

KRITERIJI ODREĐIVANJA GUSTOĆE PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE – PRIMJERI NAJČEŠĆIH SLUČAJEVA

CRITERIA FOR DETERMINING PRIMARY FOREST TRAFFIC INFRASTRUCTURE NETWORK DENSITY – EXAMPLES OF THE MOST COMMON CASES

Tomislav PORŠINSKY, Andreja ĐUKA*, Ivica PAPA, Zoran BUMBER, David JANEŠ, Željko TOMAŠIĆ,
Tibor PENTEK

Sažetak

Pri svakom je planiranju, pa tako i pri planiranju mreže šumskih prometnica, vrlo važno poznavati postojeće stanje, odnosno imati detaljan i točan uvid u postojeću mrežu šumskih prometnica područja zahvata otvaranja šuma, što omogućuje registar šumske prometne infrastrukture. Želi li se valjano procijeniti kvantiteta postojeće šumske prometne infrastrukture (gustoća šumskih prometnica), potrebno je jasno i nedvosmisleno definirati kriterije određivanja gustoće postojeće šumske prometne infrastrukture.

U hrvatskome šumarstvu, trenutno važeće kriterije za određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture definiraju »Tehnički uvjeti za gospodarske ceste« (Šikić i dr. 1989), koji su u sažetom obliku uključeni u Pravilnike o uređivanju šuma (NN 111/06, NN 141/08) te (NN 79/15). Spomenuti su kriteriji nedovoljno precizni i nejasni te šumarskim stručnjacima prepuštaju donošenje niza subjektivnih odluka.

Kako bi se izbjegla/smanjila svaka subjektivnost, dobili objektivni podaci te omogućila usporedivost izračunate gustoće primarne šumske prometne infrastrukture različitih gospodarskih jedinica, prišlo se izradi potpuno novih kriterija koji će poslužiti za precizno, objektivno i transparentno određivanje gustoće primarne šumske prometne infrastrukture. Kriteriji su razvijeni i detaljno opisani u okviru Obrasca za izradu Elaborata učinkovitosti mreže šumskih prometnica – primarne šumske prometne infrastrukture, koji je sastavni dio Pravilnika o provedbi mjere M04 »Ulaganja u fizičku imovinu«, podmjere 4.3. »Potpora za ulaganja u infrastrukturu vezano uz razvoj, modernizaciju i prilagodbu poljoprivrede i šumarstva«, tipa operacije 4.3.3. »Ulaganje u šumsku infrastrukturu« iz Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020. (NN 106/15, 65/17).

U radu su na ortosnimkama prikazani te združeni sa fotografijom (slikovni dio registra primarne šumske prometne infrastrukture iz studije slučaja) najčešći/karakteristični primjeri primjene kriterija pri određivanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture.

KLJUČNE RIJEČI: gustoća primarne šumske prometne infrastrukture, osnovni/eliminacijski kriteriji, posebni/prostorni kriteriji

Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky, e-pošta: porsinsky@sumfak.hr, Prof. dr. sc. Tibor Pentek, e-pošta: pentek@sumfak.hr, Dr. sc. Andreja Đuka, e-pošta: ađuka@sumfak.hr, Dr. sc. Ivica Papa, e-pošta: ipapa@sumfak.hr, David Janeš, mag. ing. silv., e-pošta: djanes@sumfak.hr, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, HR-10 000 Zagreb

Mr. sc. Zoran Bumber, e-pošta: zoran.bumber@hrsume.hr, Hrvatske šume d.o.o. – UŠP Zagreb, Savska 41/6, HR-10 000 Zagreb

Dr. sc. Željko Tomašić, e-pošta: zeljko.tomasic@hrsume.hr, Hrvatske šume d.o.o. – Direkcija Zagreb, Ulica kneza Branimira 1, HR-10 000 Zagreb

* Corresponding author

1. GUSTOĆA ŠUMSKIH CESTA FOREST ROAD DENSITY

Idejno gustoću šumskih cesta, kao pokazatelj primarne otvorenosti šuma treba vezati uz prvu formulaciju teorijskog okvira koji povezuje geometriju (raspored) mreže šumskih prometnica i njenu funkcionalnu povezanost s udaljenošću privlačenja drva (Matthews 1942), a koja podrazumljeva: 1) dvodimenzijski model (ravan teren), 2) pravocrtno pružanje jednoliko raspoređenih paralelnih šumskih cesta na jednakom međusobnom razmaku, 3) jednolik raspored posječenoga drva u prostoru koje se privlači najkraćim putem na najbližu šumsku cestu, pri čemu je srednja udaljenost privlačenja drva jednaka četvrtini razmaka među cestama (slika 1A). Ispunjenjem pretpostavki teorijskog okvira, primjenjive su sljedeće ovisnosti:

$$g_c = \frac{10000 \cdot L}{e \cdot L} = \frac{10000}{e} \quad (1)$$

$$s_t = \frac{e}{4} = \frac{2500}{g_c} \quad (2)$$

gdje su:

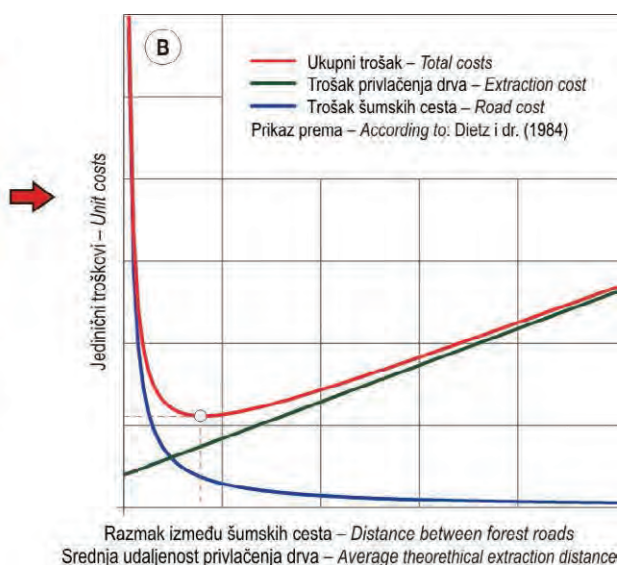
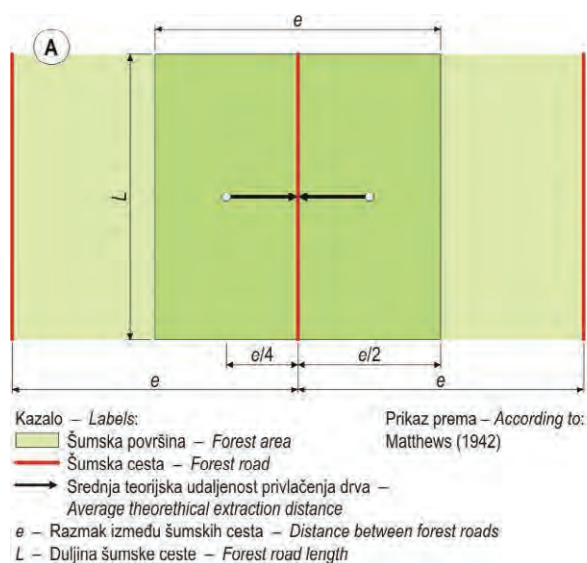
g_c gustoća šumskih cesta, m/ha

s_t teorijska udaljenost privlačenja drva, m

e razmak između šumskih cesta (širina pojasa otvaranja), m

L duljina šumskih cesta (duljina pojasa otvaranja), m

Na Matthews-ovom teorijskom modelu zasniva se i optimalna primarna otvorenost šuma, koja polazi od metode najmanjih zbirnih troškova privlačenja drva te troškova vezanih uz postojanje (građenje i održavanje) šumskih cesta (Dietz i dr. 1984, Heinimann 2017), iz kojega je vidljivo da što je mreža primarnih šumskih prometnica gušća, to su veći troškovi njihove gradnje, a transport drva jeftiniji i obratno (slika 1B).



Slika 1. Teorijski okvir transporta drva

Fig. 1 Theoretical frame of timber transport

Gustoća šumskih cesta je dobro poznat parametar, koji je dugo vremena u šumarskim krugovima predstavljao osnovnu veličinu prema kojoj se određivala razina dosegnute postojeće, ali i željene primarne otvorenosti nekog šumskog područja (Pentek i dr. 2011). Kao pokazatelj primarne otvorenosti šuma, gustoća šumskih cesta je brojčani podatak koji ne govori puno o kvaliteti prostornoga rasporeda primarnih prometnica određenog šumskog područja, već samo o njihovoj kvantiteti, te se stoga samo na osnovi ovog parametra ne može dovoljno pouzdano opisati funkcionalnost te provesti ocjena postojećeg, kao i procjena unprijednog (poboljšanog, razvijenog) primarnog šumskog transportnog sustava (Pentek i dr. 2016). Razvojem GIS-a i uspostavom digitalnog registra primarne šumske prometne infrastrukture, ovaj je osnovni nedostatak otklonjen (Laschi i dr. 2016, Papa i dr. 2015, Pentek i dr. 2008).

Knebl (1960) navodi da je otvorenost šuma u Republici Hrvatskoj, 1945. godine iznosila 3 m/ha. Nažalost, autor nije iznio podatak na koju se površinu i kategoriju šumske prometnice ovaj podatak odnosi. Prvi suvisli podatak o otvorenosti šuma Republike Hrvatske vezan je za 1955. godinu (Peternel 1955), gdje autor navodi da od ukupno 5427 km postojećih šumskih komunikacija, na šumske ceste i putove otpada 3560 km te na šumske željeznice i koturače 1867 km, što daje otvorenost od 3,9 m/ha otvorene šumske površine, 2,9 m/ha obrasle šumske površine, odnosno 2,1 km/ha ukupne šumske površine. Potočić (1983) navodi da je 1953. otvorenost gospodarskih šuma (bez krša) šumskim cestama iznosila 3,9 m/ha, a 1977. godine 6,4 m/ha uz 6860 km šumskih cesta. Šunjić (2005) prikazuje podatke o ukupnoj duljini šumskih cesta te izražava otvorenost šuma u odnosu na površinu kojom gospodari poduzeće »Hrvatske šume«, za razdoblje od 1991. (12753,7 km; 6,45 m/ha) do 1998. godine

(14476,7 km; 7,27 m/ha). Pentek i dr. (2007) iskazuju stanje primarne otvorenosti šuma kojima gospodari poduzeće »Hrvatske šume« za 2006. godinu po upravama šuma, odnosno prosječnu vrijednost od 11,82 m/ha (bez UŠP Split). Pentek i dr. (2011) prikazuju stanje primarne otvorenosti šuma kojima gospodari poduzeće »Hrvatske šume« za 2009. godinu po Upravama šuma, odnosno prosječne vrijednosti po reljefnim područjima: nizinsko (8,85 m/ha), prigorsko-brdsko (11,26 m/ha), planinsko (15,64 m/ha) te krško (7,63 m/ha). Hodić i Jurušić (2011) iskazuju stanje primarne otvorenosti šuma kojima gospodari poduzeće »Hrvatske šume« d.o.o. za 2009. godinu po Upravama šuma, odnosno prosječnu vrijednost za gospodarske šume od 12,54 m/ha, te prosječnu vrijednost za krške šume od 5,05 m/ha.

