

UDK 630*38:625.725

ŠIRINA PROSJEKE ZA PUT NA RAZLIČITIM NAGIBIMA TERENA*

The width of the cutting area for the road on different terrain slopes

*Dževada Sokolović¹, Dragutin Pičman², Igor Potočnik³, Azra Čabaravdić¹,
Muhamed Bajrić¹*

Abstract

The forest truck roads are traffic communications which permanently open the forest, and forever take over one of its parts called the width of the cutting area for the road. The decision on the necessity for the truck forest road construction is to be made after a thorough economic analysis of the so called total costs which involve numerous factors. The most important costs are construction and maintenance costs of the road from one side, and timber transportation costs on the other. Besides the economic aspects of the planning and construction of the forest roads network, technical and biological aspects have the same importance. Each of the specified aspects is individually more demanding and more difficult to resolve with the increase of the terrain slope. It is therefore difficult, particularly on steeper slope terrains, to find the best solution for the road route which will be most acceptable in technical terms, economically most cost effective and biologically least harmful for the environment. Generally, when the terrain slope is increasing the road construction costs increase as well because it is necessary to cut the road deeper into the self-growing terrain in order to avoid the construction of expensive supporting walls. Putting the road grade down into the self-growing terrain simultaneously implies an increase of the cutting area necessary for the road construction. The paper analyses how the terrain slope increase affects the width of the cutting area for the road.

Key words: forest truck road, terrain slope, width of the cutting area for road.

Izvod

Šumski kamionski putevi su saobraćajnice koje trajno otvaraju šumu i pri tome trajno oduzimaju jedan njen dio koji se zove širina prosjeke za put.

* Rad prezentiran na međunarodnoj naučnoj Konferenciji "Šumarska nauka između ekonomije i zahtjeva društva", povodom 60. godišnjice Šumarskog fakulta Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, hotel "Hollywood" 8 – 10.10.2008. godine

¹ Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu – Faculty of Forestry University of Sarajevo

² Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu – Faculty of Forestry University of Zagreb

³ Biotehnički Fakultet Univerziteta u Ljubljani - Biotechnical of Faculty University of Ljubljana

Odluka o potrebi gradnje šumskog kamionskog puta donosi se nakon ekonomske analize tzv. ukupnih troškova u koje se ubrajaju brojni faktori, a najznačajniji su troškovi gradnje i održavanja puta sa jedne strane te troškovi transporta drveta sa druge strane. Osim ekonomskog aspekta kod planiranja i gradnje mreže šumskih puteva jednako su važni i tehnički i biološki aspekt. Svaki od navedenih aspekata pojedinačno sa porastom nagiba terena je zahtjevniji i teže rješiv. Zato je naročito na strmijim nagibima terena, teško dati rješenje trase puta koje je u tehničkom smislu najbolje, ekonomski najisplativije i biološki najmanje štetno. Generalno, porastom nagiba terena rastu troškovi gradnje puta, jer je potrebno put zasjecati dublje u samonikli teren kako se ne bi gradili skupi potporni zidovi. Spuštanje nivelete puta u samonikli teren znači istovremeno i povećanje širine prosjeke koja je potrebna radi gradnje puta. U ovom radu analizirano je kako i na koji način se povećanje nagiba terena odražava na povećanje širine prosjeke za put.

Ključne riječi: šumski kamionski putevi, nagib terena, širina prosjeke za put.

1. Uvod - Introduction

Potreba za otvaranjem do sada neotvorenih šumskih područja, kao i pogašćavanje postojeće mreže puteva, utiče na povećanje ukupne dužine puteva izgrađenih u šumi. Šumski putevi, osim mjerljivih višestrukih korisnih efekata na gazdovanje šumama, nose sa sobom i izvjesne štete na uži lokalitet šume gdje se oni grade. Te štete se odnose na privremeno ili bespovratno gubljenje produktivne šumske površine. Pri tome se uočavaju značajne razlike ovisno o vrsti šumskog puta, nagibu terena na kojem je izgrađen, kategoriji terena itd.

Prema svojoj svrsi i tehničkim karakteristikama izdvajaju se dvije osnovne grupe puteva u šumi:

- primarna mreža i
- sekundarna mreža.

