

PREVOĐENJE TRAKTORSKIH VLAKA UZDUŽNOG NAGIBA DO 12% U PRILAZNE KAMIONSKE PUTEVE

Conversion of skid trails with longitudinal slope up to 12% into truck access roads

Muhamed Bajrić¹, Dragutin Pičman², Dževada Sokolović¹, Safet Gurda¹

Abstract

The paper presents one of the possible approaches to construction of the forest truck access roads, in this case transformation of the main skid roads with longitudinal slope up to 12%. Such an approach to construction of forest truck roads can generate significant financial savings. It assumes significantly smaller volume of earthworks, in particular in preparation of the ground and the lower road layer, and thus lower financial investment in road construction. Through a detailed comparative analysis of the estimated measures and estimated costs of transition and new construction works, the paper clearly indicates the specific phases of works in which scale and cost of construction works differences are emphasized. It also considers the ecological segment which has been increasingly emphasized lately, and with this approach to road construction it fully comes to the fore.

Keywords: main skid trails to 12% slope, access forest truck roads, translation, earthworks, environmental factors

Izvod

U ovom radu je predstavljen jedan od mogućih pristupa gradnji prilaznih šumskih kamionskih puteva, to je prevođenje glavnih („magistralnih“) traktorskih vlaka nagiba do 12%. Ovakvim pristupom gradnji šumskih kamionskih puteva ostvaruju se značajne finansijske uštede. Njime bi se postigao i značajno manji obim zemljanih radova, posebno u fazi pripreme terena i izrade donjeg stroja puta, a samim tim i niža finansijska ulaganja u gradnju puta. U radu su, kroz detaljne uporedne analize predmjera i predračuna radova za prevođenje i novogradnju, jasno naznačene pojedine faze radova kod kojih su naglašene razlike obima radova i troškova gradnje. U posljednje vrijeme se razmatra sve naglašenija ekološka komponenta, koja ovakvim pristupom gradnje prilaznih kamionskih puteva u potpunosti dolazi do izražaja.

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

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

Ključne riječi: glavne traktorske vlake nagiba do 12%, prilazni šumski kamionski putevi, prevođenje, zemljani radovi, ekološki faktori.

UVOD - Introduction

Šumarstvo kao privredna grana sa aspekta organizacije proizvodnje predstavlja specifičnu oblast. Ova specifičnost ogleda se, prije svega, u razbacanosti drvne mase po cijelom prostoru odjela, neravnomjernom rasporedu stabala u sastojini, karakterističnim orografskim, hidrografskim, klimatskim i drugim faktorima koji imaju snažan uticaj na gospodarenje šumama. Proces proizvodnje šumskih sortimenata odvija se u složenim uslovima rada, koji su različiti u zavisnosti od: sistema gazdovanja, konfiguracije terena, vrste drveća, otvorenosti šuma, godišnjeg doba i sl. Potreba za gradnjom novih šumskih kamionskih puteva u našoj zemlji i dalje je vrlo aktuelna, s obzirom na to da je trenutna otvorenost mreže šumskih komunikacija daleko ispod minimalno potrebne otvorenosti, koja za brdsko - planinske uslove terena (a koji dominiraju kod nas) prema ŠIKIĆU i drugima (1989) iznosi 15 m/ha. Trenutna otvorenost šuma prema „Informaciji o gospodarenju šumama u Federaciji BiH u 2009. godini i planovi gospodarenja šumama za 2010. godinu“, iznosi 10,8 m/ha (bez Hercegovачko-neretvanskog kantona). U Republici Srpskoj otvorenost iznosi 8,6 m/ha, što je također daleko ispod prosjeka u razvijenim evropskim zemljama. Nedovoljna mreža šumskih komunikacija ograničava realizaciju planiranog etata, što najčešće dovodi do devastacije šumskog bogatstva na otvorenim površinama.

Troškovi transporta drveta čine značajan dio ukupnih troškova u procesu proizvodnje šumarstva, pri čemu su troškovi privlačenja za istu jedinicu dužine najviši (JELIĆIĆ, 1983, KULUŠIĆ, 1990, SOKOLOVIĆ, 2004). Smanjivanje troškova privlačenja nameće se kao jedan od osnovnih zadataka u planiranju gazdovanja šumama. Teoretski, troškovi privlačenja bili bi najniži u slučaju dovođenja puteva neposredno uz panj. Naravno, ovaj momenat u praksi je nemoguće ostvariti. Izgradnja prostorno dobro raspoređene mreže šumskih puteva nije jednostavan posao. Uzimajući u obzir dosadašnju otvorenost naših šuma, koja nije zadovoljavajuća, privlačenje drvnih sortimenata se i dalje izvodi na relativno velikim udaljenostima. Iz nedovoljne gustine mreže šumskih puteva proizlaze i relativno visoki troškovi privlačenja. Gradnjom novih puteva značajno utičemo na smanjenje troškova privlačenja. Troškovi prevoza sortimenata kamionima manji su od troškova privlačenja traktorima za istu udaljenost 20 do 30 puta (JELIĆIĆ, 1983.). Međutim, velika gustoća mreže šumskih kamionskih puteva nije presudan faktor u skraćanju srednje transportne distance privlačenja. Presudan faktor uticaja otvorenosti nekog šumskog područja na srednju transportnu distancu privlačenja predstavlja kvalitetno planirana i realizovana mreža šumskih kamionskih puteva.

