

Primarno otvaranje šuma različitih reljefnih područja Republike Hrvatske

Tibor Pentek, Dragutin Pičman, Hrvoje Nevečerel, Kruno Lepoglavec, Ivica Papa, Igor Potočnik

Nacrtač – Abstract

U radu su definirani kriteriji određivanja primarne klasične otvorenosti šuma (gustoće primarnih šumskih prometnica) u Republici Hrvatskoj i različite inačice ove veličine: postojeća, najmanje potrebna, planirana, ciljana i optimalna primarna klasična otvorenost. Temeljem ažuriranoga katastra primarnih šumskih prometnica obavljena je raščlamba postojeće primarne klasične otvorenosti po upravama šuma podružnicama (UŠP) poduzeća Hrvatske šume d.o.o. Zagreb. Područje je UŠP razdijeljeno prema različitim reljefnim kategorijama u nizinsko, prigorsko-brdsko, planinsko i krško područje. Sukladno postotnoj zastupljenosti svake reljefne kategorije i prethodno definiranoj vrijednosti veličine planirane primarne klasične otvorenosti određena je planirana primarna klasična otvorenost 2010. i 2020. godine, a zatim i ukupna duljina planiranih šumskih cesta koje do navedenih godina treba izgraditi. Izrađena je troškovna analiza nove mreže planiranih šumskih cesta prema tehničkim značajkama šumskih cesta propisanih u vrijedećim 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 te prema tehničkim značajkama šumskih cesta definiranih u novopredloženim Tehničkim uvjetima za šumske ceste (Pentek i dr. 2007b, Nevečerel 2010).

Ključne riječi: primarna klasična otvorenost, šumske ceste, tehnički uvjeti, reljefno područje, Republika Hrvatska

1. Uvod – Introduction

Uspostavljanje se optimalne mreže primarnih šumskih prometnica na terenu obvezatno odvija u ovim radnim fazama: planiranje, projektiranje, izgradnja s nadzorom i održavanje (Pentek i dr. 2004). Te su faze međusobno povezane i ovisne, treba ih odraditi redosljedom kako su navedene vodeći račun o nemogućnosti realizacije svake od radnih faza ako prethodna nije zgotovljena na zadovoljavajuć način. Uz navedene se, uvijek prisutne faze optimizacije primarne šumske prometne infrastrukture, povremeno pojavljuju još dvije radne faze: faza rekonstrukcije šumskih cesta (radi povećanja njihova standarda) i faza stavljanja izgrađenih šumskih cesta izvan uporabe (uz revitalizaciju/restauraciju staništa, odnosno vraćanje staništa funkciji i obliku što bližemu onomu koje je imalo prije izgradnje šumske ceste).

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 daljnjega investiranja poradi dosezanja ciljne otvorenosti (Pentek i dr. 2006).

Sveobuhvatno je planiranje šumskih prometnica, a u sklopu njege i planiranje šumskih cesta, prva, inicijalna i nezaobilazna faza uspostavljanja optimalne mreže šumskih prometnica na terenu. Pri primarnom se i sekundarnom otvaranju šuma, zadnjih dvadesetak godina, primjenjuje GIS (Geografski informacijski sustav) u kombinaciji s ostalim suvremenim tehnologijama rada (Pentek 2007a). Podaci potrebni za izradu kvalitetnoga GIS-a istraživanoga područja prikupljaju se iz ovih izvora (Pentek 2002): tematski zemljovidi istraživanoga područja, računalne baze podataka, pisane baze podataka, planovi gospodarenja, terenska mjerenja, terenska opažanja i zabilježbe, ostali izvori, računske i logičke operacije s podacima iz navedenih izvora.

Rezultat su suvremenoga pristupa otvaranju šuma (planiranju šumskih prometnica) studije otvaranja šuma (primarne i sekundarne) koje se izrađuju za razdoblje od 10 (20) godina i koje su dobro polazište za početak faze projektiranja šumskih cesta čiji je konačan proizvod glavni (izvedbeni) projekt šumske ceste, koji je jedini, od svih vrsta projekata šumskih cesta, dostatna podloga za pokretanje radova izgradnje šumskih cesta.

2. Problematika istraživanja – *Research problem*

2.1 Studija primarnoga otvaranja šuma – *A study of primary forest openness*

Svaka kvalitetna studija primarnoga otvaranja šuma treba sadržavati ove podatke:

⇒ za postojeći šumski transportni sustav:

- ✓ potpun (ažuriran) katastar postojeće primarne šumske prometne infrastrukture (svih šumskih i onih javnih cesta koje se mogu koristiti pri radovima u šumarstvu),
- ✓ potpun (ažuriran) katastar postojeće sekundarne šumske prometne infrastrukture (traktorski putovi i traktorske vlake kada se za privlačenje drva koriste po zemlji kretni strojevi),
- ✓ postojeću primarnu i sekundarnu klasičnu otvorenost (m/ha),
- ✓ postojeće srednje udaljenosti privlačenja drva za pojedini odsjek (m),
- ✓ ciljanu (planiranu) primarnu otvorenost i iz nje izračunatu ciljanu (planiranu) srednju udaljenost privlačenja drva,
- ✓ numeričke, grafičke i slikovne (zemljovidi) rezultate raščlambe postojeće primarne relativne otvorenosti.

⇒ za unaprijeđeni primarni šumski transportni sustav:

- ✓ numeričke, grafičke i slikovne (zemljovidi) rezultate raščlambe 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 budućih šumskih cesta (definirane koordinatama lomnih točaka trasa),
- ✓ kategoriju svake od idejnih trasa šumskih cesta (sa svakom je kategorijom, preko Tehničkih uvjeta, povezan standard izgradnje i održavanja),

- ✓ 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.

2.2 Primarna klasična otvorenost šuma (gustoća šumskih cesta) – *Primary classical forest openness (forest road density)*

Primarna je klasična otvorenost šuma zbroj duljina svih sastavnica primarne šumske prometne infrastrukture (koje utječu na otvaranje predmetnoga područja) podijeljen s površinom na kojoj se predmetne ceste nalaze. Iskazuje se u m/ha ili km/1000 ha. Šikić i dr. (1989) definirali su osnovne kriterije temeljem kojih se određena cesta ili samo njezin određeni dio uzima u obzir pri izračunu otvorenosti. Ti su kriteriji dosta nedorečeni pa bi za jednoznačno i usporedivo određivanje klasične primarne otvorenosti trebalo definirati:

- ⇒ duljinu šumskih ili javnih cesta koja se uzima u obračun otvorenosti (da li je to ukupna duljina ceste ili samo proizvodna duljina ceste, tj. ona duljina koja smanjuje srednju udaljenost privlačenja),
- ⇒ koja je to neproizvodna duljina ceste (dio ceste na kojoj nije moguć utovar drvnih sortimenata, dio ceste od koje se dalje ne može odvajati mreža sekundarnih šumskih prometnica, dio šumske ceste koji prolazi privatnim šumoposjedima, dio šumske ceste koji prolazi zemljištem koje nije šumsko itd.),
- ⇒ kategorije javnih cesta koje se mogu uzeti u obračun otvorenosti,
- ⇒ vrste šumskih radova čije izvođenje javne ceste moraju omogućavati ako ulaze u obračun otvorenosti (svi radovi u šumarstvu, privlačenje drva, daljinski transport i dr.),
- ⇒ površinu šumskoga područja koja se uzima u obračun (ukupna površina, proizvodna površina ili obrasla površina),
- ⇒ ostalo.