Smjernice za otvaranje šuma na strateškoj razini u hrvatskome šumarstvu određene su Šumskogospodarskom osnovom područja Republike Hrvatske 2006. – 2015. (Anon. 2006), koja propisuje doseganje ciljane primarne otvorenosti pojedinih gospodarskih jedinica u idućih 20 godina od 15 m/ha za nizinsko područje, te 20 m/ha u brdskim i planinskim područjima. Za navedene ciljane otvorenosti, Sever i Šunjić (1996) navode da odgovaraju udaljenostima privlačenja od 300 m u brdsko-planinskom području, odnosno 267 m u nizinskome području.

Posebno valja istaknuti da gustoća šumskih cesta dobiva na značenju u kontekstu operacije 4.3.3. »Ulaganja u šumsku infrastrukturu« Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020., gdje su propisane (NN 106/15, 65/17) ciljane gustoće primarne šumske prometne infrastrukture za pripadajuće kategorije reljefnih područja

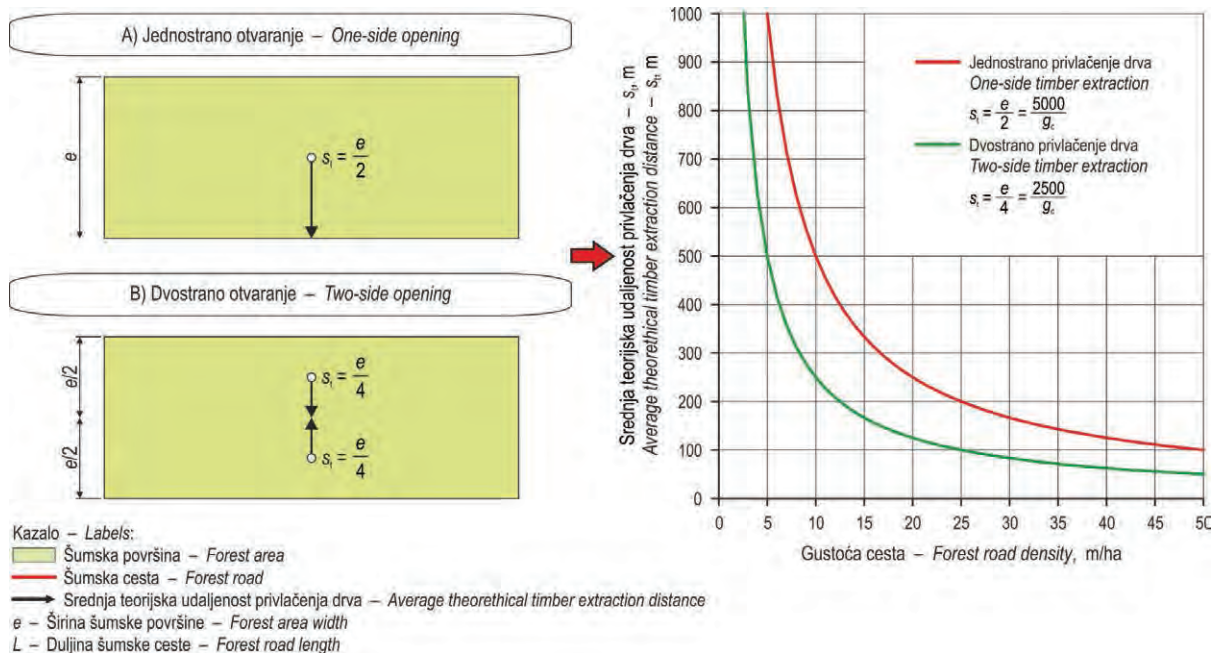
šuma (nizinsko – 15 km/1000 ha, brdsko (prigorsko) – 20 km/1000 ha, planinsko (gorsko) – 25 km/1000 ha te krško – 15 km/1000 ha). Međutim, želi se valjano procijeniti kvantiteta postojeće šumske prometne infrastrukture, potrebno je jasno i nedvosmisleno definirati kriterije određivanja gustoće postojeće šumske prometne infrastrukture.

Ovaj se rad bavi kriterijima određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture.

2. KRITERIJI ODREĐIVANJA GUSTOĆE PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE PREMA »TEHNIČKIM UVJETIMA ZA GOSPODARSKE CESTE« (ŠIKIĆ I DR. 1989)

CRITERIA FOR DETERMINING PRIMARY FOREST TRAFFIC INFRASTRUCTURE DENSITY ACCORDING TO THE »TECHNICAL REQUIREMENTS FOR ECONOMIC ROADS« (ŠIKIĆ ET AL. 1989)

U hrvatskome šumarstvu, trenutno važeće kriterije za određivanje gustoće primarne šumske prometne infrastrukture definiraju »Tehnički uvjeti za gospodarske ceste« (Šikić i dr. 1989), koji navode da za ocjenu gustoće šumskih cesta tj. otvorenosti šumskoga područja ne postoje jedinstvena mjericila. Isti autori, gustoću šumskih cesta iskazuju u km/1000 ha obrasle šumske površine. Smatraju da prometnica (ili njeni dijelovi) otvara šumu samo ako ima utjecaja na udaljenost privlačenja drva, te da je s nje moguć utovar drva.



Slika 2. Jednostrano i dvostrano otvaranje šuma/privlačenje drva
 Fig. 2 One-side and two-side forest opening/timber extraction

Zbog jedinstvenosti načina utvrđivanja ovog parametra, pojednostavljenja izračuna, kao i mogućnosti usporedbe i praćenja, koriste sljedeće kriterije:

1. cesta (ili njen dio) koja prolazi kroz šumu obračunavat će se s ukupnom duljinom (100 %),
2. cesta koja prolazi rubom šume ili na udaljenosti od ruba šuma <300 m, a na njoj je moguć utovar drva, obračunavat će se s 50 % duljine,
3. cesta koja dolazi okomito na do ruba šume i tu završava uzimati će se u obračun s duljinom od 500 m,
4. plovni vodotok koji teče rubom šume, a njegova obala se koristi za utovar drva, obračunat će se s 50 % duljine,
5. meki (zemljani) putevi koji su povremeno (tijekom sušnog razdoblja) prohodni za prijevoz drva kamionima ne uzimaju se u obračun otvorenosti.

Navedeni su kriteriji u sažetom obliku uključeni u Pravilnike o uređivanju šuma (NN 111/06, NN 141/08) te (NN 79/15). Zadnji Pravilnik o uređivanju šuma (NN 79/15) u četiri stavka članka 40., obrađuje gustoću cesta i način njezina obračuna:

Otvorenost gospodarske jedinice prikazuje se u kilometrima na 1.000 hektara, a u obračun se uzima ukupna površina gospodarske jedinice.

Otvorenost gospodarske jedinice određuje se na temelju dužine šumskih i javnih prometnica koje se mogu koristiti cijelu godinu.

Prometnica koja prolazi kroz šumu uzima se u račun cijelom dužinom, osim kad: 1) prolazi granicom dviju gospodarskih jedinica, odjela odnosno odsjeka, dužina se dijeli proporcionalno dužini tih granica; 2) prolazi rubom šume obračunavat će se sa 50 % svoje dužine.

Javne prometnice uzimaju se u račun otvorenosti, ako mogu služiti za utovar i prijevoz drvnog materijala cijele godine.

Dajući osvrt na prostorne kriterije obračuna gustoće šumske prometne infrastrukture, Bumber (2011) i Đuka (2014) navode da je redukcijom duljine rubnih cesta za 50 % u obračunu primarne otvorenosti šuma (gustoće šumskih cesta), otklonjena potreba za diferenciranjem pojedinih sastavnica primarne šumske prometne infrastrukture s obzirom na jednostrano (slika 2A), odnosno dvostrano privlačenje drva (slika 2B).

Prethodno navedeni kriteriji su nedovoljno precizni i jasni, te ostavljaju otvorenima mnoga pitanja, odnosno šumarskim je stručnjacima prepušteno donošenje niza subjektivnih odluka pri izračunavanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture. Više se autora (Bumber 2011, Đuka 2014, Lepoglavec 2014, Pentek i dr. 2011) u svojim objavama kritički osvrće na neke nejasnosti/nedorečenosti te daju prijedloge za njihovo unaprijeđenje. Dodatno, u proteklih više od 25 godina, koliko je proteklo od pisanja spomenutih kriterija, u području radova otvaranja šuma (Enache i dr. 2015, Grigolato i dr. 2017, Hribernik i Potočnik

2013, Krč i Beguš 2013, Laschi i dr. 2016, Pentek 2002, Pentek i dr. 2005, Pentek i dr. 2016, Sokolović i Bajrić 2013) i pridobivanja drva, došlo je do vrlo intenzivnog i obuhvatnog uvođenja novih tehnologija (Bergström i dr. 2016, Mederski i dr. 2016, Sánchez-García i dr. 2016, Visser i Stampfer 2015), metoda i postupaka (Ackerman 2016, Đuka i dr. 2016, Huber i Stampfer 2015), uz rast želje za izvođenjem radova na okolišno prihvatljiv način (Allman i dr. 2015, Poršinsky i dr. 2011, Sirén i dr. 2015). Zakonski okviri su u više od četvrt stoljeća, kao i integrirano gospodarenje šumama u cjelini (Pentek i Poršinsky 2012, Potočnik i dr. 2005) također doživjeli značajne promjene.

Sve navedeno navodi nas na zaključak da su promjene trebale zahvatiti i kriterije određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture. Nužan intenzitet promjena kriterija je bio takav, da postojeće kriterije određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture nije bilo moguće poboljšati (unaprijediti, prilagoditi), već je trebalo osmisliti potpuno nove kriterije. Nažalost, to nije potaknuto inicijativom unutar Republike Hrvatske, već zahtjevom EU tijekom izrade Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020. i u okviru njega pripadajućega Pravilnika, koja je prepoznala manjkavosti i nedostatke prisutne u fazi planiranja šumskih prometnica u hrvatskom operativnom šumarstvu.

3. NOVODEFINIRANI KRITERIJI ODREĐIVANJA GUSTOĆE PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE (NN 106/15, 65/17)

NEW CRITERIA FOR DETERMINING PRIMARY FOREST TRAFFIC INFRASTRUCTURE DENSITY (NN 106/15, 65/17)

Kako bi se izbjegla/smanjila svaka subjektivnost, dobili objektivni podaci te omogućila usporedivost izračunate gustoće primarne šumske prometne infrastrukture različitih gospodarskih jedinica, prišlo se izradi potpuno novih kriterija koji će poslužiti za precizno, objektivno i transparentno određivanje gustoće primarne šumske prometne infrastrukture. Kriteriji su razvijeni i detaljno opisani u okviru Obrasca za izradu Elaborata učinkovitosti mreže šumskih prometnica – primarne šumske prometne infrastrukture, koji je sastavni dio Pravilnika o provedbi mjere M04 »Ulaganja u fizičku imovinu«, podmjere 4.3. »Potpora za ulaganja u infrastrukturu vezano uz razvoj, modernizaciju i prilagodbu poljoprivrede i šumarstva«, tipa operacije 4.3.3. »Ulaganje u šumsku infrastrukturu« iz Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020. (NN 106/15, 65/17).

