

Strategijsko planiranje šumskih prometnica u Republici Hrvatskoj – raščlamba postojećega stanja kao podloga za buduće aktivnosti

Tibor Pentek, Hrvoje Nevečerel, Tomislav Ecimović, Kruno Lepoglavec, Ivica Papa, Željko Tomašić

Nacrtak – Abstract

Šumska je prometna infrastruktura nužan i nadalje potreban preduvjet pri današnjem suvremenom gospodarenju šumskim ekosustavima. Vrsta, količina i prostorni raspored svojih sastavnica šumske prometne infrastrukture moraju biti pažljivo isplanirani kako bi u šumi uspostavili uistinu optimalan šumski transportni sustav. Republika Hrvatska uložila je znatna financijska sredstva u primarno otvaranje svojih šuma, ali još uvijek postoji dosta nedovoljno otvorenih šumskih područja, koja će u budućnosti biti predmet daljnjega investiranja poradi dostizanja planirane (ciljane) otvorenosti.

Planiranje se šumskih prometnica može razdijeliti u tri razine:

- ⇒ Planiranje primarnoga i sekundarnoga otvaranja šuma na razini države odnosno reljefnoga područja. To je opće planiranje – strategijsko planiranje.
- ⇒ Planiranje šumske transportne infrastrukture na razini gospodarske jedinice srednja je razina planiranja. To je taktičko planiranje.
- ⇒ Planiranje konkretne šumske prometnice nakon čega slijedi faza projektiranja šumske prometnice. To je lokalno planiranje odnosno operativno planiranje.

Osnovni su ciljevi ovoga istraživanja: razredba gospodarskih jedinica i Uprava šuma Podružnica (UŠP) u reljefne kategorije, utvrđivanje postojeće primarne klasične otvorenosti, izračun duljine planirane mreže šumskih cesta, izračun cijene planirane mreže šumskih cesta, predlaganje smjernica daljnjega otvaranja šuma Republike Hrvatske. Istraživanje je provedeno na području 16 Uprava šuma Podružnica u sastavu poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb.

Od ukupne površine šuma istraživanoga područja (2 017 620 ha) na nizinsko područje otpada 321 470 ha (15,93 %), na prigorsko-brdsko 282 960 ha (14,02 %), na gorsko-planinsko 497 530 ha (24,66 %) i na krško područje 915 670 ha (45,39 %). Unutar nizinskoga područja najveća je postojeća primarna otvorenost u UŠP Karlovac (13,77 m/ha), a najmanja u UŠP Osijek (4,43 m/ha); u prigorsko-brdskom području najbolje je otvorena UŠP Koprivnica (17,42 m/ha), a najslabije UŠP Osijek (6,35 m/ha); u kategoriji gorsko-planinskoga područja najviši je stupanj otvorenosti u UŠP Delnice (21,59 m/ha), a najmanji (UŠP Osijek zbog jako male površine nije uzet u obzir) u UŠP Gospić (10,59 m/ha); na krškom je području najveća otvorenost u UŠP Senj (11,09 l/ha), a najmanja u UŠP Split (3,48 ha). Analizirajući po reljefnim područjima, prema planu otvorenosti za 2030. godinu, najviše šumskih cesta treba izgraditi u nizinskom području u UŠP Osijek (556,17 km), u prigorsko-brdskom području u UŠP Sisak (955,72 km), u gorsko-planinskom području u UŠP Gospić (2 309,18 km) i na području krša (6 494,72 km) u UŠP Split.

Ključne riječi: primarne šumske prometnice, sekundarne šumske prometnice, planiranje, projektiranje, izgradnja i održavanje

1. Uvod – Introduction

Šume i šumsko zemljište u Republici Hrvatskoj zauzimaju 2 688 687 ha, što čini oko 47 % njezine kopnene površine. Najveći je dio šuma u vlasništvu države (2 018 987 ha ili 75,10 %) i njima, kao i ostalim šumama državnih ustanova (87 930 ha ili 3,30 %), gospodari poduzeće »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb preko svojih 16 Uprava šuma Podružnica raspoređenih u cijeloj Hrvatskoj. Značajno se manja površina šuma nalazi u privatnom vlasništvu (581 770 ha ili 21,60 %).

Nepobitna je činjenica da je šumska prometna infrastruktura nužan i danasve potreban preduvjet pri današnjem suvremenom, tehnološki naprednom, racionalnom, ekonomičnom, ekološki usmjerenom, okolišno susretljivom, na bioraznolikosti vrsta, prirodnosti šuma i potrajnosti prihoda zasnovanom gospodarenju šumskim ekosustavima (Pentek i dr. 2012).

Vrsta, količina i prostorni raspored svih sastavnica šumske prometne infrastrukture moraju biti pažljivo isplanirani kako bi u šumi uspostavili uistinu optimalan šumski transportni sustav. Kod primarnoga se šumskoga transportnoga sustava optimalnost procjenjuje s ekonomskoga, tehničko-tehnološkoga, okolišnoga (ekološko-estetskoga) i sociološkoga gledišta (Pentek 2002), a potrebno je postići sklad i harmoniju svih spomenutih kriterija procjene te doseći razinu sveobuhvatne optimizacije (svi kriteriji procjene moraju biti dovedeni u granice prihvatljivosti).

Republika Hrvatska je, posebice od svoje samostalnosti, uložila znatna financijska sredstva u primarno otvaranje svojih šuma, međutim još uvijek postoji dosta nedovoljno otvorenih šumskih područja koja će u budućnosti biti predmet daljnega investiranja poradi dostizanja ciljane otvorenosti (Pentek i dr. 2006).

2. Problematika istraživanja – Research problem

2.1 Razredba šumske prometne infrastrukture *Classification of forest traffic infrastructure*

Šumska se prometna infrastruktura može podijeliti na primarnu, na sekundarnu i na posebnu šumsku prometnu infrastrukturu. Javne su ceste dobro u općoj uporabi u vlasništvu Republike Hrvatske, a prema Zakonu o javnim cestama (NN 180/04, 82/06, 138/06, 146/08, 152/08, 38/09, 124/09, 153/09, 73/10 i 91/10), ovisno o društvenom, prometnom i gospodarskom značenju, mogu biti: autoceste, državne ceste, županijske ceste i lokalne ceste.

Primarnu šumsku prometnu infrastrukturu čine sve kategorije šumskih cesta te one javne ceste koje se

mogu koristiti pri radovima u šumarstvu (to su najčešće javne ceste nižih kategorija – županijske i lokalne ceste). Šumske su ceste (Šikić i dr. 1989) trajni građevinski objekti koji omogućuju stalan promet motornim vozilima radi izvršavanja zadataka predviđenih planom gospodarenja. Njihovom izgradnjom šumi se trajno oduzima plodno tlo (osim u slučaju njihova zatvaranja i revitalizacije staništa). Izgrađene su od donjega i gornjega ustroja sa svim tehničkim obilježjima ceste. Možemo ih razdijeliti na temelju više kriterija.

Sastavnice sekundarne šumske prometne infrastrukture jesu sekundarne šumske prometnice: traktorski putovi, traktorske vlake i žične linije. Namijenjene su u prvom redu privlačenju drva od mjesta skupljanja drva do pomoćnoga stovarišta (primarni transport drva) te povremeno služe za izvršavanje zadataka predviđenih planom gospodarenja. Od pomoćnoga se stovarišta do krajnjega korisnika drvo može transportirati izgrađenim transportnim sustavima (šumske i javne ceste te željezničke pruge) ili vodenim putovima (rijeke, jezera, mora i oceani).

Traktorski su putovi građevinski objekti trajnoga karaktera (osim u slučaju njihova zatvaranja i revitalizacije staništa) koji su izgrađeni samo od donjega ustroja. Povezani su uz nagnute terene, teže građevinske kategorije materijala i prisutnost površinskih prepreka.