Pentek (2002) razlikuje pet osnovnih inačica primarne klasične otvorenosti:

- ⇒ postojeća primarna klasična otvorenost – izračunava se za postojeću (stvarnu) mrežu primarne

Tablica 1. Minimalna potrebna (Šikić i dr. 1989), planirana 2010. (Anon. 1997) i planirana 2020. (Pentek i dr. 2007a) primarna klasična otvorenost šuma za različita reljefna područja u Hrvatskoj

Table 1 Minimum required (Šikić et al. 1989), planned in 2010 (Anon. 1997) and planned in 2020 (Pentek et al. 2007a) primary road density for different relief areas in Croatia

Reljefno područje Republike Hrvatske <i>Relief area of Republic of Croatia</i>	Minimalna potrebna klasična otvorenost <i>Minimum required road density</i>	Planirana klasična otvorenost 2010. <i>Planned road density in 2010th</i>	Planirana klasična otvorenost 2020. <i>Planned road density in 2020</i>
	km/1000 ha		
Nizinsko područje <i>Lowland area</i>	7,00	15,00	Nije predmet istraživanja <i>Outside the scope of research</i>
Prigorsko-brdsko područje <i>Hilly area</i>	12,00	20,00	25,00
Planinsko područje <i>Mountainous area</i>	15,00	25,00	30,00
Krško područje <i>Karst area</i>	Nema podataka <i>No data</i>	10,00	15,00

Tablica 2. Horizontalne sastavnice različitih kategorija šumskih cesta (Pentek i dr. 2007b, Nevečerel 2010)

Table 2 Horizontal components of different forest road categories (Pentek et al. 2007b, Nevečerel 2010)

Kategorija šumske ceste <i>Forest road category</i>	Transportno sredstvo <i>Means of transport</i>	Prometno opterećenje <i>Traffic load</i>	Broj prometnih traka <i>Number of traffic lanes</i>	Širina kolnika <i>Carriageway width</i>	Širina bankine <i>Road shoulder width</i>	Širina planuma <i>Road width</i>	Minimalni radijus <i>Minimum radius</i>	Razmak između mimoilaznica <i>Distance between passing areas</i>
							Kružni luk (serpentina) <i>Cirkular arc (serpentine)</i>	
		bruto t/dan <i>brutto t/day</i>	m					
I	Kamion s prikolicom <i>Trailer Truck</i>	> 80	2	5,50	0,75	7,00	50 (12)	-
II	Kamion s prikolicom <i>Trailer Truck</i>	60 - 80	2 (1)	5,00 (4,00)	0,75 (0,50)	6,50 (5,00)	30 (12)	(300)
III	Kamion s prikolicom <i>Trailer Truck</i>	40 - 60	1	5,00	0,50	6,00	20 (10)	400
IV	Kamion s prikolicom (Kamion) <i>Trailer Truck (Truck)</i>	< 40	1	4,00	0,50 (-)	5,00	18 (10) 15 (8)	500

šumske prometne infrastrukture određenoga šumskog područja, najčešće gospodarske jedinice,
 ⇒ minimalna potrebna primarna klasična otvorenost – određuje se za veće šumsko područje, u većini slučajeva je vezana uz reljefno područje, koristi se pri strategijskom planiranju šumsko-gospodarskim područjem kao minimalni cilj koji u zadanom razdoblju, poradi racionalnijega gospodarenja šumom, treba dostići,
 ⇒ planirana primarna klasična otvorenost – određuje se također za veće šumsko područje (reljefno područje), a služi kao smjernica u definiranom

razdoblju pri strategijskom planiranju šumsko-gospodarskim područjem i pri izradi perspektivnih planova izgradnje primarnoga šumskog transportnoga sustava,

⇒ ciljana primarna klasična otvorenost – definira se najčešće za područje gospodarske jedinice i predstavlja konačan cilj primarnoga otvaranja određenoga šumskog područja; usko je povezana s metodama i postupcima pridobivanja drva te morfološkim značajkama reljefa u konkretnoj gospodarskoj jedinici; koristi se u okviru taktičkoga planiranja i izrada studija primarnoga otvaranja šuma,

Tablica 3. Vertikalne sastavnice različitih kategorija šumskih cesta (Pentek i dr. 2007b, Nevečerel 2010)**Table 3** Vertical components of different forest road categories (Pentek et al. 2007b, Nevečerel 2010)

Kategorija šumske ceste <i>Forest road category</i>	Najveći uzdužni nagib <i>Maximum longitudinal slope</i>	Minimalni radijus vertikalnih krivina <i>Minimum radius of vertical curves:</i>		Minimalni razmak između vertikalnih krivina <i>Minimum distance between vertical curves</i>	
		Konkavnih <i>Concav shape</i>	Konveksnih <i>Convex shape</i>	Različita smjera <i>Different direction</i>	Istoga smjera <i>The same direction</i>
	%	m		m	
I	6	800	1000	50	40
II	6 (8)*	500	800	45	35
III	8 (12)*	300	500	40	30
IV	10 (14)*	200	400	30	25

* Može se primijeniti samo u izuzetnim, opravdanim slučajevima i na kraćim potezima nivelete

* It can be applied only in exceptional, justified cases and over short distances of vertical alignment

Tablica 4. Kolnička konstrukcija i cestovni objekti različitih kategorija šumskih cesta (Pentek i dr. 2007b, Nevečerel 2010)**Table 4** Pavement structure and road facilities of different forest road categories (Pentek et al. 2007b, Nevečerel 2010)

	I. kategorija <i>Category I</i>	II. kategorija <i>Category II</i>	III. kategorija <i>Category III</i>	IV. kategorija <i>Category IV</i>
Gornji ustroj <i>Upper structure</i>	✓	✓	✓	✓
Tip gornjega ustroja <i>Superstructure type</i>	Asfalt (tucanik) <i>Asphalt (gravel)</i>	Tucanik <i>Gravel</i>	Tucanik <i>Gravel</i>	Tucanik <i>Gravel</i>
Stabilizacija <i>Stabilization</i>	✓ (prema potrebi) <i>(if required)</i>	✓ (prema potrebi) <i>(if required)</i>	✓ (prema potrebi) <i>(if required)</i>	-
Kolnička konstrukcija <i>Pavement structure</i>	Makadam (u dva sloja) <i>Mc. Adam (in two layers)</i>	Makadam (u dva sloja) <i>Mc. Adam (in two layers)</i>	Makadam (u dva sloja) (Drobljeni kamen) <i>Mc. Adam (in two layers) (Crushed stone)</i>	Drobljeni kamen <i>Crushed stone</i>
Debljina kolnika <i>Pavement structure thickness</i>	40 + 5	30 + 10	20 + 5 (25)	20
Odvodni jarci <i>Drainage ditches</i>	✓	✓	✓	-
Mostovi <i>Bridges</i>	✓ (prema potrebi) <i>(if required)</i>	✓ (prema potrebi) <i>(if required)</i>	-	-
Propusti <i>Culverts</i>	✓	✓	✓	-
Procjednice <i>Soakaways</i>	✓	✓	✓	✓
Preljevne <i>Overflow channels</i>	-	✓	✓	✓

⇒ optimalna primarna klasična otvorenost – izračunava se primjenom jednoga od poznatih metoda optimizacije primarne šumske prometne infrastrukture, povezana je s površinom gospodarske

jedinice i najčešće počiva na modelu minimalnih ukupnih troškova pridobivanja drva.

Podatak o primarnoj klasičnoj otvorenosti šuma ne govori puno o kvaliteti prostornoga razmještaja



Slika 1. Položaj i površina pojedine uprave šuma podružnice
Fig. 1 Location and area of each Forest Administration

sastavnica primarne šumske prometne infrastrukture. Radi boljega razumijevanja stvarne vrijednosti primarne klasične otvorenosti šuma uvijek je nužno primarnu klasičnu otvorenost prikazivati uparenu 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 pro-

metnica) i kvalitativne (prostorna pokrivenost šumskim prometnicama) parametre primarnoga šumskog transportnoga sustava.

2.3 Tehnički uvjeti za šumske ceste – *Technical requirements for forest roads*

U Hrvatskoj su trenutačno na snazi Tehnički uvjeti za gospodarske ceste (ceste koje se koriste u poljoprivredi i u šumarstvu) iz 1989. godine autora Šikića i dr. Posljednja su dva desetljeća bila bremenita promjenama, otkrićima i postignućima koja su se očito-

vala i u šumarstvu pa je definirane tehničke značajke šumskih cesta trebalo prilagoditi ovodobnim uvjetima. Izrađen je prijedlog novih Tehničkih uvjeta za šumske ceste (Pentek i dr. 2007b, Nevečerel 2010).