Sama gradnja šumskih puteva predstavlja značajnu investiciju te iz tog razloga treba biti racionalna, a izvođenje radova na građenju mora se provoditi u etapama. Šumski kamionski putevi imaju direktne efekte u iskorištavanju šuma, ali oni predstavljaju i objektivne predušlove za odvijanje drugih djelatnosti u šumarstvu, prije

svega uzgajanja i zaštite šuma u najširem smislu i utiču na racionalnost njihovog izvođenja (DELIĆ, 2005). Relativno visoka ulaganja u gradnju šumskih kamionskih puteva su i u prošlosti bila glavna prepreka za intenzivno građenje. Sama ideja prevođenja traktorskih vlaka u šumske kamionske puteve polazi od pretpostavke jeftinije gradnje, te opravdane pretpostavke da će prevođenjem vlaka koje imaju maksimalni uzdužni nagib do 12%, štete po okoliš biti višestruko umanjene, s obzirom na već provedene radove na širokom otkopu.

Gradnja šumskih puteva, sa stanovišta zaštite čovjekove okoline, danas je više nego u bilo kojem periodu, izložena sve većoj kritici javnosti. Prema tome, pored zadovoljenja osnovne namjene u transportu drveta, pri projektovanju i građenju moramo maksimalno udovoljiti zahtjevu za što prirodniji tok puta, odnosno, minimalne štete po okoliš.

PROBLEMATIKA ISTRAŽIVANJA – Main issues

Prilazni šumski kamionski putevi čine sastavni dio ukupne mreže šumskih puteva. Posmatranjem postojećih mreža šumskih kamionskih puteva na topografskim kartama u pojedinim šumsko-privrednim područjima, primjetno je da je mreža glavnih i sporednih puteva gotovo u potpunosti izgrađena. U praksi se trenutno najčešće susrećemo sa problemima otvaranja pojedinih odjela, odnosno, grupe odjela. Ovakvi slučajevi rješavaju se uglavnom prilaznim putevima čije tehničke karakteristike mogu zadovoljiti osnovne namjene transporta šumskih drvnih sortimenata. Upravo tehnički zahtjevi po pitanju izbora elemenata trase puta omogućavaju da se postojeće traktorske vlake čiji uzdužni nagibi ne prelaze nagib od 12%, mogu prevesti uz minimalna ulaganja u kamionske puteve. Na ovim prostorima se često u literaturi naglašavala potreba za projektovanjem i izgradnjom glavnih traktorskih vlaka nagiba do 12% kako bi se iste mogle pretvoriti u šumske kamionske puteve (JELIČIĆ, 1981, 1987; PIČMAN, 1986; BAJRIĆ, 2005). Prevođenje traktorskih vlaka većih uzdužnih nagiba, pored tehničkih propisa za gradnju puteva koji ograničavaju maksimalni uzdužni nagib, ograničeno je, prije svega, izraženom negativnom djelovanju vode na kolovoznu konstrukciju. Naravno, nikako se ne smije podrazumijevati da sve traktorske vlake koje imaju nagib manji od 12% treba prevoditi u šumske kamionske puteve. Za svaku od njih prilikom prevođenja u kamionske puteve neophodno je napraviti detaljnu analizu i studioznu procjenu isplativosti i stvarnog efekta konverzije.

Upravo je cilj ovog rada da se pokuša utvrditi ekonomska opravdanost konverzije u odnosu na novogradnju, kao i tehničko-tehnološka opravdanost sa aspekta utvrđivanja potrebnog obima radova pri konverziji u odnosu na novogradnju.

Gotovo uvijek su prilikom planiranja, ograničavajući faktor finasijska sredstava kojima raspolaže neko preduzeće, koja su u najvećem broju slučajeva i investitori, dok se vrlo rijetko koriste kreditne linije zbog nepovoljnih kamatnih stopa. Subvencije drugih institucija (općina, kantona ili Federalnog budžeta) za ovu oblast su skoro zanemarljive. Nisu rijetki slučajevi da se putevi kuji su predviđeni za gradnju u u planovima za gospodarenje, ne realizuju upravo iz naprijed navedenog razloga.

Prema „Informaciji o gospodarenju šumama u Federaciji BiH u 2009. godini i planovima gospodarenja šumama za 2010. godinu“, planirani obim izgradnje šumskih puteva za 2008. godinu bio je 112,1 km, dok je ostvareno svega 77,7 km ili 49,7%, pri čemu je uloženo 3.837.300 KM (68.892 KM/km'). U istom periodu je za rekonstrukciju predviđeno 397,2 km, a realizovano 338,8 km, ili 85,3%, pri čemu je utrošeno 3.041.900 KM (8.978 KM/km'). Gradnja šumskih kamionskih puteva zahtijeva visoka novčana izdvajanja, koja se za naše uslove kreću u rasponu od 50.000 do 200.000 KM/km (SOKOLOVIĆ, 2008). Navedene informacije ukazuju na problematiku obezbjeđenja finansiranja gradnje i rekonstrukcije šumskih kamionskih puteva. Slični problemi su i u našem bližem okruženju.

Prema podacima ROBEKA I KLUNA (2007) u Sloveniji prosječna cijena izgradnje šumskih kamionskih puteva iznosi 65000 €/km (127.300 KM/km'). Problem obezbjeđenja finansiranja gradnje šumskih puteva i u Sloveniji najbolje se očituje kroz odnos planirane i ostvarene izgradnje (za period od 2001. do 2005. godine ostvareno je samo 7,5% plana). Isti autori navode da je prosječna otvorenost u Sloveniji 20,9 m/ha i da još uvijek nije optimalna.

U Hrvatskoj je prema PENTEKU i dr. (2007.) za period od 2006. do 2015. godine, planirano građenje 300 km puteva godišnje, sa planiranim troškom izgradnje oko 54.000.000 kn (cca 48.500 KM/km). Autor navodi da su planirana sredstva preniska u odnosu na ostvarene troškove gradnje u periodu od 2004. do 2006. godine (za cca 300 km puteva utrošeno oko 75.000.000 kn ili oko 67.000 KM/km'). Otvorenost šuma u Hrvatskoj iznosi 11,82 m/ha (PENTEK i dr, 2007.). Otvorenost šuma u Austriji, Francuskoj, Njemačkoj i Švicarskoj je 25-45 m/ha (SAPHORES, J.D. i drugi, 2006). Prema „Katastru šumskih puteva“ iz 2004. godine u Srbiji je otvorenost bila 7,23 m/ha.