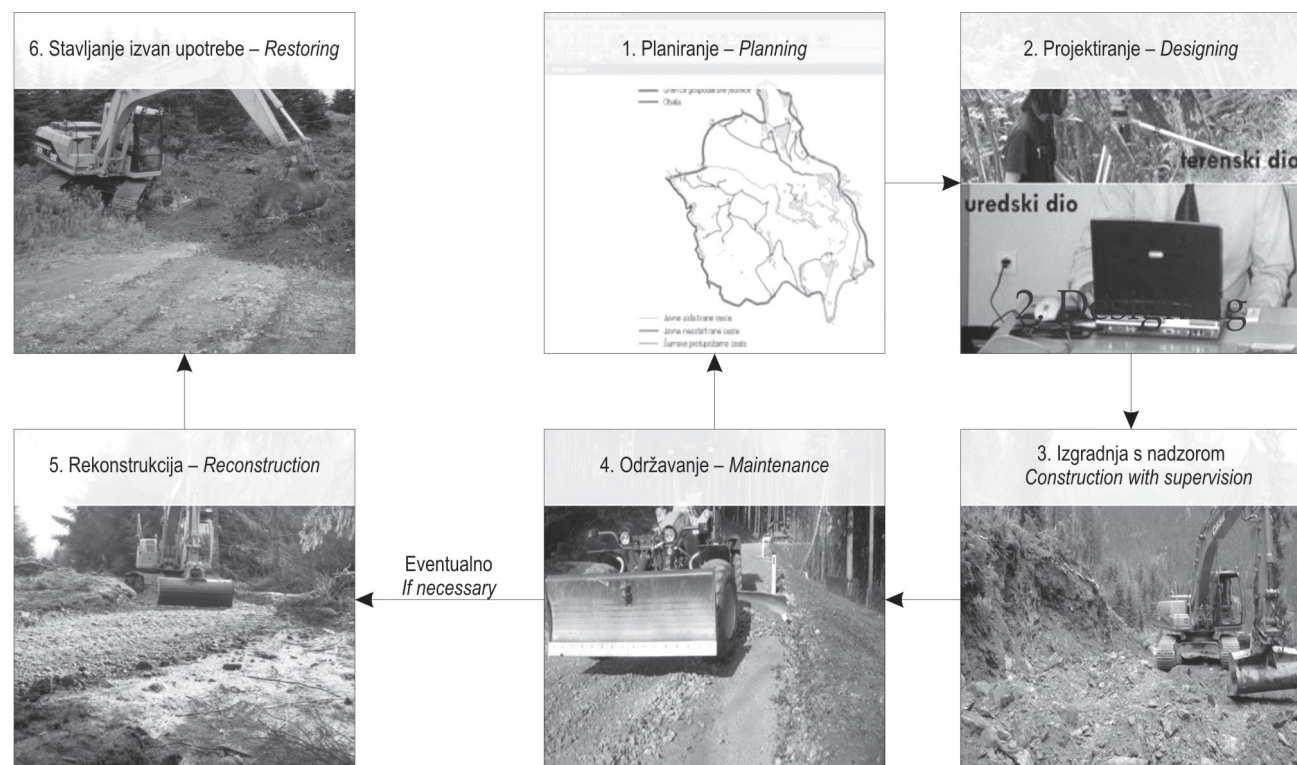
Traktorske su vlake sekundarne šumske prometnice privremenoga karaktera, nastaju prosijecanjem trase kroz šumu, eventualnim vađenjem panjeva te uzastopnim prolaskom stroja za privlačenje drva (skider, forvarder) istim tragom. Karakteristične su za ravne terene, lakše građevinske kategorije materijala i odsutnost površinskih prepreka (lako provozni tereni).

2.2 Faze uspostavljanja optimalne mreže šumske prometne infrastrukture – *Stages of establishing optimal network of forest traffic infrastructure*

Uspostavljanje se optimalne mreže šumskih prometnica na terenu obvezno odvija u ovim radnim fazama: planiranje, projektiranje, izgradnja s nadzorom i održavanje, tj. popravak (Pentek i dr. 2004). Te su faze međusobno povezane i ovisne, treba ih odrediti redoslijedom kako su navedene vodeći računa o nemogućnosti ostvarivanja svake od radnih faza ako prethodna nije završena na zadovoljavajući način. Uz te se uvijek prisutne faze optimizacije šumske prometne infrastrukture povremeno pojavljuju još dvije radne faze: faza rekonstrukcije šumskih prometnica (radi povećanja njihova standarda kada se radi o šumskim cestama, odnosno prevođenja u šumsku cestu kada se radi o traktorskim putovima) i faza zatvaranja/stavljanja izgrađenih šumskih prometnica



Slika 1. Razredba šumske prometne infrastrukture
Fig. 1 Forest traffic infrastructure classification



Slika 2. Shematski prikaz uspostavljanja optimalne mreže šumske prometne infrastrukture
Fig. 2 Scheme of establishing optimal network of forest traffic infrastructure

izvan uporabe (uz revitalizaciju/restauraciju staništa, odnosno vraćanje staništa funkciji i obliku što bliže-

mu onomu koje je imalo prije izgradnje šumske prometnice).

2.3 Planiranje šumskih prometnica – *Planning of truck forest road network*

Planiranje se šumskih prometnica, prema razini na kojoj se planiranje provodi, prema složenosti (općenitosti ili detaljnosti) postupka planiranja, sukladno razdoblju za koje se planiranje provodi te s obzirom na veličinu područja na koje se planiranje odnosi može razdijeliti u tri razine.

- ⇒ Planiranje primarnoga i sekundarnoga otvaranja šuma na razini države odnosno reljefnoga područja (nizinsko, prigorsko-brdsko, gorsko-planinsko, krško). U reljefna se područja objedinjuju gospodarske jedinice sličnih sastojinskih i stanišnih značajki. To je najviša razina planiranja, razina od koje se započinje planiranjem. To je globalno planiranje – strategijsko planiranje.
- ⇒ Planiranje šumske transportne infrastrukture (i primarnih i sekundarnih šumskih prometnica u okviru tzv. sveobuhvatnoga planiranja) na razini gospodarske jedinice srednja je razina planiranja. To je opće planiranje – taktičko planiranje.
- ⇒ Planiranje konkretne šumske prometnice (primarne ili sekundarne) – rezultati općega (taktičkoga) planiranja na razini pojedine gospodarske jedinice usmjeravaju nas ka planiranju na najnižoj razini (lokalno planiranje – operativno planiranje), nakon kojega slijedi faza projektiranja šumske prometnice.

2.3.1 Strategijsko planiranje šumskih cesta *Strategic planning of truck forest roads*

Rezultati strategijskoga planiranja mreže šumskih prometnica obvezni su dio Osnove područja koja se izrađuje na razini Republike Hrvatske, ali mogu biti i sastavnice ostalih planova.

Planiranje šumske transportne mreže na strategijskoj, najvišoj razini mora:

- ⇒ definirati reljefna područja uvažavajući mjerljive terenske i sastojinske parametre,
- ⇒ odrediti postojeću i ciljanu klasičnu otvorenost (gustoću mreže šumskih prometnica) te provesti njihovu analizu i usporedbu,
- ⇒ utvrditi buduće smjernice primarnoga i sekundarnoga otvaranja šuma te definirati modele primjenjive u različitim reljefnim područjima,
- ⇒ definirati smjernice za moguće i pogodne sustave pridobivanja drva pojedinih reljefnih područja, uz uvažavanje sastojinskih čimbenika te postojeće otvorenosti šuma.

2.3.2 Taktičko planiranje šumskih cesta *Tactical planning of truck forest roads*

Po provedbi se opisne (primarne) razredbe terena na prvoj, najvišoj razini planiranja pristupa taktičkomu planiranju na drugoj, nižoj razini, odnosno funkcionalnoj (sekundarnoj) razredbi terena. Funkcionalna razredba terena povezuje primjenu mogućih i pogodnih (5E – ekonomskih, energijskih, ekoloških, ergonomijskih i estetskih) sustava pridobivanja drva s razredima terenskih čimbenika. Sustav je pridobivanja drva određen postupcima, metodom izradbe drva (sortimentna, /polu/deblovna, stablovna) te strojevima i alatima koji se rabe pri eksploataciji određene sječne jedinice. Izbor sredstva privlačenja drva (skider, forvarder, adaptirani poljoprivredni traktor, adaptirani poljoprivredni traktor s poluprikolicom, žičara), u svjetlu djelovanja terenskih (reljefnih područja) i sastojinskih čimbenika te razine primarne i sekundarne otvorenosti šuma, najvažnija je odrednica cijeloga sustava pridobivanja drva.

Rezultat je taktičkoga planiranja studija otvaranja šuma (primarnoga i/ili sekundarnoga) za pojedinu gospodarsku jedinicu. Studija primarnoga i sekundarnoga otvaranja šuma (sveobuhvatna studija otvaranja šuma) omogućuje:

- ⇒ sustavno, plansko i kontrolirano otvaranje šuma,
- ⇒ racionalizaciju troškova izgradnje šumskih prometnica,
- ⇒ sustavno, plansko i kontrolirano održavanje i popravak šumskih prometnica,
- ⇒ racionalizaciju radova održavanja i popravaka šumskih prometnica,
- ⇒ planiranje, kontrolu i racionalizaciju radova pridobivanja drva,
- ⇒ minimiziranje negativnoga utjecaja šumskih prometnica i radova pridobivanja drva na okoliš (šumski ekosustav) i dr.

Svaka kvalitetna studija primarnoga otvaranja šuma treba sadržavati ove podatke:

1. Za postojeći šumski transportni sustav:
 - ⇒ potpuni (ažuriran) katastar postojeće primarne i sekundarne šumske prometne infrastrukture,
 - ⇒ postojeću primarnu i sekundarnu klasičnu otvorenost, m/ha,
 - ⇒ postojeće srednje udaljenosti privlačenja drva, m,
 - ⇒ ciljanu primarnu otvorenost i iz nje izračunatu ciljanu (planiranu) srednju udaljenost privlačenja drva,
 - ⇒ numeričke, grafičke i slikovne (zemljovidi) rezultate raščlambe postojeće primarne relativne otvorenosti.

