

VREDNOVANJE METODE IZRAČUNA PLANSKE CIJENE USLUGE PRIDOBIVANJA DRVA

EVALUATION OF THE METHOD OF CALCULATING THE PLANNED PRICE OF TIMBER HARVESTING OPERATIONS

David MIJOČ, Nikola PERKOVIĆ, Mario ŠPORČIĆ, Matija LANDEKIĆ, Matija BAKARIĆ, Andreja ĐUKA, Tomislav PORŠINSKY

SAŽETAK

Rad se bavi prikazom metode izračuna planskih cijena pridobivanja drva, koje su predmet javnih nadmetanja u Šumsko gospodarskom društvu »Hercegbosanske šume« d.o.o. Kupres te analizom odstupanja planskih od ugovorenih/ostvarenih cijena usluga pridobivanja drva za 97 grupa odjela, koji su bili predmet javnih natječaja u 2019. i 2020. godini.

Deskriptivnom i korelacijskom statističkom analizom obuhvaćeni su i pokazatelji grupa odjela na javnim natječajima: površina, neto obujam doznačenog drva, sječna gustoća, broj doznačenih stabala po ha, obujam srednjeg doznačenog stabla, nagib terena, srednja udaljenost privlačenja drva, stjenovitost terena i privlačenje drva uz nagib terena.

Test zavisnih parova podataka je ukazao da postoji statistički značajna razlika između planskih i ugovorenih cijena usluga pridobivanja drva ($t = 7,78$, $p < 0,001$), a rezultati korelacijske analize potvrdili povezanost utjecajnih čimbenika izvođenja šumskih radova s ugovorenom i planskom cijenom pridobivanja drva. Uslijed statistički značajne ($p < 0,05$) i vrlo jake korelacije natječajima ostvarene i prikazanom metodom izračunate planske cijene usluge pridobivanja drva, ovisnost je izjednačena linearnim regresijskim modelom uz koeficijent determinacije od 0,667. Navedenim, prikazana je metoda izračuna planske cijene usluge pridobivanja drva dobar prediktor ostvarenih cijena pridobivanja drva na javnim natječajima, što govori i o samoj dobroti prikazane metode izračuna. Slaba i negativna korelacija ($p < 0,05$, $r = -0,22$) razlike ugovorene i planske cijene usluge pridobivanja drva o obujmu srednjeg doznačenog stabla, ukazala je da bi ovu pojavu u budućnosti trebalo pratiti s ciljem utvrđivanja uzroka, koji mogu biti: 1) međusobna konkurencija između izvođitelja usluga pridobivanja drva za grupe odjela sa većim srednjim obujmom doznačenoga stabla ili 2) precjenjivanje obujma srednjeg doznačenog stabla u prikazanome modelu izračuna planske cijene pridobivanja drva.

Predložene su i smjernice povećanja točnosti određivanja ulaznih parametara (srednja udaljenost privlačenja drva, nagib i stjenovitost terena te privlačenje drva uz nagib terena) prikazane metode izračuna planskih cijena pridobivanja drva u cilju njenog usavršavanja. S obzirom da je izračun vezan za srednju plansku cijenu na razini šumskog gospodarstva, a koju utvrđuje uprava trgovačkog društva, neophodno je stalno praćenje tržišta, kako bi se na vrijeme moglo reagirati ukoliko bi došlo do većih oscilacija.

KLJUČNE RIJEČI: pridobivanje drva, planska cijena, ugovorena cijena, tržište

¹ David Mijoč, dipl. ing. šum., e-pošta: dmijoc@gmail.com, Nikola Perković, mag. ing. šum., e-pošta: nikola.perkovic@hbsume.ba, Šumsko gospodarsko društvo »Hercegbosanske šume« d.o.o. Kupres, Splitska bb, BA – 80320 Kupres, Bosna i Hercegovina

² prof. dr. sc. Marijo Šporčić, e-pošta: msporcic@sumfak.unizg.hr, doc. dr. sc. Matija Landekić, e-pošta: mlandekic@sumfak.unizg.hr, dr. sc. Matija Bakarić, e-pošta: mbakaric@sumfak.unizg.hr, doc. dr. sc. Andreja Đuka, e-pošta: aduka@sumfak.unizg.hr, prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky*, e-pošta: tporsinsky@sumfak.unizg.hr, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, HR – 10 000 Zagreb

* dopisni autor – corresponding author

1. UVOD INTRODUCTION

Glavni dio troškova u šumarstvu, ostvaruje se pridobivanjem drva pri šumsko uzgojnim zahvatima njege i obnove te sanacije sastojina, dok se prodajom drva ostvaruje najveći dio prihoda, podmiruju troškovi te ostvaruje dobit (Posavec 2006). Pridobivanje drva je proces proizvodnje drvnih sortimenata, odnosno slijed međusobno povezanih i ovisnih radnji i postupaka pri proizvodnji drva, a koji čine sječa i izradba te transport drva (Poršinsky 2005).