Opravdanim se čini i pretpostavka da će cijena gradnje šumskih puteva u budućnosti biti veće u odnosu na prethodni period, s obzirom na to da su tereni na kojima se grade putevi danas teži, a istovremeno i zahtjevi za zaštitu okoliša u sve većoj mjeri dolaze do izražaja.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – *Research area*

Područje istraživanja nalazi se unutar šumarstva Vareš, odnosno G.J. «Donja Misoča». Uži lokalitet područja nalazi se na prostoru između potoka Žalja, Selačke planine, sela Kadrići i Orahovo, površine 349,37 ha (ukupno sedam odjela: 18, 19, 20, 43, 44, 45, 47).

Projekat konverzije nazvan je «Didorada – Hrančići» što predstavlja širi lokalitet područja. Ukupna dužina tretirane vlake iznosi 2718,34 m, na čijoj je cijeloj dužini izrađen projekat konverzije. Tretirana vlaka cijelim tokom ne prelazi uzdužni nagib od 12% (samo na kraćem potezu cca 100 m, ima nagib 11,4%), dok je na najvećem dijelu ukupne dužine uzdužni nagib u rasponu od 5 do 8%.

Po konfiguraciji teren je umjereno strm do strm, ispresjecan blagim uvalama. Inklinacija je do 30° (57%). Nadmorska visina se kreće u rasponu od 650 do 1350 m, (raspon se odnosi na nadmorske visine unutar tretiranog područja).

METODE RADA – *Works method*

Problematika prevođenja traktorskih puteva u prilazne kamionske puteve obrađivana je kroz terenska istraživanja i obradu podataka pomoću savremenih tehnologija (GIS), kao i kroz različite uporedne analize konverzije i novogradnje na konkretnom primjeru.

- Izvršena je sveobuhvatna analiza traktorske vlake, pri čemu su snimljeni svi tehnički elementi vlake značajni za prevođenje u kamionski put:
 - snimanje osnovnih tehničkih elemenata traktorske vlake,
 - uzdužni nagib,
 - minimalni radijusi krivina,
 - širina planuma traktorske vlake,
 - snimanje poligonog vlaka trase traktorske vlake,
- Na osnovu snimljenih elemenata traktorske vlake, i provedene kontrole maksimalnog uzdužnog nagiba na traktorskoj vlaci, izvršeno je polaganje osovinskog poligona prilagođenog tehničkim elementima prilaznih puteva, te izrađen glavni projekat kamionskog puta.
- Radi provođenja ekonomskih analiza uticaja prevođenja traktorske vlake u prilazni kamionski put izvršeno je:
 - prikupljanje podataka o ukupnoj i sječivoj drvnjoj masi u području istraživanja,
 - određivanje transportnih granica za odjele, odnosno identifikacija odjela/odsjeka koji gravitiraju prema tretiranoj vlaci.

Određivanje srednje geometrijske distance privlačenja izvršeno je težišnom metodom, primjenom računara. Težišta površina za koje se računala srednja transportna distanca određena su pomoću softvera ArcView 3.1. Određivanje težišta izvršeno je za svaki odjel/odsjek pojedinačno. U slučajevima gdje kamionski put dijeli odjel/odsjek tražilo se težište dijela odjela/odsjeka koji odvaja put, a nove površine dobijene na ovaj način nazvane su «elementarnim površinama». Neto drvena masa za ove odvojene površine je uzeta srazmjerno procentualnom učešću tih izdvojenih površina u ukupnoj površini odjela/odsjeka. Nakon određivanja težišta elementarne površine, određena je srednja geometrijska udaljenost privlačenja (pomoću alatki iz softvera WinGis), i to tako da je mjerena udaljenost od težišta do najbližeg kamionskog puta na koji se vrši privlačenje drvne mase.

Za ovako određenu srednju geometrijsku distancu privlačenja vršena je korekcija koeficijentom vertikalne (nagib terena) i horizontalne (krivudanje vlake) korekcije. Prosječni nagib terena određen je kao prosječni nagib po liniji srednje geometrijske distance privlačenja. Vrijednosti koeficijenata vertikalne i horizontalne korekcije preuzete su iz tabele 4. (prema JELIČIĆ, 1987).

Računanje srednje stvarne transportne distance privlačenja izvršeno je pomoću obrasca ARNAUTOVIĆA (1975).

$$l_s = \frac{\Sigma m \cdot l}{\Sigma m} \quad (\text{m})$$

gdje je:

l_s - stvarna srednja transportna distanca privlačenja, m

Σm - zapremina drvene mase za privlačenje, t

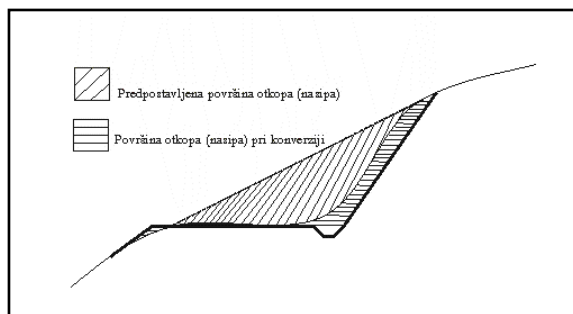
l - stvarna udaljenost težišta površine do najbližeg puta, m.