2. Za unaprijeđeni primarni šumski transportni sustav:

- ⇒ numeričke, grafičke i slikovne (zemljovidi) rezultate raščlamba primarne relativne otvorenosti za unaprijeđeni primarni šumski transportni sustav,
- ⇒ primarnu klasičnu otvorenost za unaprijeđeni primarni šumski transportni sustav, m/ha,
- ⇒ srednje udaljenosti privlačenja drva za pojedini odsjek, m,
- ⇒ idejne trase planiranih šumskih cesta (definirane koordinatama lomnih točaka trasa),
- ⇒ kategoriju svake od idejnih trasa šumskih cesta,
- ⇒ troškovnu sastavnicu (predviđenu cijenu koštanja) i ekonomsku opravdanost izgradnje svake idejne trase šumske ceste,
- ⇒ dinamiku izgradnje cjelokupne (optimalne) buduće mreže primarne šumske prometne infrastrukture usklađenu s propisanim radovima u planu gospodarenja,
- ⇒ dinamiku održavanja cjelokupne (optimalne) buduće mreže primarne šumske prometne infrastrukture,
- ⇒ ostale podatke značajne za bilo koju fazu uspostavljanja optimalne mreže primarne šumske prometne infrastrukture.

2.3.3 Operativno planiranje šumskih cesta
Operational planning of truck forest roads

Nakon dovršenoga postupka taktičkoga planiranja šumskih prometnica, odnosno izrade studije primarnoga i sekundarnoga otvaranja šuma, rezultat koje je optimalna (najbolja moguća) mreža šumskih prometnica, pristupa se operativnomu planiranju. Operativno se planiranje provodi za svaku šumsku prometnicu zasebno i prethodi fazi njezina projektiranja. Veličina otvaranoga područja ovisi o vrsti i kategoriji šumske prometnice te o njezinoj duljini. Tako se mogu razlučiti otvaranje skupine odjela/odsjeka (šumskoga kompleksa), pojedinoga odjela/odsjeka, određenoga gravitacijskoga područja, pojedine sječine ili njezina dijela.

Studijama primarnoga i sekundarnoga otvaranja šuma, izrađenim pomoću GIS-a, definiraju se idejne trase budućih sastavnica šumske transportne mreže. Idejne su trase šumskih prometnica određene glavnim lomnim točkama (točke u kojima idejna trasa mijenja svoj smjer). Koordinate svake lomne točke, a time i trasa šumske prometnice u cjelini, mogu pomoću GPS-ova prijamnika odgovarajuće kvalitete precizno i brzo biti prenesene i obilježene na terenu. Tako utvrđene idejne trase šumskih prometnica na terenu su zamjena za nulte linije koje su, u ne tako dalekoj prošlosti, klasičnom metodom »koraka šestara« projektirane na slojničkom zemljovidu.

U idejnu se trasu šumske prometnice uklapa operativni poligon, a zatim se definira osovinski poligon šumske ceste; dalje slijede poznate sastavnice faze projektiranja šumskih prometnica.

3. Ciljevi i metode istraživanja – Research goals and methods

3.1 Ciljevi istraživanja – Research goals

- ⇒ razredba gospodarskih jedinica i Uprava šuma Podružnica (UŠP) u reljefne kategorije,
- ⇒ utvrđivanje postojeće primarne klasične otvorenosti (po gospodarskoj jedinici, po UŠP i po reljefnoj kategoriji),
- ⇒ izračun duljine planirane mreže šumskih cesta (po UŠP i po reljefnom području, a radi dostizanja planirane primarne klasične otvorenosti 2020. i 2030. godine),
- ⇒ izračun cijene planirane mreže šumskih cesta (po UŠP i po reljefnom području, a radi dostizanja planirane primarne klasične otvorenosti 2020. i 2030. godine),
- ⇒ predlaganje smjernica daljnje otvaranja šuma Republike Hrvatske.

3.2 Metode rada – Research methods

3.2.1 Razredba gospodarskih jedinica i Uprava šuma Podružnica u reljefne kategorije – Relief classification for Management Units and Forest Administrations

Utvrđene su četiri kategorije reljefnih područja: nizinsko područje, prigrorsko-brdsko područje, gorsko-planinsko područje i krško područje. Prema planovima gospodarenja (gospodarska osnova ili program gospodarenja) svaka je gospodarska jedinica smještena u svoju reljefnu kategoriju. Zbrajanjem površine pojedine reljefne kategorije na razini UŠP izračunat je prvo apsolutni, a zatim i postotni udio svake reljefne kategorije u ukupnoj površini UŠP.

3.2.2 Utvrđivanje postojeće primarne klasične otvorenosti – Determining the existing primary road density

Postojeća primarna klasična otvorenost po gospodarskim jedinicama utvrdit će se temeljem katastra primarne šumske prometne infrastrukture koji je ustrojen na razini poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb sa stanjem 31. 12. 2011. godine. Po okončanom prikupljanju cjelovitoga katastra primarnih šumskih prometnica slijedi objedinjavanje podataka svih gospodarskih jedinica istih reljefnih kategorija na razini UŠP i čitavoga područja istraživanja. Katastar primarne šumske prometne infrastrukture

Tablica 1. Otvorenost po Upravama šuma Podružnicama razdijeljena prema reljefnim područjima**Table 1** Forest road density of Forest Administrations by relief categories

UŠP FA	Ukupna površina UŠP <i>Total area of FA</i>	Nizinsko područje <i>Lowland area</i>		Prigorsko-brdsko područje <i>Hilly area</i>		Gorsko-planinsko područje <i>Mountainous area</i>		Krško područje <i>Karst area</i>	
	1 000 ha	1 000 ha	km/1 000 ha	1 000 ha	km/1 000 ha	1 000 ha	km/1 000ha	1 000 ha	km/1 000 ha
VINKOVCI	72,43	72,43	7,46	–	–	–	–	–	–
OSIJEK	61,95	52,60	4,43	6,98	6,35	2,36	8,89	–	–
NAŠICE	77,08	27,74	12,74	15,56	13,54	33,78	20,70	–	–
POŽEGA	52,34	2,66	6,07	1,69	12,76	47,98	15,85	–	–
NOVA GRADIŠKA	75,46	31,89	8,82	33,25	9,21	10,31	11,84	–	–
BJELOVAR	133,09	25,44	11,92	70,65	11,76	37,00	12,01	–	–
KOPRIVNICA	61,99	20,83	13,68	31,90	17,42	9,25	18,44	–	–
ZAGREB	80,01	40,27	11,91	16,89	13,74	22,85	14,72	–	–
SISAK	88,52	35,03	7,05	53,49	7,13	–	–	–	–
KARLOVAC	83,07	12,12	13,77	52,54	11,48	18,41	12,03	–	–
OGULIN	60,76	–	–	–	–	60,76	13,97	–	–
DELNICE	98,80	–	–	–	–	87,50	21,59	11,30	9,71
SENJ	111,07	–	–	–	–	48,35	18,69	62,71	11,09
GOSPIĆ	323,14	0,45	11,09	–	–	118,97	10,59	203,72	5,09
BUZET	74,34	–	–	–	–	–	–	74,34	8,06
SPLIT	563,59	–	–	–	–	–	–	563,59	3,48
UKUPNO – TOTAL	2 017,62	321,47	9,05	282,96	11,26	497,53	15,43	915,67	4,81

u državnim šumama Republike Hrvatske, nakon izgradnje pojedine šumske ceste, na godišnjoj razini, redovito se ažurira, te sve podatke smatramo pouzdanim i relevantnim.