Globalno gledajući, radove pridobivanja drva sve više preuzimaju privatni izvođači koji su postali neizostavna poveznica između šumovlasnika i/ili šumoposjednika s jedne i drvne industrije s druge strane (Drolet i Lebel 2010, Häggström i dr. 2013, Šporčić i dr. 2018, Triplat i Krajnc 2020). Stvaranje jednakih uvjeta natjecanja među izvođačima šumskih radova predstavlja izazov za cijeli šumarski sektor, a poštenu uvjeti natjecanja jedini su način da se osigura ekonomska proizvodnja i razvoj poduzetničkog sektora, što znači da se jednaka pravila (zakonodavstvo, certifikacija i dr.) primjenjuju na sve dionike na jednak način (Šporčić i dr. 2018, Triplat i Krajnc 2021). Da bi navedeno bilo izvedivo, neophodno je osigurati i optimalnu cijenu usluga izvođenja radova, odnosno nepristrani model izračuna planske cijene usluge pridobivanja drva jednoga ili više odjela/odsječka, koja bi predstavljala procijenjenu vrijednost javne nabave u natječajnim postupcima, odnosno takvu cijenu koja će približno odgovarati stvarnim troškovima s obzirom na: 1) pokazatelje doznačenoga drva (broj stabala po ha, srednji obujam stabla, sječna gustoća i dr.), 2) prisutne terenske čimbenike (nagib terena, površinske prepreke, nosivost podloge) te 3) otvorenost šuma (srednja udaljenost privlačenja drva). U literaturi troškove pridobivanja drva obrađuju Abbas i dr. (2019), Lemm i dr. (2020), Naderialzadeh i dr. (2020), Triplat i Krajnc (2020), Abbas i dr. (2021), Sessions i dr. (2021) te drugi autori.

Pridobivanje drva u Bosni i Hercegovini predstavlja glavno područje mehaniziranosti radova u šumarstvu te stoga u ukupnim troškovima šumskih gospodarstava u BiH, troškovi pridobivanja drva sudjeluju sa izuzetno velikim udjelom, što je i glavni motiv za njihovom racionalizacijom.

Izvođači radova pridobivanja drva u Bosni i Hercegovini su obično mala poduzeća sa zastarjelom opremom, mehanizacijom i metodama rada (FAO 2015). U Federaciji BiH, cijena rada privatnih poduzeća za pridobivanje drva (KM/m³) je u prosjeku 27 % niža od cijene rada šumskih gospodarstava (Master Plan FBIH 2019). Iz navedenoga se može zaključiti kako su privatni izvođači šumskih radova znatno učinkovitiji od šumskih gospodarstava, odnosno generiraju manje troškove prilikom izvođenja sječe i izradbe te privlačenja drva. Naravno, pri donošenju općenitih zaključaka treba biti posebno oprezan i obuhvatiti sve aspekte

poslovanja kao što su poštivanje zakonske regulative, odnosno izvođenje radova na siguran, djelotvoran i okolišno prihvatljiv način.

Šumsko gospodarsko društvo »Hercegbosanske šume« d.o.o. Kupres gospodari državnim šumama na području Hercegbosanske županije ili Kantona 10 na površini od oko 282.000 ha i godišnje proizvede oko 450.000 m³ neto drva (oko 70 % četinjača te 30 % listača) u brdsko – gorskim uvjetima rada (Plan poslovanja 2021). Sustav pridobivanja drva koji se najčešće koristi na ovom području zasniva se na sječi i sortimentnoj metodi izradbe drva motornom pilom lančanicom te sakupljanju i privlačenju drva skiderom s vitlom, dok je primjena izvoženja drva forvarderom manje zastupljena (Marčeta i dr. 2020). Sve radove pridobivanja drva u cijelosti izvode privatni izvođači šumskih radova koji do ugovora dolaze putem javnih nadmetanja.

Izračun troškova pridobivanja drva, odnosno određivanje planskih cijena Šumsko gospodarsko društvo »Hercegbosanske šume« d.o.o. Kupres zasniva na ostvarenim (ugovorenim) cijenama izvođenja radova. Drugim riječima, ostvarene cijene izvođenja radova postignute na javnim natječajima (tržišne/ugovorene cijene) prethodne godine su temelj za određivanje srednje planske cijene za iduću godinu i temelj su za izračun planskih cijena pridobivanja drva za svaki odjel u kojemu je planirana sječa. Planske cijene radova u pojedinim odjelima ili grupama odjela proizlaze iz utvrđene srednje planske cijene za poslovnu godinu šumskog gospodarstva, a koju određuje uprava trgovačkoga društva.

Ovakav model određivanja planskih cijena odgovara modelu ciljnih troškova (eng. *Target costing*), čija je pretpostavka dobro poznavanje tržišta i postojeće strukture troškova te uspostava ravnoteže između kvalitete i funkcionalnosti u kombinaciji s razinom cijena koju tržište prihvaća (Delić i Bećirović 2017). Nadalje, model podrazumijeva i pravilno planiranje sjekoreda, odnosno da svake godine budu podjednako zastupljeni zahtjevniji i manje zahtjevniji odjeli obzirom na strukturu doznačenoga drva, terenske čimbenike izvođenja radova te otvorenost šuma.

Ciljevi ovog rada su: 1) prikazati metodu (matematički izraz) izračuna planskih cijena pridobivanja drva koje su predmet javnih nadmetanja, 2) analizirati planske i ugovorene/ostvarene cijene usluga pridobivanja drva za grupe odjela/odjeka na javnim natječajima tijekom 2019. i 2020. godine radi utvrđivanja statistički značajnih razlika, ali i mogućnosti predikcije ugovorenih cijena o planskoj cijeni pridobivanja drva te 3) utvrditi ovisnosti razlike ugovorene i planske cijene pridobivanja drva o statistički značajnim utjecajnim čimbenicima pridobivanja drva. Isto tako, predložiti će se moguće smjernice u daljnjem razvoju i poboljšanju matematičkog izraza, čime bi se unaprijedio izračun planskih cijena usluga pridobivanja drva u Šumskom gospodarskom društvu »Hercegbosanske šume« d.o.o. Kupres.