U primarnu mrežu spadaju šumski kamionski putevi. Gradnja šumskih kamionskih puteva se planira u okviru izrade šumsko-privredne osnove za potrebe cjelokupnih planiranih radova u šumi za period od 1 do 10 godina. Šumski kamionski putevi su trajni građevinski objekti i njihovom gradnjom trajno se oduzima jedan dio produktivne šumske površine, te uništava tlo do određene dubine koja zavisi od vrste terena na kojem se put gradi. Širina planuma šumskih kamionskih puteva ovisno o kategoriji šumskog puta kreće se od 4 do 7,5 m.

U sekundarnu mrežu spadaju traktorske vlake. Gradnja traktorskih vlaka se bazira na potrebama sječe i transporta drveta za realizaciju godišnjeg plana proizvodnje i rješava se u okviru izrade izvedbenih projekata za pojedine odjele. Traktorske vlake samo privremeno dovode do gubitka produktivne šumske površine.

S obzirom da širina planuma traktorskih vlaka iznosi od 1,8 m za standardne traktore do 3,5 m za zglobne traktore, veoma brzo nakon njihove eksploatacije dolazi do sklapanja krošanja stabala.

Kako se gradnjom šumskih kamionskih puteva trajno izgubi jedan dio produktivne šumske površine, u ovom radu je postavljeno za cilj da se dođe do rezultata koliko iznosi širina prosjeke za put u različim terenskim uslovima.

2. Područje istraživanja - *Research area*

Za analizu su uzeti podaci iz postojećih projekata šumskih kamionskih puteva. Pregled projekata šumskih kamionskih puteva iz kojih su uzeti podaci za analizu dat je u tabeli 1.

Tabela 1. Pregled projekata šumskih kamionskih puteva iz kojih su uzeti podaci za analizu
Table 1. The review of project designs of forest truck roads from which the data for the analysis has been taken

Oznaka projekta <i>Project design</i>	Naziv šumskog kamionskog puta <i>The name of forest truck road</i>	Dužina, km <i>Length, km</i>
1	Odjel 56 – Odjel 61	1,11
2	Suhi jarak – Lučevac - produžetak	0,56
3	Rogačić - produžetak	0,38
4	Grad – Odjel 163	3,70
5	Lauf – Odjel 153	2,63
6	Mala ravan - Pridolci	4,09
7	Pecka - lijevo	4,58

3. Metode rada - *Research methods*

Iz navedenih projekata šumskih kamionskih puteva uzeti su podaci sa poprečnih profila i to:

- poprečni nagib terena,
- širina prosjeke za put.

Analizirani podaci predstavljaju empirijske podatke, pa metode koje su korištene za analizu uzetih podataka jesu statističke metode. Da bi se utvrdilo kakav i koliki je uticaj navedenih faktora na širinu prosjeke za put, primjenjene su metode korelacione i regresione analize. Metode korelacione i regresione analize omogućavaju utvrđivanje korelacione veze između zavisno promjenljive (širina prosjeke za put) i jedne ili više nezavisno promjenljivih veličina (nagib terena). Rezultat provedene analize su dobijene regresione jednačine na osnovu kojih se može procijeniti širina prosjeke za put sa promjenom nagiba terena.

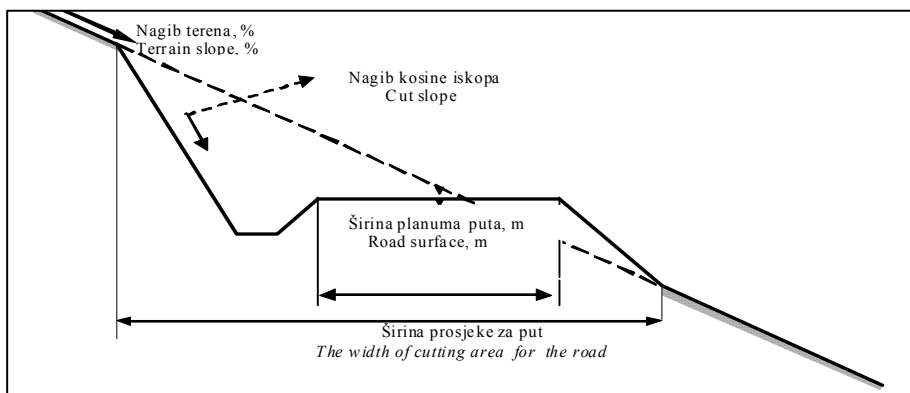
Da bi analiza bila potpuna, podaci sa poprečnih profila mjereni su za meki teren i tvrdi teren. Zbog toga u slučaju kada je poprečni profil bio nacrtan za meki teren, naknadno se crtao za tvrdi teren, i obrnuto.