3.2.3 Izračunavanje duljine planirane mreže šumskih cesta – *Calculation of length for the planned forest road network*

Iz razlike postojeće i planirane primarne klasične otvorenosti (2020. i 2030. godine) pojedinoga UŠP te

njegove površine izračunata je ukupna duljina planiranih šumskih cesta koje treba izgraditi. Pretpostavljeno je da će sve buduće šumske ceste čitavom svojom duljinom ulaziti u obračun otvorenosti. Planirana je primarna klasična otvorenost šuma izračunata na temelju primjenjivih (pogodnih) sustava pridobivanja drva i teorijskim modelima primarnoga otvaranja šuma u pojedinim reljefnim kategorijama. Uvažene su optimalne srednje udaljenosti privlačenja drva za po-

Tablica 2. Minimalna potrebna (Šikić i dr. 1989), minimalna klasična (Hodić i dr. 2011) te planirana otvorenost za 2020. (Hodić i dr. 2011) i 2030. godinu po reljefnim područjima**Table 2** Primary road density (RD) regarding relief areas: minimum in 1989, minimum in 2011, planned by 2020 and planned by 2030

Reljefno područje <i>Relief area</i>	Minimalna potrebna klasična otvorenost 1989. <i>Minimum road density 1989</i>	Minimalna klasična otvorenost 2011. <i>Minimum road density 2011</i>	Planirana (ciljana) klasična otvorenost 2020. <i>Planned road density 2020</i>	Planirana klasična otvorenost 2030. <i>Planned road density 2030</i>
	m/ha			
Nizinsko područje <i>Lowland area</i>	7,00	10,00	13,00	15,00
Prigorsko-brdsko područje <i>Hilly area</i>	12,00	15,00	20,00	25,00
Gorsko-planinsko područje <i>Mountainous area</i>	15,00	20,00	25,00	30,00
Krško područje <i>Karst area</i>	Nema podataka <i>No data</i>	10,00	15,00	15,00

jedine šumske strojeve koji služe za privlačenje drva u Republici Hrvatskoj. Pri transformaciji je teorijske srednje udaljenosti privlačenja u stvarnu srednju udaljenost privlačenja drva korišten sveukupni faktor korekcije (koji u sebi objedinjuje mrežni faktor korekcije i faktor korekcije privlačenja drva).

3.2.4 Troškovna analiza nove mreže planiranih šumskih cesta – Calculation of construction costs of the planned forest road network

Troškovna analiza nove mreže planiranih šumskih cesta izradit će se prema tehničkim značajkama šumskih cesta propisanih u važećim Tehničkim uvjetima za gospodarske ceste (Šikić i dr. 1989) i planskih cijena izgradnje šumskih cesta u različitim reljefnim kategorijama poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb.

3.2.5 Predlaganje smjernica daljnega otvaranja šuma Republike Hrvatske – Guidelines for future construction of forest roads in Croatia

Detaljnou analizom potrebe izgradnje primarnoga šumskoga transportnoga sustava idućih dvadesetak godina, uvidom u dosadašnju dinamiku izgradnje šumskih cesta, uzevši u obzir financijske, proizvodne, organizacijske, stručne i tehničko-tehnološke kapacitete poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb, definirat će se dinamika i prioriteti razvijanja postojeće mreže primarnoga šumskoga transportnoga sustava.

4. Područje istraživanja – Research area

Istraživanje je provedeno na području 16 Uprava šuma Podružnica u sastavu poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb.



Slika 3. Područje istraživanja
 Fig. 3 Research area

5. Rezultati istraživanja – *Research results*

5.1 Razredba Uprava šuma Podružnica u reljefne kategorije i određivanje postojeće primarne klasične otvorenosti – *Classification of Forest Administrations into relief categories and determination of existing primary road density*

Temeljem provedene razredbe reljefnih područja Uprave šuma Podružnice, radi preglednosti i usporedivosti rezultata, razvrstane su u reljefne kategorije.

Od ukupne površine šuma istraživanoga područja (2 017 620 ha) na nizinsko područje otpada 321 470 ha (15,93 %), na prigrorsko-brdsko 282 960 ha (14,02 %), na gorsko-planinsko 497 530 ha (24,66 %) i na krško područje 915 670 ha (45,39 %). Samo se četiri UŠP čitavom svojom površinom nalaze u jednoj reljefnoj kategoriji (UŠP Vinkovci u nizinskoj, UŠP Ogulin u gorsko-planinskoj te UŠP Buzet i UŠP Split u krškoj). Područja kojima gospodare ostale Uprave šuma Podružnice prostiru se u dvjema (četiri UŠP) ili u trima (osam UŠP) reljefnim kategorijama.

U nizinskom području prosječna postojeća primarna klasična otvorenost iznosi 9,05 m/ha, u prigrorsko-

brdskom području 11,26 m/ha, u gorsko-planinskom području 15,43 m/ha i u krškom području 4,81 m/ha.

Uspoređujući postojeću gustoću primarne šumske prometne infrastrukture po pojedinoj kategoriji reljefnoga područja može se zaključiti sljedeće: unutar nizinskoga područja najveća je otvorenost u UŠP Karlovac (13,77 m/ha), a najmanja u UŠP Osijek (4,43 m/ha); u prigrorsko-brdskom području najbolje je otvoren UŠP Koprivnica (17,42 m/ha), a najslabije UŠP Osijek (6,35 m/ha); u kategoriji gorsko-planinskoga područja najviši je stupanj otvorenosti u UŠP-u Delnice (21,59 m/ha), a najmanji (UŠP Osijek zbog jako male površine nije uzet u obzir) u UŠP Gospić (10,59 m/ha); na krškom je području najveća otvorenost u UŠP Senj (11,09 /ha), a najmanja u UŠP Split (3,48 ha).

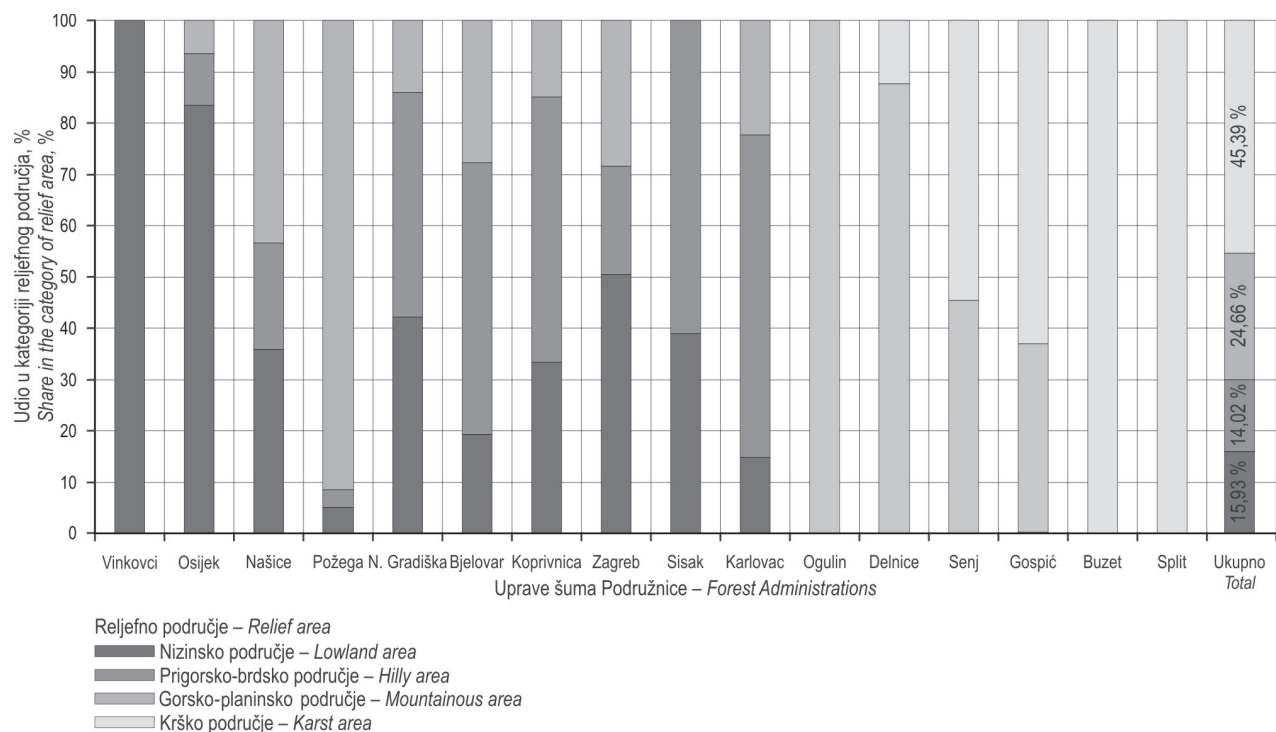
5.2 Izračun duljine planirane mreže šumskih cesta 2020. i 2030. godine – *Calculation of planned truck forest road network by 2020 and 2030*

Prema reljefnim kategorijama i ukupnoj površini svakoga UŠP izračunata je planirana primarna klasična otvorenost 2020. i 2030. godine. Za obje je inačice planirane primarne klasične otvorenosti određena duljina šumskih cesta koje je potrebno izgraditi do isteka planskoga razdoblja.