Za provođenje potpune analize konverzije traktorske vlake u kamionski put, odabrana je trasa «Didorada – Hrančići» dužine 2.718 m, na kojoj je u cjelosti izvršena konverzija. Izbor trase za analizu rukovođen je mogućnošću prikupljanja svih podataka potrebnih za obradu. Za navedenu dionicu izrađen je glavni projekat konverzije traktorskog puta u prilazni kamionski.

Cjenovnik za predračun radova gradnje puteva preuzet je od šumarstva „Zvijezda“ – Vareš, na čijem području je izveden projekat.

Troškovi projektovanja kamionskih puteva po km' preuzeti su od «BH šuma» (projektantska kuća), pri čemu su troškovi za slučaj novogradnje 2.300 KM/km, a u slučaju konverzije niži za 30%, odnosno, iznose 1.610 KM/km.

Da bi se došlo do preciznih odnosa konverzije i novogradnje, napravljena je pretpostavka izgleda terena u slučaju da nije postojala traktorska vlaka i da je osovina puta prošla linijom trase traktorske vlake, te se na osnovu takve pretpostavke izvršio predmjer i predračun radova za novogradnju. Naime, pretpostavka ranijeg izgleda terena je urađena na način da se u odnosu na stanje prilikom konverzije, a prema slici 3, tretirala koso šrafirana površina, dok se za zemljane radove pri samoj konverziji tretirao horizontalno šrafirani dio (prema slici 3.). Prema sličnom principu izrađene su kalkulacije potrebnih radova i za fazu pripreme, kao i za ostale faze gradnje, za slučaj novogradnje, dok su za slučaj konverzije preuzete vrijednosti iz konkretnog glavnog projekta „Didorada – Hrančići“. Rad nije tretirao kolovoznu konstrukciju, odnosno, i njenu potrebnu, iako se opravdano može očekivati da u slučaju konverzije ona može imati manje dimenzije uslijed slijeganja i stabilizacije podloge kroz period eksploatacije traktorske vlake.



Slika 3. Površina otkopa (nasipa) pri konverziji i pretpostavljene površine za novogradnju
Figure 3. Excavated area (embankment) during conversion and the assumed area for new construction

REZULTATI I DISKUSIJA - *Results and discussion*

Računanje srednje geometrijske i stvarne udaljenosti privlačenja/ *Calculating the geometric mean and the actual skidding distance*

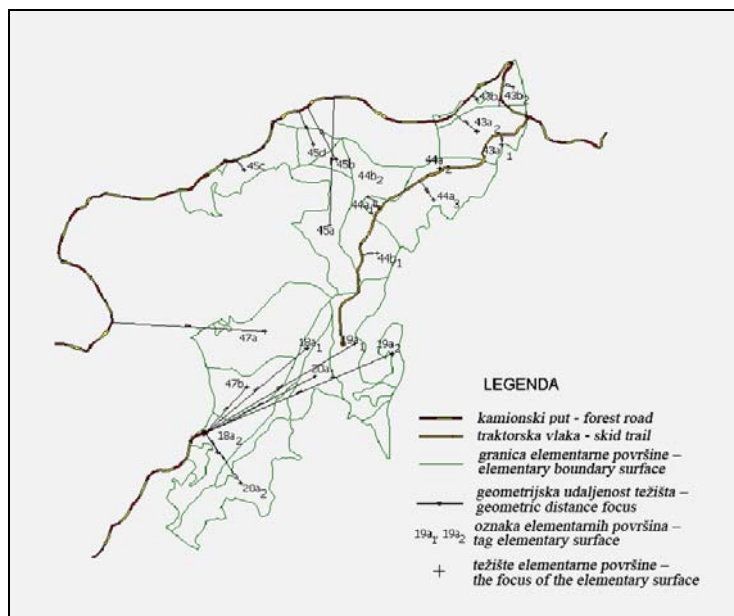
Kod računanja srednje transportne distance privlačenja polazimo od pretpostavke da se drvena masa nalazi ravnomjerno raspoređena na cijeloj površini (u ovom slučaju razmatramo elementarnu površinu). Moguće je da se određivanjem težišta površine dodatno pretpostavi da je posječena drvena masa skoncentrisana u težištu površine. Za računanje srednje geometrijske i stvarne distance privlačenja odabrani su odjeli koji gravitiraju prema traktorskoj vlaci predviđenoj za prevođenje.

Srednje geometrijske i stvarne udaljenosti privlačenja računane su u dvije varijante, i to:

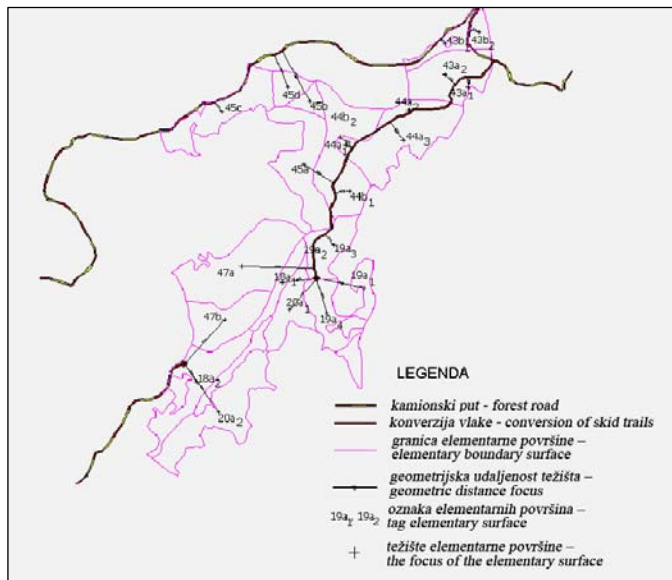
- varijanta 1, slučaj kada se razmatrana vlaka koristila kao traktorski put,
- varijanta 2, slučaj nakon izvršene konverzije traktorske vlake u šumski kamionski put.

