije – Rolling carriageway	VKK
2.4.	Kolotrazi – Car ruts	KO
2.5.	Vegetacija – Vegetation growing in	VE
2.6.	Nanos materijala – Debris accumulation	NM
3. Elementi sustava površinske i/ili podzemne odvodnje šumske ceste – Elements of ground and/or underground forest roads drainage system		
3.1.	Odvodni jarak – Side ditch	OJ
3.2.	Cijevni propust – Pipe culvert	CP
3.3.	Most – Bridge	MO
3.4.	Procjednica – Cross-ditch	PRO
3.5.	Preljevica – Ford	PRE
4. Cestovni objekti i ostali elementi šumske ceste – Road facilities and other elements of forest roads		
4.1.	Potporni zid – Retaining walls	PZ
4.2.	Obložni zid – Revetment walls	OZ
4.3.	Mimoilaznica – Passing by area	MI
4.4.	Okretaljka – Turning point	OKR
4.5.	Pomoćno stovarište – Landing	STO
4.6.	Traktorski put/traktorska vlaka – Skid road/skid trail	VLAKA
4.7.	Deponij – Disposal area	DEP
5. Elementi poprečnog presjeka šumske ceste – Cross section elements of forest roads		
5.1.	Sredina (os) šumske ceste – Forest road center (axis)	SSC
5.2.	Kraj kolnika – End of pavement	KK
5.3.	Kraj bankine – End of embankment	KB
5.4.	Kraj kosine iskopa – End of cut slope	KKI
5.5.	Kraj kosine nasipa – End of fill slope	KKN

jedine vrste oštećenja; sredine šumske ceste na međusobnoj udaljenosti od 5 m; krajevi kolnika, bankina i kosina iskopa i/ili nasipa u sredini mjerne plohe. Opisnom su metodom prikupljeni podaci o stanju elemenata sustava odvodnje, o cestovnim objektima i ostalim elementima šumske ceste te svrstavani u kategorije navedene u tablici 2.

Obrada terenskih podataka – Field data processing

Sve je podatke snimljene mjernom stanicom Sokkia Series 3030R, spremljene kao (.sdr) datoteke trebalo, u programu Prolink Version 1.15.Ink razvijenom od strane Sokkia Co, Ltd., promijeniti u datoteke čitljive programskom paketu Microsoft Excel 2013 (.txt) datoteke).

Prije obrade podataka u programskom paketu AutoCAD 2013 trebalo je (.txt) oblik datoteke transformirati u (.dxf) oblik datoteke pomoću programskog paketa Pointor Version 9 razvijenom od tvrtke Ransen Software.

Detaljni registar primarne šumske prometne infrastrukture g.j. „Belevine“ – Detailed register of primary forest traffic infrastructure in management unit „Belevine“

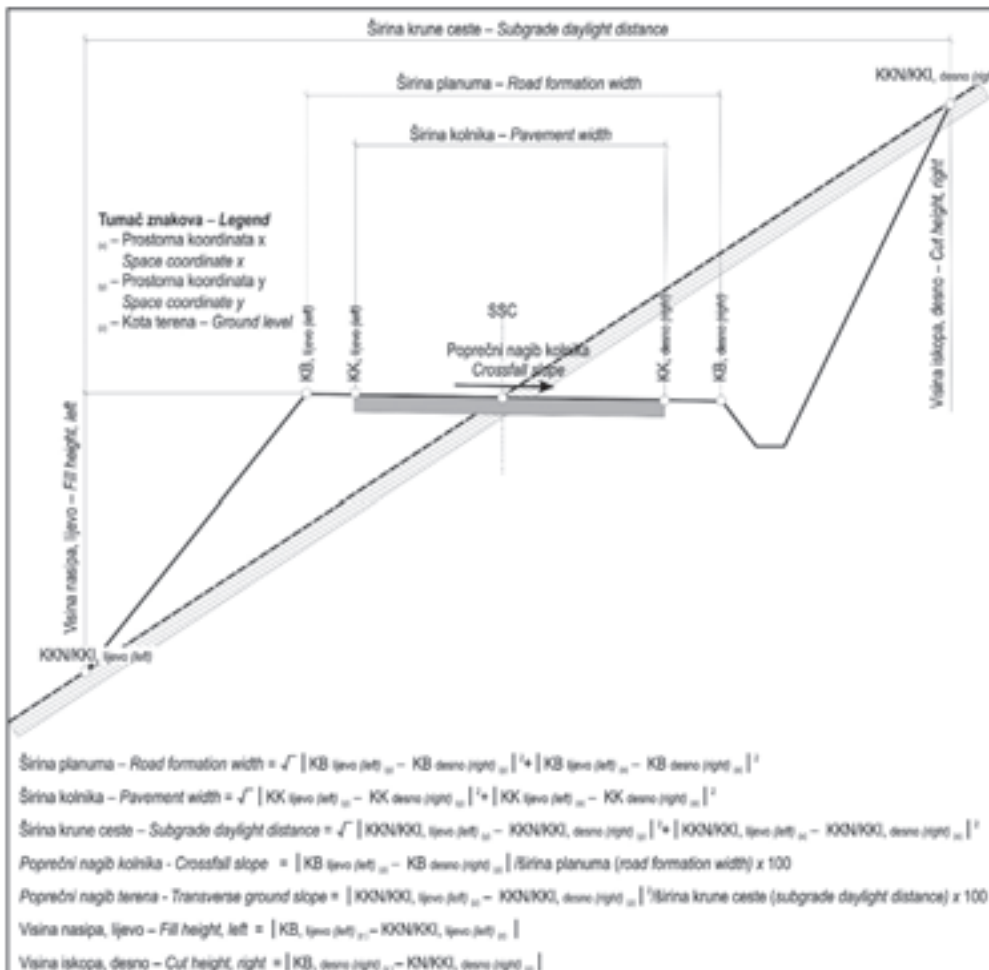
Na temelju novo razvijene i opisane metodologije izrade detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture detaljni je registar izrađen za g.j. „Belevine“. Sve su šumske ceste istraživane gospodarske jedinice snimljene s intenzitetom uzimanja uzoraka od 100%, podaci registra povezani su uz pokusne/mjerne plohe duljine 20,00 m, a ukupno je, na svim šumskim cestama snimljena 351 mjerna ploha.