Tablica 3. Duljina šumskih cesta koje je potrebno izgraditi do doseganja planirane primarne klasične otvorenosti 2020. godine za pojedinu UŠP i ukupno

Table 3 Planned length of truck forest roads to be built to reach primary road density in 2020 by FA and in total

UŠP FA	Nizinsko područje <i>Lowland areas</i>	Prigrorsko-brdsko područje <i>Hilly areas</i>	Gorsko-planinsko područje <i>Mountainous areas</i>	Krško područje <i>Karst areas</i>	Ukupno <i>Total</i>
	km				
VINKOVCI	401,05	–	–	–	401,05
OSIJEK	450,96	95,31	38,03	–	584,30
NAŠICE	7,28	100,61	145,19	–	253,07
POŽEGA	18,43	12,29	438,96	–	469,69
NOVA GRADIŠKA	133,28	358,76	135,77	–	627,81
BJELOVAR	27,38	582,26	480,60	–	1 090,24
KOPRIVNICA	0,00 (+14,21)*	82,34	60,68	–	128,81
ZAGREB	43,99	105,66	234,91	–	384,55
SISAK	208,58	688,28	–	–	896,86
KARLOVAC	0,00 (+9,30)*	447,78	238,78	–	677,27
OGULIN	–	–	670,37	–	670,37
DELNICE	–	–	298,70	59,73	358,43
SENJ	–	–	305,04	245,04	550,08
GOSPIĆ	0,86	–	1 714,32	2 019,62	3 734,80
BUZET	–	–	–	515,80	515,80
SPLIT	–	–	–	6 494,72	6 494,72
UKUPNO – TOTAL	1 268,30	2 473,29	4 761,33	9 334,92	17 837,84



Slika 4. Udio reljefnih područja unutar pojedinoga UŠP

Fig. 4 Share of relief categories in FAs

Tablica 4. Duljina šumskih cesta koje je potrebno izgraditi do doseganja planirane primarne klasične otvorenosti 2030. godine za pojedinu UŠP i ukupno

Table 4 Planned length of truck forest roads to be built to reach primary road density in 2030th by FA and in total

UŠP FA	Nizinsko područje <i>Lowland areas</i>	Prigorsko-brdsko područje <i>Hilly areas</i>	Gorsko-planinsko područje <i>Mountainous areas</i>	Krško područje <i>Karst areas</i>	Ukupno <i>Total</i>
	km				
VINKOVCI	545,91	–	–	–	545,91
OSIJEK	556,17	130,21	49,83	–	736,21
NAŠICE	62,76	178,42	314,08	–	555,26
POŽEGA	23,75	20,79	678,85	–	723,39
NOVA GRADIŠKA	197,06	525,03	187,34	–	909,42
BJELOVAR	78,26	935,50	665,58	–	1 679,34
KOPRIVNICA	27,46	241,86	106,94	–	376,26
ZAGREB	124,53	190,11	349,16	–	663,79
SISAK	278,65	955,72	–	–	1 234,37
KARLOVAC	14,94	710,47	330,83	–	1 056,23
OGULIN	–	–	974,19	–	974,19
DELNICE	–	–	736,19	59,73	795,93
SENJ	–	–	546,80	245,04	791,85
GOSPIĆ	1,75	–	2 309,18	2 019,62	4 330,55
BUZET	–	–	–	515,80	515,80
SPLIT	–	–	–	6 494,72	6 494,72
UKUPNO – TOTAL	1 911,23	3 888,11	7 248,97	9 334,92	22 383,22

Podaci pokazuju da, iako smo izišli iz 2011. godine, primarna klasična otvorenost definirana kao planirana te godine nije postignuta ni u jednom UŠP na čitavom području njegova gospodarenja, premda smo kod nekih Uprava šuma Podružnica (Delnice, Koprivnica, Našice) vrlo blizu ostvarenja spomenute otvorenosti za otvorenost planiranu u toj godini. Uprave šuma Podružnice uglavnom su dobro otvorene (u odnosu na minimalnu klasičnu primarnu otvorenost 2011. godine) i u samo nekima je potrebno dodatno otvaranje, dok su u ostalim reljefnim područjima potrebna značajna financijska ulaganja.

Minimalna primarna klasična otvorenost 2011. godine u nizinskom reljefnom području, u usporedbi s postojećom primarnom klasičnom otvorenošću u istom reljefnom području, upućuje na potrebu intenzivnih zahvata izgradnje novih šumskih cesta (poglavito na području UŠP Vinkovci i Osijek). Dobivene rezultate treba promatrati u kontekstu povijesnih smjernica gospodarenja nizinskim šumama u UŠP Vinkovci i Osijek (odsjeci pravilnoga četverokutnoga oblika dimenzija 750 × 750 m s pravilnom mrežom sekundarnih šumskih prometnica »šljukarica« na međusobnoj udaljenosti sredina prohoda (osi) od 37,50 m (Posarić 2007), ali i u smislu novih (danas prihvaćenih) tehnologija pridobivanja drva u hrvatskim nizinskim šumama.

Najveći obujam radova izgradnje novih šumskih cesta, prema planu otvorenosti za 2020. godinu, potrebno je provesti u UŠP Gospić (3 734,80 km), odnosno UŠP Split (6 494,72 km). Analizirajući po reljefnim područjima najviše šumskih cesta treba izgraditi u nizinskom području u UŠP Osijek (450,96 km), u prigrorsko-brdskom području u UŠP Sisak (688,28 km), u planinskom području u UŠP Gospić (1 714,32 km) i na području krša (6 494,72 km) u UŠP Split.

Najveći obujam radova izgradnje novih šumskih cesta, prema planu otvorenosti za 2030. godinu, potrebno je provesti u UŠP Gospić (4 330,55 km), odnosno UŠP Split (6 494,72 km). Analizirajući po reljefnim područjima najviše šumskih cesta treba izgraditi u nizinskom području u UŠP Osijek (556,17 km), u prigrorsko-brdskom području u UŠP Sisak (955,72 km), u gorsko-planinskom području u UŠP Gospić (2 309,18 km) i na području krša (6 494,72 km) u UŠP Split.

5.3 Izračun cijene izgradnje planirane mreže šumskih cesta 2020. i 2030. godine i predlaganje smjernica daljnega otvaranja šuma Republike Hrvatske – Calculation of construction costs of planned forest road network by 2020 and 2030 and guidelines for further opening of Croatian forests

Temeljem planskih cijena izgradnje šumskih cesta za svako reljefno područje (Anon. 2010); nizinsko

područje (500 000,00 kn/km), prigrorsko-brdsko područje (350 000,00 kn/km), gorsko-planinsko područje (250 000,00 kn/km) i krško područje (225 000,00 kn/km) te važećih Tehničkih uvjeta za gospodarske ceste (Šikić i dr. 1989), došlo se do ukupne cijene koštanja svih šumskih cesta koje je potrebno izgraditi za postizanje planirane otvorenosti 2020. i 2030. godine. U budućnosti će se, s približavanjem planiranoj primarnoj otvorenosti, sa stajališta otvaranja šuma i radova pridobivanja drva, otvarati sve zahtjevnija šumska područja. Pretpostavlja se, uz pretpostavku zadržavanja sadašnjih tehničkih uvjeta šumskih cesta, povećanje planske cijene njihove izgradnje. Smanjivanje se budućih troškova izgradnje šumskih cesta, koje će s približavanjem planiranoj primarnoj otvorenosti otvarati sve manja šumska područja, može postići izgradnjom nižih kategorija šumskih cesta s jednostavnijim tehničkim uvjetima primjerenim za prometovanje samo kamiona.

Prema Potočniku (2007) prosječni godišnji troškovi dobro održavanih šumskih cesta u razdoblju njihove amortizacije (od 23 do 30 godina) iznose od 2 do 4 % ukupnih troškova izgradnje šumskih cesta.

Tablica 5. Troškovi izgradnje planirane mreže šumskih prometnica 2020. i 2030. za postojeće tehničke uvjete

Table 5 Construction costs of the planned network of truck forest roads by 2020 and 2030 regarding technical requirements

Uprava šuma Podružnica <i>Forest Administration</i>	Planirano 2020. <i>Planned by 2020</i>	Planirano 2030. <i>Planned by 2030</i>
	kn	
VINKOVCI	200 524 940	272 952 623
OSIJEK	268 345 303	336 116 325
NAŠICE	75 147 978	172 348 463
POŽEGA	123 258 843	188 864 338
NOVA GRADIŠKA	226 148 680	329 122 725
BJELOVAR	337 630 425	532 951 250
KOPRIVNICA	36 884 905	125 114 313
ZAGREB	117 699 358	216 090 363
SISAK	345 189 635	473 826 575
KARLOVAC	211 769 653	338 839 800
OGULIN	167 592 188	243 547 625
DELNICE	88 114 013	197 488 763
SENJ	131 393 958	191 835 395
GOSPIĆ	883 422 645	1 032 585 165
BUZET	116 055 855	116 055 855
SPLIT	1 461 311 775	1 461 311 775
UKUPNO – TOTAL	4 790 490 150	6 229 051 350

Za postizanje je planirane primarne klasične otvorenosti 2020. godine, na razini »Hrvatskih šuma« d.o.o. Zagreb, prema važećim Tehničkim uvjetima, potrebno uložiti 4 790 490 150 kn, a za postizanje planirane primarne klasične otvorenosti 2030. godine treba investirati 6 229 051 350 kn.