Kod varijante 1 javlja se pojam „dužina segmenta“ (odjel 44), koji predstavlja distancu privlačenja po samoj traktorskoj vlaci do postojećeg kamionskog puta, čija je tačna vrijednost poznata.

Način na koji se došlo do varijanti I i II u GIS aplikaciji prikazan je slikama 1 i 2.



Slika 1. Varijanta I računanja srednje geometrijske distance privlačenja
Figure 1 Variant I of geometric mean skidding distance calculation



Slika 2. Varijanta II računanja srednje geometrijske distance privlačenja
 Figure 2 Variant II of geometric mean skidding distance calculation

Tabelom 1. prikazane su konačne vrijednosti srednjih stvarnih distanci transporta (detaljne tabele obračuna za varijantu I i II nalaze se u prilogu, prikazane kao tabele 4 i 5). Za preračunavanje drvene mase iz m^3 u tone (t) korišteni su faktori za pretvorbu (GURDA, 1999, prema TRENDELENBURGU)

Tabela 1. Srednje stvarne distance transporta istraživanog područja za varijante I i II
 Table 1. Actual mean transport distance of the study area for Variants I and II

	Moment privlačenja/ Skidding moment tm'	Drvena masa za privlačenje/ Wood mass for skidding t	Stvarna srednja udaljenost privlačenja/ The actual mean skidding distance 2:3 (m)
Varijanta I Variant I	30403684,94	29477,87	1031,41
Varijanta II Variant II	10725953,88	29477,87	363,86

Dobijene vrijednosti novih srednjih udaljenosti privlačenja (varijanta II) pokazuju značajnu razliku u odnosu na varijantu I, što posebno ima pozitivan efekat kada su u pitanju troškovi privlačenja, ali i značajno manju potrebu za gradnjom gušće mreže traktorskih vlaka, što će, također, povoljno uticati na ukupne troškove eksploatacije drveta.

Utvrđivanje odnosa između potrebnih radova kod prevođenja i novogradnje/ *Determining the relationship between the works required for conversion and for new construction*

Pored faktora srednje distance privlačenja, posebno značajnu ulogu za predmet ovog rada imaju međusobni odnosi obima zemljanih radova u različitim slučajevima gradnje (konverzija i novogradnja). Detaljnom analizom za oba slučaja došlo se do preciznih vrijednosti predmjera radova, na osnovu kojih je izvršen i predračun troškova gradnje.

Među najznačajnijim faktorima koji utiču na mogućnost konverzije traktorskih vlaka u kamionske puteve, pored uzdužnog nagiba, javljaju se i faktori vertikalne izlomljenosti nivelete traktorskog puta i veličina radijusa horizontalnih krivina. Ova dva faktora imaju posebnu ulogu kada su u pitanju zemljani radovi, što se kasnije odražava i na povećanje troškova gradnje. U slučaju malih horizontalnih radijusa, odnosno, radijusa čija je vrijednost ispod minimalne vrijednosti koja omogućava prolazak kamiona sa prikolicom (min R = 18 - 20 m), obim zemljanih radova postaje značajan. Kada je riječ o vertikalnoj izlomljenosti toka nivelete traktorske vlake, i u ovom slučaju radi «zatezanja» nivelete, obim zemljanih radova može biti značajno uvećan. Značajne razlike obima potrebnih radova javljaju se posebno u fazama pripremnih radova i izrade donjeg stroja puta (tabela 2).

Tabela 2. Razlike obima potrebnih radova za konverziju i novogradnju

Table 2. Differences in scope of works required for conversion and for new construction

VRSTA RADOVA	Jed.	Novogradnja	Konverzija
		količina	količina
PRIPREMNI RADOVI			
Izrada zastora od drobljenog kamena, drob. šljunka debljine oko 10 cm sa transportom materijala do 5 km	kom	170	70
	kom	85	35
	kom	37	15
Skidanje humusnog sloja (m ²)	m ²	25008,75	10329,86
Sječenje šiblja	m ²	2500,87	1032,99
DONJI STROJ			
Otkopavanje zemlje u širokim otkopima na trasi u: materijalu III i IV kategorije	m ³	14857,09	8526,07
	m ³	2621,30	1504,60
Izrada nasipa od zemljano-kamenog materijala III i IV kategorije ili šljunkovito – kamenog materijala	m ³	1495,06	1277,62

Usporedna analiza troškova za novogradnju i konverziju/ Comparative analysis of costs of new construction and of conversion

Kroz usporednu analizu predmjera i predračuna radova za novogradnju i konverziju žele se pokazati međusobni odnosi pojedinih faza gradnje šumskih puteva, u smislu uporedbe obima izvršenih radova, kao i ukupnih troškova gradnje. Predmetna analiza ima za cilj identifikaciju faza gradnje u kojoj nastaju razlike u slučajevima novogradnje i prevodjenja, kako u količini izvedenih radova, tako i u troškovima pojedinih faza.