Na svakoj je mjernoj plohi utvrđena vrsta i intenzitet svih oštećenja navedenih u tablici 1 (oštećenja donjeg i oštećenja gornjeg ustroja). Na slici 9. prikazana su postotna učešća svakog definiranog i mjenog oštećenja šumskih cesta g.j.

Tablica 2. Vrsta i stanje (kategorija) elemenata sustava površinske i/ili podzemne odvodnje te cestovnih objekata i ostalih elemenata šumske ceste

Table 2 Type and current state (category) of elements of ground and/or underground drainage, and road facilities and other elements of forest roads

Elementi sustava površinske i/ili podzemne odvodnje šumske ceste – Elements of ground and/or underground forest roads drainage system		
Red. br. Ord. No.	Vrsta – Type	Stanje (kategorija) – Current state (category)
1.	Odvodni jarak – Side ditch	Ne postoji – Does not exist (0) Postoji ali ne obnaša svoju funkciju – Exists but it is out of function (1) Postoji i djelomično obnaša svoju funkciju – Exists and it is partly functional (2) Postoji i u potpunosti obnaša svoju funkciju – Exists and it is fully functional (3)
2.	Cijevni propust – Pipe culvert	
3.	Most – Bridge	
4.	Procjednica – Cross-ditch	
5.	Preljevnic – Ford	
Cestovni objekti i ostali elementi šumske ceste – Road facilities and other elements of forest roads		
Red. br. Ord. No.	Vrsta – Type	Stanje (kategorija) – Current state (category)
1.	Potporni zid – Retaining walls	Ne postoji – Does not exist (0) Postoji – Exist (1) Čvrsti kameni materijali – Hard stones (A) Polučvrsta kamenita tla – Semi-hard stone soil (B) Sitnozrnata vezana (koherentna) tla – Fine grained (Coherent) soils (C)
2.	Obložni zid – Revetment walls	
3.	Mimoilaznica – Passing by area	
4.	Okretaljka – Turning point	
5.	Pomoćno stovište – Landing	
6.	Traktorski put/traktorska vlaka Skid road/skid trail	
7.	Deponij – Disposal area	
8.	Građevinska kategorija materijala (ABC kategorizacija) Construction material category (ABC categorization)	



Slika 8. Shematski prikaz izmjere i načina izračuna širine kolnika, širine planuma, širine krune šumske ceste, poprečnog nagiba kolnika, poprečnog nagiba terena te visine nasipa i/ili dubine iskopa na pojedinoj mjernoj plohi (Papa 2014)

Figure 8 Scheme of measurement and way of calculation of pavement width, road formation width, subgrade daylight distance, crossfall slope, transverse ground slope and fill height and/or cut depth of a specific sampling plot (Papa 2014)

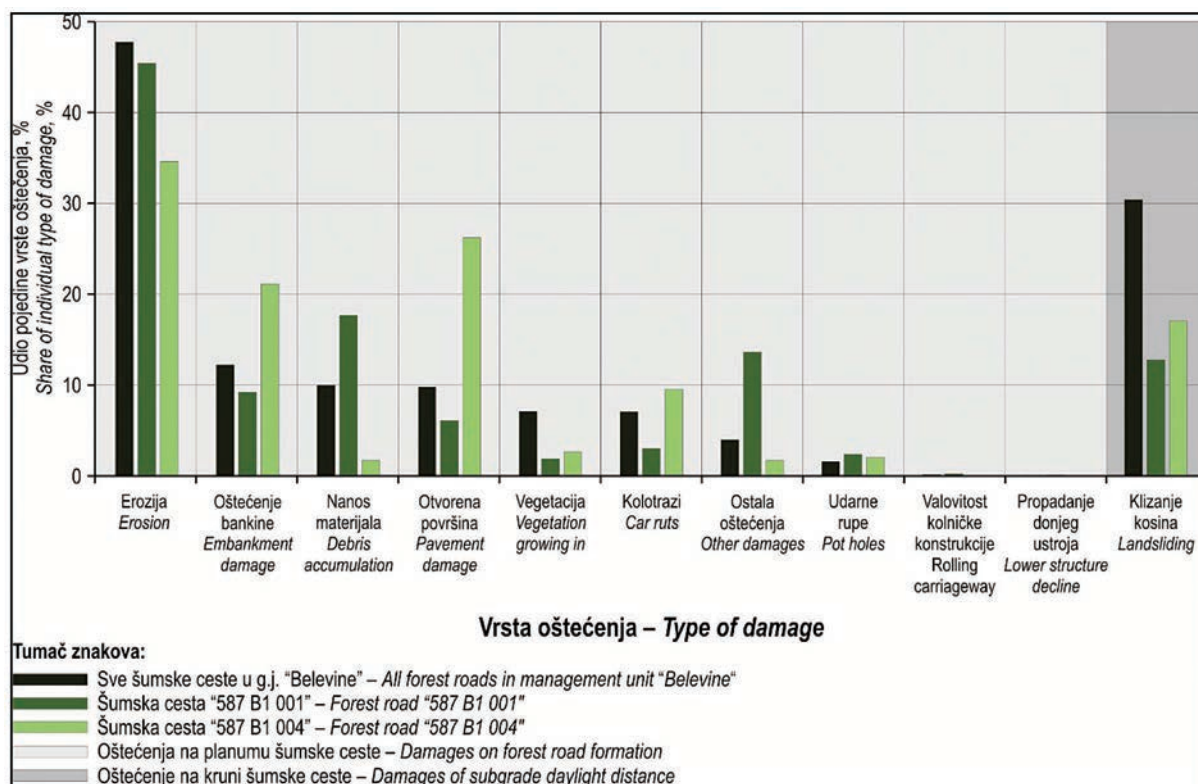
„Belevine“ te postotna učešća za dvije najdulje šumske ceste u g.j. „Belevine“, šumsku cestu „587 B1 001“ duljine 2207,48 m sa 120 mjernih ploha i šumsku cestu „587 B1 004“ duljine 2046,62 m sa 102 mjerne plohe.