3. Područje istraživanja – *Research area*

Istraživanje je provedeno na području 15 uprava šuma podružnica u sastavu poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb. Zbog nedostatka podataka istraživanje nije obuhvatilo UŠP Split.

4. Ciljevi i metode istraživanja – *Research goals and methods*

4.1 Ciljevi istraživanja – *Goal of research*

Ciljevi su ovoga istraživanja definirani kao zao kružene cjeline:

- ⇒ utvrđivanje postojeće primarne klasične otvorenosti po UŠP,
- ⇒ razdioba ukupne površine svake istraživane UŠP u reljefno područje određene kategorije te izračun planirane primarne klasične otvorenosti 2010. i planirane primarne klasične otvorenosti 2020. godine (osim za nizinsko reljefno područje),
- ⇒ izračun ukupne duljine šumskih cesta koje je potrebno izgraditi do postizanja planirane primarne klasične otvorenosti 2010. i planirane primarne klasične otvorenosti 2020. godine u pojedinoj UŠP,
- ⇒ usporedna raščlamba financijskih sredstava potrebnih za postizanja planirane primarne klasične otvorenosti 2010. i planirane primarne klasične otvorenosti 2020. godine primjenom važećih Tehničkih uvjeta za gospodarske ceste (Šikić i dr. 1989) i novopredloženih Tehničkih uvjeta za šumske ceste (Pentek i dr. 2007b, Nevečerel 2010).

4.2 Metode istraživanja – *Research methods*

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

Primarna će se klasična otvorenost po UŠP utvrditi temeljem postojećega katastra primarnih šumskih prometnica koji je ustrojen na razini poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb. Zbog neažuriranosti katastra po pojedinim gospodarskim jedinicama pregledat će se svi ostvareni glavni (izvedbeni) projekti šumskih cesta u razdoblju od 2006. do 2010. godine. Ako se do pojedinih projekata šumskih cesta ne bude moglo doći, šumske će se ceste na terenu snimiti GPS prijarnikom Trimble GeoExplorer 4.

4.2.2 Kategorizacija reljefnih područja i izračun planirane primarne klasične otvorenosti 2010. i 2020. godine – *Categorization of relief areas and calculation of planned road density in 2010 and 2020*

Utvrđene su četiri kategorije reljefnih područja koje odgovaraju definiranim reljefnim područjima RH prikazanima u tablici 1: nizinsko područje, prigrorsko-brdsko područje, planinsko područje i krško područje.

Prema Gospodarskoj osnovi ili Programu 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. Sukladno postotnoj zastupljenosti svake reljefne kategorije i podacima iz tablice 1 određena je planirana primarna klasična otvorenost 2010. i 2020. godine. Planirana primarna klasična otvorenost 2020. godine nije izračunata za nizinsko reljefno područje.

4.2.3 Izračun duljine i cijene koštanja planirane mreže šumskih cesta – *Calculation of length and cost of the planned forest road network*

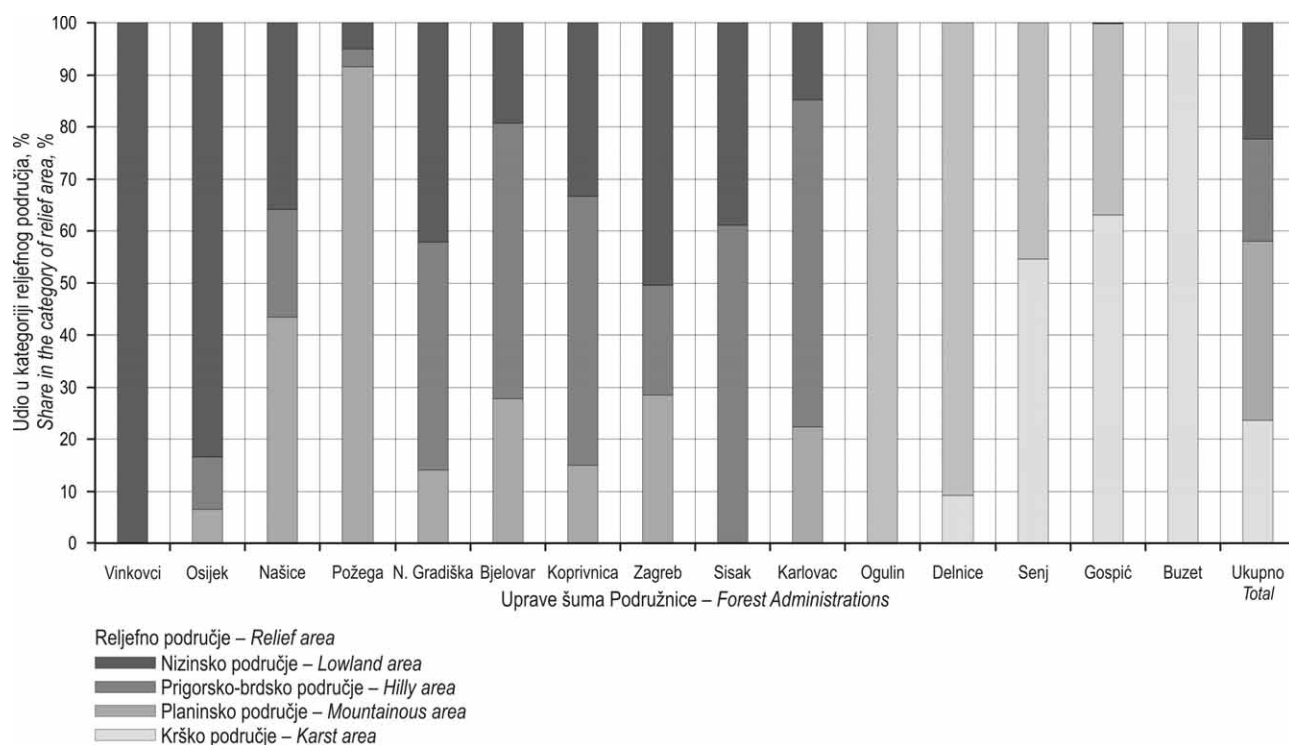
Iz razlike postojeće i planirane primarne klasične otvorenosti pojedine UŠP te njezine površine izračunata je ukupna duljina planiranih šumskih cesta koje treba izgraditi. Pretpostavljeno je da će sve buduće šumske ceste čitavom svojom duljinom ulaziti u obračun otvorenosti (drugačija pretpostavka povećava potrebnu duljinu šumskih cesta).

Troškovna analiza nove mreže planiranih šumskih cesta izradit će se prema tehničkim značajkama šumskih cesta propisanih u vrijedećim 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 te prema tehničkim značajkama šumskih cesta definiranih u novopredloženim Tehničkim uvjetima za šumske ceste (Pentek i dr. 2007b, Nevečerel 2010). Pretpostavka je da će se u budućnosti graditi pretežno 3. kategorija šumskih cesta zbog dovoljno izgrađenih cesta 1. i 2. kategorije te budućega otvaranja šumskih gravitacijskih područja manjih površina.