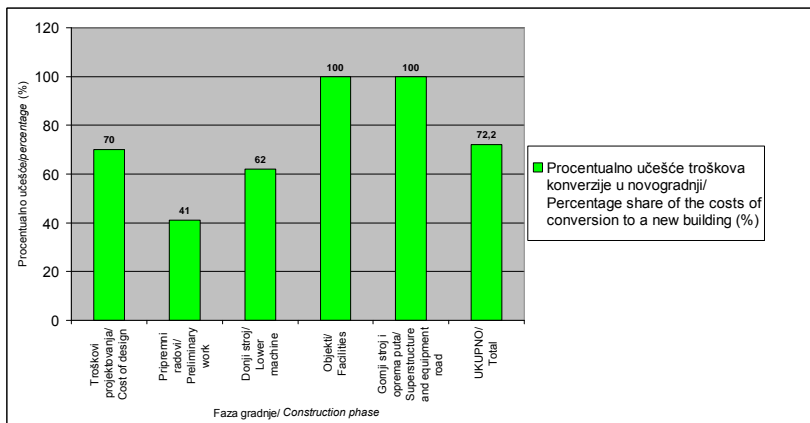
Rezultati provedene usporedne analize troškova gradnje za novogradnju i konverziju, prikazani su u tabeli 2, a na osnovu izvršenih pretpostavki za konverziju kako je to opisano u dijelu Metode rada, te na osnovu dobivenih vrijednosti preuzetih iz Glavnog projekta šumskog kamionskog puta „Didorada – Hrančići“.

Tabela 3. Usporedna analiza troškova gradnje ukupne dužine puta, prema fazama gradnje
Table 3. Comparative analysis of the costs of construction of the total road length per construction phase

Faza gradnje/ <i>Construction phase</i>	Novogradnja/ <i>New Construction</i>		Konverzija/ <i>Conversion</i>	
	Troškovi/ <i>costs (KM)</i>	Učešće (%) Share	Troškovi/ <i>costs (KM)</i>	Učešće (%) Share
Troškovi projektovanja/ <i>Costs of design</i>	6252	3,28	4.377	3,18
Pripremni radovi/ <i>Preliminary work</i>	26.586	13,97	10.967	7,98
Donji stroj/ <i>Lower road layer</i>	94.341	49,56	58.966	42,89
Objekti (propusti, mostovi) <i>Facilities (culverts, bridges)</i>	17.096	8,98	17.096	12,43
Gornji stroj i oprema puta/ <i>Superstructure and road equipment</i>	46.070	24,21	46.070	33,52
UKUPNO	190.345	100,00	137.476	100,00

Dobijeni podaci međusobnih odnosa troškova konverzije i novogradnje ukazuju na opravdanost ovog postupka ukoliko su ispunjeni ostali potrebni ograničavajući preduslovi. Finansijska ušteda je značajna. Troškovi konverzije iznose 72,2%, od troškova pri novogradnji. Rezultati istraživanja su u skladu sa pretpostavkom JELIČIĆA (1981, 1987) da bi troškovi gradnje kamionskog puta na vlakama nagiba do 12% trebali biti niži „bar za 30%“, kao i navodima PIČMANA (1986), da bi „magistralne“ vlake kasnije mogle prerasti u kamionske puteva čija će izgradnja biti jeftinija. BAJRIĆ (2008) također navodi da se gradnja

„jeftinih“ šumskih kamionskih puteva može ostvariti kroz konverziju traktorskih vlaka nagiba do 12%, što ovaj rad i potvrđuje.



Grafikon 1. Procentualno učešće troškova konverzije u novogradnji po fazama
Graph 1 Percentage share of the costs of conversion in new construction per phase

Iz dobijenih rezultata prikazanih u grafikonu 1, vidljivo je da su finansijski efekti postignuti u tri segmenta (projektovanje, pripremni radovi i izrada donjeg stroja – široki otkop i nasip). Dobijeni rezultati su na neki način i očekivani, s obzirom da je kod faze pripremnih radova već ranije uklonjen značajan broj stabala i panjeva, kao i dobrim dijelom sloj humusa prilikom izgradnje traktorske vlake. Sličan razlog je i kod izgradnje donjeg stroja, gdje je većina radova obavljena prilikom izgradnje traktorske vlake, dok se u fazi konverzije uglavnom radovi odnose na proširenja horizontalnih krivina i “zatezanja” nivelete. Kada je riječ o fazi projektovanja, preuzet je podatak o troškovima iz preduzeća “BH – šume”, a koji je u odnosu na projektovanje novog puta niži za 30%.

ZAKLJUČCI – *Conclusions*

Dobijeni rezultati istraživanja, koji su u okviru rada detaljno prikazani i komentarisani, upućuju na slijedeće bitnije zaključke:

- Prevođenjem traktorskih vlaka mjerodavnog nagiba obim potrebnih radova je znatno manji, što se posebno odnosi na pripremne radove i donji stroj. Manji obim radova direktno smanjuje i ulaganja u izgradnju šumskih kamionskih puteva, a to se očituje kroz navedeni primjer u radu gdje su troškovi niži za oko 30%.
- Gradnjom novog šumskog kamionskog puta (konverzijom traktorske vlake), u datom primjeru, srednja transportna distanca privlačenja smanjena je sa 1031,41 m na 363,86 m, što predstavlja značajno smanjenje, uslijed čega su direktni troškovi privlačenja drveta smanjeni.

- Izgradnjom šumskih puteva u značajnoj mjeri se smanjuje potreba za gradnjom gušće mreže traktorskih vlaka, pri čemu se ostvaruju znatne finansijske uštede uslijed gradnje kraće ukupne dužine traktorskih vlaka.
- Konverzijom traktorskih vlaka mjerodavnog nagiba dolazi do znatno manjeg oduzimanja produktivne površine šume. Naime, gubi se samo onaj dio produktivne površine neophodan za korekciju horizontalnih elemenata traktorske vlake, odnosno, onaj dio koji je potreban za prilagođavanje vožnji kamionima.
- Kod izgrađenih šumskih puteva konverzijom iz traktorskih vlaka nikako se ne smije zanemariti pozitivna ekološka komponenta, jer je daleko manje zadiranje u prostor nego kod izgradnje novih puteva, samim tim manje su i štete u sastojini koje nastaju u odnosu na novogradnju.