Nadalje su, na slikama 10, 11, 12 i 13 prikazani primjeri mjernih ploha šumskih cesta g.j. „Belevine“ sa različitim vrstama i intenzitetom oštećenja.

Tablica 3. Izgled završne tablice u programu Microsoft Excel 2013 pri izračunu horizontalnih udaljenosti, stvarnih udaljenosti, uzdužnog nagiba nivelete, pomoću prostornih koordinata snimljenih sredina šumske ceste (SSC) za profile udaljenosti 5 i 20 m

Table 3 Final table in Microsoft Excel 2013 program when calculating horizontal distances, actual distances, slope of vertical alignment, using space coordinates of measured centers of forest roads (SSC) for distance profiles of 5 and 20 m

Šumska cesta 587 B1 001 – Forest road 587 B1 001												
Rb. Ord. No	Prostorne coordinate – Space coordinates			Kodna oznaka Code	Izmjerena horiz. udaljenost Measured horiz. distance	20 metarska horiz. udaljenost 20 meter horiz. distance	5 m uzdužni nagib 5 m longitudinal slope	20 metarski uzdužni nagib 20 meter longitudinal slope	Visinska razlika Altitude difference	Kvadrirane vrijednosti Squared values	Izmjerena stvarna udaljenost Measured actual distance	20 metarska stvarna udaljenost 20 meter actual distance
	Y	X	Z		m	m	%	%	m	m	m	m
1260	5028800,3478	5490072,5401	812,4970	SSC	5,0021		12,1150		0,6060	25,3880	5,0387	
1426	5028803,8345	5490068,9535	813,1030	SSC	4,9643		15,3900		0,7640	25,2275	5,0227	
1427	5028806,8760	5490065,0301	813,8670	SSC	4,9230		17,3472		0,8540	24,9651	4,9965	
1428	5028809,7688	5490061,0467	814,7210	SSC	4,9659	19,8552	18,1035	15,7389	0,8990	25,4682	5,0466	20,1045



Slika 9. Usporedba postotnog učešća pojedine vrste oštećenja svih šumskih cesta u g.j. „Belevine“ sa šumskom cestom „587 B1 001“ stacionaže 22+07,48 hm i šumskom cestom „587 B1 004“ stacionaže 20+46,62 hm

Figure 9 Comparison between the percentage share of individual types of damage of all forest roads in management unit „Belevine“ and forest road „587 B1 001“ with station of 22+07.48 hm and forest road „587 B1 004“ with station of 20+46.62 hm

Tablica 4. Izgled završne tablice u programu Microsoft Excel 2013 pri izračunu poprečnog nagiba kolnika, poprečnog nagiba terena i određivanju normalnog poprečnog profila, pomoću prostornih koordinata snimljenih krajeva kosine nasipa (KKN), kosine iskopa (KKI) i krajeva bankina (KB)
Table 4 Final table in Microsoft Excel 2013 program when calculating crossfall slope, transverse ground slope and determining cross section profile, using space coordinates of recorded ends of fill slope (KKN), cut slope (KKI) and ends of road shoulders (KB)

Šumska cesta 587 B1 001 – Forest road 587 B1 001		Izgled profila Cross section profile		Zasjek Mixed	Zasjek Mixed	Zasjek Mixed	Zasjek Mixed
Nasip, usjek, zasjek Fill, cut, mixed							
Visine iskopa ili nasipa desno Cut or fill height right	m			1,8320	1,4360	1,3620	1,2380
Visine iskopa ili nasipa lijevo Cut or fill height left	m			1,0510	0,8090	1,4420	1,2990
Poprečni nagib terena Transverse ground slope	%			42,4063	33,3609	40,0610	36,4181
Horizontalna udaljenost između KKN/KKI lijevo i desno / Horizontal distance between KKN/KKI left and right	m			7,3267	7,0142	7,6359	7,5704
Poprečni nagib kolnika Crossfall slope	%			5,8683	2,5661	5,8350	6,0518
Horizontalna udaljenost između KB lijevo i desno / Horizontal distance between KB left and right	m			3,8171	3,7021	4,3702	3,6353
		Kodna oznaka / Code					
		Z		815,8470	819,0030	822,2820	824,2130
KKN ili KKI desno KKN or KKI right	Prostorne coordinate – Space coordinates	X		5490067,2418	5490050,4270	5490033,3835	5490019,9401
		Y		5490065,43	5490049,5635	5490030,7570	5490018,0756
		Rb. No.		7948	7957	7978	7992
		Kodna oznaka / Code					
		Z		814,015	817,567	820,920	822,975
KB desno KB right	Prostorne coordinate – Space coordinates	X		5490066,2212	5490049,5635	5490032,5469	5490018,0756
		Y		5490066,3214	5490049,5635	5490032,5469	5490018,0756
		Rb. No.		7947	7956	7977	7991
		Kodna oznaka / Code					
		Z		813,791	817,472	820,665	822,755
KB lijevo KB left	Prostorne coordinate – Space coordinates	X		5490063,9098	5490047,5854	5490030,1340	5490015,2674
		Y		5490065,3624	5490047,5854	5490030,1340	5490015,2674
		Rb. No.		7944	7959	7973	7994
		Kodna oznaka / Code					
		Z		812,740	816,663	819,223	821,456
KKN ili KKI lijevo KKN ili KKI left	Prostorne coordinate – Space coordinates	X		5490062,7542	5490046,7489	5490029,5157	5490013,7104
		Y		5490062,7542	5490046,7489	5490029,5157	5490013,7104
		Rb. No.		7945	7960	7972	7995

NPŠO Zalesina – TRFC Zalesina

Gorsko reljefno područje – Mountainous relief area

Naziv šumske ceste: „587 B1 001“ – Forest road „587 B1 001“

Stacionaža (Station): 03+80,00 – 04+00,00 hm


Glavne karakteristike mjerne plohe
Main characteristics of sampling plot

Širina kolnika – Pavement with, m	3,37
Srednja širina bankina Mean width of embankments, m	0,91
Površina planuma – Road formation surface, m ²	104,15
Uzdužni nagib kolnika – Slope of vertical alignment, %	3,75
Poprečni nagib kolnika – Crossfall slope, %	1,81
Poprečni nagib terena – Transverse ground slope, %	4,83
Visina nasipa lijevo – Fill height, left, m	0,82
Visina nasipa desno – Fill height, right, m	0,23
Izgled normalnog poprečnog presjeka Appearance of normal cross section	Nasip Fill
Odvodni jarak lijevo i desno Side ditch, left and right	Nedostaje Missing
Zatvorenost sklopa – Canopy structure	62,79

