

UDK: 625.711.84:630\*383(497.6 Republika Srpska)

Оригинални научни рад

<https://doi.org/10.2298/GSF2021009D>

## ИЗГРАДЊА ШУМСКИХ КАМИОНСКИХ ПУТЕВА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ: ОБИМ РАДОВА И ПРОСЕЧНЕ ЦЕНЕ

Маст. инж. шум. Срђан Дражић, [srdjandrazic@gmail.com](mailto:srdjandrazic@gmail.com), Истраживачко развојни и пројектни центар, 78000 Бања Лука, Република Српска, БиХ

др Радован Лучић, Истраживачко развојни и пројектни центар, 78000 Бања Лука, Република Српска, БиХ

др Милорад Даниловић, ред. проф., Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

др Душан Стојнић, асистент са докторатом, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

**Извод:** Планирање финансијских средстава за изградњу шумских камионских путева у већини случајева планерима задаје потешкоће. У шумскопривредним основама постоји податак колико је годишње потребно изградити путева за наредни уређајни период са просечном ценом изградње, међутим тај податак је доста уопштен и базира се на искуственим проценама. Циљ овог рада је утврђивање просечне цене изградње шумских камионских путева у Републици Српској, као и утврђивање просечне цене појединих фаза рада. Анализирајући 71 главни пројекат у 11 шумскопривредних подручја, чиме је обухваћено 178 km шумских камионских путева, добијена је просечна цена изградње шумских камионских путева од 32.490,87 €/km. Добијени резултати указују на чињеницу да је изградња шумских путева најскупља у брдовитим пределима са надморском висином између 200 и 500 m (34.298,28 €/km), док је најјефтинија (30.922,88 €/km) у средње планинским пределима, с висинама између 1000 и 2000 m.

**Кључне речи:** шумски путеви, цена изградње, просечна цена, инвестиција, Република Српска

## УВОД

Предуслов за рационално и одрживо газдовање шумама је правилно испланирана и изграђена мрежа шумских путева (Јеличић, 1983; Ђикић, Д., 1989). Планови развоја мреже шумских путева у привредним јединицама, који се морају ослањати на катастар шумских путева и основе газдовања шумама, представљају дугорочна планска документа, којима се планира даљи развој већ постојеће мреже шумских путева, односно планирају се активности на изградњи нових и реконструкцији постојећих путева (Stojnić *et al.*, 2017).

Према Закону о јавним путевима (*Сл. гласник Републике Српске*, 89/2013), шумски камионски путеви припадају категорији некатегорисаних путева, заједно са сеоским, пољским и индустријским путевима, као и путевима на насипима за одбрану од поплава, прилазним путевима и др.

Израдом годишњег плана инвестиција, планери су често у дилеми колико новчаних средстава обезбедити за такву врсту инвестиције. Анализом окончаних ситуација изграђених шумских камионских путева у ЈП „Шуме

**Табела 1.** Техничке карактеристике шумских камионских путева (УНДП, 2008)

Категорија пута	Главни шумски пут			
	Равничарски	Брежуљкасти	Брдовити	Планински
брзина (km/h)	60	40	30	25
Мин. радијус	85	40	20	15
Мин. радијус (серпентина)	40	15	15	12
уздужни нагиб	6%-8%			
ширина коловоза	3,0 - 3,5 m			
ширина банке	0,5 - 0,75 m			
Коловозна конструкција „Макадам“ или “Телфорд” у зависности од грађевинске категорије земљишта				

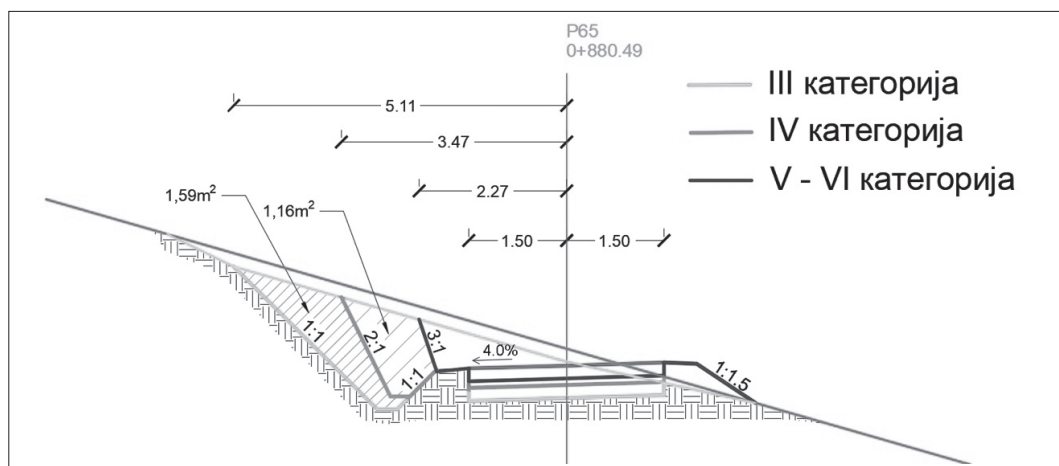
Републике Српске“, вредност изградње путева се креће између 25.000,00 и 35.000,00 €/km, док је тај податак у шумскопривредној основи (ШПО) прилично уопштен, па у неким ситуацијама планирана вредност изградње шумских камионских путева прелази 35.000,00 €/km.

Уз овако широк распон процене изградње шумских камионских путева, указала се потреба за израдом једног рада који би показао колика је просечна цена изградње шумског камионског пута на различитим рељефним подручјима шума и шумског земљишта у својини Републике Српске. Циљ истраживања био је утврђивање просечне цене изградње шумских путева у Републици Српској, али и утврђивање учешћа појединих фаза рада у укупним трошковима изградње.

Оваква анализа може послужити планерима као полазни материјал за планирање будућих инвестиција у изградњу шумских камионских путева.

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

У овом раду анализиране су пројектоване количине и трошкови изградње шумских камионских путева у 11 шумскопривредних подручја (ШПП), која чине 47% од укупне површине шума и шумског земљишта у својини Републике Српске, а у којима је у претходном периоду изграђено знатно више шумских камионских путева него у осталих 15 ШПП.