LITERATURA – Reference

ARNAUTOVIĆ, R., 1975: O određivanju srednje daljine privlačenja, Narodni šumar 4-6, Sarajevo, str. 137-139.

BAJRIĆ, M., 2005: Mogućnost konverzije glavnih traktorskih puteva nagiba do 12% u prilazne kamionske puteve, Magistarski rad, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu

BAJRIĆ, M., SOKOLOVIĆ, DŽ., PIČMAN, D., POTOČNIK, I. 2008: Uticaj ispruženosti nivelete šumskog kamionskog puta na troškove građenja, Radovi Šumarskog fakulteta u Sarajevu, No. 1, str. 99 – 110.

DELIĆ, S., 2005: Istraživanje modela finansiranja biološke reprodukcije u šumarstvu Bosne i Hercegovine, Disertacija, Šumarski fakultet, Sarajevo

GURDA, S., 1999: Tehnologija drveta, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.

Informacija o gospodarenju šumama u Federaciji BiH u 2009. godini i planovi gospodarenja šumama za 2010. godinu, Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Sarajevo, maj, 2010. godina

JELIČIĆ, V., 1981: Mreže traktorskih puteva i vlaka, Mehanizacija šumarstva, 11-12, Zagreb,

JELIČIĆ, V., 1983: Šumske ceste i putevi, SIZ odgoja i usmjerenog obrazovanja šumarstva i drvne industrije SRH, Zagreb, str. 1-193

JELIČIĆ, V., 1987: Detaljno otvaranje šumskih sastojina i sistemi transporta drveta u bukovim i borovim šumama, Jugoslovenski poljoprivredno šumarski centar Beograd

KULUŠIĆ, B. 1990: Karakteristike šumskih terena kao indikatori izbora tehnologije privlačenja drveta, Šumarski list CXIV (1990) 463 – 473,

PENTEK, T., 2002: Računalni modeli optimizacije mreže šumskih cesta s obzirom na dominantne uticajne čimbenike, Disertacija, Šumarski fakultet, Zagreb.

PENTEK, T., NEVEČEREL, H., PIČMAN, D., PORŠINSKY, T., 2007: Forest road network in the Republic of Croatia – Status and perspectives, Croatian Journal of Forest Engineering, Zagreb, 28 (1) : 93 – 106.

PIČMAN, D., 1986: Problematika izgradnje šumskih cesta i vlaka u bukovim šumama, Kolokvij o bukvi, Zbornik radova, Zagreb, str. 89 – 93.

PIČMAN, D., 1993: Utjecaj konfiguracije terena i hidrografskih prilika na ekonomsku opravdanost izgradnje optimalne mreže šumskih prometnica, Disertacija, Šumarski fakultet Zagreb,

ROBEK, R., KLUN, J., 2007: Recent developments in forest traffic way construction in Slovenia, Croatian Journal of Forest Engineering, Zagreb, 28 (1) : 83 – 91

SAPHORES, J.D., JEFFREY R., VINCENT, J.R., MAROCHKO, V., ABRUDAN, I., BOURIAUD, L., CLIFFORD, Z. (2006): Detecting collusion in timber auctions: an applications in timber to Romania, World Bank Policy Research Working Paper 4105, December 2006

SOKOLOVIĆ, DŽ. (2004): Uticaj prostornog rasporeda šumskih kamionskih puteva na srednju transportnu distancu privlačenja, Radovi Šumarskog fakulteta u Sarajevu, str. 113-122.

SOKOLOVIĆ, DŽ., 2008: Uticaj nagiba terena na pravilan izbor vrste šumskog transportnog sredstva, Disertacija, Šumarski fakultet, Sarajevo

ŠIKIĆ, D. i dr., 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste, Znanstveni savjet za promet JAZU, Zagreb, str. 1-40.

* Izvedbeni projekti za odjele: 18, 19, 20, 43, 44, 45, 47., G.J. «Donja Misoča» - Vareš

* Glavni projekat konverzije traktorske vlake u šumski kamionski put «Didorada – Hrančići» dužine 2.718 m,

http://www.srbijasume.rs/sumske_saobracajnice.html

SUMMARY

This paper makes an analysis of conversion of skidding whose longitudinal slope shall not exceed 12% of the truck access road. To conduct a detailed analysis that would confirm the initial assumption that this approach of building the roads would be more economical, selection of skid trails was made, for which the conversion of the truck access route (route "Didorada - Hrančići" in length of 2.718 m) was fully completed.

The results of skid trails conversion show that in this particular case the required scope of work is significantly lower, which consequently produces the decreased construction costs by about 30%. When converting skid trails, it was observed that during the project phase the possibility of conversion of the same into a tractor track was not considered, which is particularly reflected in the increased volume of earth works by adjusting the horizontal radius of truck traffic, as well as the frequent grade line level differences of skid trail that also significantly affected the scope of earthworks.

Moreover, this approach to the access roads construction has special significance when it comes to damage caused during the construction of truck roads, where the work is fully done on natural field.

The results of conversion show that the costs of preparation works and works on the development of substructure are significantly lower (these works in relation to new construction amount to 41.25% for preparation works and 62.5% for work on the lower road layer).