Navedeni Pravilnik gustoću primarne šumske prometne infrastrukture (šumske, javne i nerazvrstane ceste) iskazuje u km/1000 ha, a određuje na temelju uspostavljenog registra i uz primjenu kriterija za područje određene gospodarske jedinice. Pri izračunu gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, uslijed održivoga gospodarenja šumom na

površini čitave gospodarske jedinice, u obzir se uzima ukupna površina šume i šumskog zemljišta. Osim navedenoga, duljinu pojedine sastavnice primarne šumske prometne infrastrukture koja se uzima u obzir pri obračunu gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, određuje na temelju osnovnog/eliminacijskog i posebnih/prostornih kriterija.

Osnovni/eliminacijski kriterij

Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica, koja se uzima u obzir pri obračunu gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, **mora** zadovoljavati ove osnovne/eliminacijske podkriterije:

- ima izgrađenu kolničku konstrukciju (gornji ustroj),
- u većoj mjeri ispunjava bitne minimalne tehničke značajke nužne za prijevoz drva solo kamionom,
- ne postoji prometnom signalizacijom regulirano ograničenje osovinskog prometnog opterećenja manje od 10 tona i ukupnog prometnog opterećenja manje od 26 tona,
- do ceste se može privlačiti drvo, pri čemu se šumska vozila neće kretati po nešumskom zemljištu (poljoprivredno zemljište, urbanizirano zemljište i sl.).

Posebni/prostorni kriteriji

- Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica, koja se može koristiti pri održivom gospodarenju šumama, a poglavito za utovar šumskih drvnih proizvoda, koja čitavom svojom duljinom prolazi kroz šumu i/ili preko šumskog zemljišta i koja šumu otvara dvostrano, se uzima u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture čitavom svojom duljinom (100 % duljine).
- Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica, koja se može koristiti pri održivom gospodarenju šumama, a poglavito za utovar šumskih drvnih proizvoda, koja čitavom svojom duljinom prolazi kroz šumu i/ili preko šumskog zemljišta i koja šumu, zbog različitih ograničenja, otvara jednostrano, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s polovicom svoje duljine (50 % duljine).
- Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica, koja se može koristiti pri održivom gospodarenju šumama, a poglavito za utovar šumskih drvnih proizvoda, koja prolazi granicom gospodarske jedinice (dalje: granica), ili najviše do 250 m udaljenosti od granice s njene vanjske ili najviše do 125 m udaljenosti od granice s njene unutarnje strane, a čija trasa generalno prati smjer pružanja granice, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s polovicom svoje duljine (50 % duljine).
- Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica (minimalne duljine 500 m), koja se može koristiti pri održivom gospodarenju šumama, a poglavito za utovar šumskih drvnih proizvoda, koja dolazi do granice gospodarske jedinice (dalje: granica) pod približno

pravim kutom ($90^\circ \pm 20^\circ$) i na granici završava, se uzima u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s duljinom od 250 m. Ukoliko je duljina spomenute sastavnice primarne šumske prometne infrastrukture manja od 500 m, ista se uzima u obračun otvorenosti s polovicom svoje duljine (50 % duljine). Ukoliko predmetna sastavnica primarne šumske prometne infrastrukture ne završava na granici već ulazi u područje zahvata primarnog otvaranja šuma, na nju se, unutar spomenute granice, primjenjuju ostali opći i posebni kriteriji određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture.

- Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica, koja se može koristiti pri održivom gospodarenju šumama, a poglavito za utovar šumskih drvnih proizvoda, koja dolazi blizu granice gospodarske jedinice (dalje: granica) koja je predmet zahvata primarnog otvaranja šuma pod približno pravim kutom ($90^\circ \pm 20^\circ$), ali završava s vanjske strane granice, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s duljinom od 250 m umanjenom za polovicu udaljenosti njezina završetka od granice.

Nakon definiranja novih kriterija određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, nametnulo se pitanje njihova tumačenja i primjene. Naime, iako su novo-definirani kriteriji jasni, precizni, objektivni i jednoznačni, oni svakako nisu jednostavni i lagani za razumijevanje poglavito kolegama koji se u operativnom šumarstvu ne susreću svakodnevno s problematikom otvaranja šuma, ali je opet u okviru svojega posla moraju poznavati.

To je dovelo do pisanja ovoga rada, u kojemu su na ortosnimkama prikazani te združeni sa fotografijom (slikovni dio registra primarne šumske prometne infrastrukture iz studije slučaja) najčešći slučajevi primjene osnovnog/eliminacijskog i posebnih/prostornih kriterija pri određivanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture. Treba napomenuti da autori nisu imali ambiciju prikazati sve moguće slučajeve koji se pri određivanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, u stvarnim, konkretnim slučajevima, mogu pojaviti. Bilo bi to i suviše ambiciozno te gotovo nemoguće/neizvedivo.

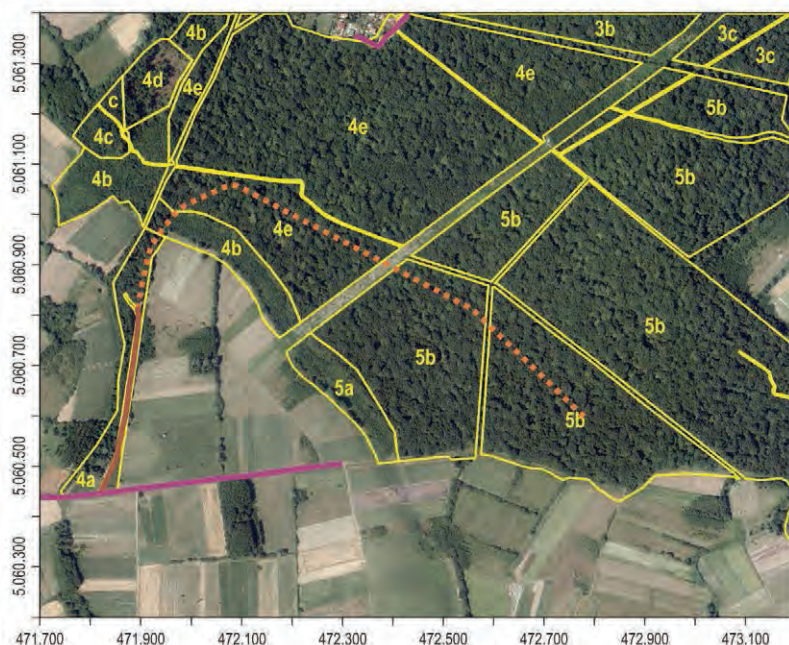
4. NAJČEŠĆI SLUČAJEVI PRIMJENE KRITERIJA ODREĐIVANJA GUSTOĆE PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE (NN 106/15, 65/17)

THE MOST COMMON CASES OF CRITERIA APPLICATION FOR PRIMARY FOREST ROAD DENSITY CALCULATION (NN 106/15, 65/17)

4.1 Osnovni/eliminacijski kriteriji – *Basic/eliminary criteria*

Sagledavši osnovne/eliminacijske kriterije određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture posve je

A) Primjer gospodarska jedinica »Turopoljski lug« – Example Management Unit »Turopoljski lug«



Prometna infrastruktura – Traffic infrastructure:

— Nerazvrstana cesta – Unclassified road

— Šumska cesta – Forest road

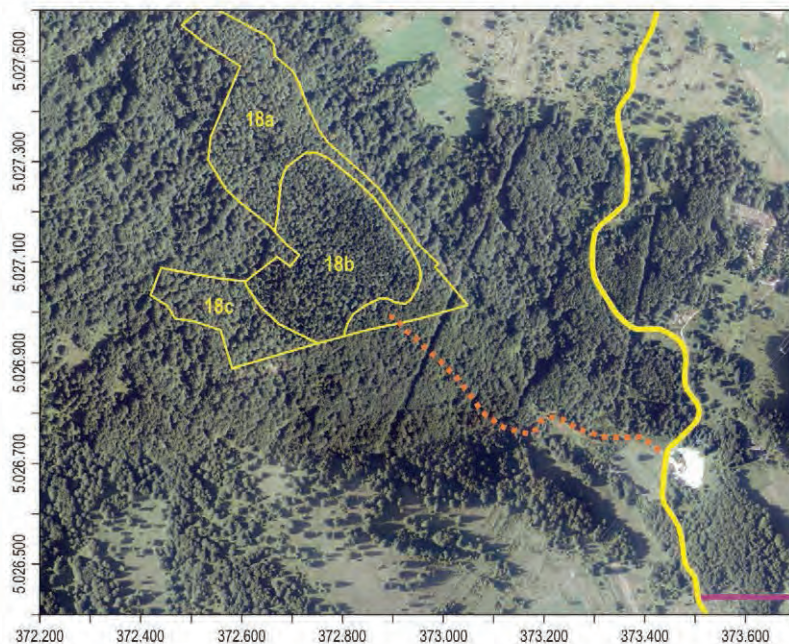
— Šumska cesta bez kolničke konstrukcije – Forest road without pavement

1 : 15.000

Gospodarska jedinica – Management unit:

— Turopoljski lug (319)

B) Primjer gospodarska jedinica »Belevine« – Example Management Unit »Belevine«



Prometna infrastruktura – Traffic infrastructure:

— Lokalna cesta LC 58031 – Local road 58031

— Nerazvrstana cesta – Unclassified road

— Traktorski put ili šumska cesta? – Skid or forest road?