2. MODEL IZRAČUNA PLANSKIH CIJENA PRIDOBIVANJA DRVA

PLAN PRICE CALCULATION MODEL OF TIMBER HARVESTING OPERATIONS

Model izračuna planskih cijena usluga pridobivanja drva razvijen je 2018. godine, u cilju otklanjanja nedostataka prethodnog modela zbog uočenih subjektivnosti pri operativnome planiranju i neuključivanju bitnih utjecajnih čimbenika izvođenja šumskih radova. Model se temelji na ideji da se od ukupnih planskih troškova pridobivanja drva za poslovnu godinu na razini cijelog poduzeća, pomoću matematičkog izraza odrede planske cijene usluge pridobivanja drva na razini odjela/odsjeka.

Uključivanjem utjecajnih čimbenika izvođenja šumskih radova u matematički izraz, ovisno o planskoj cijeni za poslovnu godinu, otvoren je put izračunu planske cijene za usluge pridobivanja drva pojedinoga odjela/odsjeka. Navedenim je gotovo u potpunosti otklonjena mogućnost subjektivnosti pri operativnome planiranju te su se ujednačili kriteriji određivanja planske cijene odjela/odsjeka, odnosno LOT¹-a. U model su uključena dva pokazatelja strukture doznačenoga drva odjela/odsjeka – srednji obujam stabla te broj stabala po ha, koji predstavljaju opseg i težinu izvođenja radova. Pri izradi modela se je i razmatralo uključivanje pokazatelja granatosti stabla, od čega se je odustalo zbog teškoće određivanja pri doznaci, ali i moguće subjektivnosti doznačivača.

Osnovna planska cijena pridobivanja drva pojedinoga odjela/odsjeka (izraz 1) izračunava se na osnovi vrijednosti boda srednje planske cijene² te četiri utjecajna čimbenika djelotvornosti pridobivanja drva: 1) obujma srednjega doznačenoga stabla, 2) broja doznačenih stabala po ha, 3) sred-

nje udaljenosti privlačenja drva te 4) nagiba terena odjela/odsjeka.

$$C = b + \left\{ b \cdot \left[\left(1 - \frac{k}{150} \right) \cdot \frac{1}{2} \right] \right\} + \frac{d}{100} + \frac{n^3}{27000} \quad (1)$$

$$b = \left\{ \left[(4 - m) \cdot q \right] + \left[(4 - m) \cdot q \right] \cdot p \right\} \quad (2)$$

$$p = 1 - \left(\frac{1}{\frac{m + 0,1}{1}} \right) \quad (3)$$

gdje su:

C osnovna planska cijena usluge pridobivanja drva odjela/odsjeka (KM/m³)

q vrijednost boda srednje planske cijene

k broj doznačenih stabala po ha u odjelu/odsjeku (stabala/ha)

m obujam srednjeg doznačenoga stabla odjela/odsjeka (m³)

d srednja udaljenost privlačenja drva odjela/odsjeka (m)

n nagib terena odjela/odsjeka (%)

p faktor redukcije cijene

b faktor utjecaja srednjeg kubnog stabla

U članu (4 - *m*) izraza 2, *m* predstavlja srednji obujam doznačenoga stabla, a broj 4 je određen na osnovi višegodišnjih analiza strukture doznačenoga drva koje su ukazale da na području šumskoga gospodarstva ne postoje odjeli u kojima bi obujam srednjega doznačenoga stabla nadilazio 4 m³. U izrazu 2 je fiksiran obujam srednjeg doznačenoga stabla *m* na 1,30 m³, zbog karakteristika linearne funkcije (4 - *m*). Vrijednost 1,30 m³ je određena iskustveno kao donja granica na kojoj prestaje nepovoljan utjecaj zakonitosti obujma komada (Krpan i Poršinsky 1996) na djelotvornost pridobivanja drva, odnosno obujam srednjeg stabla preko 1,3 m³ ne smije značajno utjecati na pad planske cijene odjela/odsjeka. Npr. za *m* = 2,4 m³ u dijelu formule [(4 - *m*) · *q*] + [(4 - *m*) · *q*] · *p*, *m* će se računati kao 1,30 m³, dok će se u određivanju faktora redukcije cijene (izraz 3) računati kao 2,4 m³.

Izraz 3, predstavlja faktor redukcije cijene (*p*) koji je zasnovan na recipročnoj funkciji oblika $y = 1/x$, gdje je *x* obujam srednjeg doznačenoga stabla (*m*). Faktor *p* se koristi za korekciju linearnog pada koji je posljedica linearne funkcije (4 - *m*).

U članu izraza 1, broj doznačenih stabala odjela/odsjeka po ha je reduciran sa brojem 150 (*k*/150), a broj 150 je određen na osnovi višegodišnjih analiza strukture doznačenoga drva koje su ukazale da na području šumskoga gospodarstva ne postoje odjeli u kojima je u redovnom postupku doznake doznačivano više od 150 stabala po ha.