Širina prosjeke za put na različitim nagibima terena

Podaci kojima se raspolagalo za analizu bili su:

- za meki teren – III kategorija (nagib škarpi usjeka 1 : 1),
- tvrdi teren - V-VII kategorija (nagib škarpi usjeka 4 : 1).

Širina planuma puta za sve analizirane projekte je ista i iznosi 4 m.



Slika 1. Šematski prikaz mjerenih elemenata na poprečnim profilima
Figure 1. The scheme of measured elements on cross-profiles

Podaci sa poprečnih profila iz postojećih projekata šumskih kamionskih puteva dati su u tabeli 2.

Širina planuma puta za sve analizirane projekte je ista i iznosi 4 m.

Tabela 2. Podaci sa poprečnih profila iz postojećih projekata šumskih kamionskih puteva
Table 2. The data from cross – profiles from existing project designs of forest truck roads

Oznaka projekta Project design	Profil Profile	Nagib terena Terrain slope	Širina prosjeke za put The width of cutting area for the road	
			Meki teren Soft terrain	Tvrdi teren Hard terrain
		%	m	m
1	2	3	4	5
1	15	53,30	14,00	9,20
2	32	46,60	12,40	9,60
2	25	56,50	16,70	10,20
2	19	63,90	16,30	10,10
3	26	58,50	15,80	10,30
3	20	61,60	19,80	9,80
4	135	40,00	10,00	7,40
4	128	41,80	10,70	7,90
4	199	48,60	12,70	8,50
4	171	52,50	14,90	10,60
4	179	57,30	15,80	11,00
4	126	60,00	15,70	10,70

1	2	3	4	5
4	181	62,40	17,10	9,60
4	104	66,20	15,30	9,50
4	170	67,50	19,00	8,00
4	217	68,50	19,60	9,10
4	198	72,50	23,00	11,00
6	61	44,50	14,30	8,80
6	60	45,60	12,20	9,00
6	41	54,20	15,20	9,20
6	32	55,50	14,30	9,00
6	51	65,80	15,60	9,20
7	121	24,70	7,60	6,70
7	112	28,50	7,80	6,20
7	75	29,50	8,30	6,50
7	117	32,50	8,70	5,60
7	127	34,50	7,50	5,90
7	124	36,10	9,80	7,60
7	53	38,30	8,50	7,20
7	186	42,50	10,50	7,80
7	111	43,25	9,90	7,20
7	153	47,70	12,40	7,70
7	200	50,60	11,30	6,30

4. Rezultati istraživanja - *Research results*

4.1 Rezultati drugih autora - *The results of other authors*

S obzirom da se gradnjom šumskih kamionskih puteva trajno izgubi jedan dio šumske površine veoma je značajno da se utvrdi koliko iznosi ta šumska površina.

JELIČIĆ, (1985) daje obrazac za računanje širine pojasa u horizontalnoj projekciji koji treba posjeći za gradnju šumskog puta:

$$p = 0,5 + (\check{s} - a) + e + 0,5 = 1 + (\check{s} - a) + e$$

gdje je:

p – širina pojasa prosjecanja šume, m

š – širina planuma puta, m

a – dio planuma puta na samoniklom zemljištu, m

e – udaljenost presjeka kosine otkopa (škarpe) i linije terena od nulte tačke puta, m.

Autor je izračunao da u GJ "Jadovnik – Drvar", u odjelima 70 i 71 koji imaju ukupnu površinu od 144,8 ha, na ukupnu širinu koja se prosjeca radi puteva otpada 3,9% površine.

PIČMAN, (1993) zaključuje da se gradnjom šumskih kamionskih puteva trajno izgubi oko 3 % produktivne šumske površine.