1 : 15.000

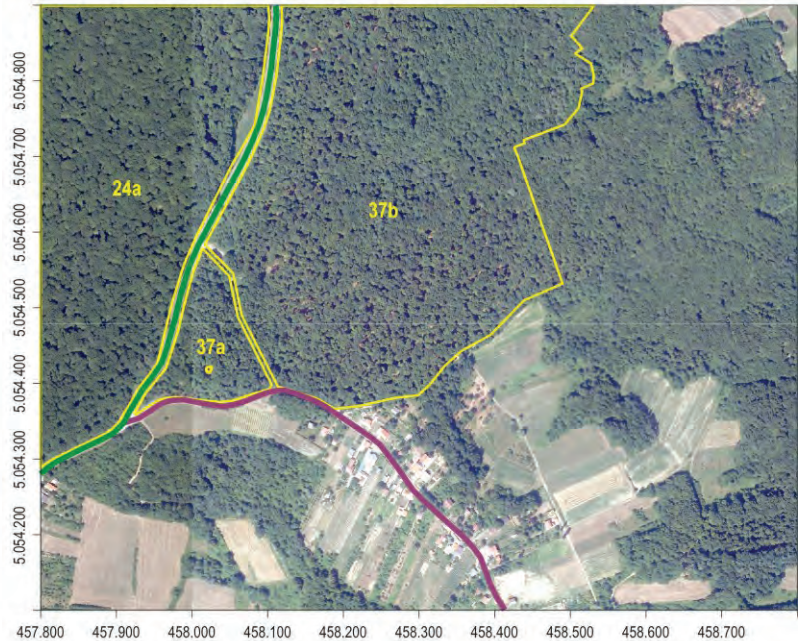
Gospodarska jedinica – Management unit:

— Belevine (587)

Slika 3. Primjeri osnovnih/eliminacijskih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Prvi dio

Fig. 3 Examples of basic/eliminatory criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part one

A) Primjer gospodarska jedinica »Vukomeričke gorice« – Example Management Unit »Vukomeričke gorice«

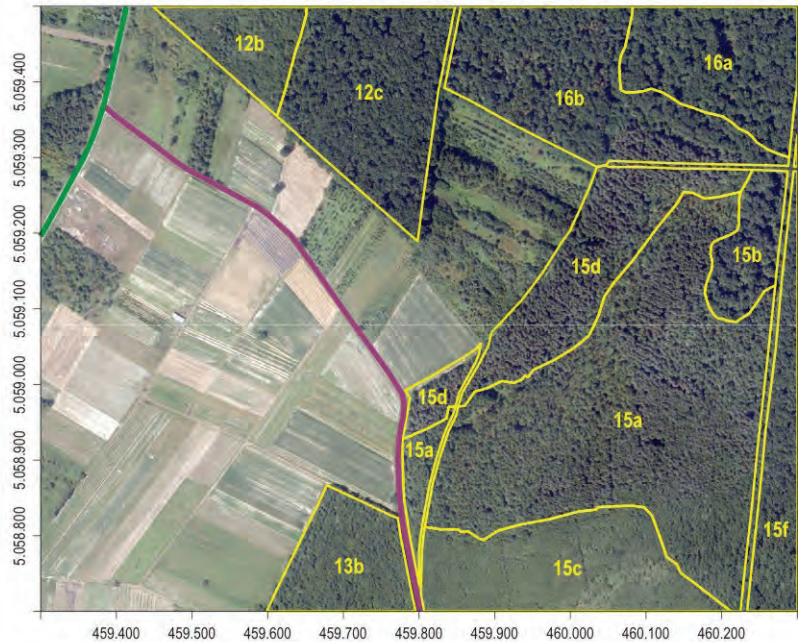


Prometna infrastruktura – Traffic infrastructure:
 — Županijska cesta ŽC 1046 – County road ŽC 1046
 — Nerazvrstana cesta – Unclassified road

Gospodarska jedinica – Management unit:
 □ Vukomeričke gorice (320)

1 : 10.000

B) Primjer gospodarska jedinica »Šiljakovačka dubrava« – Example Management Unit »Šiljakovačka dubrava«



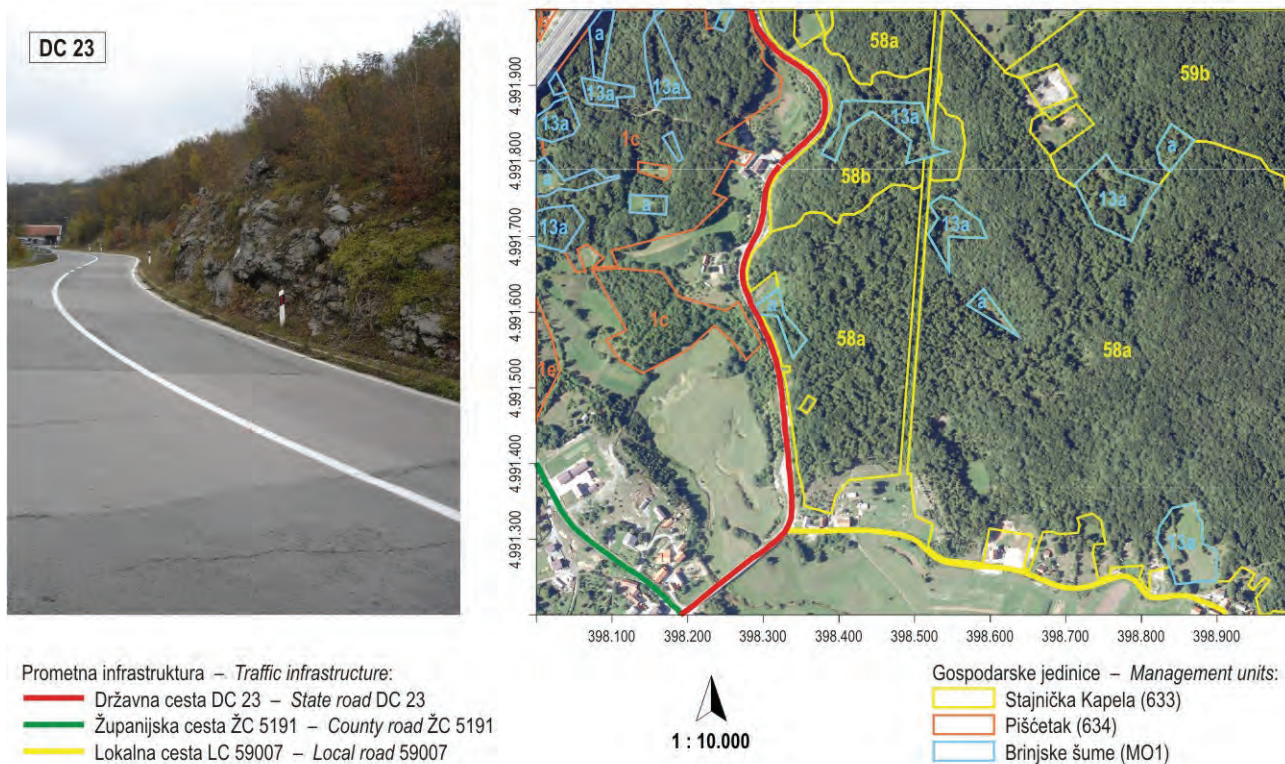
Prometna infrastruktura – Traffic infrastructure:
 — Županijska cesta ŽC 1046 – County road ŽC 1046
 — Nerazvrstana cesta – Unclassified road

Gospodarska jedinica – Management unit:
 □ Šiljakovačka dubrava (315)

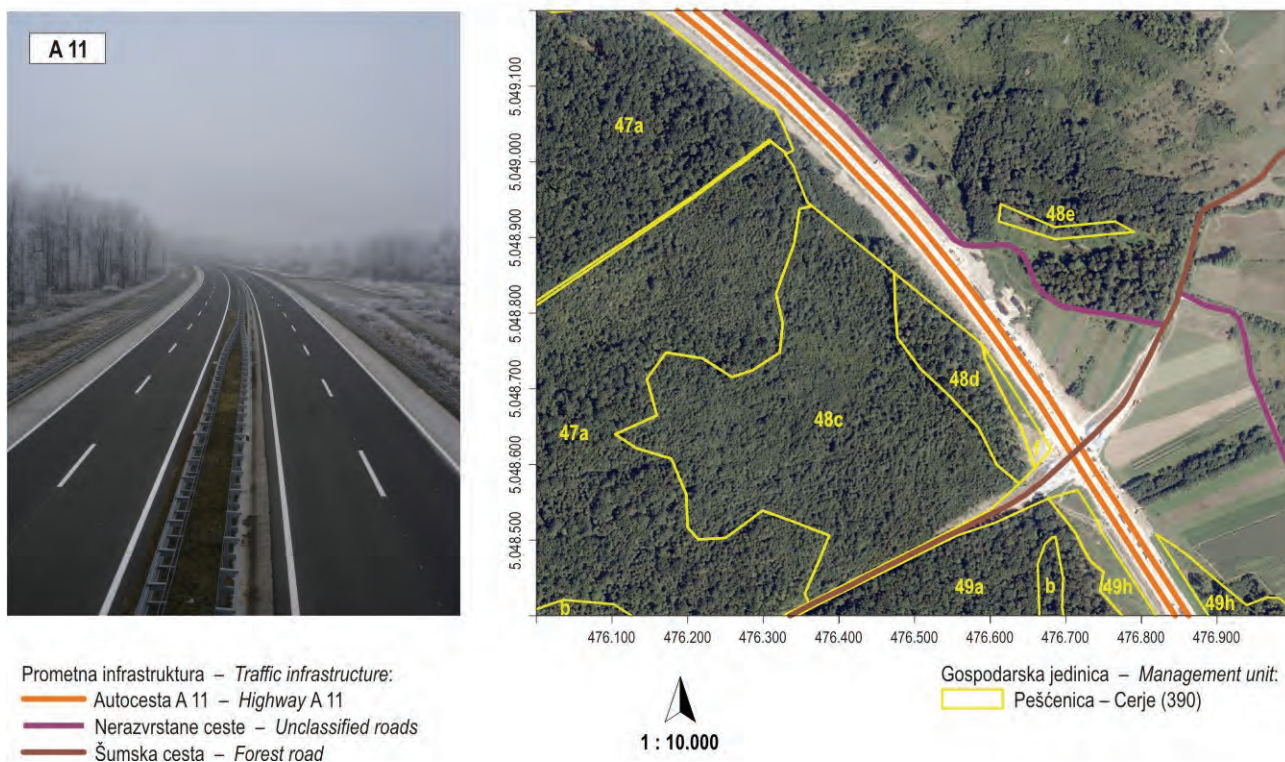
1 : 10.000

Slika 4. Primjeri osnovnih/eliminacijskih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Drugi dio
 Fig. 4 Examples of basic/eliminatory criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part two

A) Primjer gospodarska jedinica »Stajnička Kapela« – Example Management Unit »Stajnička Kapela«



B) Primjer gospodarska jedinica »Peščenica – Cerje« – Example Management Unit »Peščenica – Cerje«



Slika 5. Primjeri osnovnih/eliminacijskih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Treći dio
 Fig. 5 Examples of basic/eliminatory criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part three

jasno da ceste moraju ispunjavati dva osnovna uvjeta: 1) mogućnost prijevoza drva kamionom i 2) mogućnost privlačenja drva do njihovoga ruba u cilju formiranja pomoćnih stovarišta.

Prvi osnovni/eliminacijski podkriterij »cesta ima izgrađenu kolničku konstrukciju (gornji ustroj)« odnosi se na isključivanje iz obračuna otvorenosti cesta bez izgrađenog gornjeg ustroja, koje su prohodne za prijevoz drva kamionima samo povremeno, tijekom sušnog razdoblja. Ovakve prometnice tipične su za poljske putove u neposrednoj blizini šume, traktorske putove, ali predstavljaju i fazu u gradnji šumskih cesta (slika 3A prikazuje jednu takvu šumsku cestu u dijelu GJ Turopoljski lug). Na globalnoj razini, često su prisutne dvojbe oko pojma što je šumska cesta (npr. *Low-volume roads*).