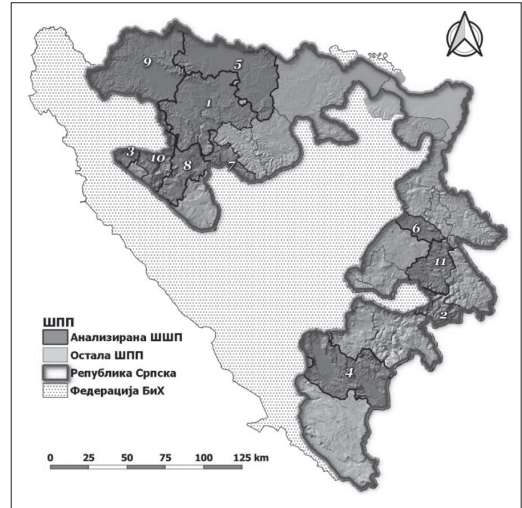
**Слика 1.** Збирни приказ попречних профила

Као база података за анализу послужили су главни пројекти шумских путева које је израдио ЈПШ „Шуме Републике Српске“ - Истраживачко развојни и пројектни центар у Бањој Луци, а који су израђени у периоду од 2006. до 2018. године. Јединичне цене по позицијама радова у овом периоду нису се значајно мењале. Од 93 прегледана пројекта, одабрано је њих 71 на начин да су елиминисани путеви код којих вредност изградње значајније одступа од уобичајених.

Шумски камионски путеви у Републици Српској су пројектовани према Упутству за пројектовање шумских камионских путева (1958) и техничке карактеристике шумских путева (UNDP, 2008).

Главни пројекти шумских камионских путева који нису узети у обзир су они, који су пројектовани целом дужином или делом по постојећим тракторским путевима или Аустроугарским пругама уског колосека на којима су били изведени само земљани радови, при чему ови путеви нису били репрезентативни.

Анализом главних пројеката шумских путева утврђене су просечне предрачунске цене коштања одређених фаза рада, а затим и њихово учешће у укупној цени коштања изградње шумских путева. Анализирани су просечне цене



Карта 1. Подручје истраживања, Република Српска

коштања за припремне радове, земљане радове, израду коловозне конструкције, изградњу објеката на шумским путевима и за непредвиђене радове.

У оквиру земљаних радова, фаза која је по обиму радова и највећа, приказано је и учешће појединих грађевинских категорија земљишта у укупној количини ископа, као и учешће појединих фаза рада по ШПП. Од грађевинских ка-

Табела 2. Број анализираних главних пројеката шумских камионских путева по ШПП

ШПП	Број путних праваца	Дужина путева	Укупна вредност (€)
„Доњеврбаско“ - Бања Лука	1	1,61	62,712.88
„Чајничко“ - Чајничке	5	9,60	383,542.96
„Петровачко“ - Дринић	7	18,94	593,041.98
„Невесињско-Гатачко“ - Невесиње	2	3,14	78,178.90
„Посавско“ - Градишка	3	7,63	262,026.15
„Ханпјесачко“ - Хан Пијесак	3	8,29	262,148.65
„Чемерничко“ - Кнежево	3	5,11	159,663.65
„Мркоњићко“ - Мркоњић Град	4	11,71	359,845.04
„Козарачко“ - Приједор	6	27,71	889,451.77
„Рибничко“ - Рибник	14	43,61	1,307,754.64
„Рогатичко“ - Рогатица	23	40,28	1,412,661.84
<b>УКУПНО</b>	<b>71</b>	<b>177,62</b>	<b>5,771,028.45</b>

тегорија земљишта регистроване су III, IV, V и VI категорија, док ископ земљаног материјала у I, II, и VII није регистрован. Такође, приказана је и класификација рељефа ШПП-а на којима су путеви изграђени. Према (Bertović, 1999) приказана је класификација на пет типова: низијско ШПП – тип 1; брежуљкасто-брдовито – тип 2; ниско планинско – тип 3; средње планинско – тип 4; високо планинско – тип 5.



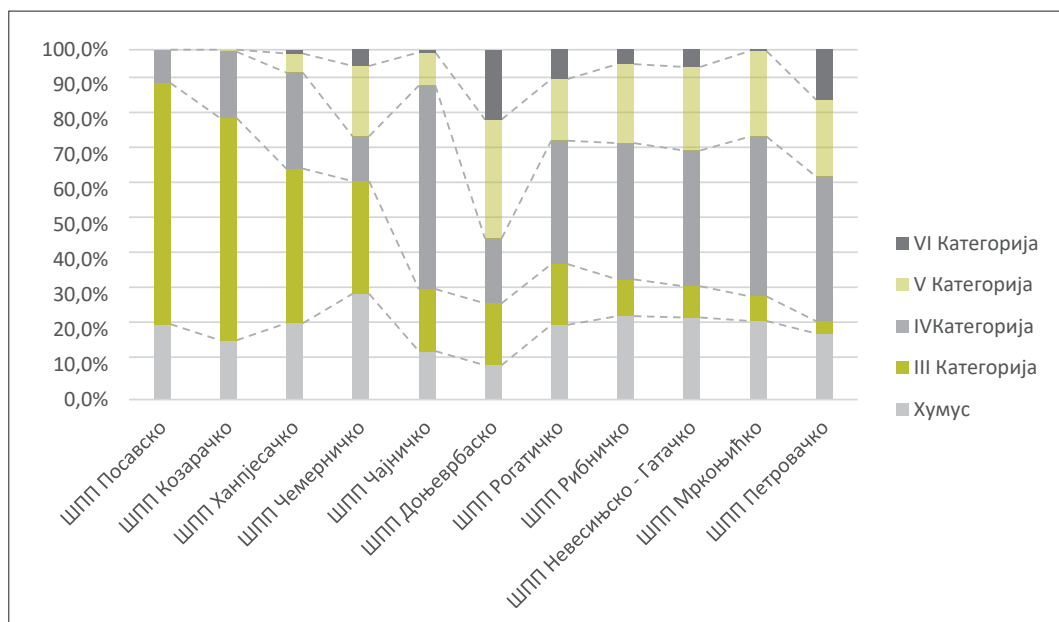
## РЕЗУЛАТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У укупним трошковима градње шумских путева према фазама рада највећи удео имају земљани радови са 49,05%, затим изградња коловозне конструкције са 39,73%, док осталих 11,22% припада припремним радовима, изградњи објеката и непредвиђеним радовима (Графикон 1). У табели 1 дат је приказ укупних трошкова градње шумских путева по ШПП, као и трошкови појединих фаза рада у табели 2. Обрадом података добијено је да просечна вредност изградње шумских камионских путева у 11 анализираних ШПП износи 32.490,87 €/km.