Kubna funkcija izraza 1 ($n^3/27000$) je dio izraza 1 vezan za nagib terena odjela/odsjeka, koja daje željeni eksponencijalni

¹ LOT predstavlja robe i usluge koje se nude u natječaju, a u ovom slučaju usluge pridobivanja drva u jednom ili više odjela.

² Na osnovi ostvarenih cijena usluga pridobivanja drva prethodne godine, uprava šumskog gospodarstva donosi srednju plansku cijenu za slijedeću poslovnu godinu (KM/m³), a množenjem sa količinom neto doznačenoga drva izračunava se ukupni trošak usluge pridobivanja drva šumskog gospodarstva koji je stavka Plana poslovanja. Na osnovi pokazatelja doznačenih odjela/odsjeka, koji su u sjekoredu naredne godine, prikazanom metodom izračuna planske cijene (sa vrijednošću boda srednje planske cijene usluge pridobivanja drva prethodne godina) provjerava se da li ukupni trošak usluge pridobivanja drva šumskog gospodarstva odgovara prikazanom metodom izračunatoj ukupnoj planskoj cijeni usluga pridobivanja drva. Ukoliko dolazi do odstupanja, smanjivanjem ili povećavanjem vrijednosti boda srednje planske cijene pridobivanja drva za iduću godinu ove se vrijednosti izjednačuju. Nakon korekcije vrijednosti boda srednje planske cijene pridobivanja drva, ponovno se izračunava pomoću prikazane metode planska cijena pojedinih odjela/odsjeka u sklopu operativnoga planiranja izvođenja šumskih te izrade elaborata radišta. Cijeli postupak je podržan kreiranim pivot tablicama u Microsoft Excel-u.

rast osnovne planske cijene pridobivanja drva povećanjem nagiba terena preko 30 %. Nagib terena od 30 % predstavlja granicu kretnosti šumskih vozila (Đuka i dr. 2018, Poršinsky i dr. 2021), a stalnica 27.000 u ovoj kubnoj funkciji je 30³. Nagib terena odjela/odsjecka očitavan je pomoću GIS alata (Q-GIS, ArcGis) sa topografskih karti mjerila 1:25.000.

Srednja udaljenost privlačenja drva odjela/odsjecka (izraz 1) predstavlja umnožak srednje geometrijske (euklidske) udaljenosti³ određene pomoću GIS alata (Q-GIS, ArcGis) i faktora privlačenja drva preuzetih iz prethodnih istraživanja (Petković i dr. 2017). Srednja udaljenost privlačenja drva u izrazu 1 je reducirana sa 100 iz razloga što jedinični trošak privlačenja drva iznosi 1 KM/100 m.

Osnovna planska cijena pridobivanja drva pojedinoga odjela/odsjecka (izraz 1), dodatno se uvećava s obzirom na prisutnost dva utjecajna čimbenika djelatnosti pridobivanja drva: 1) stjenovitost terena i 2) privlačenje drva uz nagib terena. Iako je bio cilj izbjeći moguće subjektivnosti pri operativnome planiranju, zbog specifičnosti područja krša na kojemu poduzeće gospodari sa šumama te zbog sekundarne otvorenosti šuma mrežom građenih traktorskih puteva, nisu se mogla izostaviti u modelu određivanja planske cijene ova dva bitna, ali subjektivno određena utjecajna čimbenika, bez obzira što se radi o relativno malom broju odjela u kojima bi se opravdalo njihovo postojanje.

Stjenovitost terena vezana je za odjele/odsjecke koji se nalaze u geomorfološkim područjima krša u kojima su površinske prepreke u vidu nepomičnih stijena prisutne po njihovoj površini. Stjenovitost terena nije kategorizirana zbog mogućnosti povećanja subjektivnosti pri operativnome planiranju. Stoga je stjenovitost terena određena kao ona koja otežava sakupljanje djelomično i/ili potpuno izrađenoga drva vučnim užem vitla skidera te se u navedenim slučajevima osnovna planska cijena pridobivanja drva pojedinoga odjela/odsjecka uvećava za 10 %.

Privlačenje drva uz nagib terena podrazumijeva da 70 % ukupnog doznačenog drva opterećeni skider mora privlačiti uz nagib do pomoćnoga stovišta te se u navedenim slučajevima osnovna planska cijena pridobivanja drva pojedinoga odjela/odsjecka uvećava za 10 %.

³ Geometrijska udaljenost privlačenja drva je najkraća udaljenost od zadane točke u prostoru do najbliže šumske ceste. Srednja geometrijska (euklidska) udaljenost privlačenja drva, zasnovana na metodi pravilne mreže točaka, predstavlja aritmetičku sredinu geometrijskih udaljenosti privlačenja drva beskonačnoga broja točaka jednoliko raspoređenih šumskom površinom, pri čemu svaka točka predstavlja beskonačno malu površinu. Ovaj pokazatelj primarne otvorenosti šuma, u sebi sadrži nepravilnost oblika šumske površine te nepravilnost mreže šumskih cesta, dobro vizualizira otvorene, nedovoljno otvorene i neotvorene šumske površine te je pokazatelj kvalitete prostornog rasporeda šumskih cesta (Pentek i dr. 2016).