4.2. Širina prosjeke za put (meki teren)

The width of cutting area for the road (soft terrain)

Najznačajniji faktori koji utiču na širinu prosjeke za put su:

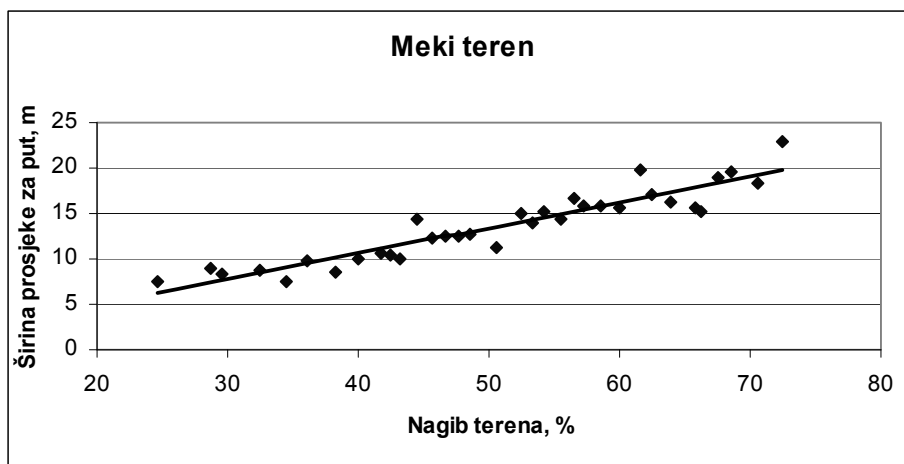
- *nagib terena*, jer na većim poprečnim nagibima terena potrebno je put usjeći u samonikli teren ili graditi skupe potporne zidove;
- *radna kota*, jer povećanjem radne kote (negativna vrijednost) dolazi do veće količine iskopanog materijala;
- *kategorija terena*, jer od kategorije terena zavise nagibi škarpi usjeka i nasipa. Na mekšim terenima ugao zasijecanja škarpi usjeka u odnosu na planum puta mora biti veći od 120° i na taj način se površina iskopanog materijala znatno povećava;
- *širina planuma puta*, jer povećavanjem širine planuma puta povećava se obim zemljanih radova.

Statistički pokazatelji o podacima koji su uzeti za analizu iz postojećih projekata šumskih kamionskih puteva su:

- nagib terena varira u granicama od 24,7 % do 73,7 %, a srednja vrijednost nagiba terena je 54,10 %;
- širina prosjeke koja je potrebna radi prolaska puta za meki teren varira od 7,5 m do maksimalno 25,4 m;
- širina prosjeke koja je potrebna radi prolaska puta za tvrdi teren kreće se u granicama od 5,6 m do 11 m.

Provedenom regresionom analizom izabrana je jednačina regresije za procjenu širine prosjeke puta u zavisnosti od nagiba terena koja kod mekog terena glasi:

$$y = -1,12 + 29,04 \cdot NT$$



Slika 2. Uticaj nagiba terena na širinu prosjeke za put (meki teren)

Figure 2. The impact of terrain slope on width of cutting area for the road (soft terrain)

Statistički pokazatelji jačine koralacione veze između zavisno promjenljive i uzete nezavisno promjenljive veličine u jednačini modela su:

- koeficijent višestruke korelacije $R = 0,94$ je veoma visok, što ukazuje na veliki uticaj nezavisno promjenljive na zavisno promjenljivu;
- koeficijent determinacije $R^2 = 0,88$ pokazuje da se 88,0 % variranja širine prosjeke za put može objasniti sa variranjem nagiba terena, dok se ostatak može pripisati ostalim faktorima koji nisu obuhvaćeni modelom regresije.

4.3. Širina prosjeke za put (tvrdi teren)

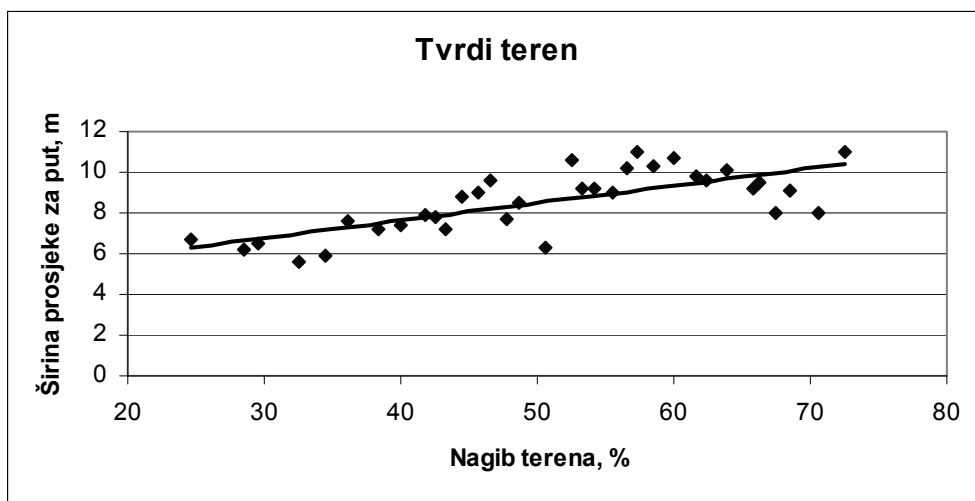
The width of cutting area for the road (hard terrain)