**Графикон 1.** Процентуално учешће појединих фаза рада у укупним трошковима изградње шумских камионских путева

На графикону 2 приказано је проценуално учешће различитих категорија земљишта у укупном ископу, разврстано по ШПП. Ова категоризација је значајна јер цена изградње шумских путева значајно зависи од категорије земљишта (Dražić *et al.* 2019).

У табели 4 приказана су ШПП према надморским висинама, при чему су разврстана на 5 типова, а у табели 5 приказани су просечни трошкови изградње по рељефним подручјима.



**Графикон 2.** Процентуално учешће грађевинских категорија земљишта по ШПП

**Табела 3.** Укупна цена коштања шумских камионских путева по фазама рада

ШПП	Дужина пута (m)	Припремни радови (€)	Земљани радови (€)	Коловозна конструкц. (€)	Објекти (€)	Непредвиђени радови (€)	Укупно (€)	Просечно €/km
Доњеврбаско	1,61	194.69	47,435.67	13,595.95	865.65	620.92	62,712.88	39,024.82
Невесињско- Гатачко	3,14	5,749.62	38,769.96	29,951.58	2,174.81	1,532.92	78,178.90	25,053.24
Чемерничко	5,11	3,938.16	71,744.48	78,474.64	2,375.71	3,130.66	159,663.65	30,546.88
Посавско	7,63	4,119.79	89,395.17	163,034.70	2,882.16	2,594.32	262,026.15	34,497.68
Ханпјесачко	8,29	15,523.97	96,077.14	132,950.51	11,819.59	5,777.44	262,148.65	30,654.27
Чајничко	9,60	48,901.48	214,294.12	100,939.71	13,957.89	5,449.76	383,542.96	40,129.69
Мркоњићко	11,71	17,782.63	215,166.91	112,078.13	10,510.24	4,307.13	359,845.04	33,487.33
Петровачко	18,94	61,927.11	346,416.51	157,264.14	13,238.54	14,195.68	593,041.98	31,037.99
Козарачко	27,71	47,757.04	311,795.97	508,732.45	10,807.78	10,358.53	889,451.77	33,836.87
Рогатичко	40,28	94,438.07	735,070.58	513,348.15	45,716.35	24,088.69	1,412,661.84	34,042.78
Рибничко	43,61	100,546.05	664,479.26	482,505.13	37,419.05	22,805.14	1,307,754.64	28,557.61
<b>Укупно</b>	<b>177,62</b>	<b>400,878.61</b>	<b>2,830,645.78</b>	<b>2,292,875.10</b>	<b>151,767.77</b>	<b>94,861.19</b>	<b>5,771,028.45</b>	<b>32,490.87</b>
Просечно		2,256.95	15,936.53	12,908.88	854.45	534.07	32,490.87	

Табела 4. Класификација ШПП према рељефним подручјима у Републици Српској

ШПП	Низијско		Брежуљкасто - брдовито		Ниско планинско		Средње планинско		Високо планинско		Тип
	Н. В.	0-200 (1)	200-500 (2)	500-1000 (3)	1000-2000 (4)	>2000m (5)	Просечна Н. В. Мин - макс				
Петровачко	ha		5.796,18	6.675,29			1.042,57			4	
	%		46,5%	53,5%			min 610-1.960 max				
Козарачко	ha	3.545,10	33.146,08	5.909,81			351,21			2	
	%	8,3%	77,8%	13,9%			min 108-990 max				
Рибничко	ha		2.096,40	19.552,04	10.335,33		891,98			3	
	%		6,6%	61,1%	32,3%		min 260-1630 max				
Невесињско-Гатачко	ha		4,64	19654,23	50274,57		1144,93			4	
	%		0,01%	28,10%	71,89%		min 490 - 1918 max				
Мркоњићко	ha		1.260,86	18.473,44	10.131,49		916,48			3	
	%		4,2%	61,9%	33,9%		min 230 - 1.600 max				
Чемерничко	ha		793,69	7.648,1	6.969,44		940,44			3	
	%		5,2%	49,6%	45,2%		min 250 - 1.472 max				
Доњеврбаско	ha	835,66	29.330,49	22850,8	2.943,05		527,21			2	
	%	1,5%	52,4%	40,8%	5,3%		min 130 - 1.337 max				
Посавско	ha	10.763,89	26.809,43	3.222,11			293,66			2	
	%	26,4%	65,7%	7,9%			min 92 - 866 max				
Ханпјесачко	ha		2.069,51	19.324,74			1109,58			4	
	%		9,7%	90,3%			min 641 - 1535 max				
Рогатичко	ha		1.484,41	24.178,88	15.043,23		919,31			3	
	%		3,6%	59,4%	37,0%		min 295 - 1518 max				
Чајничко	ha		501,60	9.611,35	9.643,42		969,93			3	
	%		2,5%	48,6%	48,8%		min 314 - 1482 max				

**Табела 5.** Просечне цене изградње путева за ШПП према рељефним подручјима

Категорије	Брежуљкасто-брдовито (€/km)	Ниско планинско (€/km)	Средње планинско (€/km)	Просечно (€/km)
Надморска висина	200-500m (2)	500-1000m (3)	1000-2000m (4)	
Просек (€/km)	34,298.28	32,251.44	30,922.88	32,490.87

## ДИСКУСИЈА

Пројектовање шумских камионских путева има значајан утицај на повећање производње и употребу дрвета у Републици Српској. Отвореност шума можемо посматрати у смислу значења не само за транспорт шумских дрвних сортимената, него и за заштиту шума од пожара и мониторинг шума, као и за превоз радника и опреме до шума за потребе извођења радова на пошумљавању, узгоју и коришћењу шума.

Динамика изградње путева је значајно опала почетком деведесетих година па све до 2006. године. Од 2006. године све до данас, кренуло се интензивно са пројектовањем и изградњом шумских камионских путева, а тај тренд траје и данас. У овом раздобљу на простору Републике Српске пројектовано је више од 650 km шумских камионских путева, а просечно се изгради око 40 km годишње према подацима ИРПЦ-а<sup>1</sup>. Динамика изградње шумских камионских путева не прати динамику пројектовања. Иако су током овог периода постојала колебања цена нафте на нашем тржишту, цена изградње није се мењала све до 2016. године, када су цене биле врло мало прилагођене фазама рада, а промена трошкова биле су минималне. Ова промена подразумевала је увођење новије механизације која није обухваћена нормама (2004).