Oštećenja snimljena na mjernoj plohi
Damages recorded on sampling plot

Erozija – Erosion, m ²	6,44
Klizanje kosine nasipa/iskopa – Landsliding cuts/fills, m ²	0,00
Kolotrazi – Car ruts, m ²	0,00
Nanos materijala – Debris accumulation, m ²	7,89
Oštećenje bankine – Embankment damage, m ²	0,00
Otvorena površina – Pavement damage, m ²	0,18
Vegetacija – Vegetation growing in, m ²	2,66
Valovitost kolničke konstrukcije – Rolling carriageway, m ²	0,00
Udarne rupe – Pot holes, m ²	1,79
Propadanje donjeg ustroja – Lower structure decline, m ²	0,00
Ostala oštećenja – Other damages, m ²	0,00
Oštećenost planuma – Road formation damage, %	18,21

Slika 10. Shematski i fotografski prikaz mjerne plohe 20 šumske ceste „587 B1 001“ s vrstom i intenzitetom snimljenih oštećenja
Figure 10 Scheme and photo of the measuring surface 20 of the forest road „587 B1 001“ with type and intensity of recorded damages

NPŠO Zalesina – TRFC Zalesina
 Gorsko reljefno područje – Mountainous relief area
 Naziv šumske ceste: „587 B2 002” – Forest road „587 B2 002”
 Stacionaža (Station): 01+80,00 – 02+00,00 hm



Glavne karakteristike mjernih plohe
Main characteristics of sampling plot

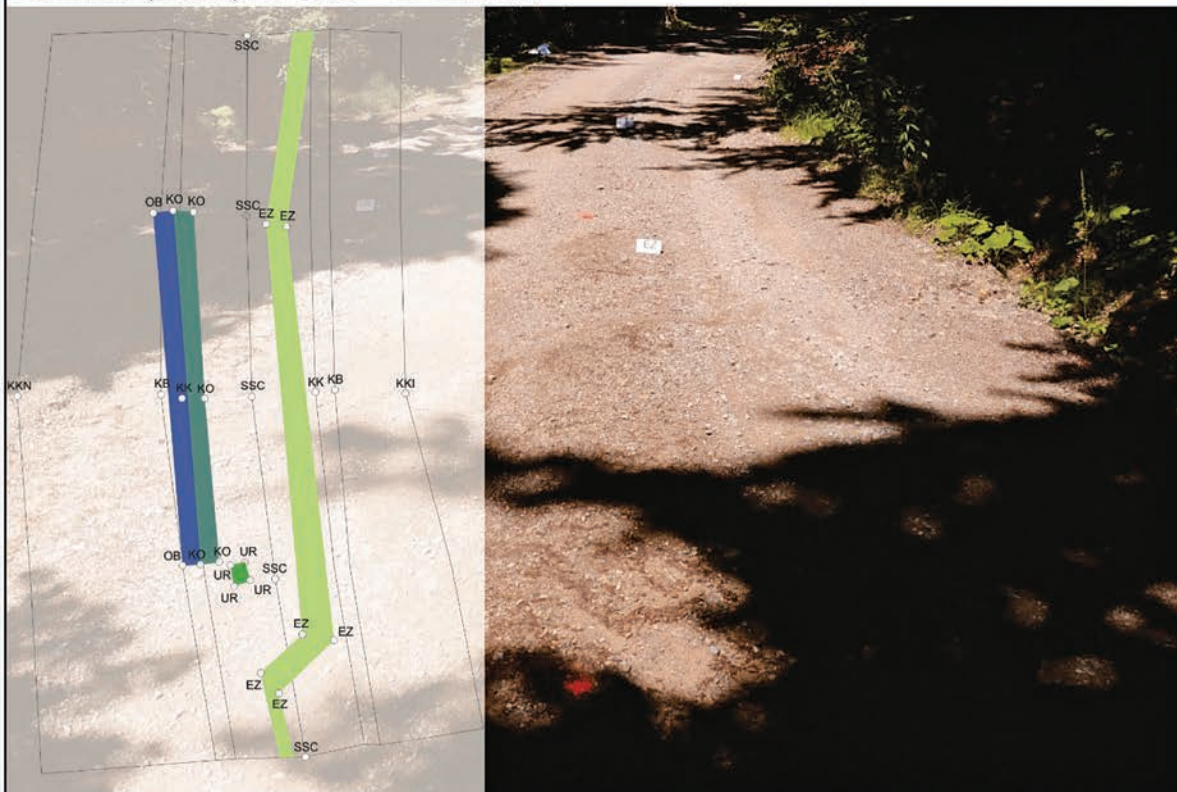
Širina kolnika – Pavement with, m	2,92
Srednja širina bankina Mean width of embankments, m	0,51
Površina planuma – Road formation surface, m ²	79,70
Uzdužni nagib kolnika – Slope of vertical alignment, %	8,04
Poprečni nagib kolnika – Crossfall slope, %	6,26
Poprečni nagib terena – Transverse ground slope, %	13,68
Visina nasipa lijevo – Fill height, left, m	0,16
Visina nasipa desno – Fill height, right, m	0,61
Izgled normalnog poprečnog presjeka Appearance of normal cross section	Zasjek Mixed
Ovodni jarak lijevo Side ditch left	Nedostaje Missing
Zatvorenost sklopa – Canopy structure	50,63

Oštećenja snimljena na mjernoj plohi
Damages recorded on sampling plot

Erozija – Erosion, m ²	0,00
Klizanje kosine nasipa/fiskopa – Landsliding cuts/fills, m ²	0,00
Kolotrazi – Car ruts, m ²	2,69
Nanos materijala – Debris accumulation, m ²	0,00
Oštećenje bankine – Embankment damage, m ²	0,42
Otvorena površina – Pavement damage, m ²	0,00
Vegetacija – Vegetation growing in, m ²	0,00
Valovitost kolničke konstrukcije – Rolling carriageway, m ²	0,00
Udarne rupe – Pot holes, m ²	0,45
Propadanje donjeg ustroja – Lower structure decline, m ²	0,00
Ostala oštećenja – Other damages, m ²	3,35
Oštećenost planuma – Road formation damage, %	18,21