Dinamika izgradnje donjega i gornjega ustroja šumskih cesta za razdoblje od 2004. do 2013. godine govori o količini šumskih cesta koje se grade i prema kojima se može odrediti daljnji intenzitet otvaranja. Ukupno je u deset promatranih godina izgrađeno 2 123,48 km donjega i 2 324,91 km gornjega ustroja, odnosno prosječno 212,35 km donjega i 232,49 km gornjega ustroja šumskih cesta godišnje. Najviše se i donjega i gornjega ustroja gradilo 2006. (292,43 km i 374,36 km), a najmanje 2013. godine (110,40 km, odnosno 136,60 km). Iz razlike izgrađenih duljina donjega i gornjega ustroja može se zaključiti da se šumske ceste ne izvode uvijek odjednom, već se postupak izgradnje protegne u dvije ili više godina. Najčešći su razlozi nedostatak financijskih sredstava, nepovoljni vremenski uvjeti krajem godine, tehnologija izgradnje ili je tako jednostavno predviđeno planom izgradnje.

6. Rasprava i zaključna razmatranja *Discussion and conclusions*

Značajna različitost hrvatskoga šumarstva sa stajališta orografije terena (nizinsko, prigorsko-brdsko, gorsko-planinsko i krško područje), stanišnih i sastojinskih značajki te načina gospodarenja šumama (regularno, preborno), ali i načina otvaranje šuma pojedinih orografskih područja, odnosno razine otvorenosti šuma, upućuje na potrebu dobrog planiranja u cjelokupnom šumarstvu, pa tako i u pridobivanju drva, odnosno otvaranju šuma. Kvalitetno i pouzdano planiranje, u ovom slučaju šumskih prometnica, jamstvo je racionalizacije (skup postupaka za postizanje ušteda u poslovanju) jednoga dijela šumarske proizvodnje.

Planiranje je šumskih prometnica polazišna, nezaobilazna i vrlo važna faza uspostavljanja optimalne mreže šumskih prometnica na terenu. Planiranje može biti stratejsko, taktičko i operativno. Na razini se stratejskoga planiranja koristi tzv. opisna (deskriptivna, primarna) razredba terena koja opisuje teren prema mjerljivim značajkama i raščlanjuje ga u kategorije neovisno o primijenjenim sustavima pridobivanja drva.

Planirane su vrijednosti primarne klasične otvorenosti 2020. i 2030. godine na razini reljefnih kategorija smjerokazi koje valja slijediti, ali ih se ne treba (i ne smije), u konačnom dizajniranju mreže primarne

šumske prometne infrastrukture, kruto pridržavati. Preporučuje se preispitati i po potrebi iznova definirati vrijednosti planirane primarne klasične otvorenosti po reljefnim područjima, uvažavajući pri tome sve čimbenike koji imaju utjecaj na izračun planirane gustoće primarnoga šumskoga transportnoga sustava.

Na nižoj je, a time i točnijoj razini planiranja (taktičko planiranje), moguće odstupanje od veličina utvrđenih stratejskom razinom, i to u pozitivnim i negativnim, ali prihvatljivim intervalima. Ciljana (najbolja moguća) primarna klasična otvorenost definira se na razini gospodarske jedinice; na ovoj se razini izračuju i studije primarnoga otvaranja šuma.

Na ovoj je razini planiranja (operativno planiranje) točnost planiranja mreže šumskih prometnica najveća (na najnižoj se operativnoj razini planiraju konkretne šumske ceste) i najbolje odgovara stvarnomu stanju, ali su za to potrebni najtočniji i potpuni podaci i informacije. Pri operativnom planiranju ponekad ni podjela na gospodarske jedinice nije dovoljno točna jer se unutar iste gospodarske jedinice mogu nalaziti dvije reljefne kategorije ili više njih (vrlo rijetko). Ova razina planiranja pretpostavlja namjensku (funkcionalnu ili sekundarnu) razredbu terena koja povezuje mogućnost primjene mogućih i pogodnih sustava pridobivanja drva s razredima terenskih čimbenika. Sustav je pridobivanja drva određen postupcima, metodom izradbe drva (sortimentna, poludeblovna, deblovna, stablovna) te strojevima i alatima koji se rabe pri eksploataciji određene sječne jedinice. Izbor (korištenje) sredstva privlačenja drva (skider, forvarder, adaptirani poljoprivredni traktor, APT s poluprikolicom, žičara) u svjetlu djelovanja terenskih (reljefnih kategorija) i sastojinskih čimbenika te razine primarne i sekundarne otvorenosti šuma najvažnija je odrednica cijeloga sustava pridobivanja drva.

Analizom postojeće primarne klasične otvorenosti šuma po UŠP i po kategorijama reljefa sa stanjem 31. 12. 2011. godine na istraživanom području zaključuje se da planirana primarna klasična otvorenost nije postignuta na većem dijelu državnih šuma. Štoviše, u dobrom dijelu šuma nije dostignuta čak ni minimalna (2011. godine) potrebna primarna klasična otvorenost; u nizinskom području u 5 od 11 Uprava šuma Podružnica, u prigorsko-brdskom području 8 od 9, u gorsko-planinskom području u 10 od 12 Uprava šuma Podružnica, što značajno (negativno) utječe na kvalitetu, učinkovitost i racionalnost gospodarenja ovim nedovoljno otvorenim šumama.

Habsburg (1970), Sanktjohanser (1971) i Piest (1974) slažu se da je za potrebe iskorištavanja šuma, ovisno o terenskim i sastojinskim značajkama, optimalna gustoća mreže primarne šumske prometne infrastrukture

između 17 i 30 m/ha, dok je za racionalno sveukupno gospodarenje šumama optimalna gustoća primarnoga šumskoga transportnoga sustava nešto veća. Predložene se vrijednosti vrlo dobro podudaraju s planiranom primarnom klasičnom otvorenosću u Hrvatskoj 2020. i 2030. godine, a manja su odstupanja u nizinskim šumama i u šumama na kršu. Preporučenu gustoću šumskoga transportnoga sustava navedene trojice autora, s obzirom na vremenski odmak i razvoj cjelokupnoga sustava pridobivanja drva te sveukupnoga gospodarenja šumskim ekosustavom do kojega je u međuvremenu došlo, treba prihvatiti s rezervom.

Podatak o primarnoj klasičnoj otvorenosti šuma ne govori puno o kvaliteti prostornoga razmještaja sastavnica primarne šumske prometne infrastrukture. Radi boljega razumijevanja stvarne vrijednosti primarne klasične otvorenosti šuma uvijek je nužno primarnu klasičnu otvorenost prikazivati zajedno sa srednjom udaljenosti privlačenja drva, odnosno sa srednjom daljinom pristupa ugroženoj šumskoj površini ako se radi o protupožarnim šumskim cestama na krškom području. Tek se usporednim razmatranjem primarne klasične otvorenosti i srednje udaljenosti privlačenja može steći jasan uvid u stvarne i kvantitativne (količina primarnih šumskih prometnica) i kvalitativne (pros-

torna pokrivenost šumskim prometnicama) parametre primarnoga šumskoga transportnoga sustava.

Prosječnim godišnjim intenzitetom izgradnje šumskih cesta, temeljenom na podacima od 2004. do 2013. godine (uzmimo li u izračun prosječnu izgrađenu duljinu donjega ustroja šumskih cesta od oko 212 km/god.), za postizanje bi planirane otvorenosti 2020. trebale 84 godine, a 2030. čak 106 godina.

Trebalo bi razmisliti o produljenju razdoblja u kojem će se nastojati postići planirane vrijednosti gustoće primarne šumske prometne infrastrukture. Istodobno treba intenzivirati izgradnju šumskih cesta te je sa sadašnjih 212 km/god. podići na bar 600–800 km/god. Time bi se planirane vrijednosti gustoće primarne šumske prometne infrastrukture 2020. godine (računajući s izgradnjom 700 km/god. šumskih cesta) mogle postići za približno 25 godina, a 2030. godine za 32 godine. Pri tome treba uvažavati objektivne financijske, stručne i infrastrukturne kapacitete poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb. Osim postojećih izvora financiranja, sredstava tekućega poslovanja i sredstava fonda za općekorisne funkcije šuma (OKFŠ), treba potražiti ostale moguće izvore financiranja svih faza (uvijek prisutnih i povremeno prisutnih) uspostavljanja optimalne mreže primarne

Tablica 6. Struktura primarne šumske prometne infrastrukture u Sloveniji po Upravama šuma Podružnicama; stanje 31. 12. 2001. (ukupna površina šuma 1 142 125 ha)

Table 6 Primary forest traffic infrastructure in Slovenia by FA; as of Dec. 31, 2001 (total forest area - 1 142 125 ha)

Uprava šuma Podružnica <i>Forest Administration</i>	Šumske ceste, km <i>Truck forest roads, km</i>	Produktivna duljina, km <i>Productive length, km</i>		Gustoća, m/ha <i>Road density, m/ha</i>
		Šumske ceste <i>Truck forest roads</i>	Javne ceste <i>Public roads</i>	
Tolmin	1 161	1 038	1 027	18,1
Bled	821	817	203	23,5
Kranj	602	602	1 013	24,7
Ljubljana	1 056	917	1 146	15,8
Postojna	1 188	1 070	428	20,3
Kočevje	1 320	1 199	237	16,6
Novo Mesto	784	693	687	14,8
Brežice	652	591	551	16,8
Celje	797	777	1 256	29,0
Nazarje	563	515	413	22,4
Sloven Gradec	1 656	1 257	569	32,5
Maribor	856	838	2 512	35,4
Murska Sobota	428	413	987	37,9
Sežana	444	395	550	11,8
Ukupno – <i>Total</i>	12 327	11 122	11 580	19,9

šumske prometne infrastrukture npr. fondovi EU-a (Fond za ruralni razvoj) i dr.