Према последњим истраживањима, отвореност шума шумским камионским путевима у Републици Српској износи 9,28 m/ha, што је недовољно у односу на земље Европске уније (Dražić *et al.*, 2018). Шумски камионски путеви на простору Републике Српске пројектују се према Смјерницама за пројектовање шумских

путева (1958). Цена изградње пута мењала се током времена. Увођењем савременије механизације са већим учинцима и мањом потрошњом горива у великој мери су редуковали цену изградње. Један од важнијих критеријума за изградњу путева јесте, да се изгради што више шумских камионских путева са минималним трошковима изградње.

Када говоримо у учешћу појединих грађевинских категорија земљишта, количином су најзаступљеније трећа и четврта категорија. Анализом ових путних праваца констатовано је да се прва, друга и седма грађевинска категорија земљишта нису уопште појављивале.

Анализа предрачунских вредности изградње шумских камионских путева показала је да најмању вредност по једном километру је имао шумски камионски пут „Одјел 92 - Одјел 93“ у ШПП Петровачко, ШГ „Оштрељ“ Дринић, чија је вредност износила 21.703,67 €/km, док је највећа вредност од 51.143,20 €/km забележена у ШПП Чајничко, ШГ „Вучевица“ Чајниче за пут „Хански долови - Илијина стијена“. Просечна предрачунска цена изградње за све анализираних пројекте износила је 32.490,87 €/km, при чему је просечна цена изградње пута у брежуљкасто-брдовитом подручју (34.298,28 €/km) скупља него у средње планинском (30.922,88 €/km).

Ако погледамо трошкове изградње шумских путева у околним земљама, можемо рећи да је цена изградње пута нешто другачија. Просечна цена изградње шумских камионских путева у Хрватској у низијском подручју износи 65.988,31 €/km, у брдовитом 46.191,81 €/km док је у брдско планинском подручју 32.994,15 €/km (Pentek *et al.*, 2014). У Босни и Херцеговини у Ентитету Федерација БиХ ова вредност је 31.137,01 €/km (Sokolović, Vajrić, 2013). Према анализи просечне вредности изградње шумских камионских путева

<sup>1</sup> Истраживачко развојни и пројектни центар - Бања Лука, Република Српска, БиХ



ва у Словенији према (Robek, Klun, 2007) је 65.000,00 €/km, док је у Аустрији 36.800,00 €/km (Enache *et al.*, 2011), у Турској 18.632,91 €/km (Çağlar, 2011). Анализирајући седам планинских подручја у различитим земљама Европске уније (Шпанија, Француска, Аустрија, Словенија, Шведска, Словачка и Бугарска) установљено је да просечна цена изградње шумских путева износи 39.000 €/km (Enache *et al.*, 2016). Трошкови изградње шумских путева у планинским подручјима централне Италије крећу се у границама од 35 до 60 хиљада евра по километру (Picchio *et al.*, 2018).

У овом раду приказани су трошкови који се односе само на грађевинске радове приликом изградње шумских камионских путева. Поред грађевинских радова, један од значајних трошкова је и прибављање одређене документације пре, у току и после изградње шумског камионског пута. Ту се убрајају: пројектна документација, одобрење за градњу, сагласности и дозволе, надзор у току изградње, технички пријем пута и др., до добијања употребне дозволе за конкретан пут. Према Стратешком плану шумских путева (2019) на ову просечну вредност изградње пута, треба додати око 10-12% додатних трошкова на име прибављања потребне документације. Robek и Klun (2007) наводе да је у Словенији просечна цена израде пројектно-техничке документације 3.200,00 €/km, што износи нешто мање од 5% од цене изградње, а да су трошкови надзора 1,5 – 2,5% од цене изградње.

## ЗАКЉУЧЦИ

На основу извршених анализа добијена је просечна цена изградње шумских камионских путева у Републици Српској, која износи 32.490,87 €/km, при чему је просечна цена изградње пута у брежуљкасто-брдовитом подручју 34.298,28 €/km, ниско планинском 32.251,44 €/km и средње планинском 30.922,88 €/km. По фазама рада, најскупљу фазу чине земљани радови и израда коловозне конструкције, док сви остали радови учествују знатно мање у укупној цени коштања. За анализирани пројекте однос трошкова извођења земљаних радова, израде коловозне конструкције и осталих радова је 49:40:11.

Раније је преовладавало мишљење да је изградња шумских камионских путева у планинским пределима много скупља него у нижим подручјима. Добијени резултати указују на занимљиву чињеницу да је изградња шумских путева најскупља у брдовитим пределима (34.298,28 €/km), са надморском висином између 200 и 500 m, док је најјефтинија у средње планинским пределима (30.922,88 €/km), са надморском висином између 1000 и 2000 m. То би се могло објаснити чињеницом да нижа рељефна подручја обично садрже дубока земљишта, а нагиби усека и насипа обично су више положени. Поред тога, труп шумског камионског пута је шири од трупа пута у вишим грађевинским категоријама земљишта које се чешће јављају у планинским пределима. Надморске висине шумскопривредних подручја „Ханпјесачко“ и „Петровачко“ прелазе чак и 1000 m, а доминантни рељефни облици су висоравни са благим падинама терена и кречњачко - доломитном подлогом, материјалом погодним за изградњу шумских путева у смислу стабилности трасе. Овај материјал се налази директно на или поред трасе, а његова обрада и уградња значајно смањују трошкове изградње пута.

Поред тога, изградња путева на подручјима са нижом надморском висином, често је компликована, јер веома дубока земљишта стварају додатне проблеме са стабилизацијом постељице пута, а дебљина тампонског слоја значајно већа. Ови терени су често подложни клизиштима, што додатно повећава трошкове изградње.



## FOREST TRUCK ROAD CONSTRUCTION IN THE REPUBLIC OF SRPSKA: THE VOLUME OF WORKS AND AVERAGE PRICES

MSc Srđan Dražić, Research Develop and Project Centre, 78000 Banja Luka, BiH, srdjandrazic@gmail.com  
 Radovan Lučić DSc., Research Develop and Project Centre, 78000 Banja Luka, BiH  
 Milorad Danilović, DSc, Full Professor, University of Belgrade – Faculty of Forestry  
 Dušan Stojnić, DSc, Teaching Assistant, University of Belgrade – Faculty of Forestry

**Abstract:** In most cases, the planning of funding for the construction of a forest truck road causes difficulty to planners. Although a forest management plan (FMP) indicates the number of roads to be built annually for the next development period with the average cost of construction, this information is quite general and based on experiential estimates. The aim of this paper is to determine the average cost of forest truck road construction in the Republic of Srpska, as well as to calculate the average costs of individual phases of operation. The obtained average cost of forest road construction, resulting from the analysis of 71 major projects in 11 forest areas encompassing 178 km of forest roads, is 32,490.87 €/km. The obtained results point to the interesting fact that forest road construction is the most expensive in hilly areas with an altitude ranging between 200 and 500 m (34,298.28 €/km), while it is the cheapest (30,922.88 €/km) in medium mountainous areas, with altitudes between 1000 and 2000 m.