Nakon izračuna planske cijene usluge pridobivanja drva pojedinoga odjela/odsjecka, planska cijena pridobivanja drva za LOT-ove (P_c) se određuje ponderiranom aritmetičkom sredinom vrijednosti cijena odsjecka (C) i neto obujma doznačenoga drva (M) prema izrazu 4.

$$P_c = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} = \frac{C_1 \cdot M_1 + C_2 \cdot M_2 + \dots + C_n \cdot M_n}{M_1 + M_2 + \dots + M_n} \quad (4)$$

3. MATERIJAL I METODE MATERIALS AND METHODS

Za dosezanje postavljenih ciljeva istraživanja, korišteni su podaci Službe za proizvodnju Šumsko gospodarskog društva »Hercegbosanske šume« d.o.o. Kupres vezani za planirane i ugovorene cijene usluga pridobivanja drva u 2019. i 2020. godini.

Za svaki LOT koji je sadržavao više odjela, pomoću ponderirane aritmetičke sredine su izračunati srednji obujam doznačenog stabla te srednja udaljenost privlačenja drva. Osim ugovorene i planske cijene usluge pridobivanja drva, kao i njihove razlike, od ostalih pokazatelja LOT-ova, analizirani su: površina, neto obujam doznačenoga drva, sječna gustoća, broj doznačenih stabala po ha, obujam srednjeg doznačenog stabla, nagib terena, srednja udaljenost privlačenja drva (numeričke – kontinuirane varijable) te dva »subjektivno« određena pokazatelja: stjenovitost terena i privlačenje drva uz nagib terena (opisne – dihotomne varijable).

Obrada i analiza podataka provedena je uz pomoć Microsoft Excela i statističkog paketa Statistica 8.0. Nakon deskriptivne statističke analize svih pokazatelja LOT-ova, proveden je test zavisnih parova podataka kako bi se utvrdilo postoji li statistički značajno odstupanje ugovorene i planske cijene usluge pridobivanja drva.

Korelacijska je analiza obuhvatila sve pokazatelje LOT-ova u cilju utvrđivanja postojanja statistički značajne povezanosti utjecajnih čimbenika s ugovorenim i planskom cijenom pridobivanja drva, kao i njihovom razlikom. Regresijske analize provedene su u cilju: 1) utvrđivanja mogućnosti predikcije ugovorene cijene o planskoj cijeni pridobivanja drva (radi utvrđivanja dobrote modela izračuna planske cijene pridobivanja drva) te 2) utvrđivanja ovisnosti razlike ugovorene i planske cijene pridobivanja drva o statistički značajnim utjecajnim čimbenicima pridobivanja drva utvrđenih korelacijskom analizom (radi utvrđivanja mogućih unaprijeđenja modela izračuna planske cijene pridobivanja drva). Pri svim analizama pogreška od 5 % smatrala se statistički značajnom.

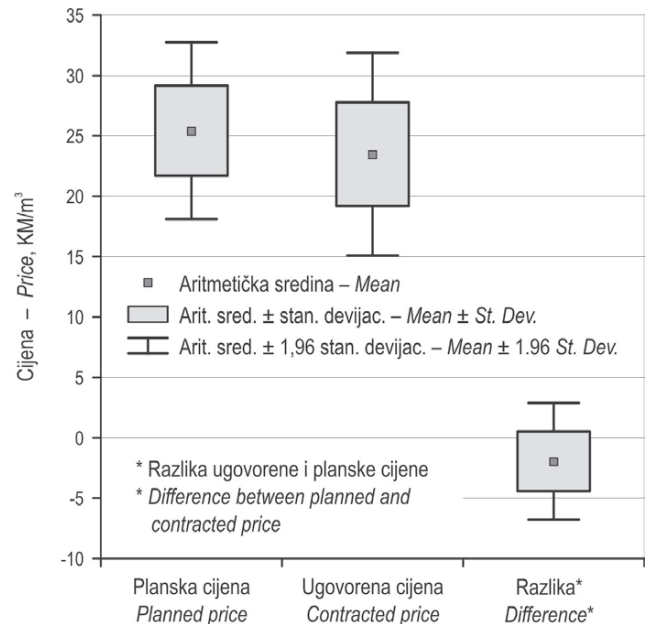
3. REZULTATI RESULTS

Analizirane su planske i ugovorene cijene usluga pridobivanja drva za 97 LOT-ova u 2019. i 2020. godini, odnosno razdoblje u kojem je metoda izračuna planskih cijena pridobivanja drva u Šumsko gospodarskom društvu »Hercegobosanske šume« d.o.o. Kupres bila u primjeni. Planska cijena usluge pridobivanja drva na razini cijeloga poduzeća iznosila je 25 KM/m³ u 2019. godini te 24 KM/m³ u 2020. godini, dok je vrijednost boda srednje planske cijene usluga pridobivanja drva na razini šumskog gospodarstva za obje analizirane godine iznosila 4,8.

Prosječna površina LOT-a iznosila je 99,4 ± 45,9 ha, sa prosječnom srednjom udaljenosti privlačenja drva od 422 ± 246 m te prosječnim nagibom terena od 32 ± 10 %. Neto količina doznačenoga drva po LOT-u prosječno je iznosila je 5810 ± 3228 m³, sječna gustoća 59,9 ± 22,7 m³/ha uz 58,7 ± 24,6 doznačenih stabala po ha, odnosno obujam srednjeg doznačenog stabla od 1,37 ± 0,59 m³ (tablica 1). Stjenovitost terena bila je prisutna u 10 LOT-ova, a privlačenje drva uz nagib terena u 23 LOT-ova.