Regresionom analizom izabrana je jednačina regresije za procjenu širine prosjeke puta u zavisnosti od nagiba terena za tvrdi teren koja glasi:

$$y = 3,82 + 9,47 \cdot NT$$

Kao i za meki teren, dobijeni su statistički pokazatelji jačine korelacione veze između zavisno promjenljive i nezavisno promjenljive veličine, koji u jednačini modela glase:

- koeficijent višestruke korelacije $R = 0,78$ je veoma visok, što ukazuje na veliki uticaj nezavisno promjenljive na zavisno promjenljivu;
- koeficijent determinacije $R^2 = 0,66$ pokazuje da se 66,0% variranja širine prosjeke za put može objasniti sa variranjem nagiba terena, dok se ostatak može pripisati ostalim faktorima koji nisu obuhvaćeni modelom regresije (radna kota).



Slika 3. Uticaj nagiba terena na širinu prosjeke za put (tvrđi teren)

Figure 3. The impact of terrain slope on width of cutting area for the road (hard terrain)

4.4. Primjena dobijenih rezultata - *The application of achieved results*

Jednačine na osnovu kojih se može procijeniti širina prosjeke za put, a koje su dobijene u radu, primjenjene su na području GJ "Crna Rijeka". Rezultati su dati u tabeli 3. Ukupna dužina šumskih kamionskih puteva u odjelima u GJ „Crna Rijeka“ izmjerena je metodom snimanja puteva na terenu GPS prijemnikom i kasnijom obradom pomoću GIS tehnologije i metoda. Nagib terena u odjelima izmjeren je pomoću softvera Progis Isomodul, uz prethodno čitanje x, y i z koordinata na analiziranom području. Prilikom mjerenja koordinata tačaka vodilo se računa da njihova međusobna udaljenost ne prelazi 50 m.

Tabela 3. Oduzeta produktivna šumska površina u odjelima GJ „Crna Rijeka“
 Table 3. The taken production forest area on departments within Forest Management Unit "Crna Rijeka"

Broj odjela <i>Department number</i>	Površina odjela <i>Department area</i>	Nagib terena u odjelu <i>Terrain slope on department</i>	Ukupna dužina šumskih kamionskih puteva u odjelu <i>The total length of forest truck roads on department</i>	Otvorenost odjela <i>Department accessibility</i>	Oduzeta šumska površina u odjelu <i>Taken forest area on department</i>			
					Meki teren <i>Soft terrain</i>		Tvrdi teren <i>Hard terrain</i>	
	ha	%	m	m/ha	m ²	%	m ²	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	47,1	59,97	563,1	11,96	9136,59	1,94	5256,78	1,12
2	94,5	55,89	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	25,6	71,32	1287,23	50,28	25019,15	9,77	13270,38	5,18
4	57,1	61,23	629,68	11,03	10441,33	1,83	5946,40	1,04
5	88	52,71	967,64	11	13713,06	1,56	8430,58	0,96
6	49,8	61,53	1009,62	20,27	16827,17	3,38	9560,37	1,92
7	88,8	52,45	583,88	6,58	8231,60	0,93	5074,04	0,57
8	70,4	61,49	1131,34	16,07	18843,06	2,68	10709,09	1,52
9	80,9	53,93	1706,77	21,1	24776,83	3,06	15048,92	1,86
10	85,4	56,85	1177,22	13,78	18061,93	2,11	10674,71	1,25
11	107,6	39,85	1116,67	10,38	11762,52	1,09	8496,89	0,79
12	83,9	40,87	837	9,98	9058,12	1,08	6442,09	0,77
13	93,7	39,88	988,63	10,55	10422,19	1,11	7525,16	0,80
14	85,4	50,09	3363,71	39,39	45176,18	5,29	28550,24	3,34
15	125,5	42,39	349,47	2,78	3932,28	0,31	2735,32	0,22
16	61,8	47,24	483,27	7,82	6100,90	0,99	3983,69	0,64