Slika 11. Shematski i fotografski prikaz mjerne plohe 10 šumske ceste „587 B2 002” s vrstom i intenzitetom snimljenih oštećenja
Figure 11 Scheme and photo of the measuring surface 10 of the forest road „587 B2 002” with type and intensity of recorded damages

NPŠO Zalesina – TRFC Zalesina
 Gorsko reljefno područje – Mountainous relief area
 Naziv šumske ceste: „587 B1 004“ – Forest road „587 B1 004“
 Stacionaža (Station): 11+00,00 – 11+20,00 hm

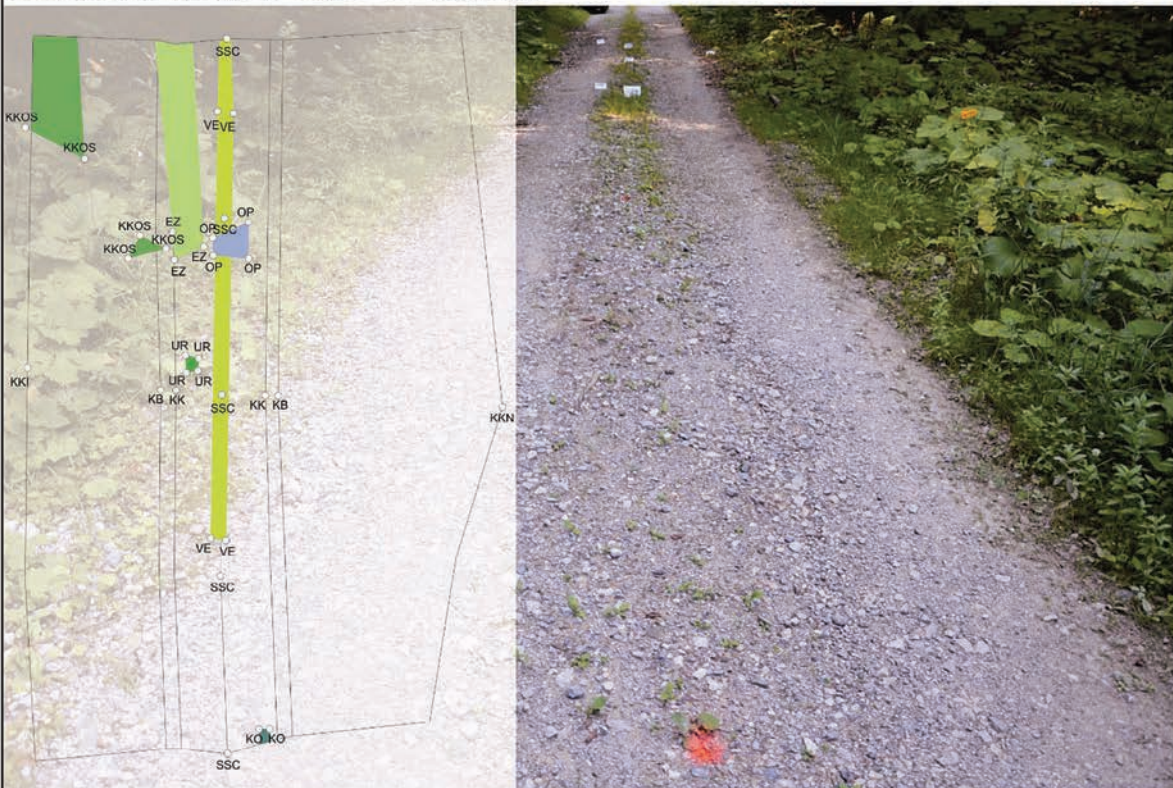


Glavne karakteristike mjerne plohe Main characteristics of sampling plot	
Širina kolnika – Pavement width, m	3,67
Srednja širina bankina Mean width of embankments, m	0,52
Površina planuma – Road formation surface, m ²	95,03
Uzdužni nagib kolnika – Slope of vertical alignment, %	5,93
Poprečni nagib kolnika – Crossfall slope, %	0,55
Poprečni nagib terena – Transverse ground slope, %	11,67
Visina nasipa lijevo – Fill height, left, m	0,89
Visina nasipa desno – Fill height, right, m	0,36
Izgled normalnog poprečnog presjeka Appearance of normal cross section	Zasjek Mixed
Odvodni jarak desno obnaša funkciju Side ditch left exists and it is fully functional	
Zatvorenost sklopa – Canopy structure	72,07

Oštećenja snimljena na mjernoj plohi Damages recorded on sampling plot	
Erozija – Erosion, m ²	13,35
Klizanje kosine nasipa/iskopa – Landsliding cuts/fills, m ²	0,00
Kolotrazi – Car ruts, m ²	5,04
Nanos materijala – Debris accumulation, m ²	0,00
Oštećenje bankine – Embankment damage, m ²	5,22
Otvorena površina – Pavement damage, m ²	0,00
Vegetacija – Vegetation growing in, m ²	0,00
Valovitost kolničke konstrukcije – Rolling carriageway, m ²	0,00
Udarne rupe – Pot holes, m ²	0,25
Propadanje donjeg ustroja – Lower structure decline, m ²	0,00
Ostala oštećenja – Other damages, m ²	0,00
Oštećenost planuma – Road formation damage, %	24,04

Slika 12 Shematski i fotografski prikaz mjerne plohe 56 šumske ceste „587 B1 004“ s vrstom i intenzitetom snimljenih oštećenja
Figure 12 Scheme and photo of the measuring surface 56 of the forest road „587 B1 004“ with type and intensity of recorded damages

NPŠO Zalesina – TRFC Zalesina
 Gorsko reljefno područje – Mountainous relief area
 Naziv šumske ceste: „587 B2 007” – Forest road „587 B2 007”
 Stacionaža (Station): 02+60,00 – 02+80,00 hm