Drugi osnovni/eliminacijski podkriterij »cesta u većoj mjeri ispunjava bitne minimalne tehničke značajke nužne za prijevoz drva solo kamionom«, se osim na već spomenuto nepostojanje gornjeg ustroja prometnice odnosi na cijeli niz problema proisteklih tijekom projektiranja i/ili gradnje ceste. Najčešći primjeri su neadekvatna: 1) širina planuma, 2) uzdužni i poprečni nagib, 3) radijusi vertikalnih i horizontalnih krivina, 4) izostanak elemenata odvodnje vode,... Ovo su slučajevi tipični za poljske putove u neposrednoj blizini šume, ali i za pojedine segmente šumskih cesta koji imaju značajke traktorskoga puta. Takva neadekvatna prometnica, koja se odvaja od lokalne ceste LC 58031 (Zalesina – Stari Laz) i otvara dislocirani odjel 18 GJ Belevine prikazana je na slici 3B.

Treći osnovni/eliminacijski podkriterij »na cesti ne postoji prometnom signalizacijom regulirano ograničenje osovinskog prometnog opterećenja manje od 10 tona i ukupnog prometnog opterećenja manje od 26 tona«, ponajprije je povezan sa člankom 13. Pravilnika o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama (NN 85/2016), koji određuje najveće dopuštene mase i ukupne mase motornih vozila, priključnog vozila ili skupa vozila te osovinska opterećenja vozila u stanju mirovanja na vodoravnoj podlozi, pri prijevozu tereta na javnim cestama. Ovaj eliminacijski kriterij, isključivo se odnosi na javne ceste nižih kategorija (lokalne i nerazvrstane ceste), kojima upravljaju jedinice lokalne samouprave, a koje u svojim proračunima nemaju dovoljno financijskih sredstava za održavanje postojećih cesta, što za posljedicu ima donošenje odluka o postavljanju znakova zabrane prometa za vozila: 1) čija ukupna masa prelazi određenu masu ili 2) koja prekoračuju određeno osovinsko opterećenje. Ovakva su postupanja u neskladu sa člankom 65. Zakona o šumama (NN 140/05,..., 94/14), koji definira iznos (3,5 %, odnosno 5 % od prodajne cijene drvnih sortimenata na panju), namjenu i kontrolu utroška sredstava šumskog doprinosa, koji pravne i fizičke osobe koje obavljaju prodaju drva uplaćuju na poseban račun jedinice lokalne samouprave područja na kojemu je obavljena sječa i namjenski se koriste isključivo za financiranje izgradnje i

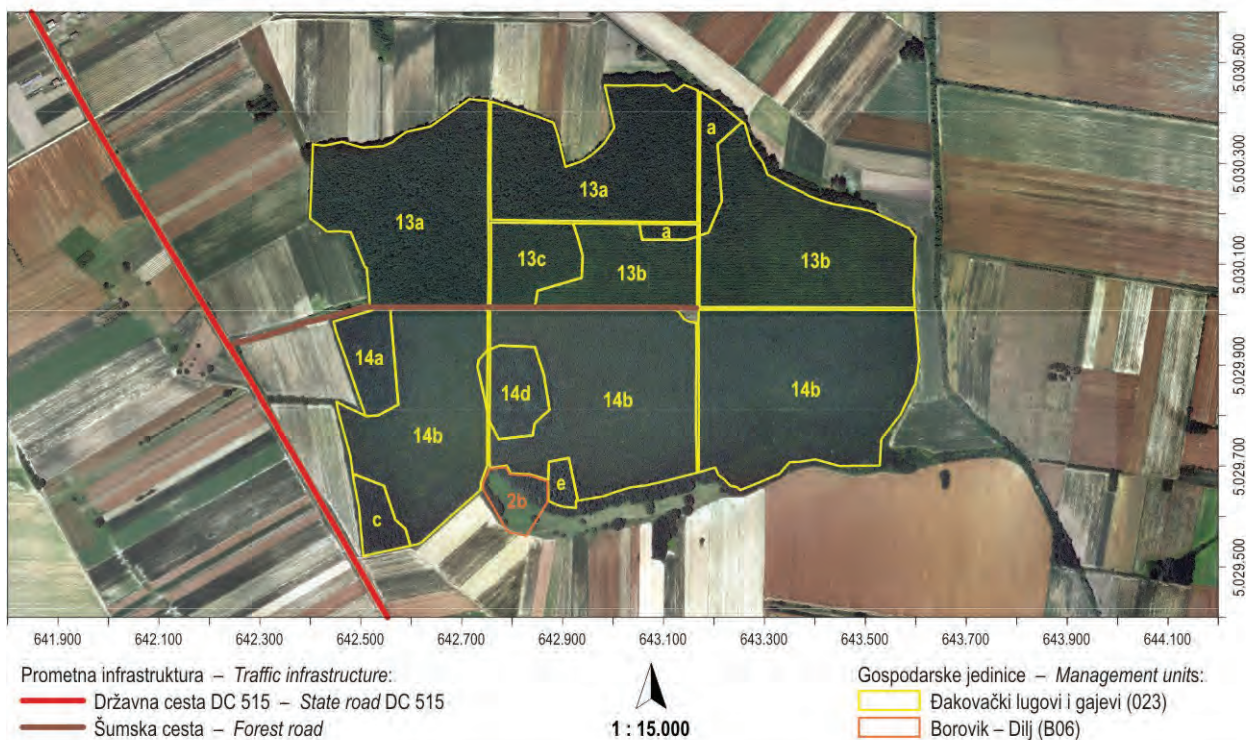
održavanja komunalne infrastrukture. Ovakav je primjer prisutan u GJ Vukomeričke gorice (slika 4A), gdje se na početku nerazvrstane ceste duljine 3,74 km, koja je u naravi odvojak od županijske ceste ŽC 1046 (A.G. Grada Velika Gorica – Lukinić Brdo – D36), nalazi prometni znak zabrane prometa za vozila, čija ukupna masa prelazi 5 t, čime je isključena mogućnost prijevoza drva kamionima po ovoj cesti, unatoč tomu što ona na duljini od 270 m jednostrano otvara odsjeke 37a i 37b. Da situacija bude još zanimljivija, na istu su nerazvrstanu cestu povezane još četiri šumske ceste koje primarno otvaraju GJ Vukomeričke gorice (izvan prikaza slike 4A).

Četvrti osnovni/eliminacijski podkriterij »do ceste se može privlačiti drvo pri čemu se šumska vozila neće kretati po nešumskom zemljištu (poljoprivredno zemljište, urbanizirano zemljište i sl.)«, odnosi se na isključenje mogućnosti privlačenja drva po nešumskim površinama, što je često prisutno ograničenje u ruralnim područjima s poljoprivrednom proizvodnjom. Ovaj slučaj prikazan je na slici 4B, na primjeru nerazvrstane ceste u GJ Šiljakovačka dubrava, gdje prvi segment duljine od 550 m od županijske ceste ŽC 1046 (A.G. Grada Velika Gorica – Lukinić Brdo – D36) ne otvara šumsku površinu, zatim sljedeći segment duljine 165 m jednostrano otvara dio odsjeka 15a i 15d, da bi zadnji segment od 125 m (na prikazu) dvostrano otvarao šumsku površinu (odsjeci 13b i 15c).

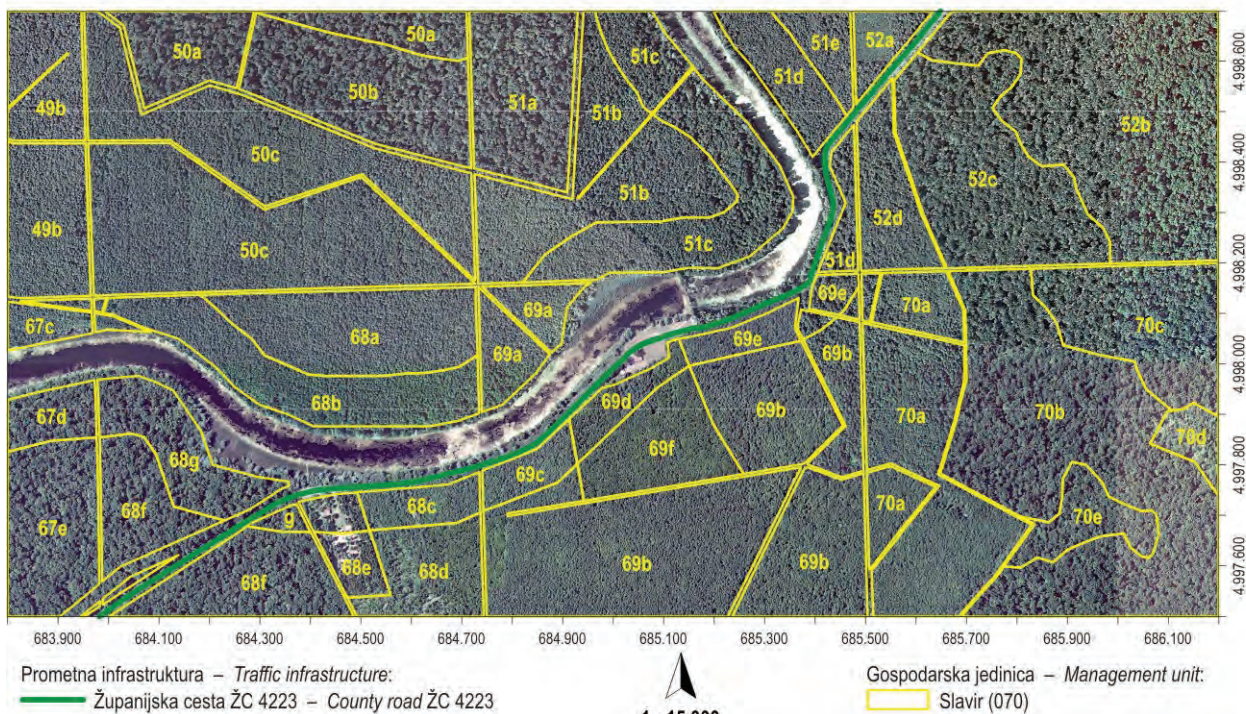
Svakako je važno istaknuti i dva slučaja vezana za javne ceste, koje osnovni/eliminacijski kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture izrijeком ne spominju (slika 5). Naime, na mnogim je segmentima javnih cesta nemoguće smjestiti (formirati) pomoćno stovarište u njihovom cestovnom zemljištu i zaštitnom pojasu, s ciljem da kamion utovaruje drvo s jednog prometnog traka, uz obavezno odobrenje Elaborata privremene regulacije prometa (Pravilnik o sadržaju, namjeni i razini razrade prometnoga elaborata za ceste – NN 140/13), shodno odredbama Zakona o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14) i Zakona o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15). Najčešći uzrok navedenome su: 1) strmi pokosi usjeka i zasjeka prometnica koje šumska vozila pri privlačenju ne mogu svladati (Đuka i Poršinsky 2015, Đuka i dr. 2015, Poršinsky i dr. 2016, Visser i Berkett 2015) te izostanak sekundarne šumske prometne infrastrukture, 2) nepostojanje prostora za skladištenje drva, 3) duboki i široki odvodni kanali prometnice koji onemogućavaju prihvat/utovar kamionu, 4) nepreglednost segmenta ceste (»puna crta«).