Prosječna planska cijena pridobivanja drva za promatrane dvije godine iznosila je 25,44 ± 3,74 KM/m³, a prosječna je ugovorena cijena iznosila je 23,49 ± 4,28 KM/m³ (slika 1). Test zavisnih parova podataka ukazao je na statistički značajnu razliku između planske i ugovorene cijene usluge pridobivanja drva ($t = 7,78$, $p < 0,001$).

Razlika između ugovorene i planske cijene prosječno je iznosila -1,95 ± 2,74 KM/m³, što je i razumljivo iz razloga



Slika 1. Deskriptivna statistika ugovorene i planske cijene pridobivanja drva

Fig. 1 Descriptive statistics of contracted and planned price of harvesting

što prikazanom metodom izračunata planska cijena predstavlja procjenjenu vrijednost javne nabave u javnim nadmetanjima šumskog gospodarstva. Samo u četiri od 97 LOT-ova, ugovorena cijena bila je veća od planske (za 0,05 KM/m³, 0,28 KM/m³, 0,43 KM/m³, 1,01 KM/m³), i to u slučajevima kada se je na natječaje javio samo jedan izvođač, a uprava društva je prihvatila ponude zbog izvršenja planova gospodarenja.

Tablica 1. Rezultati deskriptivne statistike pokazatelja LOT-ova

Table 1 Results of descriptive statistics of LOTs indicators

Pokazatelji – Indicators	N	Arit. Sredina Mean	Stand. devijac. Std. Dev.	Medijan Median	Minimum Minimum	Maksimum Maximum
Površina, ha Area, ha	97	99,43	45,86	89,20	33,82	218,36
Neto doznačeno drvo, m ³ Net felling volume, m ³	97	5809,97	3228,29	5170,00	1123,88	18982,00
Sječna gustoća, m ³ /ha Harvesting density, m ³ /ha	97	59,93	22,71	56,64	21,65	137,65
Broj doznačenih stabala po ha Number of marked trees per ha	97	58,71	24,61	53,93	24,01	150,00
Obujam srednjeg doznačenog stabla, m ³ Mean tree volume, m ³	97	1,37	0,59	1,25	0,34	3,08
Nagib terena, % Slope, %	97	32,09	10,30	34,50	10,00	63,00
Srednja udaljenost privlačenja drva, m Average extraction distance, m	97	421,84	245,98	383,00	146,00	2044,00
Planska cijena pridobivanja drva, KM/m ³ Planned price of harvesting, KM/m ³	97	25,44	3,74	25,07	19,45	41,01
Ugovorena cijena pridobivanja drva, KM/m ³ Contracted price of harvesting, KM/m ³	97	23,49	4,28	23,69	14,85	39,91
Razlika ugovorene i planske cijene, KM/m ³ Difference between planned and contracted price, KM/m ³	97	-1,95	2,47	-1,11	-9,51	1,01

Tablica 2. Korelacijska matrica pokazatelja LOT-ova
Table 2 Correlation matrices of LOT's indicators

	Površina, ha Area, ha	Neto doznačeno drvo, m ³ Net felling volume, m ³	Sječna gustoća, m ³ /ha Harvesting density, m ³ /ha	Broj doznačenih stabala po ha Number of marked trees per ha	Obujam srednjeg doznačenog stabla, m ³ Mean tree volume, m ³	Nagib terena, % Slope, %	Srednja udaljenost privlačenja drva, m Average timber extraction distance, m	Stjenovitost terena Terrain stoniness	Privlačenje drva uz nagib Uphill timber extraction	Planska cijena pridobivanja drva, KM/m ³ Planned price of harvesting, KM/m ³	Ugovorena cijena pridobivanja drva, KM/m ³ Contracted price of harvesting, KM/m ³	Razlika ugovorene i planske cijene, KM/m ³ Difference between contracted and planned price, KM/m ³
Površina, ha Area, ha	1,00	0,72*	-0,14	-0,05	-0,08	-0,13	0,02	0,15	-0,21*	-0,05	0,07	0,21*
Neto doznačeno drvo, m ³ Net felling volume, m ³	0,72*	1,00	0,50*	0,07	0,33*	-0,17	0,01	0,18	-0,19	-0,30*	-0,21*	0,09
Sječna gustoća, m ³ /ha Harvesting density, m ³ /ha	-0,14	0,50*	1,00	0,20*	0,62*	-0,10	-0,03	0,04	-0,05	-0,42*	-0,42*	-0,09
Broj doznačenih stabala po ha Number of marked trees per ha	-0,05	0,07	0,20*	1,00	-0,53*	0,04	-0,15	-0,09	0,08	0,03	0,14	0,19
Obujam srednjeg doznačenog stabla, m ³ Mean tree volume, m ³	-0,08	0,33*	0,62*	-0,53*	1,00	-0,13	0,16	0,08	-0,16	-0,32*	-0,41*	-0,22*
Nagib terena, % Slope, %	-0,13	-0,17	-0,10	0,04	-0,13	1,00	0,17	-0,11	0,23*	0,34	0,20	-0,17
Srednja udaljenost privlačenja drva, m Average timber extraction distance, m	0,02	0,01	-0,03	-0,15	0,16	0,17	1,00	-0,03	-0,12	0,72*	0,52*	-0,18
Stjenovitost terena Terrain stoniness	0,15	0,18	0,04	-0,09	0,08	-0,11	-0,03	1,00	0,05	0,06	-0,01	-0,10
Privlačenje drva uz nagib Uphill timber extraction	-0,21*	-0,19	-0,05	0,08	-0,16	0,23*	-0,12	0,05	1,00	0,13	0,00	-0,20*
Planska cijena pridobivanja drva, KM/m ³ Planned price of harvesting, KM/m ³	-0,05	-0,30*	-0,42*	0,03	-0,32*	0,34*	0,72*	0,06	0,13	1,00	0,82*	-0,09
Ugovorena cijena pridobivanja drva, KM/m ³ Contracted price of harvesting, KM/m ³	0,07	-0,21*	-0,42*	0,14	-0,41*	0,20	0,52*	-0,01	0,00	0,82*	1,00	0,50*
Razlika ugovorene i planske cijene, KM/m ³ Difference between contracted and planned price, KM/m ³	0,21*	0,09	-0,09	0,19	-0,22*	-0,17	-0,18	-0,10	-0,20*	-0,09	0,50*	1,00