**Keywords:** Forest Road, Construction cost, Average Price, Investment, The Republic of Srpska

## INTRODUCTION

A prerequisite for rational and sustainable forest management is a properly planned and constructed forest road network (Jeličić, 1983; Šikić, 1989). Plans for the development of a forest road network in forest management units, which must rely on the forest cadastre and forest management plans, are long-term planning documents, describing further development of the already existing forest road network, that is, activities for the construction of new and reconstruction of the existing roads (Stojnić *et al.*, 2017).

Pursuant to the Law on Public Roads (*Official Gazette of RS, No. 89/13*), forest truck roads belong to the category of non-classified roads, together with rural, agricultural and industrial roads, those built on protection embankments, access roads, etc.

When creating an annual investment plan, planners often wonder how much money to provide for such an investment. By analyzing the com-

pleted situations of constructed forest truck roads in different FMs (Forest Management), it can be concluded that the value of construction of these roads ranges between 25,000.00 and 35,000.00 €/km, while forest management plans (FMP) provide fairly general data for that item. Therefore, in some situations, the planned value of construction exceeds 35,000.00 €/km.

Such a wide range of assessments of forest truck road construction costs created a need for the research of the situation in the Republic of Srpska. The aim of this research was to determine the average cost of forest road construction in the Republic of Srpska, as well as to estimate the shares of certain phases of construction in the total costs.

This kind of analysis can serve as a starting point for planners in the process of planning of investments for the purpose of forest truck roads construction.

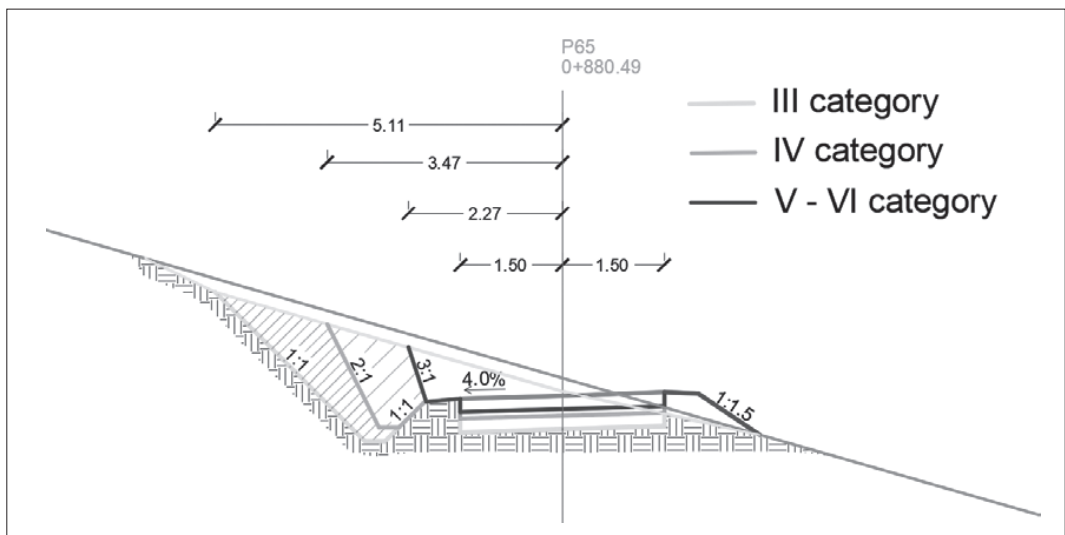
## MATERIALS AND METHODS

This paper analyzes the projected volume of work and costs of forest road construction in 11 forest managements (FMs), which makes 47% of the total area of forests and forest land of the Republic of Srpska, in which significantly more forest roads were constructed in the previous period than in the other 15 FMs.

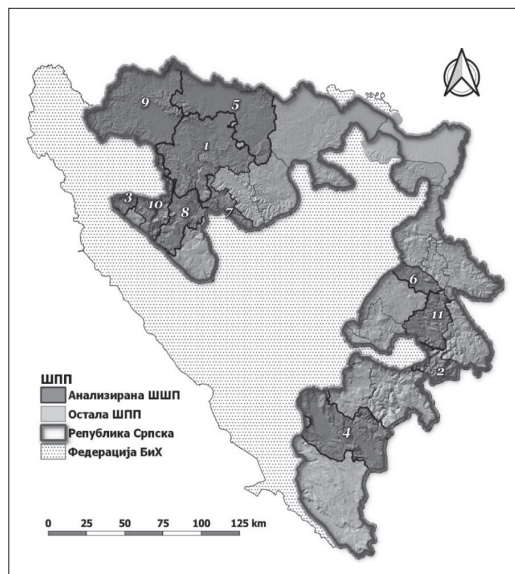
The main forest road designs produced in the 2006-2018 period by the Center for research, development and design of PE "Forests of the Republic of Srpska" in Banja Luka were used as the database for the analysis. Unit costs by work positions did not change significantly during this period. Out of the 93 reviewed projects, 71 were selected by discarding the designs whose value of construction significantly deviated from the common value.

**Table 1.** Technical characteristics of forest roads (UNDP, 2008)

Road category	The main forest road			
	Lowland	Between lowland and hilly	Hilly	Mountainous
Speed	60	40	30	25
Min Radius	85	40	20	15
Min Radius	40	15	15	12
Long. Grade	6%-8%			
Track width	3.0 - 3.5 m			
Shoulder width	0.5 - 0.75 m			
Roadway construction	„Mac Adam“ or „Telford“ depending on the category of soil.			



**Figure 1.** Summary overview of cross-sections



Map 1. Research area - the Republic of Srpska

Forest truck roads in the Republic of Srpska are designed according to the Forest Road Design Guidelines (1958) and Technical characteristics of forest roads (UNDP, 2008).