Primjer je navedenoga prisutan u GJ Stajnička Kapela (slika 5A), gdje državna cesta DC 23 (Duga Resa – Josipdol – Žuta Lokva – Senj) jednostrano otvara šumu na ukupnoj duljini od 8 km. Međutim, strmi zasjeci i usjeci te uzak zaštitni pojas ceste (problem privlačenja i uskladištenja drva), isklju-

A) Primjer gospodarska jedinica »Đakovački lugovi i gajevi« – Example Management Unit »Đakovački lugovi i gajevi«

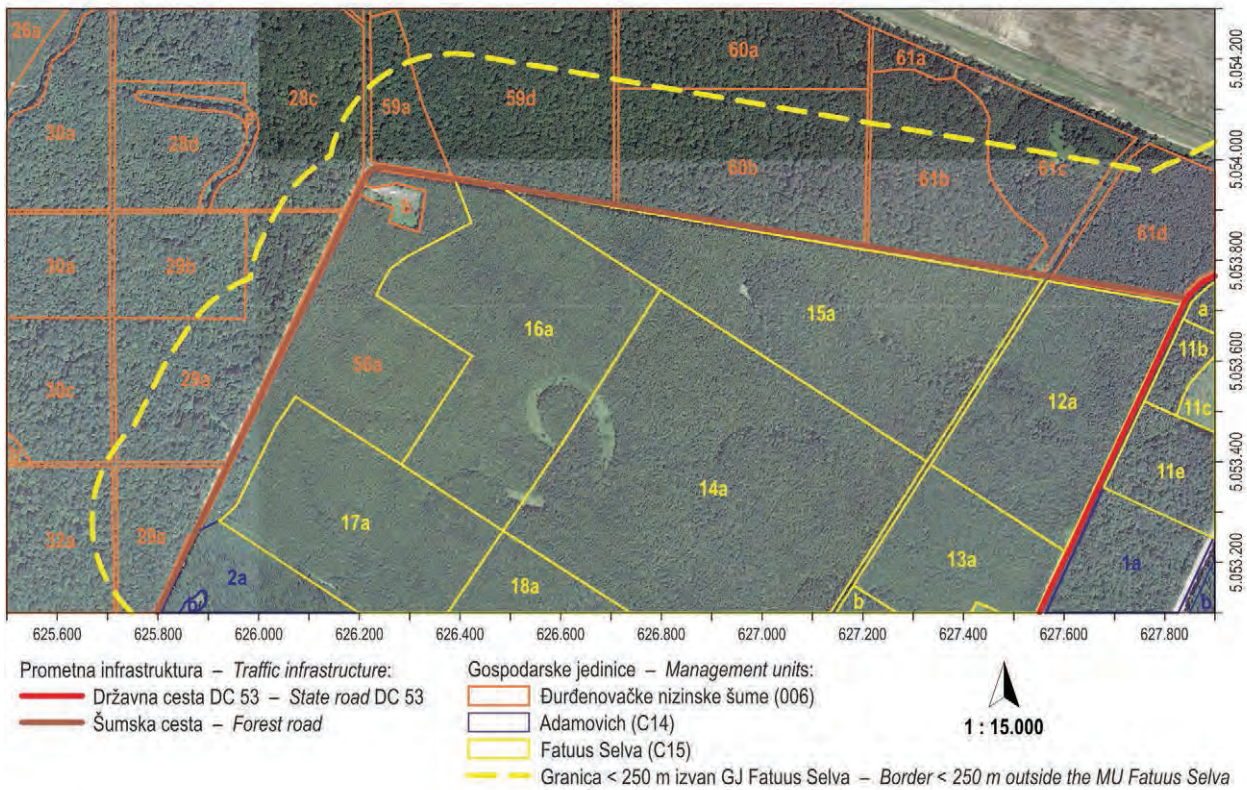


B) Primjer gospodarska jedinica »Slavir« – Example Management Unit »Slavir«

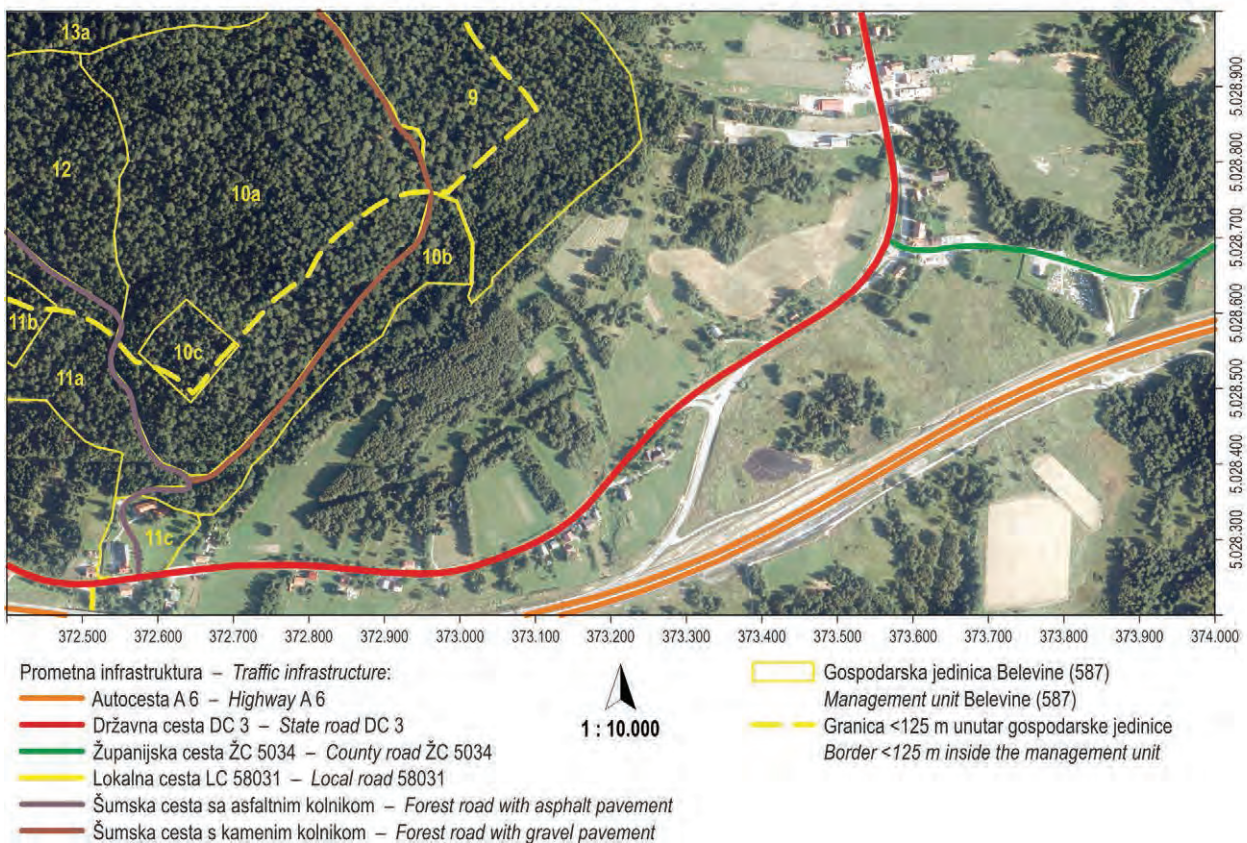


Slika 6. Primjeri posebnih/prostornih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Prvi dio
Fig. 6 Examples of specific/spatial criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part one

A) Primjer gospodarska jedinica »Fatuus Selva« – Example Management Unit »Fatuus Selva«

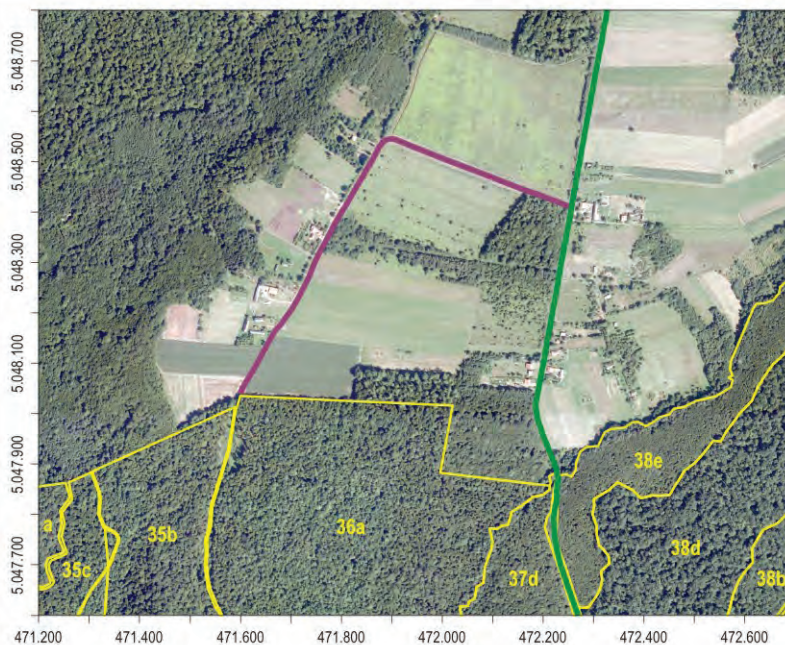


B) Primjer gospodarska jedinica »Belevine« – Example Management Unit »Belevine«



Slika 7. Primjeri posebnih/prostornih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Drugi dio
 Fig. 7 Examples of specific/spatial criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part two

A) Primjer gospodarska jedinica »Peščenica – Cerje« – Example Management Unit »Peščenica – Cerje«

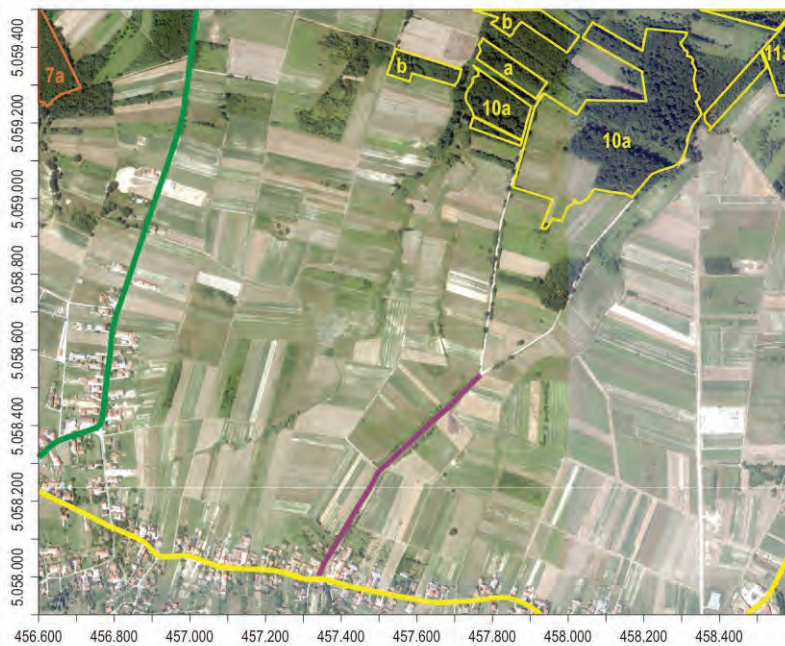


Prometna infrastruktura – Traffic infrastructure:
 — Županijska cesta ŽC 3151 – County road ŽC 3151
 — Nerazvrstana cesta – Unclassified road

Gospodarska jedinica – Management unit:
 — Peščenica – Cerje (390)

1 : 15.000

B) Primjer gospodarska jedinica »Turopoljske šume« – Example Management Unit »Turopoljske šume«



Prometna infrastruktura – Traffic infrastructure:
 — Županijska cesta ŽC 1043 – County road ŽC 1043
 — Lokalna cesta LC 10172 – Local road LC 10172
 — Nerazvrstana cesta – Unclassified road

Gospodarske jedinice – Management units:
 — Turopoljske šume (G07)
 — Obreški lug (304)

1 : 20.000

Slika 8. Primjeri posebnih/prostornih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Treći dio

Fig. 8 Examples of specific/spatial criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part three

čaju ovu cestu iz obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture.