5. Rezultati istraživanja s raspravom *Research results with discussion*

5.1 Postojeća primarna klasična otvorenost i kategorizacija reljefnih područja po UŠP *Existing primary road density and categorization of relief areas by FAs*

Temeljem provedene raščlambe reljefnih područja (slika 2) UŠP su, radi preglednosti i usporedivosti



Slika 2. Udio pojedinoga reljefnoga područja u svakoj UŠP

Fig. 2 The share of relief area in each FA

Tablica 5. Postojeća primarna klasična otvorenost po reljefnim područjima pojedine UŠP (Izvješće »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb – stanje 31. 12. 2009. godine)

Table 5 Existing primary road density by relief areas in each FA (report of »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb – December 31 2009)

Uprava šuma podružnica Forest Administration	Ukupna površina UŠP Total area of FA	Nizinsko područje Lowland area		Prigorsko-brdsko područje Hilly area		Planinsko područje Mountainous area		Krško područje Karst area	
	1000 ha	1000 ha	km/1000 ha	1000 ha	km/1000 ha	1000 ha	km/1000ha	1000 ha	km/1000 ha
VINKOVCI	72,37	72,37	6,84	-	-	-	-	-	-
OSIJEK	62,83	52,41	4,37	6,35	6,99	4,07	11,06	-	-
NAŠICE	82,95	29,73	12,70	17,26	16,84	35,96	23,27	-	-
POŽEGA	51,23	2,60	5,14	1,70	12,76	46,93	15,59	-	-
NOVA GRADIŠKA	73,57	31,07	8,73	32,21	8,52	10,29	11,70	-	-
BJELOVAR	131,83	25,42	11,92	69,84	11,68	36,57	11,84	-	-
KOPRIVNICA	62,37	20,79	13,74	32,29	17,02	9,29	17,50	-	-
ZAGREB	81,52	41,13	10,88	17,21	13,26	23,18	15,90	-	-
SISAK	87,99	34,28	6,68	53,71	6,88	-	-	-	-
KARLOVAC	82,45	12,11	16,08	51,99	11,32	18,35	12,02	-	-
OGULIN	59,58	-	-	-	-	59,58	14,11	-	-
DELNICE	96,31	-	-	-	-	87,41	22,55	8,90	12,47
SENJ	112,19	-	-	-	-	51,01	17,03	61,18	11,35
GOSPIĆ	312,67	0,41	12,10	-	-	115,19	10,32	197,07	5,76
BUZET	72,28	-	-	-	-	-	-	72,28	9,01
Ukupno/Prosječno Total/Average	1 442,14	322,32	8,85	282,56	11,26	497,83	15,64	339,43	7,63

Tablica 6. Potrebna količina (duljina) šumskih cesta koje je potrebno izgraditi za postizanje planirane otvorenosti 2010. godine po UŠP i reljefnim područjima

Table 6 Required amount (length) of forest roads that need to be built to achieve the planned road density for 2010 by FAs and relief areas

Uprava šuma podružnica Forest Administration	Nizinsko područje Lowland area	Prigorsko-brdsko područje Hilly area	Planinsko područje Mountainous area	Krško područje Karst area	Ukupno Total
	km				
VINKOVCI	590,36	-	-	-	590,36
OSIJEK	557,21	82,64	56,75	-	696,60
NAŠICE	68,41	54,47	62,21	-	185,09
POŽEGA	25,64	12,31	441,60	-	479,55
NOVA GRADIŠKA	194,70	369,93	136,81	-	701,44
BJELOVAR	78,39	581,08	481,14	-	1 140,61
KOPRIVNICA	26,19	96,12	69,64	-	191,95
ZAGREB	169,36	116,04	211,03	-	496,43
SISAK	285,38	704,66	-	-	990,04
KARLOVAC	0,00 (+13,13)*	451,44	238,12	-	689,56
OGULIN	-	-	648,54	-	648,54
DELNICE	-	-	213,99	0,00 (+21,97)*	213,99
SENJ	-	-	406,62	0,00 (+82,36)*	406,62
GOSPIĆ	1,19	-	1 691,35	836,50	2 529,04
BUZET	-	-	-	71,52	71,52
Ukupno – Total	1 996,83	2 468,69	4 657,80	908,02	10 031,34

* u UŠP Karlovac (nizinsko područje), Delnice i Senj (krško područje) izgrađeno je više cesta nego je planirano pa je potreba izgradnje do 2010. u tim UŠP 0,00 km

* FA Karlovac (lowland area), Delnice and Senj (karst area) built more roads than planned so the need to build by 2010 in these FAs is 0.00 km

rezultata, razvrstane u reljefne kategorije. Iskazana je površina i postojeća primarna klasična otvorenost svake reljefne kategorije u pojedinoj UŠP (tablica 5).

Od ukupne površine šuma istraživanoga područja (1 442 140 ha) na nizinsko područje otpada 322 320 ha (22,35 %), na prigorsko-brdsko 282 560 ha (19,59 %), na planinsko područje 497 830 ha (34,52 %) i na krško područje 339 430 ha (23,54 %). Samo se tri UŠP čitavom svojom površinom nalaze u jednoj reljefnoj kategoriji (UŠP Vinkovci u nizinskoj, UŠP Ogulin u planinskoj te UŠP Buzet u krškoj). Područja kojima gospodare ostale UŠP prostiru se u dva ili tri reljefna područja.

U nizinskom području prosječna postojeća primarna klasična otvorenost iznosi 8,85 m/ha, u prigorsko-brdskom području 11,26 m/ha, u planinskom području 15,64 m/ha i u krškom području 7,63 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 (16,08 m/ha), a najmanja u UŠP Osijek (4,37 m/ha); u prigorsko-brdskom području najbolje je otvorena UŠP Koprivnica (17,02 m/ha), a najsla-

bije UŠP Sisak (6,88 m/ha); u kategoriji planinskoga područja najviši je stupanj otvorenosti u UŠP Našice (23,27 m/ha), a najmanji u UŠP Gospić (10,32 m/ha); na krškom području najveću otvorenost ima UŠP Delnice (12,47 m/ha), a najmanju UŠP Gospić (5,76 m/ha).

5.2 Planirana primarna klasična otvorenost 2010. i 2020. godine po UŠP – Planned primary road density in 2010 and 2020 by FAs

Prema kategorizaciji je reljefnih područja i ukupnoj površini svake od UŠP izračunata planirana primarna klasična otvorenost 2010. godine i planirana primarna klasična otvorenost 2020. godine. Za obje je inačice planirane primarne klasične otvorenosti određena duljina šumskih cesta koje je potrebno izgraditi do isteka planskoga razdoblja. Rezultati su prikazani u tablici 6 i u tablici 7.

Podaci iz tablice 5 pokazuju da, iako smo izišli iz 2010. godine, otvorenost definirana kao planirana te godine (tablica 1) nije postignuta ni u jednoj UŠP na čitavom području njezina gospodarenja. U UŠP Karlovac (u nizini) te u UŠP Delnice i Senj (na kršu) planirana je primarna klasična otvorenost 2010. pre-

Tablica 7. Potrebna količina (duljina) šumskih cesta koje je treba izgraditi za postizanje planirane otvorenosti 2020. godine po UŠP i reljefnim područjima

Table 7 Required amount (length) of forest roads that need to be built to achieve the planned road density in 2020 by FAs and relief areas

Uprava šuma podružnica Forest Administration	Prigorsko-brdsko područje Hilly area	Planinsko područje Mountainous area	Krško područje Karst area	Ukupno Total
	km			
OSIJEK	114,39	77,10	-	191,49
NAŠICE	140,77	242,01	-	382,78
POŽEGA	20,81	676,25	-	697,06
NOVA GRADIŠKA	530,98	188,26	-	719,24
BJELOVAR	930,28	663,99	-	1 594,27
KOPRIVNICA	257,57	116,09	-	373,66
ZAGREB	202,09	326,93	-	529,02
SISAK	973,21	-	-	973,21
KARLOVAC	711,39	329,87	-	1 041,26
OGULIN	-	946,44	-	946,44
DELNICE	-	651,04	0,56*	651,60
SENJ	-	661,67	141,18*	802,85
GOSPIĆ	-	2 267,30	1 821,85	4 089,15
BUZET	-	-	432,92	432,92
Ukupno – Total	3 881,49	7 146,95	2 396,51	13 424,95

* Vrijednosti su umanjene za duljinu više izgrađenih šumskih cesta u UŠP Delnice i Senj do 2010. godine prikazanih u tablici 6

* Values are reduced by the length of more constructed forest roads in FA Delnice and Senj by 2010 shown in Table 6

Tablica 8. Postojeća i planirana primarna klasična otvorenost 2010. i 2020. godine po UŠP i količina (duljina) šumskih cesta koje je potrebno izgraditi

Table 8 Existing and planned primary road density in 2010 and 2020 by FAs and volume (length) of forest roads that need to be built