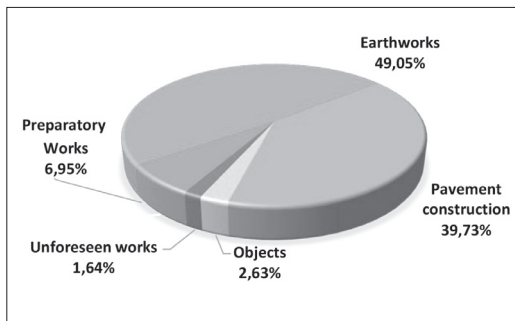
The designs which were not taken into account were those in whole or in part along the existing tractor roads or Austro-Hungarian narrow-track railroads on which earthworks had been carried out, since it was judged that these roads were not representative.

The analysis of the main forest road designs estimated the average costs of certain phases of work and their share in the total forest road construction costs. The average costs were analyzed for preparatory works, earthworks, pavement construction, the construction of structures on forest roads and unforeseen works.

The calculation of earthworks as the most voluminous operational phase included the estimation of shares of certain construction soil categories in the total amount of excavations as well as shares of certain operational phases by FMs. Four categories of construction soil were observed, i.e.

Table 2. Number of analyzed forest truck road designs by FMs

FM	Number of roads	Length of roads	Total price(€)
„Donjevrasko“ - Banja Luka	1	1,61	62,712.88
„Čajničko“ - Čajniče	5	9,60	383,542.96
„Petrovačko“ Drinić	7	18,94	593,041.98
„Nevesinjsko-Gatačko“ - Nevesinje	2	3,14	78,178.90
„Posavsko“ - Gradiška	3	7,63	262,026.15
„Hanpjesačko“ - Han Pijesak	3	8,29	262,148.65
„Čemerničko“ - Kneževo	3	5,11	159,663.65
„Mrkonjičko“ - Mrkonjić Grad	4	11,71	359,845.04
„Kozaračko“ - Prijedor	6	27,71	889,451.77
„Ribničko“ - Ribnik	14	43,61	1,307,754.64
„Rogatičko“ - Rogatica	23	40,28	1,412,661.84
<b>IN TOTAL</b>	<b>71</b>	<b>177,62</b>	<b>5,771,028.45</b>



**Chart 1.** Percentage shares of individual operational phases in the total costs of forest road construction

categories III, IV, V, and VI, while the excavation of materials from categories I, II and VII was not recorded.

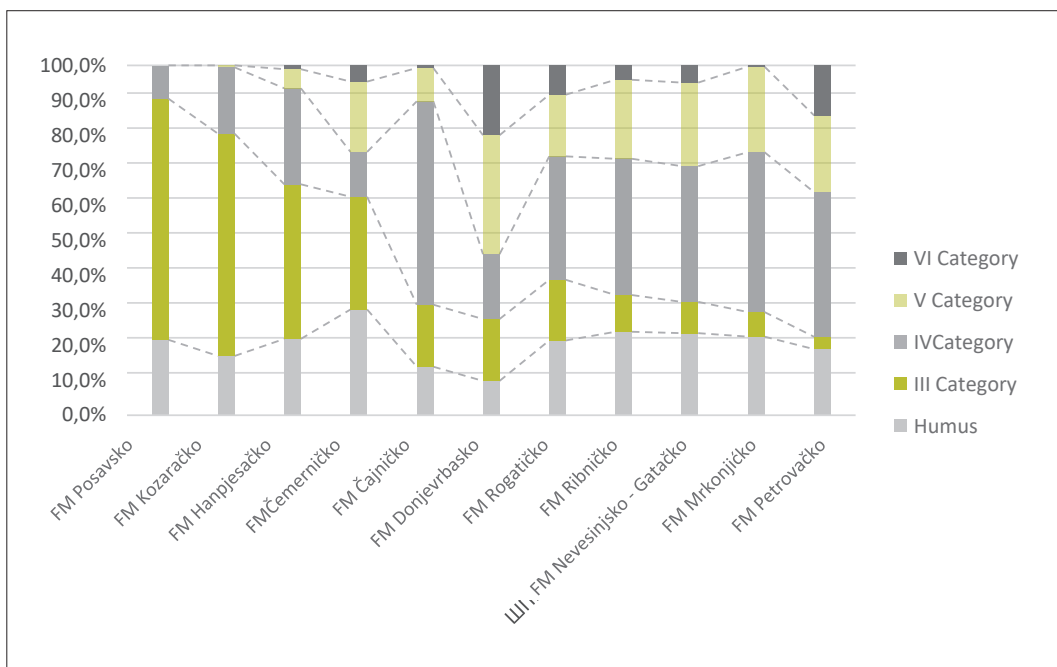
In addition, FMs classification into five types depending on the type of relief is shown only for the FMs in which the roads were constructed. (Lowland) FM – type 1; (Hilly)– type 2; (Low mountainous) – type 3; Medium mountainous – type 4; High mountainous – type 5 (Sretenović Lj. & Šobić D., 1974) after Bertović (1999).

## RESEARCH RESULTS

Earthworks, which account for 49.05% of the total costs of forest road construction, constitute the largest share of all operational phases. These are followed by the construction of pavement structures with 39.73%, while the remaining 11.22% account for preparatory works, the construction of structures and unforeseen works (Chart 1). Table 1 displays an overview of the total costs of forest road construction by FMs, while Table 2 shows the costs of individual phases of work. Data processing reveals that the average cost of forest truck road construction in the 11 analyzed FMs amounts to 32,490.87 €/ km

Chart 2 shows the percentage share of different soil categories in the total excavation by FMs. This categorization is significant because the cost of forest road construction significantly depends on the soil category (Dražić *et al.* 2019).

Table 4. shows the FMs classified into 5 types based on elevation, and Table 5 shows the average costs of construction by relief areas.