Isto tako, važno je istaknuti da na autocestama ne postoje nikakva ograničenja za prijevoz drva kamionima, međutim autoceste su jedina kategorija javnih cesta na koju se ne odnose odredbe Pravilnika o sadržaju, namjeni i razini razrade prometnoga elaborata za ceste (NN 140/13), čime je isključena mogućnost privlačenja drva na pomoćna stovarišta u njihovom cestovnom zemljištu i zaštitnom pojasu, odnosno utovar drva u kamione s njihovog zaustavnog traka. Ovaj slučaj prikazuje slika 5B, na primjeru autoceste A11 (Zagreb, čvorište Jakuševac – Velika Gorica – Sisak), koja prolazi dijelom GJ Peščenica – Cerje.

4.2 Posebni/prostorni kriteriji – *Specific/spatial criteria*

Pet posebnih/prostornih kriterija govori o duljini pojedinih cesta ili segmenata pojedinih prometnica u obračunu gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s obzirom na njihov prostorni položaj u šumskoj površini, odnosno na mogućnost jednostranog ili dvostranog privlačenja drva.

Prvi posebni/prostorni kriterij »cesta koja čitavom svojom duljinom prolazi kroz šumu i/ili preko šumskog zemljišta i koja šumu otvara dvostrano, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture čitavom svojom duljinom (100 % duljine)« prikazuje šumska cesta (ukupne duljine 940 m) na primjeru odjela 13 i 14 GJ Đakovački lugovi i gajevi (slika 6A). Međutim, prvih 210 m šumske ceste ne otvara šumu, već ju povezuje sa DC 515 (Našice – Đakovo), sljedećih 80 m (odsjek 14a) jednostrano otvara šumu, a preostalih 650 m dvostrano. Navedenim, uzimajući u obzir prvi i treći prostorni kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, ova šumska cesta sudjeluje sa 690 m u obračunu primarne otvorenosti.

Drugi posebni/prostorni kriterij »cesta koja čitavom svojom duljinom prolazi kroz šumu i/ili preko šumskog zemljišta i koja šumu, zbog različitih ograničenja, otvara jednostrano, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s polovicom svoje duljine (50 % duljine)« prikazan je na primjeru županijske ceste ŽC 4223 (Otok – Bošnjaci) u GJ Slavir (slika 6B). Vodotok Virovi širine 50 – 75 m, onemogućava privlačenje drva iz odjela 50 i odsjeka 68a, 68b, 69a, 51a, 51b i 51c na ŽC 4223 te prikazani segment ove prometnice duljine od 1400 m ulazi u obračun primarne otvorenosti sa polovicom svoje duljine.

Treći posebni/prostorni kriterij »cesta koja prolazi granicom gospodarske jedinice, ili najviše do 250 m udaljenosti od granice s njene vanjske ili najviše do 125 m udaljenosti od granice s njene unutarnje strane, a čija trasa generalno prati smjer pružanja granice, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s polovicom

svoje duljine (50 % duljine)«, odnosi se na definiranje graničnih vrijednosti širine gravitacijskih površina »rubnih« cesta s ciljem razlučivanja jednostranoga od dvostranoga privlačenja drva. Granične vrijednosti (125 m unutar šume i 250 m izvan šume) širine pojasa otvaranja, zasnovane su na teorijskom razmaku šumskih cesta (slika 1A) za gustoću cesta od 20 m/ha, iz kojeg proizlazi teorijski razmak između cesta od 500 m, odnosno srednja teorijska udaljenost privlačenja drva od 125 m. Karakteristične slučajeve ovog prostornog kriterija prikazuje slika 7, na primjeru dvije gospodarske jedinice: 1) Fatuus Selva i 2) Belevine.

Prvi je primjer vezan uz šumsku cestu koja se odvaja od državne ceste DC 53 (Donji Miholjac – Našice – Slavonski Brod) te na duljini od 1480 m prolazi samom vanjskom granicom GJ Fatuus Selva, odnosno slijedećih 930 m na udaljenosti do 250 m od granice s njene vanjske strane, a unutar GJ Đurđanovačke nizinske šume (slika 7A). Oba segmenta (1480 m + 930 m) navedene šumske ceste, jednostrano otvaraju GJ Fatuus Selva te ulaze u obračun otvorenosti s polovicom svoje duljine (1205 m).

Drugi primjer je vezan uz šumsku cestu sa kamenim kolnikom ukupne duljine 853 m, koja primarno otvara odjele 9, 10 i 13 GJ Belevine (slika 7B). Prvih 514 m navedene šumske ceste prolazi granicom odsjeka 10a i 10b, na udaljenosti 30 do 50 m od granice gospodarske jedinice s njene unutarnje strane te šumu otvara jednostrano. Preostalih 339 m prolazi granicom odjela 9 i odsjeka 10a na udaljenosti > 125 m od granice gospodarske jedinice s njene unutarnje strane te šumu otvara dvostrano. Uzimajući u obzir prvi i treći prostorni kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, ova šumska cesta sudjeluje sa 596 m u obračunu primarne otvorenosti.

Četvrti posebni/prostorni kriterij »cesta minimalne duljine 500 m..., koja dolazi do granice gospodarske jedinice pod približno pravim kutom ($90^\circ \pm 20^\circ$) i na granici završava, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s duljinom od 250 m. Ukoliko je duljina spomenute sastavnice primarne šumske prometne infrastrukture manja od 500 m, ista se uzima u obračun otvorenosti s polovicom svoje duljine (50 % duljine)«, odnosi se na definiranje granične vrijednosti širine gravitacijske površine »rubnih« cesta koje okomito prilaze šumi, odnosno jednostranoga privlačenja drva. Granična vrijednost širine pojasa otvaranja (250 m), isto je tako zasnovana na teorijskom razmaku šumskih cesta (slika 1A) za gustoću cesta od 20 m/ha. Ovaj slučaj prikazuje slika 8A, na primjeru nerazvrstane ceste s kamenom kolničkom konstrukcijom duljine 972 m, koja se odvaja od županijske ceste ŽC 3151 (Peščenica – Brežane Lekeničke – Cerje) u GJ Peščenica – Cerje. Uzimajući u obzir četvrti prostorni kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, ova nerazvrstana cesta u obračunu primarne otvorenosti sudjeluje sa 250 m.

Peti posebni/prostorni kriterij »cesta koja dolazi blizu granice gospodarske jedinice koja je predmet zahvata primarnog otvaranja šuma pod približno pravim kutom ($90^\circ \pm 20^\circ$), ali završava s vanjske strane granice, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s duljinom od 250 m umanjenom za polovicu udaljenosti njezina završetka od granice«, isto se tako odnosi na definiranje granične vrijednosti širine gravitacijske površine »rubnih« cesta koje okomito prilaze šumi. Karakteristični slučajevi ovog prostornog kriterija prikazani su na primjeru dvije gospodarske jedinice: 1) Turopoljski lug (slika 3A) i 2) Turopoljske šume (slika 8B).

Primjer iz GJ Turopoljski lug (slika 3A), vezan je uz nerazvrstanu cestu s kamenom kolničkom konstrukcijom, duljine 880 m, koja odsjeku 5a GJ Turopoljski lug prilazi okomito kroz poljoprivredne površine te završava na 70 m od njegove jugoistočne granice. Završetak nerazvrstane ceste s šumskom površinom povezuje poljski put bez kolničke konstrukcije, koji u naravi predstavlja traktorski put. Primjenjujući peti prostorni kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, ova nerazvrstana cesta u obračunu primarne otvorenosti sudjeluje sa 215 m.

Primjer iz GJ Turopoljske šume (slika 8B), vezan je za nerazvrstanu cestu s kamenom kolničkom konstrukcijom duljine 700 m, koja se odvaja od lokalne ceste LC 10172 (ŽC 1046 – Donji Dragonožec – Donji Trpuci – Gornji Trpuci – Lipnica) i odsjeku 10a GJ Turopoljske šume prilazi okomito kroz poljoprivredne površine te završava na 500 m od njegove južne granice. Završetak nerazvrstane ceste s odsjekom 10a povezuju dva poljska puta bez kolničke konstrukcije (ili traktorska puta) duljina: 640 m (desni) i 510 m (lijevi). Primjenjujući peti prostorni kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, ova nerazvrstana cesta ne sudjeluje u obračunu primarne otvorenosti.

4. Pogled u budućnost – *Future outlook*

Ovaj rad treba pojmiti kao svojevrsnu pomoć pri određivanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture za sve šumare koji se u svome radu svakodnevno, često ili tek ponekad susreću s problematikom primarnog otvaranja šuma.

Kriteriji određivanja gustoće primarne mreže šumske prometne infrastrukture, nisu stalni, naprotiv kao i većina stvari, živih bića ili pojava uokolo nas podložni su, s vremenom, manjim ili većim promjenama. Niti novodefinirani kriteriji određivanja gustoće primarne mreže primarne infrastrukture nisu od toga izuzeti. Naprotiv.

Novodefinirani kriteriji su u sadašnjem obliku prilično jasni, precizni, detaljni te lišeni većine procjena koje se temelje na subjektivnosti procjenitelja. No daleko su od idealnih kriterija. Stoga će se/trebali bi se i oni mijenjati onom dina-

mikom kako se budu uočavali neki njihovi nedostaci kojih sigurno ima.

Mogući slučajevi s kojima se u operativnom/praktičnom šumarstvu pri određivanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture možemo susresti, gotovo su neizbrojivi. Stoga su odabrani samo oni najkarakterističniji slučajevi koji su prikazani i objašnjeni. Rijetke, netipične slučajeve nastojat će se prikazati u nekim budućim radovima.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENTS

Istraživanje je provedeno u sklopu projekta »Optimizacija sustava pridobivanja drva i šumske prometne infrastrukture na strateško-taktičkoj razini planiranja« koji financira Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske.