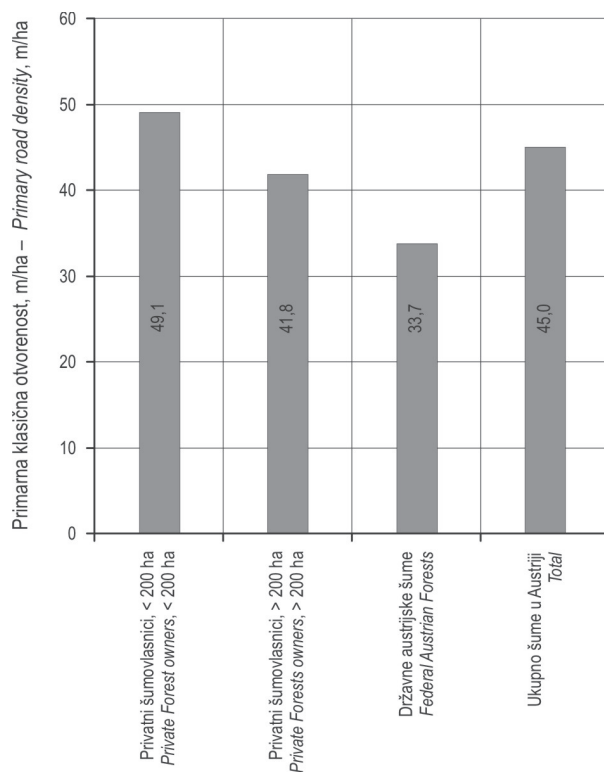
Zamjetna je velika neujednačenost otvorenosti šumskih područja koja pripadaju istoj reljefnoj kategoriji. U budućnosti bi, pri planiranju investiranja u nadogradnju i razvoj primarne šumske prometne infrastrukture trebalo voditi računa o prioritetnom usmjeravanju financijskih sredstava u lošije otvorena šumska područja, sve do uravnoteženja gustoće mreže primarnih šumskih prometnica na razini cjelokupnoga reljefnoga područja.

Uspoređene su vrijednosti primarne klasične otvorenosti (postojeće, ali i planirane 2020. i 2030. godine) s prosječnim vrijednostima postojeće primarne klasične otvorenosti u šumama Republike Austrije (Stampfer 2011, prema Austrian Forest Inventory 1992/96). Radi potpunosti usporedbe daju se temeljne značajke austrijskih šuma i radova pridobivanja drva:

- ⇒ vlasništvo šuma (48,3 % su privatne šume površine posjeda manje od 200 ha, 22,4 % čine privatne šume površine posjeda veće od 200 ha, 15,7 % su državne šume, a 15,6 % su šume ostalih šumovlasnika),
- ⇒ nagib terena na kojem rastu šume (više od 22 % šuma raste na nagnutim terenima nagiba većega od 60 %, a 39 % šuma na terenima nagiba 30–60 %; ostale se šume nalaze na nagibima do 30 %),
- ⇒ posebnosti (način) gospodarenja šumama,
- ⇒ općekorisne funkcije šuma,
- ⇒ sustavi pridobivanja drva (postupci, metoda izradbe, strojevi i alati koji se koriste):
 - ⇒ primijenjeno sredstvo za sječu i izradbu drva (motornom se pilom posiječe i izradi 82,41 % etata, a harvesterom 17,59 %),
 - ⇒ sredstvo za rad pri privlačenju drva (skiderom se privuče 53,1 %, forvarderom 26,8 %, žičarom 14,2 %, ručno 4,6 %, konjima 0,4 % i na ostale načine – npr. helikopterom 0,9 % ukupnoga godišnjega etata).

U manjim šumoposjedima, na kojima se pri privlačenju drva koriste manje suvremeni strojevi (uglavnom ATP i ATP s poluprikolicom), zbog racionalizacije ukupnih troškova pridobivanja drva uspostavljena je gušća mreža primarne šumske prometne infrastrukture.

Postojeća primarna klasična otvorenost u Republici Austriji (u austrijskim državnim šumama) mnogo je veća i od planirane otvorenosti u prigorsko-brdskom i gorsko-planinskom području Republike Hrvatske 2030. godine; naravno još je veća razlika pri usporedbi s planiranom otvorenosti 2020. godine, a najveće su razlike prisutne pri usporedbi s postojećom primarnom



Slika 5. Postojeća primarna klasična otvorenost šuma u Republici Austriji (Stampfer 2011, prema Austrian Forest Inventory 1992/96)

Fig. 5 Existing primary road density in Austria (Stampfer 2011 according to Austrian Forest Inventory 1992/96)

klasičnom otvorenosti. I u hrvatskim državnim šumama postoje gospodarske jedinice čija je primarna klasična otvorenost na razini otvorenosti u austrijskim državnim šumama, ali su one rijetke. Kao primjer navode se tri gospodarske jedinice smještene u prebornim šumama Gorskoga kotara koje su u vlasništvu države, ali kojima gospodari Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. U njima gustoća primarnoga šumskoga transportnoga sustava iznosi između 32 i 36 km/1 000 ha uz prosječne vrijednosti srednje udaljenosti privlačenja drva oko 150 m.

Ciljana gustoća primarne šumske transportne infrastrukture u Sloveniji (Dobre 1990), izračunata za 14 Uprava šuma Podružnica (na temelju izračuna za ukupno 293 gospodarske jedinice), kreće od 22 do 33 m/ha. Godišnje se u prosjeku gradi 0,3 m/ha novih šumskih cesta; navedenim bi se intenzitetom ciljana primarna klasična otvorenost dosegla za oko 30 godina.

Prema Potočniku (2007) postojeća primarna klasična otvorenost u Sloveniji 2001. godine iznosi na razini čitave države prosječno 19,9 m/ha. Za šume koje rastu na nagnutim terenima vrijede sljedeće relacije: pri gustoći primarnih šumskih prometnica do 5 m/ha možemo reći da je šuma neotvorena, gustoća primarne šumske prometne

infrastrukture od 5 do 15 m/ha omogućuje ekstenzivno gospodarenje šumom, normalno gospodarenje šumom ostvaruje se pri gustoći primarne šumske transportne infrastrukture od 15 do 30 m/ha, a pri gustoći primarnih šumskih prometnica većoj od 30 m/ha ispunjeni su zahtjevi za intenzivnim gospodarenjem šumom (na najboljim staništima bonitetima). Isti autor (tablica 6) prikazuje strukturu primarne šumske prometne infrastrukture po Upravama šuma Podružnicama.