Uprava šuma podružnica Forest Administration	Sadašnja (postojeća) Current (existing)		Planirana 2010. Planned in 2010		Planirana 2020. (bez nizinskoga područja) Planned in 2020 (without lowland area)	
	Otvorenost Road density	Duljina ŠC Length of FRs	Otvorenost Road density	Duljina novih ŠC Length of new FRs	Otvorenost Road density	Duljina novih ŠC Length of new FRs
	km/1000 ha	km	km/1000 ha	km	km/1000 ha	km
VINKOVCI	6,84	495,19	15,00	590,36		
OSIJEK	5,07	318,30	16,15	696,60	26,95	191,49
NAŠICE	18,14	1 505,06	20,38	185,09	28,38	382,78
POŽEGA	14,97	766,70	24,33	479,55	29,83	697,06
NOVA GRADIŠKA	9,05	666,06	18,59	701,44	26,21	719,24
BJELOVAR	11,77	1 551,74	20,42	1 140,61	26,72	1 594,27
KOPRIVNICA	16,00	997,95	19,08	191,95	26,12	373,66
ZAGREB	12,81	1 044,22	18,90	496,43	27,87	529,02
SISAK	6,80	598,36	18,05	990,04	25,00	973,21
KARLOVAC	12,17	1 003,77	20,38	689,56	26,30	1 041,26
OGULIN	14,11	840,96	25,00	648,54	30,00	946,44
DELNICE	21,62	2 082,23	23,61	213,99	28,61	651,60
SENJ	13,93	1 562,79	16,82	406,62	21,82	802,85
GOSPIĆ	7,44	2 327,56	15,53	2 529,04	20,53	4 089,15
BUZET	9,01	651,28	10,00	71,52	15,00	432,92
Ukupno/Prosječno Total/Average	11,38	16 412,17	18,25	10 031,34	24,19	13 424,95

mašena (u UŠP Karlovac je izgrađeno 13,13 km, u UŠP Delnice 21,97 km, a u UŠP Senj 82,36 km šumskih cesta koje utječu na primarnu otvorenost više od planiranoga). Najveći obujam radova izgradnje novih šumskih cesta potrebno je provesti u UŠP Gospić (2 529,04 km). Po reljefnim područjima najviše šumskih cesta u nizini treba izvesti u UŠP Vinkovci (590,36 km), u prigrorsko-brdskom području u UŠP Sisak (704,66 km), u planinskom području (1 691,35 km) i na kršu (836,50 km) u UŠP Gospić.

Planirana primarna otvorenost 2010. godine u nizinskom reljefnom području, u usporedbi s postojećom primarnom otvorenošću u istom reljefnom području, upućuje na potrebu vrlo intenzivne izgradnje novih šumskih cesta (poglavito na području UŠP Vinkovci i Osijek). Dobivene rezultate treba promatrati u kontekstu povijesnih smjernica gospodarenja nizinskim šumama 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 37,5 m (Posarić 2007), ali i u smislu novih (danas prihvaćenih) tehnologija pridobivanja drva u nizinskim šumama.

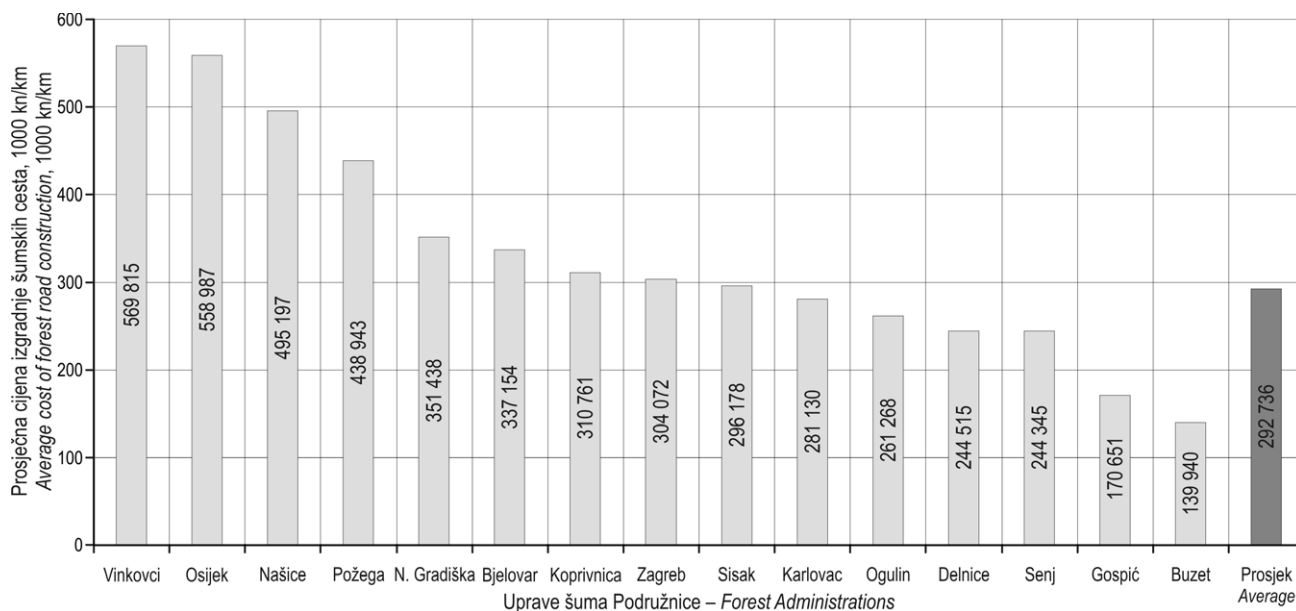
Najveći je obujam radova izgradnje novih šumskih cesta, prema planu otvorenosti za 2020. godinu, potrebno provesti u UŠP Gospić (4 089,15 km). Analizirajući po reljefnim područjima najviše šumskih cesta treba izgraditi: u prigrorsko-brdskom području u UŠP Sisak (973,21 km), u planinskom području (2 267,30 km) i na kršu u UŠP Gospić (1 821,85 km).

5.3 Troškovna analiza nove mreže planiranih šumskih cesta – *Cost analysis of the new network of planned forest roads*

Troškovi su izgradnje šumskih cesta u razdoblju od 2004. do 2010. godine značajno različiti, što je s obzirom na raznolikost reljefnih uvjeta i očekivano. Najniži je trošak izgradnje šumskih cesta na području UŠP Koprivnica (139 940,00 kn/km), a najviši na području UŠP Vinkovci (569 815,00 kn/km). Prosječna cijena izgradnje svih šumskih cesta za to razdoblje iznosi 292 736,00 kn/km.