5. LITERATURA REFERENCES

- Ackerman, P., R. Pulkki, B. Odhiambo, 2016: Comparison of Cable Skidding Productivity and Cost: Pre-Choking Mainline Versus Tagline Systems. *Croat. j. for. eng.* 37(2): 261–268.
- Allman, M., M. Ferenčík, M. Jankovský, M. Stanovský, V. Messingerová, 2015: Damage Caused by Wheeled Skidders on Cambisols of Central Europe. *Croat. j. for. eng.* 36(2): 205–215.
- Anon., 2006: Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske 2006. – 2015., »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
- Bergström, D., F. Di Fulvio, Y. Nuutinen, 2016: Effect of Forest Structure on Operational Efficiency of a Bundle-Harvester System in Early Thinnings. *Croat. j. for. eng.* 37(1): 37–49.
- Bumber, Z., 2011: Primjena GIS-a pri analizi otvorenosti GJ Šiljakovačka dubrava II kroz strukturu prihoda drva u prostoru i vremenu. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–139.
- Dietz, P., W. Knigge, H. Löffler, 1984: *Walderschließung*. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1–426.
- Đuka, A., 2014: Razvoj modela prometnosti terena za planiranje privlačenja drva skiderom. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–303.
- Đuka, A., T. Poršinsky, D. Vusić, 2015: DTM Models to Enhance Planning of Timber Harvesting. *Bulletin of The Faculty of Forestry Beograd, Special Issue*, 35–44.
- Đuka, A., T. Poršinsky, 2015: Analiza kamenitosti i stjenovitosti terena za potrebe privlačenja drva. *Nova meh. šumar.* 36: 43–52.
- Đuka, A., T. Pentek, D. Horvat, T. Poršinsky, 2016: Modelling of Downhill Timber Skidding: Bigger Load – Bigger Slope. *Croat. j. for. eng.* 38(2): 139–150.
- Enache, A., T. Pentek, V.D. Ciobanu, K. Stampfer, 2015: Gis Based Methods for Computing the Mean Extraction Distance and its Correction Factors in Romanian Mountain Forests. *Šum. list* 139(1–2): 35–46.
- Grigolato, S., O. Mologni, R. Cavalli, 2017: GIS Applications in Forest Operations and Road Network Planning: an Overview over the Last Two Decades. *Croat. j. for. eng.* 37(1): 175–186.

- Heinemann, H.R., 2017: Forest Road Network and Transportation Engineering – State and Perspectives. Croat. j. for. eng. 38(2): 155–173.
- Hodić, I., Z. Jurušić, 2011: Analiza primarne otvorenosti šuma kojima gospodare HŠ d.o.o. Zagreb kao podloga za kreiranje buduće politike izgradnje šumskih cesta. Šum. list 135(9–10): 487–499.
- Hribernik, B., I. Potočnik, 2013: Forest Opening in Multipurpose Private Forest – Case Study. Nova meh. šumar. 34: 29–37.
- Huber, C., K. Stampfer, 2015: Efficiency of Topping Trees in Cable Yarding Operations. Croat. j. for. eng. 36(1): 185–194.
- Knebl, F., 1960: O perspektivama šumarstva Hrvatske. Šum. list 84(1–2): 1–6.
- Krč, J., J. Beguš, 2013: Planning Forest Opening with Forest Roads. Croat. j. for. eng. 34(2): 217–228.
- Laschi, A., F. Neri, N. Brachetti Montorselli, E. Marchi, 2016: A Methodological Approach Exploiting Modern Techniques for Forest Road Network Planning. Croat. j. for. eng. 37(2): 319–331.
- Lepoglavec, K., 2014: Optimizacija primarne i sekundarne šumske prometne infrastrukture nagnutih terena. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–341.
- Mederski, P.S., M. Bembenek, Z. Karaszewski, A. Łacka, A. Szczepańska-Álvarez, M. Rosińska, 2016: Estimating and Modelling Harvester Productivity in Pine Stands of Different Ages, Densities and Thinning Intensities. Croat. j. for. eng. 37(1): 27–36.
- Matthews, D.M., 1942: Cost Control in the Logging Industry. McGraw-Hill Book Company Inc, New York, 1–374.
- Papa, I., T. Pentek, K. Lepoglavec, H. Nevečerel, T. Poršinsky, Ž. Tomašić, 2015: Metodologija izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture kao podloge za planiranje i optimizaciju radova održavanja šumskih cesta. Šum. list 139(7–8): 311–328.
- Pentek, T., 2002: Računalni modeli optimizacije mreže šumskih cesta s obzirom na dominantne utjecajne čimbenike. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–271.
- Pentek, T., D. Pičman, I. Potočnik, P. Dvorščak, H. Nevečerel, 2005: Analysis of an Existing Forest Road Network. Croat. j. for. eng. 26(1): 39–50.
- Pentek, T., H. Nevečerel, D. Pičman, T. Poršinsky, T., 2007: Forest Road Network in the Republic of Croatia – Status and Perspectives. Croat. j. for. eng. 28(1): 93–106.
- Pentek, T., H. Nevečerel, T. Poršinsky, D. Pičman, K. Lepoglavec, I. Potočnik, 2008: Methodology for Development of Secondary Forest Traffic Infrastructure Cadastre. Croat. j. for. eng. 29(1): 75–83.
- Pentek, T., D. Pičman, H. Nevečerel, K. Lepoglavec, I. Papa, I. Potočnik, 2011: Primary Forest Opening of Different Relief Areas in the Republic of Croatia. Croat. j. for. eng. 32(1): 401–416.
- Pentek, T., T. Poršinsky, 2012: Forest Transportation Systems as a Key Factor in Quality Management of Forest Ecosystems. In: Forest Ecosystems – More than Just Trees (ed: J. A. Blanco, Y. H. Lo), In Tech, 433–464.
- Pentek, T., A. Đuka, I. Papa, D. Damić, T. Poršinsky, 2016: Elaborat učinkovitosti primarne šumske prometne infrastrukture – alternativa studiji primarnog otvaranja šuma ili samo prijelazno rješenje? Šum. list 140(9–10): 435–453.
- Peterel, J., 1955: Šumske komunikacije u NR Hrvatskoj. Šum. list 79(11–12): 428–435.
- Poršinsky, T., I. Stankić, A. Bosner, 2011: Ecoefficient Timber Forwarding Based on Nominal Ground Pressure Analysis. Croat. j. for. eng. 31(1): 345–356.
- Poršinsky, T., M. Moro, A. Đuka, 2016: Kutovi i polumjeri prohodnosti skidera s vitlom. Šum. list 140(5–6): 259–272.
- Potočić, Z., 1983: Hrvatska, Sječa šuma. Šumarska enciklopedija II, Leksikografski zavod »Miroslav Krleža«, Zagreb, str. 92.
- Potočnik I., T. Pentek, D. Pičman, 2005: Impact of Traffic Characteristics on Forest Roads due to Forest Management. Croat. j. for. eng. 26(1): 51–57.
- Sánchez-García, S., E. Canga, E. Tolosana, J. Majada, 2016: Analysis of Productivity and Cost of Forwarding Bundles of Eucalyptus Logging Residues on Steep Terrain. Croat. j. for. eng. 37(2): 241–249.
- Sever, S., S. Šunjić, 1996: Forest Opening Issues in Croatia. Proceedings of the Seminar on environmentally sound forest roads and wood transport, June 17–22, 1996, Sinnaia, Romania, FAO Rome, 252–260.
- Sirén, M., J. Hyvönen, H. Surakka, 2015: Tree Damage in Mechanized Uneven-aged Selection Cutting. Croat. j. for. eng. 36(1): 33–42.
- Sokolović, Dž., M. Bajrić, 2013: Šumska prometna infrastruktura u Federaciji Bosne i Hercegovine. Nova meh. šumar. 34: 39–50.
- Šikić, D., B. Babić, D. Topolnik, I. Knežević, D. Božičević, Ž. Švabe, I. Piria, S. Sever, 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1–78.
- Šunjić, S., 2005: Šumske prometnice. Meh. šumar. 2001 – 2004, pos. izd. časopisa Nova meh. šumar., vol. 26(2005), broj 1: 113–116.
- Visser, R., K. Stampfer, 2015: Expanding Ground-based Harvesting onto Steep Terrain: A Review. Croat. j. for. eng. 36(2): 321–331.
- Visser, R., H. Berkett, 2015: Effect of Terrain Steepness on Machine Slope when Harvesting. International Journal of Forest Engineering 26(1): 1–9.
- * Zakon o šumama (NN 140/05, 82/06, 129/08, 80/10, 124/10, 25/12, 68/12, 148/13, 94/14)
- * Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14)
- * Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15)
- * Pravilnik o uređivanju šuma (NN 111/06, NN 141/08) i (NN 79/15)
- * Pravilnik o provedbi mjere M04 »Ulaganja u fizičku imovinu«, podmjere 4.3. »Potpora za ulaganja u infrastrukturu vezano uz razvoj, modernizaciju i prilagodbu poljoprivrede i šumarstva«, tipa operacije 4.3.3. »Ulaganje u šumsku infrastrukturu« iz Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020. (NN 106/15, 65/17)
- * Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama (NN 85/2016)
- * Pravilnik o sadržaju, namjeni i razini razrade prometnoga elaborata za ceste (NN 140/13)
- * Odluka o razvrstavanju javnih cesta (NN 96/16)

Summary

In any planning, so even when planning the network of forest roads, it is an imperative to know the existing situation, and to have a detailed and accurate insight into the existing forest road network of the forest area in the process of opening, usually enabled by the forest traffic infrastructure registry. To validate the quantity of the existing forest traffic infrastructure (road density), it is necessary to precisely and unambiguously define the criteria for determining the density of existing forest traffic infrastructure.

In Croatian forestry, the currently valid criteria for determining the density of primary forest traffic infrastructure are defined by the »Technical Requirements for Economic Roads« (Šikić et al. 1989), which are summarised in the Forestry Management Regulations (NN 111/06, NN 141/08) and (NN 79/15). The criteria mentioned are insufficiently precise and unclear, which leaves the forestry experts to make a series of subjective decisions in calculating the density of primary forest traffic infrastructure.

To avoid/reduce any subjectivity, to obtain objective data and to make comparability of the calculated primary forest traffic infrastructure density of different management units, a set of completely criteria have been developed that will serve to accurately, objectively and transparently determine primary forest traffic infrastructure density. The criteria have been developed and described in detail in the Form for the Effectiveness Study of Primary Forest Road Traffic Infrastructure, an integral part of the Bylaw on measure implementation M04 »Investments in physical assets«, by-measure 4.3 »Grant for investments in development, modernization and customization of agriculture and forestry«, operation type 4.3.3. »Investments in forest infrastructure« from the Program of Rural Development in the Republic of Croatia in the period from 2014 to 2020 (NN 106/15, 65/17).

The most frequent/characteristical examples of the application of criteria in determining the primary forest traffic infrastructure density are presented in the paper based on orthophoto maps together with photographs (image part of the primary forest traffic infrastructure registry from case studies).

KEY WORDS: primary forest traffic infrastructure density, basic/eliminary criteria, specific/spatial criteria