1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	53	50,96	1399,41	26,4	19139,15	3,61	11982,26	2,26
18	28,5	54,98	1377,18	48,32	20401,33	7,16	12266,93	4,30
19	33,7	41	40	1,19	434,36	0,13	308,31	0,09
20	71,2	51,67	1555,24	21,84	21582,75	3,03	13411,28	1,88
21	51	55,24	1612,2	31,61	24001,46	4,71	14396,29	2,82
22	71	70,23	1429,82	20,14	27349,69	3,85	14606,66	2,06
23	48,6	54	607,1	12,49	8825,17	1,82	5356,56	1,10
24	69,3	54,4	992,18	14,32	14535,20	2,10	8788,25	1,27
25	60,4	57,53	3438,12	56,92	53412,01	8,84	31376,54	5,19
26	54,6	55,68	2023,91	37,07	30382,68	5,56	18149,10	3,32
27	44,1	55,47	1796,15	40,73	26856,87	6,09	16074,33	3,65
28	93,2	52,49	1847,12	19,82	26061,79	2,80	16058,20	1,72
29	51,3	56,47	2584,29	50,38	39372,60	7,68	23349,39	4,55
30	73,1	55,79	3025,44	41,39	45511,67	6,23	27158,72	3,72
31	52,6	56,14	1685,56	32,04	25522,76	4,85	15181,52	2,89
32	58,8	54,77	1593,29	27,1	23508,09	4,00	14163,18	2,41
33	51,6	41,16	1702,7	33	18566,52	3,60	13147,45	2,55
34	67	52,41	1318,78	19,68	18577,38	2,77	11455,95	1,71
35	45,6	50,57	719,44	15,78	9760,11	2,14	6136,04	1,35
36	52,3	49,46	802,96	15,35	10641,01	2,03	6771,90	1,29
37	96,4	39,01	2414,75	25,05	24862,09	2,58	18200,11	1,89
38	79,7	48,07	1593,82	20	20494,94	2,57	13251,67	1,66
39	67,2	50,05	1849,68	27,53	24821,12	3,69	15693,22	2,34
40	87,9	55,38	1612,21	18,34	24065,46	2,74	14415,74	1,64
41	69,1	54,49	1250,72	18,1	18354,59	2,66	11087,94	1,60
42	77,3	42,09	2090,91	27,05	23349,74	3,02	16311,86	2,11
43	62,6	37,8	1747,01	27,91	17389,07	2,78	12985,94	2,07
44	88,8	56,45	4687,23	52,78	71385,13	8,04	42341,67	4,77
45	82,3	51,88	2899,81	35,23	40414,22	4,91	25058,14	3,04
46	64,9	44,57	1741,43	26,83	20668,78	3,18	13956,00	2,15
47	39,5	53,58	1287,23	32,59	18559,00	4,70	11311,10	2,86
48	64,7	44,25	1748,56	27,03	20595,11	3,18	13965,14	2,16
49	51,6	31,08	1696,29	32,87	13659,43	2,65	11630,89	2,25
50	102,1	33,53	336,99	3,3	2947,19	0,29	2381,47	0,23
51	72,4	27,97	1418,18	19,59	10172,20	1,41	9345,56	1,29
52	54,1	28,78	2505,55	46,31	18545,74	3,43	16685,27	3,08
53	50,5	49,9	2820	55,84	37722,32	7,47	23889,40	4,73

Od rezultata koji su dobijeni i prikazani u prethodnoj tabeli izdvajaju se rezultati u slijedećim odjelima:

- Odjel 2 ima ukupnu oduzetu produktivnu šumsku površinu 0 % jer nema izgrađen niti 1 m puta. Međutim, nameće se pitanje na koji način je moguće gazdovati ovim odjelom bez izgrađene mreže šumskih kamionskih puteva.
- Odjel 3 ima nagib terena 71,32 % i otvorenost od 50,28 m/ha. Oduzeta površina šume radi gradnje puteva u ovom odjelu iznosi 9,77 % za meki teren i 5,18 % za tvrdi teren. Ovako velika oduzeta produktivna šumska površina ne može ni u kojem slučaju imati svoje opravdanje. Zbog toga je preporuka da se na ovakvima terenima ne gradi gusta mreža šumskih kamionskih puteva. Strme terene (nagiba preko 70 %) treba otvarati nekim drugim vrstama šumskih saobraćajnica (npr.šumske žičare).
- Odjel 6 ima otvorenost od 20,27 m/ha: Širina prosjeke za put iznosi 3,38 % od ukupne površine odjela za meki teren, dok za tvrdi teren iznosi 1,92 % od ukupne površine odjela. S obzirom da je dužina izgrađene mreže puteva u ovom odjelu u granicama optimalnog za slične planinske terene, dobijena je i širina prosjeke za put koja se smatra prema rezultatima velikog broja autora, prihvatljivom.

5. Zaključci – Conclusion

Širina prosjeke za šumski kamionski put predstavlja trajno oduzetu šumsku površinu.

- Povećanjem nagiba terena od 24,7 % do 72, 5 % širina prosjeke za put se prosječno mijenja od: 6,25 m do 19,77 m na mekom terenu i 6,30 m do 10,41 m na tvrdom terenu.
- Gradnja mreže šumskih kamionskih puteva unutar intervala koji se smatra optimalnim dovodi do gubitka produktivne šumske površine a koji je sa ekološkog i proizvodnog aspekta prihvatljiv.
- Gradnja mreže šumskih kamionskih puteva na izrazito strmim terenima (preko 70 %) dovodi do gubitka produktivne šumske površine u iznosu od 9,77%, što se ni u kojem slučaju ne može smatrati prihvatljivim.

6. Literatura - References

- 1 BAJRIĆ, M., 2005: Mogućnost konverzije glavnih traktorskih puteva nagiba do 12 % u prilazne kamionske puteve, Magistarski rad, Šumarski fakultet, Sarajevo.
- 2 JELIČIĆ, V., 1985: Studija otvaranja odjela 70 i 71 u GJ „Jadovnik – Drvar“ dio, Sarajevo
- 3 PIČMAN, D., 2007: Šumske prometnice, sveučilišni udžbenik, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1-460.
- 4 POTOČNIK, I., 2003: Forest road formation width as an indicator of human impact on forest environment. *Ekológia* (Bratislava), letn. 22. št 3, str. 298 – 304.
- 5 POTOČNIK, I., 2005: Depth of carriageway and cut slopes on forest roads. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. im. H. Kołłątaja Krak.*, Ses. Nauk., no. 419, 67 – 73, ilustr.
- 6 SOKOLOVIĆ, DŽ., 2008: Uticaji nagiba terena na pravilan izbor vrste šumskog transportnog sredstva, Disertacija, Šumarski fakultet, Sarajevo

Summary - Sažetak

Total length of the forest roads network is increasing day by day. Forest roads, besides numerous measurable useful effects on the forest management, cause certain damages in a narrow forest area where they are constructed. We can notice significant differences depending on the type of forest road, the terrain slope, and category of the terrain where forest road has been constructed.

In this paper the equations of regression for assessment of the width of the cutting area for the road, depending on the terrain slope, was derived by methods of regression and correlation. The analysis has been done for soft and hard terrain. By increasing the terrain slope from 24,7 % to 72,5 % the width of the cutting area for the road varied as follows:

- from 6,25 m to 19,77 m on the soft terrain
- from 6,3 to 10,41 m on the hard terrain.

The equations of regression from this paper have been applied on the Forest Management Unit "Crna Rijeka". Three distinct points have been extracted as follows:

- Department 2 had a total taken production forest area of 0 % because it did not have a single meter of road constructed.
- Department 3 had the terrain slope of 71,32 % and accessibility 50,28 m/ha and taken forest area due to roads construction amounted to 9,77 % for the soft terrain and 5,18 % for the hard terrain.
- Department 6 has accessibility of 20,27 % m/ha; the width of the cutting area for the road amounted to 3,38 % of the total department area for the soft terrain; while for the hard terrain it amounted to 1,92 % of the total department area.
- Due to the fact that total length of constructed roads network in this department was within optimum range for similar mountainous terrains the derived width of cutting area for the road is very close to the reports of numerous authors.