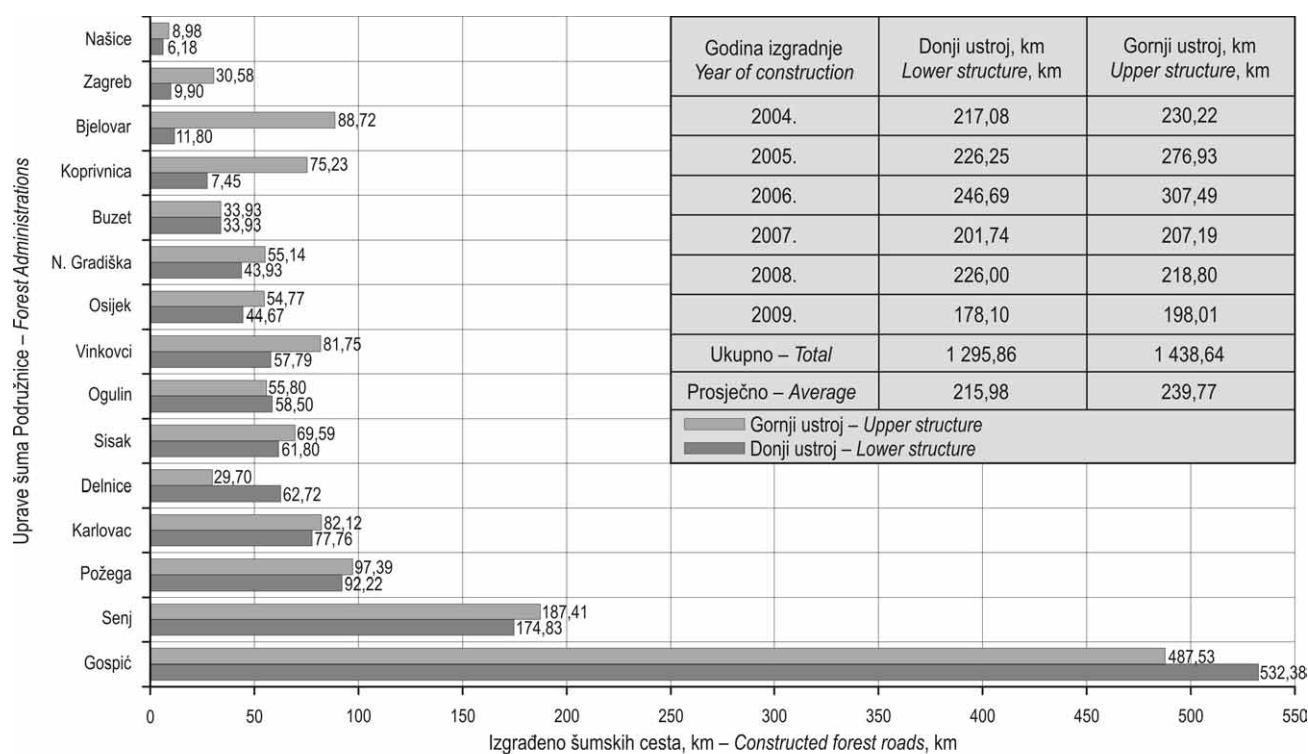
Temeljem planskih cijena izgradnje šumskih cesta za svako reljefno područje (Anon. 2010): nizinsko područje (500 000,00 kn/km), prigrorsko-brdsko područje (350 000,00 kn/km), planinsko područje (250 000,00 kn/km) i krško područje (225 000,00 kn/km) te važećih Tehničkih uvjeta za gospodarske ceste (Šikić i dr. 1989) došli smo do ukupne cijene koštanja svih šumskih cesta koje je potrebno izgraditi za postizanje planirane otvorenosti 2010. i 2020. godine.

Za postizanje je planirana primarne klasične otvorenosti 2010. godine, na razini Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb, prema važećim Tehničkim uvjetima, potrebno uložiti 3 231 211 000 kn, a za postizanje planirane primarne klasične otvorenosti 2020. godine treba investirati 3 684 473 750 kn (bez nizinskoga reljefnoga područja). Prema novopredloženim Tehničkim uvjetima predviđaju se, zbog izgradnje šum-



Slika 3. Prosječni troškovi izgradnje 1 km šumske ceste po UŠP za razdoblje od 2004. do 2010. godine

Fig 3 The average building cost of 1 km of forest roads by FA for the period 2004 to 2010



Slika 4. Izgradnja donjega i gornjega ustroja po UŠP za razdoblje od 2004. do 2010. godine

Fig 4 Construction of the lower and upper structure by FAs for the period 2004 to 2010

Tablica 9. Postojeća i planirana primarna klasična otvorenost 2010. i 2020. godine po reljefnim područjima i količina (duljina) šumskih cesta koje je potrebno izgraditi

Table 9 Existing and planned primary road density in 2010 and 2020 in different relief areas and volume (length) of forest roads that need to be built

Reljefno područje Relief area	Duljina primarnih šumskih prometnica Length of primary forest roads	Postojeća otvorenost Existing road density	Planirana duljina primarnih šumskih prometnica 2010. Planned length of primary forest roads in 2010	Planirana otvorenost (do 2010) Planned road density (until 2010)	Planirana duljina primarnih šumskih prometnica 2020. Planned length of primary forest roads in 2020	Planirana otvorenost (do 2020.) Planned road density (until 2020)
	km	km/1000 ha	km	km/1000 ha	km	km/1000 ha
Nizinsko područje Lowland area	2 851,10	8,85	1 983,70	15,00		
Prigorsko-brdsko područje Hilly area	3 182,51	11,26	2 468,69	20,00	3 881,49 (1 412,80)	25,00
Planinsko područje Mountainous area	7 787,95	15,64	4 657,80	25,00	7 146,95 (2 489,15)	30,00
Krško područje Karst area	2 590,61	7,63	803,69	10,00	2 500,84 (1 697,15)	15,00
Ukupno/Prosječno Total/Average	16 412,17	11,38	10 031,34	18,25	13 424,95 (3 393,61)	24,19

() duljina šumskih cesta koje je potrebno izgraditi od 2010. do 2020. godine radi postizanja planirane otvorenosti 2020. godine

()length of forest roads that need to be constructed from 2010 to 2020 to achieve the planned openness in 2020

Tablica 10. Troškovi izgradnje planirane mreže šumskih cesta 2010. i 2020. godine prema važećim Tehničkim uvjetima**Table 10** Construction costs of the planned forest road network in 2010 and 2020 under current Technical Requirements

Uprava šuma podružnica <i>Forest Administration</i>	Trošak izgradnje nove mreže šumskih cesta, kn <i>Building cost of a new forest roads network,</i>			
	Planirano do 2010. <i>Planned by 2010</i>		Planirano do 2020. (bez nizinskoga područja) <i>Planned by 2020 (without lowland area)</i>	
	kn	*	kn	*
VINKOVCI	295 180 000,00	40 056 234.51		
OSIJEK	321 716 500,00	43 657 265.30	59 311 500,00	8 048 632.54
NAŠICE	68 822 000,00	9 339 217.33	109 772 000,00	14 896 175.13
POŽEGA	127 528 500,00	17 305 750.74	176 346 000,00	23 930 336.51
NOVA GRADIŠKA	261 028 000,00	35 421 772.42	232 908 000,00	31 605 859.03
BJELOVAR	362 858 000,00	49 240 209.85	491 595 500,00	66 710 023.15
KOPRIVNICA	64 147 000,00	8 704 814.94	119 172 000,00	16 171 764.95
ZAGREB	178 051 500,00	24 161 774.64	152 464 000,00	20 689 524.15
SISAK	389 321 000,00	52 831 266.61	340 623 500,00	46 222 964.96
KARLOVAC	217 534 000,00	29 519 591.16	331 454 000,00	44 978 654.23
OGULIN	162 135 000,00	22 001 888.96	236 610 000,00	32 108 224.30
DELNICE	53 497 500,00	7 259 666.66	162 886 000,00	22 103 800.44
SENJ	101 655 000,00	13 794 689.75	197 183 000,00	26 757 939.19
GOSPIĆ	611 645 000,00	83 000 865.77	976 741 250,00	132 544 808.49
BUZET	16 092 000,00	2 183 701.22	97 407 000,00	13 218 231.71
Ukupno – Total	3 231 211 000,00	438 478 709.86	3 684 473 750,00	499 986 938.77

* Srednji tečaj eura prema tečaju Hrvatske narodne banke na dan 13. 11. 2010.

* Middle exchange rate of Euro in the Croatian National Bank as at Nov. 13 2010

skih cesta nižih kategorija, pa time i manje zahtjevnih tehničkih uvjeta, manje cijene izgradnje za približno 20 % (Pentek i dr. 2007).

6. Zaključna razmatranja – Concluding remarks

Analizom postojeće primarne klasične otvorenosti šuma po UŠP i po kategorijama reljefa sa stanjem 31. 12. 2009. godine zaključuje se da planirana primarna klasična otvorenost nije postignuta na većem dijelu državnih šuma. Štoviše, u dobrom dijelu šuma nije dostignuta čak ni najmanja potrebna primarna klasična otvorenost: u nizinskom području u 4 od 11 UŠP, u prigrorsko-brdskom području 5 od 9 UŠP-a, u planinskom području u 6 od 12 UŠP, što značajno negativno utječe na kvalitetu, učinkovitost i racionalnost gospodarenja tim nedovoljno otvorenim šumama.