* Korelacija je značajna za $p < 0,05$ – Correlations are significant at $p < 0.05$

U tablici 2 prikazani su rezultati dvosmjerne korelacijske analize između svih pokazatelja LOT-ova obuhvaćenih istraživanjem radi određivanja njihove međusobne povezanosti.

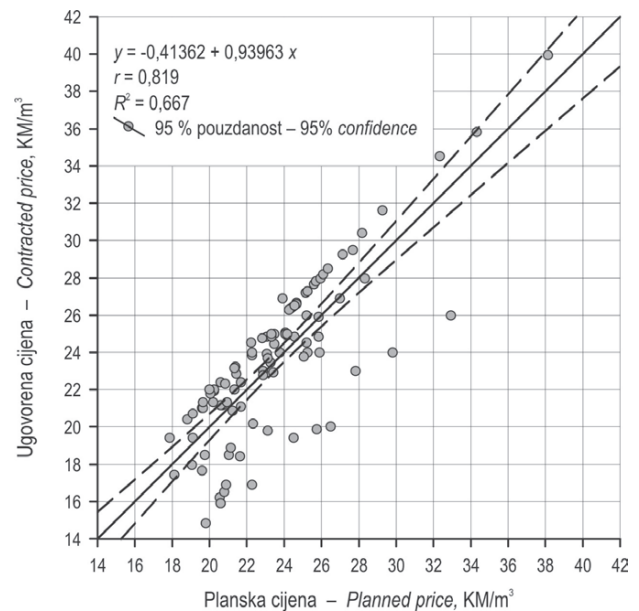
Ugovorena cijena usluge pridobivanja drva statistički je značajno ($p < 0,05$), proporcionalno i vrlo jako povezana sa planskom cijenom pridobivanja drva ($r = 0,82$). Statistički značajno, ugovorena cijena pridobivanja drva je proporcionalno i jako povezana sa srednjom udaljenošću privlačenja drva ($r = 0,52$), negativno korelirana i osrednje je povezana sa sječnom gustoćom ($r = -0,42$) te obujmom srednjeg doznačenoga stabla ($r = -0,41$), dok je slabo povezana sa neto doznačenim obujmom drva ($r = -0,21$). Vrlo jako povezanost ugovorene i planske cijene usluga pridobivanja drva, valja poimati kroz spoznaju da planska cijena

pridobivanja drva predstavlja procjenjenu vrijednost javne nabave u natječajnim postupcima, ali i kroz dobrotu metode izračuna planskih cijena usluge pridobivanja drva. Povezanost ostalih statistički značajnih pokazatelja LOT-ova s ugovorenom cijenom pridobivanja drva, u skladu je s opće prihvaćenim u literaturi spoznajama da porastom srednje udaljenosti privlačenja drva dolazi do pada proizvodnosti i porasta troškova pridobivanja drva (Sabo i Poršinsky 2005, Poršinsky i dr. 2011), odnosno da porastom obujma srednjeg doznačenoga stabla, sječne gustoće, kao i ukupne količine drva za sječu na šumskome radilištu dolazi do rasta proizvodnosti, odnosno pada troškova pridobivanja – što literatura prepoznaje pod terminom djelovanje zakonitosti mehaniziranja šumskih radova (Krpan i Poršinsky 1996).

Planska cijena usluge pridobivanja drva statistički je značajno ($p < 0,05$), proporcionalno i jako povezana sa srednjom udaljenošću privlačenja drva ($r = 0,82$) te proporcionalno i slabo povezana sa nagibom terena ($r = 0,34$). Statistički značajno, planska cijena pridobivanja drva je negativno korelirana i osrednje povezana sa sječnom gustoćom ($r = -0,42$), slabije povezana sa obujmom srednjeg doznačenoga stabla ($r = -0,32$) i neto doznačenim obujmom drva ($r = -0,30$). Posebno valja istaknuti da od ulaznih parametara izraza za izračun planske cijene usluge pridobivanja drva (izrazi 1 – 3) statistički su značajni samo srednja udaljenost privlačenja drva, nagib terena te obujmam srednjeg doznačenoga stabla, odnosno od ulaznih parametara nisu iskazali statističku značajnost i povezanost: broj doznačenih stabala po ha te dva »subjektivna« parametra: stjevnovitost terena i privlačenje drva uz nagib terena, koji su u korelacijskoj analizi bili uneseni kao opisne dihotomne varijable (0 – nije prisutan u LOT-u te 1 – prisutan u LOT-u). Isto tako, sječna gustoća i neto količina doznačenoga drva, iako statistički značajni pokazatelji, nisu ulazni parametri izraza za izračun planske cijene usluge pridobivanja drva, ali je sječna gustoća (m^3/ha), izvedenica broja doznačenih stabala po ha i obujma srednjega doznačenoga stabla, a u slučaju kad se LOT sastoji od više odjela/odsjeka, planska cijena usluge pridobivanja drva ponderirana je sa neto obujmom doznačenoga drva (izraz 4).