Glavne karakteristike mjerne plohe
Main characteristics of sampling plot

Širina kolnika – Pavement with, m	2,67
Srednja širina bankina Mean width of embankments, m	0,42
Površina planuma – Road formation surface, m ²	70,91
Uzdužni nagib kolnika – Slope of vertical alignment, %	2,43
Poprečni nagib kolnika – Crossfall slope, %	1,60
Poprečni nagib terena – Transverse ground slope, %	11,41
Visina nasipa lijevo – Fill height, left, m	1,21
Visina nasipa desno – Fill height, right, m	0,29
Izgled normalnog poprečnog presjeka Appearance of normal cross section	Zasjek Mixed
Odvodni jarak lijevo Side ditch left	Nedostaje Missing
Zatvorenost sklopa – Canopy structure	69,15

Oštećenja snimljena na mjernoj plohi
Damages recorded on sampling plot

Erozija – Erosion, m ²	5,73
Klizanje kosine nasipa/iskopa – Landsliding cuts/fills, m ²	4,56
Kolotrazi – Car ruts, m ²	0,12
Nanos materijala – Debris accumulation, m ²	0,00
Oštećenje bankine – Embankment damage, m ²	0,00
Otvorena površina – Pavement damage, m ²	0,79
Vegetacija – Vegetation growing in, m ²	5,26
Valovitost kolničke konstrukcije – Rolling carriageway, m ²	0,00
Udarne rupe – Pot holes, m ²	0,15
Propadanje donjeg ustroja – Lower structure decline, m ²	0,00
Ostala oštećenja – Other damages, m ²	0,00
Oštećenost planuma – Road formation damage, %	17,92

Slika 13. Shematski i fotografski prikaz mjerne plohe 14 šumske ceste „587 B2 007” s vrstom i intenzitetom snimljenih oštećenja
Figure 13 Scheme and photo of the measuring surface 14 of the forest road „587 B2 007” with type and intensity of recorded damages

Troškovi održavanja šumskih cesta u državnim šumama kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o. – sadašnje stanje i perspektiva – *Costs of maintenance of forest roads in state forests managed by „Hrvatske šume“ Ltd.. – current situation and prospects*

U Republici Hrvatskoj je 75,09 % šuma državno i njima gospodari trgovačko društvo „Hrvatske šume“ d.o.o., s 3,27 % državnih šuma gospodare druge institucije, a 21,64 % šuma se nalazi u privatnome vlasništvu. „Hrvatske šume“ d.o.o., putem svojih 16 Uprava šuma Podružnica, gospodare s ukupno 2.018.987 ha državnih šuma od čega je 91,07 % gospodarskih, 7,21 % zaštitnih i 1,72 % šuma posebne namjene. Ukupna drvena zaliha ovih državnih šuma iznosi oko 302.000.000 m³ (150 m³/ha), godišnji prirast oko 8.000.000 m³ (3,96 m³/ha), a godišnji brutto etat oko 5.800.000 m³ (2,87 m³/ha).

Šume se, s obzirom na reljefno područje u kojemu pridolaze, mogu razdijeliti na šume nizinskog područja (15,93 %), šume prigrorsko-brdskog područja (14,02 %), šume gorsko-planinskog područja (24,66 %) i šume krškoga područja (45,38 %) (Pentek i dr. 2014). Postojeća/planirana 2030. godine (Pentek i dr. 2012) gustoća primarne šumske prometne infrastrukture (svih šumskih te onih javnih i nerazvrstanih cesta koje se koriste za radove u šumarstvu), definirana na strategijskoj razini planiranja, za šume nizinskog područja iznosi 9,05/15 m/ha, za šume prigrorsko-brdskog područja 11,26/25 m/ha, za šume gorsko-planinskog područja 15,43/30 m/ha te za šume krškoga područja 4,81/15 m/ha.

U Hrvatskoj je prema Penteku i dr. (2012) u državnim šumama kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o. izgrađeno 18.174 km šumskih cesta i to: 2.911 km šumskih cesta u nizinskom, 3.186 km u prigrorsko-brdskom, 7.677 km u gorsko-planinskom te 4.400 km u krškom području. Kada bi se u šumama svih reljefnih područja dostigla planirana gustoća 2030. godine imali bi dodatnih 22.383 km šumskih cesta (Pentek i dr. 2014), od čega 1.911 km šumskih cesta u nizinskom, 3.888 km u prigrorsko-brdskom, 7.249 km u gorsko-planinskom te 9.335 km u krškom području, što sveukupno iznosi 40.557 km šumskih cesta.

Sukladno podacima 2004–2014 (Potočnik 2015) struktura ukupnih prosječnih troškova povezanih sa šumskom prometnom infrastrukturom na godišnjoj razini (oko 17.775.000 EUR/god.) je sljedeća: za izgradnju donjeg ustroja šumskih cesta utroši se 3.541.000 EUR/god. (22,28 %), za izgradnju gornjeg ustroja šumskih cesta 4.177.000 EUR/god. (26,29 %), za održavanje šumskih cesta 5.455.000 EUR/god. (34,33 %) i za izgradnju traktorskih putova 2.718.000 EUR/god. (17,10 %).

Šumske se ceste, u većini europskih zemalja, tako i u Republici Hrvatskoj, najčešće izvode s kamenom kolničkom kon-

strukcijom u dva sloja tipa Mac Adam (makadam). Troškovi redovitog održavanja takvih šumskih cesta (tijekom razdoblja amortizacije od 23 do 30 godina), iznose 2–4 % godišnje u odnosu na ukupne troškove izgradnje (Potočnik 2007).

Uvažavajući planske troškove izgradnje šumskih cesta po reljefnim područjima (nizinsko – 64.935 EUR/km (500.000,00 kn/km), prigrorsko-brdsko – 45.455 EUR/km (350.000,00 kn/km), gorsko-planinsko – 32.470 EUR/km (250.000,00 kn/km) i krško – 29.220 EUR/km (225.000,00 kn/km); srednji tečaj HNB-a na dan 08. 07. 2015. iznosi za 1 eur = 7,58 kn), period amortizacije od 30 godina, izdvajanje za održavanje šumskih cesta u visini 2 % godišnje od ukupnih troškova izgradnje, jednaki standard održavanja svih šumskih cesta istog reljefnog područja, za postojeću bi mrežu šumskih cesta u državnim šumama Republike Hrvatske kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o. trebalo izdvojiti 14.233.385 EUR/god. (3.780.520 EUR/god. u nizinskom, 2.896.370 EUR/god. u prigrorsko-brdskom, 4.985.065 EUR/god. u gorsko-planinskom te 2.571.430 EUR/god. u krškom području).