Prisutna je neujednačenost otvorenosti istih reljefnih područja koja su međusobno usporediva. U budućnosti bi, pri planiranju investiranja u nado-

gradnju 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.

Preporučuje se preispitati i po potrebi iznova definirati vrijednosti planirane primarne klasične otvorenosti po reljefnim područjima, uvažavajući pri tome sve utjecajne čimbenike na izračun optimalne (najbolje moguće) otvorenosti određenoga reljefnoga područja. Trebalo bi razmisliti i o produljenju razdoblja u kojem će se nastojati postići planirane vrijednosti gustoće primarne šumske prometne infrastrukture uvažavajući objektivne financijske, stručne i infrastrukturne kapacitete.

Prosječnim godišnjim intenzitetom izgradnje šumskih cesta, temeljenom na podacima od 2004. do 2010. godine (oko 228 km/god.), za postizanje bi planirane otvorenosti 2010. godine trebale 44 godine, a 2020. godine 59 godina (bez izgradnje šumskih cesta u nizinskom području).

U Hrvatskoj se trenutačno primjenjuju tehnički uvjeti za gospodarske ceste koji su napisani daleke 1989. godine. U vrijeme svoga nastajanja, pa i desetljeće poslije, ovi su Tehnički uvjeti bili kvalitetni i primjenjivi. S današnjega su gledišta zastarjeli, u nekim dijelovima nedorečeni, sadržajno neuravnoteženi i pomalo kontradiktorni. Naime, u razdoblju od dvadeset i više godina promijenili su se načini pridobivanja drva, sredstva daljinskoga transporta drva, načini izgradnje i održavanja šumskih cesta, kriteriji izračuna optimalne otvorenosti te kriteriji optimizacije mreže šumskih cesta.

Novopredloženi se Tehnički uvjeti za šumske ceste temelje na bruto prometnom opterećenju tijekom jednoga dana i na sredstvu daljinskoga transporta drva. One šumske ceste na kojima je prometno opterećenje veće trebaju se projektirati i graditi sa zahtjevnijim tehničkim uvjetima, a nakon izgradnje održavati češće i intenzivnije. S padom prometnoga opterećenja tehnički su uvjeti sve jednostavniji, a održavanje se provodi rjeđe i s manjim opsegom radova. Novodizajnirani Tehnički uvjeti omogućuju objektivnu razredbu šumskih cesta te na taj način primjenu stvarno potrebnih tehničkih značajki.

Racionalizacija financijskih sredstava na razini pojedine šumske ceste, pa i na razini jedne gospodarske jedinice, primjenom novopredloženih tehničkih uvjeta za šumske ceste, možda i nije toliko velika, međutim ako se, s jedne strane, u obzir uzmu postojeća te planirana primarna otvorenost svih šuma Republike Hrvatske, a s druge strane uvaži razlika u cijeni izgradnje i održavanja različitih kategorija šumskih cesta u sličnim stanišnim uvjetima, tada se radi o značajnim financijskim sredstvima.

Podaci o postojećoj primarnoj klasičnoj otvorenosti oslanjaju se na katastar primarnih šumskih prometnica poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb pa se smatraju točnim i pouzdanim. Reljefna je kategorizacija izrađena na temelju kategorizacije svake gospodarske jedinice i objedinjena je na razini pojedine UŠP. Za strategijsko je planiranje primijenjena metodologija dovoljno precizna i pouzdana. Želi li se, na razini tvrtke »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb dobiti još točniji podatak o potrebi gradnje šumskih cesta u različitim reljefnim područjima, a s ciljem dosezanja planirane primarne klasične otvorenosti, trebalo bi objedinjavati reljefne kategorije neovisno o pripadnosti UŠP. Naravno, takav pristup zahtijeva i raščlambu katastra primarnih šumskih prometnica na razini gospodarske jedinice.

Podaci o planiranoj primarnoj klasičnoj otvorenosti definirani su za veće reljefno područje i kao takvi služe kao smjernica pri primarnom otvaranju šuma. Za točan izračun ciljane (optimalne) otvorenosti pojedine gospodarske jedinice treba uzeti u

obzir sve sastojinske, stanišne i ostale utjecajne čimbenike konkretnoga područja. Slijedom navedenoga na manjim će površinama (gospodarskim jedinicama) dolaziti do odstupanja planirane od ciljane (optimalne) gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, ali u prihvatljivim, pozitivnim ili negativnim intervalima.

7. Literatura – References

- Anon., 1997: Izvješće o problematici gradnje i održavanja šumskih i protupožarnih prometnica i stanju otvorenosti šuma- J. P. »Hrvatske šume« p.o., Zagreb, 11 str.
- Anon., 2010: Izvješće o izgradnji donjeg i gornjeg ustroja šumskih cesta za razdoblje 2004–2010. »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb.
- Bajrić, M., Đ. Sokolović, D. Pičman, I. Potočnik, 2008: Uticaj ispruženosti nivelete šumskih kamionskih puteva na troškove gradnje. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 38 (1): 99–100.
- Chung, W., J. Stückelberge, K. Aruga, T. W. Cundy, 2008: Forest road network design using a trade-off analysis between skidding and road construction costs. Can. J. For. Res., 38 (3): 439–448.
- Hribernik, B., I. Potočnik, 2006: Sedanje stanje gozdnih cest kot rezultat preteklega gospodarjenja. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 81: 83–89.
- 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.
- Nevečerel, H., 2010: Dizajniranje teorijskog modela i izrada računalnog programa za projektiranje šumskih prometnica. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 233 str.
- Pentek, T., 2002: Računalni modeli optimizacije mreže šumskih cesta s obzirom na dominantne utjecajne čimbenike. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 271 str.
- 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 2004. Proceeding CD/DVD MEDIJ, 94–102 str.
- 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 budućega djelovanja. Nova mehanizacija šumarstva, 26 (1): 55–63.
- Pentek, T., D. Pičman, H. Nevečerel, 2006: Uspostava optimalne mreže šumskih cesta na terenu – smjernice una-

pređenja 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 and Heiligenkreuz.

Pentek, T., H. Nevečerel, K. Dasović, T. Poršinsky, M. Šušnjar, I. Potočnik, 2010: Analiza sekundarne otvorenosti šuma gorškog područja kao podloga za odabir duljine uža vitla. Šumarski list, 134 (5–6): 241–248.

Pičman, D., T. Pentek, 1996: Čimbenici koji utječu na opravdanost izgradnje mreže šumskih prometnica. U: S. Sever (ur.), Zaštita šuma i pridobivanje drva, Šumarski fakultet Zagreb i Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, str. 293–300.

Posarić, D., 2007: Vodič za revirničke poslove. »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb, 225 str.

Potočnik, I., 1996: Mnogonamenska raba gozdnih cest – relativna pomembnost posameznih rab. V: K. Boštjan (ur.). Izzivi gozdne tehnike : zbornik posvetovanja: zbornik sa-

vjetovanja: proceedings. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 95–103 str.

Potočnik, I., 1998a: The multiple use of roads and their classification. Proceedings of the Seminar on environmentally sound forest roads and wood transport: Sinaia, Romania, 17–22 June 1996. Rome: Food and agriculture organization of the United Nations, str. 103–108.

Potočnik, I., 1998b: The environment in planning a forest road network. Proceedings: Environmental Forest Science: Kyoto, Japan on 19–22 October 1998, str. 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.

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, 78 str.

Ying, J. Q., 2005: Sensitivity Analysis Based Method for Optimal Road Network Pricing. Annals of Operations Research, 133 (1–4): 303–317.

Abstract

Primary Forest Opening of Different Relief Areas in the Republic of Croatia

Particularly since its independence, the Republic of Croatia has invested a lot of money into the construction of primary forest roads, and however, there is still a large lack of adequately opened forest areas, and in future this will be the object of further investments aimed at achieving the planned or target (optimal) forest openness (Pentek et al. 2006).