**Chart 2** The percentage share of construction soil categories by FMs

**Table 3.** Total road construction costs by operational phases

FM	Road Length (m)	Preparatory Works (€)	Earthworks (€)	Pavement construction (€)	Objects (€)	Unforeseen works (€)	Total (€)	Average €/km
Donjevrasko	1,61	194.69	47,435.67	13,595.95	865.65	620.92	62,712.88	39,024.82
Nevesinjsko-Gatačko	3,14	5,749.62	38,769.96	29,951.58	2,174.81	1,532.92	78,178.90	25,053.24
Čemerničko	5,11	3,938.16	71,744.48	78,474.64	2,375.71	3,130.66	159,663.65	30,546.88
Posavsko	7,63	4,119.79	89,395.17	163,034.70	2,882.16	2,594.32	262,026.15	34,497.68
Hanpjesačko	8,29	15,523.97	96,077.14	132,950.51	11,819.59	5,777.44	262,148.65	30,654.27
Čajničko	9,60	48,901.48	214,294.12	100,939.71	13,957.89	5,449.76	383,542.96	40,129.69
Mrkonjičko	11,71	17,782.63	215,166.91	112,078.13	10,510.24	4,307.13	359,845.04	33,487.33
Petrovačko	18,94	61,927.11	346,416.51	157,264.14	13,238.54	14,195.68	593,041.98	31,037.99
Kozaračko	27,71	47,757.04	311,795.97	508,732.45	10,807.78	10,358.53	889,451.77	33,836.87
Rogatičko	40,28	94,438.07	735,070.58	513,348.15	45,716.35	24,088.69	1,412,661.84	34,042.78
Ribničko	43,61	100,546.05	664,479.26	482,505.13	37,419.05	22,805.14	1,307,754.64	28,557.61
IN TOTAL (m)	177,62	400,878.61	2,830,645.78	2,292,875.10	151,767.77	94,861.19	5,771,028.45	32,490.87
<b>AVERAGE (€/km)</b>		<b>2,256.95</b>	<b>15,936.53</b>	<b>12,908.88</b>	<b>854.45</b>	<b>534.07</b>	<b>32,490.87</b>	

**Table 4.** Classification of FMs in the Republic of Srpska based on relief

FM	Lowland		Hilly	Low mountainous		Medium mountainous	High mountainous	Average altitude		Type
	Alt.	0-200 (1)	200-500 (2)	500-1000 (3)	1000-2000 (4)	>2000m (5)	min-max	min-max		
Petrovačko	ha	5.796,18		6.675,29			1.042,57		4	
	%	46,5%		53,5%			min 610-1.960 max			
Kozaračko	ha	3.545,10	33.146,08	5.909,81			351.21		2	
	%	8,3%	77,8%	13,9%			min 108-990 max			
Ribničko	ha		2.096,40	19.552,04	10.335,33		891,98		3	
	%		6,6%	61,1%	32,3%		min 260-1630 max			
Nevesinjsko-Gatačko	ha		4,64	19654,23	50274,57		1144,93		4	
	%		0,01%	28,10%	71,89%		min 490 - 1918 max			
Mirkonjičko	ha		1.260,86	18.473,44	10.131,49		916,48		3	
	%		4,2%	61,9%	33,9%		min 230 - 1.600 max			
Čemerničko	ha		793,69	7.648,1	6.969,44		940,44		3	
	%		5,2%	49,6%	45,2%		min 250 - 1.472 max			
Donjevrbasko	ha	835,66	29.330,49	22850,8	2.943,05		527,21		2	
	%	1,5%	52,4%	40,8%	5,3%		min 130 - 1.337 max			
Posavsko	ha	10.763,89	26.809,43	3.222,11			293,66		2	
	%	26,4%	65,7%	7,9%			min 92 - 866 max			
Hampljesačko	ha			2.069,51	19.324,74		1109,58		4	
	%			9,7%	90,3%		min 641 - 1535 max			
Rogatičko	ha		1.484,41	24.178,88	15.043,23		919,31		3	
	%		3,6%	59,4%	37,0%		min 295 - 1518 max			
Čajničko	ha		501,60	9.611,35	9.643,42		969,93		3	
	%		2,5%	48,6%	48,8%		min 314 - 1482 max			

**Table 5.** The average cost of road construction by the FM based on relief categories

CATEGORY	Hilly (€/km)	Low mountainous (€/km)	Medium mountainous (€/km)	Average (€/km)
Altitude	200-500m (2)	500-1000m (3)	1000-2000m (4)	
AVERAGE (€/km)	34,298.28	32,251.44	30,922.88	32,490.87

## DISCUSSION

The design of forest truck roads has a significant impact on the increase in the production and utilization of timber in the Republic of Srpska. Forest openness can be viewed not only in terms of wood assortment transport, but also from the aspect of forest protection from fires, forest monitoring and the transport of workers and equipment to forests for the purpose of afforestation, cultivation and forest utilization.

Road construction dynamics recorded a significant decline in the period from the early 1990s to 2006. Since 2006 until today, the design and construction of forest truck roads have been intense. During this period, more than 650 km of forest truck roads were designed in the Republic of Srpska, with an average road construction rate of 40 km per year according to IRPC<sup>1</sup>. Yet, the dynamics of forest truck road construction does not match the design dynamics. Although there were fluctuations in oil prices in our market during this period, the price of construction did not change until 2016, when prices were very little adjusted by phases of operation and the cost changes were minimal. This change implied the introduction of newer mechanization in relation to mechanization according to norms (2004).

According to the latest research, the forest openness of forest truck roads in the Republic of Srpska is 9.28 m/ha, which is insufficient to meet the European standards (Dražić *et al.*, 2018). Forest truck roads in the territory of the Republic of Srpska are designed by following the Guidelines for forest road design (1958). However, the costs of road construction have changed from that time. The introduction of more modern machinery characterized by higher performance and lower fuel

consumption has greatly reduced the construction costs. One of the most important guiding principles in road construction is to build as many forest truck roads as possible at minimum costs.

When shares of certain categories of construction soil are concerned, the most common categories were III and IV, which constitute the largest share in terms of quantity. On the other hand, the analysis of the investigated routes revealed no presence of categories I, II and VII of construction soil.

The analysis of the estimated costs of forest truck road construction revealed the lowest cost of forest road construction of 21,703.67 €/km per kilometer in "Compartments 92–93" in the Petrovačko FM, FE "Oštrelj" Drinić. On the other hand, the highest cost amounted to 51,143.20 €/km in FM Čajničko, FE "Vučevica" Čajniče for the "Hanski dolovi - Ilijina stijena" road. The average estimated cost of construction for all analyzed designs was 32,490.87 €/km, with the average cost of road construction in the hilly area (34,298.28 €/km) being higher than in the medium mountainous area (30,922.88 €/km).