Tabela 4. Obračun srednje stvarne distance transporta za Varijantu I
Table 4. Calculation of mean actual distance transport for Variant I

Broj odjela/ no compartment	Oznaka površine/ mark surface	Elementarna površina/ elementary area (ha)	Drvena masa za sječu/ timber harvesting (t)	Geometrijska udaljenost/ geometric distance (m')	Prosječni nagib/ average slope (%)	Koeficijent nagiba/ slope coefficient	Koeficijent kriv. vlake/ yaw coefficient of skid trails	Stvarna udaljenost/ the actual distance (m')	Moment privlačenja/ moment of skidding (tm')	Broj odjela/ no compartment	Oznaka površine/ mark surface
18	18a ₁	7.05	797.47	1041.82	13.4	1.009	1.1	1156.32	0.00	1156.32	922127.33
18	18a ₂	23.09	2610.53	172.63	23.2	1.026	1.2	212.54	0.00	212.54	554847.41
19	19a ₁	27.44	2958.56	1371.03	13.8	1.009	1.1	1521.71	0.00	1521.71	4502059.09
19	19a ₂	6.07	653.84	1606.46	18	1.016	1.18	1925.95	0.00	1925.95	1259264.96
20	20a ₁	14.64	1581.47	969.25	13.4	1.009	1.1	1075.77	0.00	1075.77	1701298.89
20	20a ₂	31.28	3376.13	479.89	20.2	1.02	1.2	587.39	0.00	587.39	1983089.34
43	43a ₁	4.46	409.56	85.36	29.3	1.041	1.25	111.07	0.00	111.07	45491.75
43	43a ₂	19.62	1801.84	231.31	36.7	1.065	1.27	312.86	0.00	312.86	563720.67
43	43b ₁	7.3	853.87	56.26	35.7	1.062	1.26	75.28	0.00	75.28	64281.58
43	43b ₂	4.93	576.65	86.05	29	1.041	1.24	111.08	0.00	111.08	64052.43
44	44a ₁	1.85	163.11	60.08	25	1.03	1.2	74.26	1527.54	1601.80	261269.42
44	44a ₂	5.14	450.95	23.33	21.4	1.02	1.2	28.56	942.44	971.00	437870.61
44	44a ₃	29.37	2584.15	190.94	34	1.055	1.25	251.80	1131.58	1383.38	3574866.92
44	44b ₁	10.56	854.98	124.59	36.1	1.063	1.26	166.87	1935.58	2102.45	1797555.57
44	44b ₂	23.44	1903.02	136.98	14.6	1.01	1.1	152.18	1507.75	1659.93	3158889.09
45	45a	26.17	1406.87	1021.3	18.6	1.017	1.19	1236.01	0.00	1236.01	1738902.43
45	45b	4.48	394.92	477.41	31.4	1.048	1.25	625.41	0.00	625.41	246985.77
45	45c	23.14	404.49	100.81	62.5	1.179	1.5	178.28	0.00	178.28	72113.48
45	45d	6.76	322.27	292.3	39.3	1.075	1.29	405.35	0.00	405.35	130631.19
47	47a	41.42	4566.32	1209.42	26.6	1.034	1.2	1500.65	0.00	1500.65	6852440.51
47	47b	19.69	806.88	482.33	18.7	1.019	1.19	584.88	0.00	584.88	471926.51
UKUPNO										29477.88	30403684.94

Tabela 5. Obračun srednje stvarne distance transporta za Varijantu II
 Table 5. Calculation of mean actual distance transport for Variant II

Broj odjela / no compartment	Oznaka površine/ mark surface	Elementarna površina/ elementary area (ha)	Drvena masa za sječu/ timber harvesting (t)	Geometrijska udaljenost/ geometric distance (m)	Prosječni nagib/ average slope (%)	Koeficijent nagiba/ slope coefficient	Koeficijent kriv. vlake/ coefficient of skid trails	Stvarna udaljenost/ the actual distance (m)	Moment privlačenja/ moment of skidding (tm)
18	18a ₁	7.05	797.47	278.89	7.2	1.002	1.08	301.80	240679.32
18	18a ₂	23.09	2610.53	172.63	23.2	1.026	1.2	212.54	554847.41
19	19a ₁	6.07	653.84	394.64	34.2	1.057	1.25	521.42	340924.01
19	19a ₂	3.27	354.01	6.54	30.6	1.046	1.25	8.55	3027.16
19	19a ₃	10.94	1177.65	114.77	30.5	1.045	1.25	149.92	176551.30
19	19a ₄	13.23	1426.89	292.82	17.1	1.015	1.14	338.82	483461.75
20	20a ₁	14.64	1581.47	329.83	6	1.001	1.07	353.27	558687.52
20	20a ₂	31.28	3376.13	479.89	20.2	1.02	1.2	587.39	1983089.34
43	43a ₁	4.46	409.56	85.36	29.3	1.042	1.24	110.29	45171.17
43	43a ₂	19.62	1801.84	122.68	20.4	1.021	1.2	150.31	270830.13
43	43b ₁	7.3	853.87	56.26	35.7	1.062	1.26	75.28	64281.58
43	43b ₂	4.93	576.65	86.05	29	1.041	1.24	111.08	64052.43
44	44a ₁	1.85	163.11	60.08	25	1.031	1.2	74.33	12124.13
44	44a ₂	5.14	450.95	23.33	21.4	1.023	1.2	28.64	12915.17
44	44a ₃	29.37	2584.15	190.94	34	1.056	1.25	252.04	651311.23
44	44b ₁	10.56	854.98	124.59	36.1	1.063	1.26	166.87	142673.38
44	44b ₂	23.44	1903.02	136.98	14.6	1.011	1.1	152.34	289897.42
45	45a	26.17	1406.87	288.79	20.8	1.021	1.2	353.83	497786.49
45	45b	4.48	394.92	477.41	31.4	1.048	1.25	625.41	246985.77
45	45c	23.14	404.49	100.81	62.5	1.179	1.5	178.28	72113.48
45	45d	6.76	322.27	292.3	39.3	1.075	1.29	405.35	130631.19
47	47a	41.42	4566.32	603.95	24.6	1.031	1.2	747.21	3411985.99
47	47b	19.69	806.88	482.33	18.7	1.019	1.19	584.88	471926.51
UKUPNO			29477.87						10725953.88