According to Pentek (2002) there are five basic variants of the primary traditional openness: existing primary road density, minimally required primary road density, planned primary road density, target primary road density and optimal primary road density. It should be emphasized that the data on the primary openness do not speak much of the quality of spatial distribution of the components of primary forest road infrastructure. So as to better understand the actual value of the primary openness, the primary openness should always be presented paired with the mean distance of timber extraction, or with the mean distance of access to the endangered forest areas, if speaking about fire protection roads in the karst area.

In Croatia, Technical Requirements for Industrial Roads (roads used in agriculture and forestry) of 1989 by the author Šikić et al. are currently applicable. The last two centuries were rich with changes, findings and accomplishments, which were also reflected in forestry so that the defined technical features of forest roads had to be adapted to the present needs. The proposal was drawn up of the new Technical Requirements for Industrial Roads (Pentek et al. 2007b, Nevečerel 2010)/Tables 2, 3 and 4).

The newly proposed Technical Requirements for Industrial Roads are based on gross traffic load during one day and means of long-distance transfer of wood. Forest roads with higher traffic load should be designed and built in accordance with more demanding technical requirements, and after the construction, a more frequent and intensive maintenance should be provided for them. With the decrease of the traffic load, Technical Requirements become simpler, and maintenance is provided less frequently and requires less work. The newly designed Technical Re-

quirements provide an objective classification of forest roads and consequently the application of the actually required technical features.

The research was carried out at the area of 15 Forest Administrations (FA) that make part of the company »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb. Due to the lack of data, the research has not involved FA Split (Fig. 1).

The goal of research was defined as follows:

- ⇒ defining the existing primary road density by FAs,
- ⇒ distributing the whole area of each researched FA into relief area of a specific category and calculating the planned primary road density in 2010 and planned primary road density in 2020 (excluding the lowland area),
- ⇒ calculating the whole length of forest roads that need to be built so as to achieve the planned primary road density in 2010 and planned primary road density in 2020 in individual FAs,
- ⇒ making comparative analysis of financial resources necessary for achieving the planned primary road density in 2010 and planned primary road density in 2020 by applying the current Technical Requirements for Industrial Roads (Šikić et al. 1989) and newly proposed Technical Requirements for Industrial Roads (Pentek et al. 2007b, Nevečeral 2010).

In the total forest area managed by »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb (1,442.14 ha), the lowland area accounts for 322.32 ha (22.35%), the hilly area for 282.56 ha (19.59%), the mountainous area for 497.83 ha (34.52%) and karst area for 339.43 ha (23.54%). Only three FAs are situated within one relief category (FA Vinkovci in lowland area, FA Ogulin in mountainous area and FA Buzet in karst area). The areas managed by other FAs spread in two or three relief areas (Fig. 2).

Although the year 2010 is over, forest openness planned for that year (Table 1) has not been achieved in any FA in the whole management area. In FA Karlovac (lowland) and in FA Delnice and Senj (karst) the planned primary road density in 2010 was exceeded. In lowland area, the average primary road density is 8.85 m/ha, in hilly area it is 11.26 m/ha, in mountainous area it is 15.64 m/ha and in karst area it is 7.63 m/ha. (Table 5).

According to the categorization of relief areas and total area of each FA, the planned primary road density in 2010 and in 2020 was calculated. For both variants of the planned primary road density, the length of forest roads was determined that needed to be built by the end of the planned period. The results are shown in Table 6 and 7. The largest volume of work in building new forest roads by the end of the planned period 2010 will be required in FA Gospić (2,529.04 km). According to the analysis based on relief areas, in lowland area the construction of most forest roads will be required in FA Vinkovci (590.36 km), in hilly area in FA Sisak (704.66 km), in mountainous area (1,691.35 km) and in karst area (836.50 km) in FA Gospić (Table 6).

Table 8 shows the existing and planned primary road density in 2010 and 2020 by FAs, as well as the quantity (length) of forest roads that need to be built by the above said years. Similar data, integrated at the level of relief areas, are shown in Table 9.

The costs of construction of forest roads in the period 2004–2010 differ considerably, which is not surprising considering the diversity of relief conditions. The lowest cost of construction of forest roads was in the area of FA Koprivnica (139,940.38 HRK/km), and the highest in area of FA Vinkovci (569,814.58 HRK/km). The average price of construction of all forest roads is 292,736.00 HRK/km (Fig. 3).

Based on planned costs of construction of forest roads for each relief area (Anon. 2010); lowland area (500,000.00 HRK/km), hilly area (350,000.00 HRK/km), mountainous area (250,000.00 HRK/km) and karst area (225,000.00 HRK/km) and the applicable Technical Requirements for Industrial Roads (Šikić et al. 1989), the total price cost was calculated of all forest roads that need to be built for achieving the planned openness in 2010 and 2020. For achieving the planned primary road density in 2010, at the level of »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb, according to the applicable Technical Requirements, it is necessary to invest HRK 3,231,211,000 and for achieving the planned primary road density in 2020 (without the lowland relief area) the investment of HRK 3,684,473,750 is required. According to the newly proposed Technical Requirements, due to the construction of forest roads of lower categories, and hence less demanding technical requirements, it is expected that the prices of construction will be lower by approximately 20% (Pentek et al. 2007).

Based on the analysis of the existing primary road density by FAs and by relief categories as at Dec. 31 2009, it can be concluded that the planned primary road density has not been achieved in most state forests. What is more, in a considerable part of forests, not even the minimally required primary road density has been achieved; in lowland area in 4 out of 11 FAs, in hilly area in 5 out of 9 FAs, in mountainous area in 6 out of 12 FAs, which has a considerably negative effect on the quality, efficiency and rationality of management of these insufficiently opened forests.

Road density is considerably different in the same relief areas that can be easily compared. In future, when planning investments into construction and development of the primary forest road infrastructure, attention should be

focused on priorities in directing financial resources into forest areas with poor road density, until balance of the density of forest road network is achieved at the level of the relief area.

The values of the planned road density by relief areas should be reviewed and if necessary redefined, taking into consideration all factors affecting the calculation of the optimal (best possible) openness of a specific relief area. Some thought should also be given to extending the time limit in which efforts will be made to achieve the planned values of density of primary forest road infrastructure taking into consideration the objective financial, professional and infrastructural capacities.

By an average annual intensity of building forest roads, based on data from 2004 to 2010 (approximately 228 km/y), it would take 44 years to achieve the road density planned for 2010, and 59 years to achieve the road density planned for 2020.

Rationalization of financial resources at the level of an individual forest road, and even at the level of a management unit, may not be so significant by the application of the newly proposed Technical Requirements for Industrial Roads. If, however, the planned and existing primary road density of all forests in the Republic of Croatia is taken into consideration, on one hand, and if the difference in the price of construction and maintenance of different categories of forest roads in similar stand conditions is taken into account, on the other hand, then significant financial resources are in question.

The data on the planned primary road density are defined for larger relief areas and they are used as guidelines in primary forest opening. For an accurate calculation of the target (optimal) openness of individual management units, all stand, habitat and other influencing factors of a specific area should be taken into account. Further to the above, deviations will occur from the target (optimal) density of the primary forest road infrastructure on smaller areas (management units), but in acceptable, positive or negative intervals.

Keywords: primary road density, forest roads, technical requirements, relief area, Republic of Croatia

Adresa autorâ – Authors' address:

Izv. prof. dr. sc. Tibor Pentek
e-pošta: pentek@sumfak.hr
Izv. prof. dr. sc. Dragutin Pičman
e-pošta: dpicman@sumfak.hr
Dr. sc. Hrvoje Nevečerel
e-pošta: hnevecerel@sumfak.hr
Kruno Lepoglavec, dipl. inž. šum.
e-pošta: lepoglavec@sumfak.hr
Ivica Papa, dipl. inž. šum.
e-pošta: papa@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb
CROATIA

Prof. dr. sc. Igor Potočnik
e-pošta: Igor.Potocnik@bf.uni-lj.si
Univerzitetu u Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Katedra za gozdno tehniko in ekonomiko
Večna pot 83
SI-1000 Ljubljana
SLOVENIJA