Približavanjem planiranoj (optimalnoj) gustoći šumskih cesta za odabrane sustave pridobivanja drva u određenom reljefnom području, učešće troškova održavanja šumskih cesta, u ukupnoj sumi troškova povezanih sa šumskom prometnom infrastrukturom, raste. Troškovi održavanja planirane (optimizirane) mreže šumskih cesta (planirano 2030. godine) iznosili bi 30.412.410 EUR/god. (6.262.340 EUR/god. u nizinskom, 6.430.910 EUR/god. u prigrorsko-brdskom, 9.692.210 EUR/god. u gorsko-planinskom te 8.026.950 EUR/god. u krškom području). Dodatno, zbog porasta „nešumskih“ uloga šumskih cesta (lovna privreda, turizam, sport i rekreacija i dr.), u porastu je i standard njihova održavanja (Hribernik 2004).

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA CONCLUSIVE CONSIDERATIONS

Postojeći je registar primarne šumske prometne infrastrukture, uz manje dorade i svakako dopunjen registrom sekundarne šumske prometne infrastrukture, dobro polazište, uz GIS područja zahvata otvaranja šuma, pri suvremenom sveobuhvatnom (primarnom i sekundarnom) otvaranju šuma u cilju optimizacije šumskog transportnog sustava s obzirom na različite kriterije optimizacije.

Iz rezultata istraživanja je razvidna potreba dopune postojećeg, ili još bolje, izrada novog detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture. Predložena metodologija prikupljanja, obrade i interpretacije podataka je, na studiji slučaja koja je izrađena za g.j. „Belevine“ NPŠO Zalesina, pokazala, u izvornom ili malo modificiranom obliku, primjenjivost u operativnom šumarstvu. Postojeći registar pri-

marne šumske prometne infrastrukture, u svom sadašnjem obliku, ne može zadovoljiti visoke zahtjeve koji moraju biti ispunjeni želi li se optimizirati cjelokupan postupak održavanja šumskih cesta.

S obzirom na godišnji iznos financijskih sredstava koje bi, ukoliko se želi osigurati visoki standard provoznosti svih kategorija šumskih cesta, trebalo utrošiti za radove redovitog održavanja postojeće primarne šumske prometne infrastrukture u državnim šumama kojima gospodari poduzeće „Hrvatske šume“ d.o.o., neupitna je potreba žurne izrade zakonskih akata, podataka i pravilnika kojima će se stvoriti zakonski okvir unutar kojega će se propisati izrada elaborata održavanja šumskih cesta te definirati njegove osnovne sastavnice. S ciljem ujednačavanja sadržaja, kvalitete i metodologije izradbe elaborata održavanja šumskih cesta bilo bi dobro pripremiti obvezujuće upute i smjernice kako predmetne elaborate izrađivati.

Primjena novopredložene metodologije izrade detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture je, uz zakonski podupirući okvir, prvi korak ka uvođenju elaborata održavanja šumskih cesta u operativno šumarstvo. Usporedbe radi, kako je nemoguće, na taktičkoj razini planiranja, planirati optimalno otvaranje određene gospodarske jedinice primarnom šumskom prometnom infrastrukturom bez uvida u postojeće primarne šumske prometne resurse (postojeći registar primarne šumske prometne infrastrukture s osnovnim podacima) tako se održavanje primarne šumske prometne infrastrukture ne može planirati bez detaljnog uvida u stanje svih elemenata šumske ceste, uključivo cestovnih objekata sa pripadajućim vrstama i intenzitetom oštećenja.

Uz detaljan registar primarne šumske prometne infrastrukture treba razviti metodologiju kontinuiranog praćenja stanja šumskih cesta i cestovnih objekata. Na temelju uzorka određene vrste i intenziteta mora se moći procijeniti postojeće stanje šumskih cesta, donijeti odgovarajući zaključci te planirati održavanje šumskih cesta na razini gospodarske jedinice.

Jednu od mogućnosti smanjenja troškova održavanja primarne šumske prometne infrastrukture pronalazimo u novoj kategorizaciji šumskih cesta koju treba izraditi. Naime, postojeća kategorizacija šumskih cesta (Šikić i dr. 1989) je sa stajališta učinkovitog i racionalnog održavanja šumskih cesta neodgovarajuća. Kriteriji kategorizacije bi svakako trebali biti: prometno opterećenje, intenzitet i struktura prometa, višestruke funkcije koje šumska cesta obnaša i dr.

Nastavno bi za svaku kategoriju šumske ceste trebalo definirati i standard njene provoznosti. Iz kategorije šumske ceste i standarda provoznosti proizlazi i standard održavanja, odnosno normativi materijala, ručnoga i strojnoga rada te u konačnici trošak održavanja.

Visoki iznos financijskih sredstava koji je potreban za kvalitetno redovito održavanje šumskih cesta treba, uz već uobičajene izvore financiranja u okvirima šumarstva, potražiti u novim izvorima financiranja u domaćem i u međunarodnom okruženju u i izvan šumarstva. Posebno bi u šumama naglašenih općekorisnih funkcija, odnosno tamo gdje je javna uporaba šumskih cesta značajna, a time i standard održavanja šumskih cesta viši, a održavanje skuplje, teret održavanja trebao biti podijeljen između šumarstva i ostalih zainteresiranih korisnika šume/šumskih cesta.