7. Literatura – References

- Anon., 1997: Izvješće o problematici gradnje i održavanja šumskih i protupožarnih prometnica i stanju otvorenosti šuma, J. P. Hrvatske šume, Zagreb, 1–11.
- Anon., 2006: Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske, za razdoblje 2006–2015.
- Anon., 2011: Izvješće o izgradnji donjeg i gornjeg ustroja šumskih cesta na području HŠ d.o.o. Zagreb za razdoblje 2004–2013.
- Habsburg, U., 1970: Sind Knickschlepper und Forststrassen Gegensätze? Betrachtungen über den Einfluss der Rückemethoden auf den Wegeabstand. *Allgemeine Forstzeitung*, 1–269.
- Hribernik, B., I. Potočnik, 2006: Sedanje stanje gozdnih cest kot rezultat preteklega gospodarjenja. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 81: 83–89.
- Nevečerel, H., 2010: Dizajniranje teorijskog modela i izrada računalnog programa za projektiranje šumskih prometnica. *Disertacija*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–233.
- Nevečerel, H., T. Pentek, D. Pičman, I. Stankić, 2007: Traffic load of forest roads as a criterion for their categorization – GIS analysis. *Croatian Journal of Forest Engineering* 28(1): 27–38.
- Pentek, T., 2002: Računalni modeli optimizacije mreže šumskih cesta s obzirom na dominantne utjecajne čimbenike. *Disertacija*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–271.
- Pentek, T., D. Pičman, H. Nevečerel, 2004: Environmental – ecological component of forest road planning and designing. *International scientific conference: Forest constructions and ameliorations in relation to the natural environment*, Technical University in Zvolen, Slovakia, 16th–17th September. *Proceeding CD/DVD MEDIJ*, 94–102.
- Pentek, T., D. Pičman, I. Potočnik, P. Dvorščak, H. Nevečerel, 2005a: Analysis of an existing forest road network. *Croatian Journal of Forest Engineering* 26(1): 39–50.
- Pentek, T., D. Pičman, H. Nevečerel, 2005b: Planiranje šumskih prometnica – postojeća situacija, determiniranje problema i smjernice budućeg djelovanja. *Nova mehanizacija šumarstva* 26(1): 55–63.
- Pentek, T., D. Pičman, H. Nevečerel, 2006: Uspostava optimalne mreže šumskih cesta na terenu – smjernice unapređenja pojedine faze rada. *Glasnik za šumske pokuse*, posebno izdanje 5: 647–663.
- Pentek, T., H. Nevečerel, D. Pičman, T. Poršinsky, 2007a: Forest road network in the Republic of Croatia – Status and perspectives. *Croatian Journal of Forest Engineering* 28(1): 93–106.
- Pentek, T., H. Nevečerel, T. Poršinsky, D. Horvat, M. Šušnjar, Ž. Zečić, 2007b: Quality planning of forest road network – precondition of building and maintenance cost rationalization – *Austro2007/Formec’07* 07th–11th October, Vienna – Heiligenkreuz.
- Pentek, T., H. Nevečerel, K. Dasović, T. Poršinsky, M. Šušnjar, I. Potočnik, 2010: Analiza sekundarne otvorenosti šuma gorskog područja kao podloga za odabir duljine uža vitla. *Šumarski list* 134(5–6): 241–248.
- Pentek, T., T. Poršinsky, 2012: *Forest Ecosystems – More Than Just Trees* (Šumski ekosustavi – više od samih stabala). *Intech web.org*, 1–464.
- Piest, K., 1974: Einfüsse auf Walderschliessung und Wegegestaltung. *Forsttechnische Informationen* 3: 27–30.
- Pičman, D., T. Pentek, 1996: Čimbenici koji utječu na opravdanost izgradnje mreže šumskih prometnica. U: *Zaštita šuma i pridobivanje drva*, S. Sever (ur.), Šumarski fakultet Zagreb – Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, 293–300.
- Posarić, D., 2007: Vodič za revirničke poslove. *Hrvatske šume d.o.o. Zagreb*, 1–225.
- Potočnik, I., 1996b: Mnogonamenska raba gozdnih cest – relativna pomembnost posameznih rab. U: K. Boštjan (ur.). *Izzivi gozdne tehnike: zbornik posvetovanja*, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 95–103.
- Potočnik, I., 1998: The multiple use of roads and their classification. U: *Proceedings of the Seminar on environmentally sound forest roads and wood transport*, Sinaia, Romania, 17–22 June 1996. *Food and agriculture organization of the United Nations, Rim*, 103–108.
- Potočnik, I., 1998: The environment in planning a forest road network. *Proceedings: Environmental Forest Science*, Kyoto, Japan, 67–74.
- Potočnik, I., 2003: Forest road formation width as an indicator of human impact on forest environment. *Ecology* 22(3): 298–304.
- Potočnik I., T. Pentek, D. Pičman, 2005: Impact of traffic characteristics on forest roads due to forest management. *Croatian Journal of Forest Engineering* 26(1): 51–57.
- Sanktjohanser, L., 1971: Zur Frage der optimalen Wegendichte in Gabirgswaldungen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 3: 142–153.
- 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*, 1–78.

Abstract

Strategic Planning of Forest Road Network in Croatia – Analysis of Present Situation as Basis for Future Activities

The optimal forest road network must be established through the following work phases: planning, designing, construction with supervision and maintenance/repair (Pentek et al. 2004). In addition to these obligatory phases of forest traffic infrastructure optimization, another two work phases are included occasionally: reconstruction phase and phase of road removing/restoring.

Good planning is necessary in forestry as well as in timber harvesting and forest opening, considering the diversity of Croatian forestry in terms of terrain orography (lowland, hilly, mountainous and karst region), site and stand characteristics and forest management practices (regular, selective), different patterns of forest road network (road network layout) and different levels of road density. Responsible planning of forest roads is a guarantee of rationalization (a set of procedures to achieve cost reduction) in a part of forestry production.

Due to the level of planning, its complexity, planning period and operation area, planning of forest roads can be divided into three levels:

- ⇒ Planning of forest road network at state level or relief area level (lowland, hilly, mountainous and karst relief region). This is the highest and initial level of planning (global planning – strategic planning),
- ⇒ Planning of forest road network at management unit level – represents an intermediate level of planning (general planning – tactical planning),
- ⇒ Planning of a specific forest road – result of tactical planning leads to planning at the lowest level (local planning – operational planning), followed by design phase,

Planning of forest roads on strategic level (the highest level) must define as follows: relief areas considering measurable terrain and stand characteristics together with forest openness, and its analyses; develop guidelines for appropriate models of primary and secondary forest opening in different relief areas (road layout/pattern); develop guidelines for appropriate and achievable harvesting systems in different relief areas (considering stand characteristics and existing (present) road density).

The objectives of this study are:

- ⇒ classification of Management Units (MU) and Forest Administrations (FA) into relief categories,
- ⇒ identification of existing primary openness by MU, FA and relief categories,
- ⇒ calculation of length of the planned forest road network per FAs and relief regions, for achieving planned (targeted) primary road density,
- ⇒ cost calculation of the planned forest road network, per FAs and relief regions, for achieving planned (targeted) primary road density,
- ⇒ proposing guidelines for further opening of Croatian forests.

The study was done in 16 Forest Administrations within the company »Croatian Forests« Ltd. Zagreb.

Table 1 Primary road density for various relief areas in Croatia: minimum necessary (Šikić et al. 1989), minimum in 2011 (Hodić and Jurušić 2011), planned by 2020 (Hodić and Jurušić 2011) and planned by 2030

Relief area	Minimum RD 1990 th	Minimum RD 2011 th	Planned (final) RD	Planned RD 2030 th
	km/1 000 ha			
Low-land area	7.00	10.00	13.00	15.00
Hilly area	12.00	15.00	20.00	25.00
Mountainous area	15.00	20.00	25.00	30.00
Karst area	No data	10.00	15.00	15.00

Planned primary values of openness at the level of relief categories are guidelines to be followed, but in the final design of primary forest road network they should not and must not be rigidly observed. It is recommended to review and, where necessary, redefine values of the planned primary classical openness by relief areas, taking into consideration all the factors that influence the calculation of the planned density of primary forest transportation system.

At the level of tactical planning, possible deviations from the strategic level are possible, in both positive and negative values, but within reasonable intervals.

Based on the analysis of the existing primary road density in the study area (by FAs and by different relief areas) as of December 31, 2011, it is concluded that the planned primary road density has not been achieved in most of the state forests. Moreover, in a majority of state forests not even minimal necessary primary road density has been achieved, which has a negative impact on the quality, efficiency and rationality of managing these insufficiently opened forests.

The time period for achieving the intended values of primary road density should be extended, while simultaneously the construction of forest roads on an annual basis should be intensified. The financial, technical and infrastructural capacities of the company »Croatian Forests« Ltd. Zagreb should also be taken into account. In addition to the existing sources of funding, funding from current operations and funds from non-market forest values, as well as other possible sources of funding (for example EU funds) in all phases (obligatory or not) should be provided in order to create an optimal primary forest road network.

Keywords: truck forest roads, secondary forest roads, road network planning, designing of forest roads, construction of forest roads, road network maintenance

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Prof. dr. sc. Tibor Pentek
e-mail: pentek@sumfak.hr
Dr. sc. Hrvoje Nevečerel *
e-mail: hnevecerel@sumfak.hr
Kruno Lepoglavec, dipl. inž. šum.
e-mail: lepoglavec@sumfak.hr
Ivica Papa, dipl. inž. šum.
e-mail: papa@sumfak.hr
Sveučilište u Zagrebu
Šumarski fakultet
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Svetošimunska 25
10 000 Zagreb
HRVATSKA

Tomislav Ecimović, dipl. inž. građ.
e-mail: tomislav.ecimovic@hrsume.hr
Dr. sc. Željko Tomašić
e-mail: zeljko.tomasic@hrsume.hr
Hrvatske šume d.o.o. Zagreb
Direkcija Zagreb
Vukotinovićeve 2
10 000 Zagreb
HRVATSKA

* Glavni autor – Corresponding author

Primljeno (Received): 17.01.2014.

Prihvaćeno (Accepted): 18.03.2014.