If we look at the cost of road construction in surrounding countries, then we can say that the road construction cost is quite different. The average construction cost on lowland area in Croatia is 65,988.31 €/km, hilly area 46,191.81 €/km, and hilly-mountain area 32,994.15 €/km (Pentek *et al.*, 2014). In the Entity Federation of BiH is 31,137.01 €/km (Sokolović, Bajrić, 2013). The analysis of forest road construction costs in Slovenia performed by (Robek, Klun, 2007) indicated the average construction cost of 65,000.00 €/km, while in Austria 36,800.00 €/km (Enache *et al.*, 2011) and in Turkey 18,632.91 €/km (Çağlar, 2011). Analyzing seven mountain forest areas in different countries of the European Union (Spain, France, Austria, Slovenia, Sweden, Slovakia and

<sup>1</sup> Research Develop and Project Centre, Grčka 21,78000 Banja Luka, the Republic of Srpska, BiH



Bulgaria), the average cost of construction of forest roads is 39,000 €/km (Enache *et al.*, 2016). The cost of constructing forest roads in the mountainous areas of central Italy ranges from 35 to 60 thousand euros per kilometer (Picchio *et al.*, 2018).

It should be noted that this paper considers only the values related to construction works included in forest truck road construction. In addition to construction works, significant costs are incurred by obtaining certain documents before, during and after forest truck road construction. These include project documentation, a building permit, approvals and other licenses, supervision during construction, technical acceptance of the road, etc., until an exploitation permit is issued for a specific road. According to the Strategic Plan (2019), about 10-12% of additional costs should be added to this average cost of road construction for the compilation of the necessary documentation. Robek and Klun (2007) reported the average price of compilation of project technical documentation of 3,200.00 €/km, which accounted for slightly less than 5% of construction costs, while the costs of supervision amounted to 1,5-2,5% of the construction costs.

## CONCLUSIONS

Based on the analyses conducted, it can be concluded that the average cost of forest truck road construction in the Republic of Srpska amounts to 32,490.87 €/km. The average cost of road construction amounts to 34,298.28 €/km in hilly areas, 32,251.44 €/km in low mountainous areas and 30,922.88 €/km in medium mountainous areas. The most expensive phase are earthworks and pavement construction, while the shares of all other works in the total costs are much smaller. For the analyzed designs, the ratio of excavation costs to the pavement construction and other works is 49:40:11.

Previously, the prevailing opinion was that forest road construction in mountainous areas was much more expensive than in lower areas. The obtained results point to an interesting fact that forest road construction tends to be the most ex-

pensive (34,298.28 €/km) in hilly areas with an altitude ranging between 200 and 500 m, while it is the cheapest (30,922.88 €/km) in medium mountainous areas with an altitude between 1000 and 2000 m. This could be explained by the fact that lower relief areas usually contain deep soils, and slopes of dike cuttings and embankments tend to be more laid out. In addition, the cross-section of a forest road is wider than the cross-section of a road in higher construction soil categories that occur more frequently in mountainous areas. The altitudes of the Hanpjesačko and Petrovačko forest managements exceed 1000 m, and the dominant relief form is a plateau with gentle slopes of terrain and a limestone - dolomite substrate, a material suitable for forest road construction. This material is located directly on or adjacent to the route, and its processing and installation significantly reduce road construction costs.

In addition to that, road construction in lower altitudinal areas can be more complicated since very deep soils cause additional problems with stabilizing the road bed. Furthermore, the thickness of the tampon layer is significantly greater, as such terrains are susceptible to landslides, which further increases construction costs.

## LITERATURA / REFERENCES

- Bertović S. (1999): Reljef i njegova prostorna raščlamba, *Šumarski list* 11-12(1999): 543-563
- Čačlar S. (2011): An Evaluation of the Estimated and Realized Cost of Forest Road: Examples of Artvin Regional Directorate of Forestry, International Caucasian Forestry Symposium ICFS, 24-26 October 2013, Artvin, Turkey, pp. 18-25,
- Dražić S., Danilović M., Stojnić D., Blagojević V., Lučić R. (2018): Openness of forests and forest land in the Bosnia and Herzegovina entity Republic of Srpska, *Šumarski List*, 142(3-4), 183-185, <https://doi.org/10.31298/sl.142.3-4.7>
- Dražić S., Danilović M., Stojnić D. (2019): Uticaj procene građevinske kategorije zemljišta na predračunsku cenu koštanja izgradnje šumskih kamionskih puteva, *Šumarstvo*, 3-4, 117-130.

- (2019): Strateški plan šumskih puteva u Republici Srpskoj. Banja Luka: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske.
- Enache A., Stampfer K., Ciobanu V., Brânzea O., Duta C. (2001): Forest road network planning with state of the art tools in a private forest district from lower Austria. Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. Series II, Vol 4(53)2, 33-40
- Enache A., Kühmaier M., Visser R., Stampfer K. (2016): Forestry operations in the European mountains: a study of current practices and efficiency gaps, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 31(4), 412-427, DOI: 10.1080/02827581.2015.1130849
- Jeličić V. (1983): Šumske ceste i putevi. Šumarski fakultet Univerziteta u Zagrebu
- Pentek T., Nevečerel H., Ecimović T., Lepoglavec K., Papa I., Tomašić, Ž. (2014): Strategijsko planiranje šumskih prometnica u Republici Hrvatskoj – raščlamba postojećega stanja kao podloga za buduće aktivnosti. *Nova mehanizacija šumarstva*, 35 (1), 63-78
- Picchio R., Pignatti G., Marchi E., Latterini F., Benanchi M., Foderi C., Venanzi R., Verani S. (2018): The Application of Two Approaches Using GIS Technology Implementation in Forest Road Network Planning in an Italian Mountain Setting, *Forests* 9(5), 277; <https://doi.org/10.3390/f9050277>
- Robek R., Klun, J. (2007) Recent developments in forest traffic way construction in Slovenia, *Croatian Journal of Forest Engineering*, 28(1), 83–91
- (1958): Smjernice za projektovanje šumskih puteva, Sarajevo: Sekretarijat za ind. i građevinarstvo izvršnog vijeća NR BiH.
- Sokolović Dž., Bajrić M. (2013): Šumska prometna infrastruktura u Federaciji Bosne i Hercegovine, *Nova mehanizacija šumarstva*, 34, 39–50.
- Sretenović Lj., Šobić D. (1974): Reljef - predstavljanje reljefa zemljišta na kartama, *Vojna enciklopedija* 8. Beograd.
- Stojnić D., Danilović M., Dražić S. (2017): Inventura i izrada katastra primarne mreže šumskih puteva, *Šumarstvo*, 3–4, 199–212.
- (2008): Smjernice za šumske puteve, Program oporavka regiona Srebrenica.
- Šikić D., Babić B., Topolnik D., Knežević I., Božičević D., Švabe Ž., Piria I., Sever S., (1989): Tehnički uvjeti za gospodarske ceste, *Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb*, 1–78.