LITERATURA REFERENCES

- Anon., 2000: Forest roads manual. Oregon department of forestry, State forest program, 207 str.
- Anon., 2001: Metodologija izrade i provedbe katastra šumskih i protupožarnih prometnica na području „Hrvatskih šuma“, p.o. Zagreb (DIR-01/2001-1762), 8 str.
- Anon., 2008: Izmijenjena i dopunjena metodologija izrade Registra šumskih cesta (DIR-01-2008-1705/01), 7 str.
- Anon., 2009: Program gospodarenja šumama s posebnom namjenom, Nastavno pokusni šumski objekt Zalesina, Gospodarska jedinica „Belevine“ 2010–2019. Šumarski fakultet, Zagreb, 72 str.
- Anon., 2015: Zakon o cestama (»Narodne novine«, br. 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14 i 56/15)
- Hribernik, B., 2004: Model optimiranja vzdrževanja gozdnih cest za zagotavljanje njihove mnogonamenske rabe. Magistarski rad, Ljubljana, 112 str.
- Logan, R., 2002: Oregon's forest protection laws: an illustrated manual. Oregon Forest Resources Institute, Portland, 160 str.
- Naghdi, R., Solgi, A., 2014: Effects of Skidder Passes and Slope on Soil Disturbance in Two Soil Water Contents. Croatian journal of forest engineering. 35 (1): 73–80.
- Papa, I., 2014: Modeli održavanja šumskih cesta na različitim reljefnim područjima. Doktorska disertacija, Zagreb, 284 str.
- Pentek, T., Pičman, D., Nevečerel, H., 2006: Uspostava optimalne mreže šumskih cesta na terenu – smjernice unapređenja pojedine faze rada. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 5: 647–663 str.
- Pentek, T., Pičman, D., Nevečerel, H., Lepoglavec, K., Papa, I., Potočnik, I., 2011: Primarno otvaranje šuma različitih reljefnih područja Republike Hrvatske. Croatian journal of forest engineering. 32 (1): 401–416.
- Pentek, T., 2012: Skripta iz kolegija Šumske prometnice. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 373 str.
- 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: 433–464 str.
- Pentek, T., Potočnik, I., Jurušić, Z., Lepoglavec, K., 2012: Strategic planning of forest road network in Croatia – analysis of present situation as basis for future activities. Symposium on Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment, Šumarski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu, CD-ROM.

- Pentek, T., Nevečerel, H., Ecimović, T., Lepoglavec, K., Papa, I., Tomašić, Ž., 2014: Strategijsko planiranje šumskih prometnica u Republici Hrvatskoj – raščlamba postojećega stanja kao podloga za buduće aktivnosti. *Nova mehanizacija šumarstva*, 35 (1): 63–78.
- Pičman, D., 2007: Šumske prometnice. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 460 str.
- Potočnik, I., 1992: Ekonomski in tehnički vidiki vzdrževanja gozdnih cest. Magistarski rad, Ljubljana, 129 str.
- Potočnik, I., 1996: Mnogonamenska raba gozdnih cest kot kriterij za njihovo kategorizacijo. Disertacija, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, 241 str.
- Potočnik, I., Yoshioka, T., Miyamoto, Y., Igarashi, H., Sakai, H., 2005: Maintenance of forest road network by natural forest management in Tokyo University Forest in Hokkaido, *Croatian Journal of Forest Engineering* 26(2): 71–78.
- Potočnik, I., 2007: Skripta iz predmeta Gozdne prometnice. Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, 221 str.
- Potočnik, I., 2009: Maintenance of forest roads. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty Slovenia. 60 ppt.
- Potočnik, I., Hribernik, B., Nevečerel, H., Pentek, T., 2015: Maintenance of forest roads – the need for sustainable forest management. Conference proceedings „Forest engineering – current situation and future challenges“. Institute of Forest Engineering, Faculty of Forestry University of Zagreb, 1–4.
- Solgi, A., Najafi, A., Sadeghi, S.H., 2014: Effects of traffic frequency and skid trail slope on surface runoff and sediment yield. *International Journal of Forest Engineering* 25(2): 171–178.
- Stampfer, K., 2010: Forest Engineering – Course Script. Institute of Forest Engineering, Department of Forest and Soil Sciences, University of Natural Resources and Life Sciences – BOKU, Vienna, Austria.
- Šikić, D., Babić, B., Topolnik, D., Knežević, I., Božičević, D., Švabe, Ž., Piria, I., Sever, S., 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, 78 str.
- Tehrani, F.B., Majnounian, B., Abdi, E., Amiri, G.Z., 2015: Impacts of Forest Road on Plant Species Diversity in a Hyrcanian Forest, Iran. *Croatian journal of forest engineering*. 36 (1): 63–71.
- Wells, C.H., 2002: Forest harvesting roads: meeting operational, social and environmental needs with efficiency and economy. Proceedings of the International conference on the Applying Reduced Impact Logging to Advance Sustainable Forest Management in Kuching, Malaysia, 70–90 str.

Summary

Forest roads, civil engineering facilities that enable traffic to motor vehicles all year round, should be regularly maintained after construction to be able to meet, during their life cycle, all tasks provided by Forest Management Plans. High quality and timely maintenance prolongs the life of forest roads, reduces the costs of motor vehicles and frequency of their repair, makes forest roads trafficable throughout the year and increases the safety of all traffic participants. It is especially important to know the current state of the primary forest road infrastructure when optimizing the maintenance of forest roads.

The research was carried out on 7.031 km of Mac Adam forest roads in mountainous selective forests in the management unit „Belevine“, of the educational and experimental forest site of the Faculty of Forestry in Zagreb – Zalesina. Analysis was made of the development methodology, prescribed content and possibility of application of the current register of primary forest road infrastructure. The methodology for developing a detailed (complete/new) register of primary forest road infrastructure (gathering, processing and interpretation of data) was prepared. The most frequent types and intensity of damage of forest roads of mountainous relief area were defined. A detailed register of primary forest road infrastructure was established with all road facilities. All damages of forest roads were classified, quantified and photodocumented. The possibility and feasibility of application of a detailed register of primary forest road infrastructure in operational forestry was analyzed.

The results of research can be applied in operational forestry, and considering the current and especially future share of maintenance costs in the total costs associated with forest operations, their use is recommended. By the development of high quality, methodologically uniform studies of maintenance of forest roads, based on the new methodology of development of a detailed register of primary forest road infrastructure, the most suitable technology can be selected and the dynamics of maintenance services can be planned, along with the control and rationalization of the related costs.

KEY WORDS: forest roads, maintenance of forest roads, register of primary forest traffic infrastructure, type of damage, degree of damage, study of forest roads maintenance