Razlika ugovorene i planske cijene usluge pridobivanja drva, statistički je značajno ($p < 0,05$) negativno korelirana i slabo povezana s obujmom srednjeg doznačenoga stabla ($r = -0,22$) te opisnim dihotomnim pokazateljem – privlačenjem drva uz nagib terena ($r = -0,20$), odnosno proporcionalno i slabo korelirana s površinom LOT-a ($r = 0,21$). Navedenim, proizlazi da su privatni izvođači spremniji ponuditi niže cijene pridobivanja drva (međusobna konkurencija) za LOT-ove sa većim srednjim obujmom stabla, odnosno LOT-ove gdje ne prevladava privlačenje drva uz nagib, što je u skladu s prethodnim spoznajama. Negativna korelacija razlike ugovorene i planske cijene usluge pridobivanja drva i površine LOT-a, odnosno veće međusobno nadmetanje među privatnim izvođačima koje dovodi do nižih ugovorenih cijena u odnosu na plansku cijenu pridobivanja drva kod površinski manjih LOT-ova teško je objašnjiva pojava te je najvjerojatnije slučajnog karaktera, odnosno međudjelovanje svih utjecajnih čimbenika pridobivanja drva.

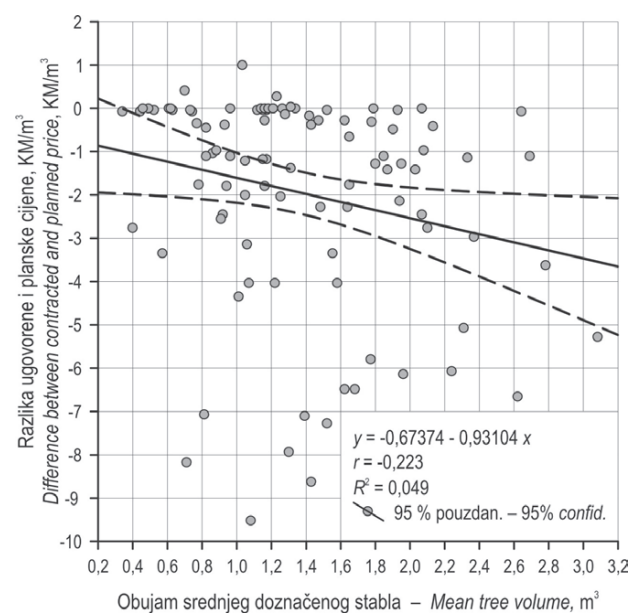
Podatke ugovorene cijene u ovisnosti o modelom izračunate planske cijene pridobivanja drva prikazuje slika 2, sa statistički je značajnom ($p < 0,05$) i vrlo jako koreliranom ovisnošću ($r = 0,819$). Ovisnost je izjednačena linearnim regresijskom modelom uz koeficijent determinacije 0,667. Navedenim, se može zaključiti da 66,7 % varijabilnosti ugovorene cijene pridobivanja drva je objašnjivo izračunatom planskom cijenom usluge pridobivanja drva, što govori i o



Slika 2. Ovisnost ugovorene o planskoj cijeni pridobivanja drva
Fig. 2 Contracted price vs. planned price of timber harvesting operations

samoj dobiti prikazane metode izračuna planske cijene pridobivanja drva.

U cilju traženja mogućnosti unapređenja metode izračuna planske cijene pridobivanja drva, regresijskom analizom istražena je ovisnost razlike ugovorene i planske cijene usluge pridobivanja drva o obujmu srednjeg doznačenoga stabla (slika 3). Iako, statistički značajna ($p < 0,05$) povezanost navedenih varijabli, uslijed velikog rasipanja podataka te slabu negativnu korelaciju ($r = -0,22$), doveli su do niskog koeficijenta determinacije ($R^2 = 0,049$) utvrđenoga regresijskom analizom. Međutim, značenje prikazane ovisnosti



Slika 3. Ovisnost razlike ugovorene i planske cijene pridobivanja drva o obujmu sred. doznačenoga stabla
Fig. 3 Difference between contracted and planned price vs. mean tree volume

valjalo bi u budućnosti pratiti s ciljem utvrđivanja uzroka, koji mogu biti međusobna konkurencija između izvoditelja usluga pridobivanja drva za LOT-ove s većim srednjim obujmom doznačenoga stabla ili precjenjivanje obujma srednjeg doznačenoga stabla u prikazanome modelu izračuna planske cijene pridobivanja drva.

4. DISKUSIJA DISCUSSION

Prednost predstavljenog modela izračuna planskih cijena usluga pridobivanja drva, svakako je racionalizacija troškova Šumsko gospodarskog društva »Hercegbosanske šume« d.o.o. Kupres, ali i što veća nepristranost te izbjegavanje mogućih subjektivnosti pri operativnome planiranju vezanom za izračun planskih cijena usluga pridobivanja drva na razini šumskog radilišta (odjela/odsjeka), a koja se temelji na pokazateljima terena i otvorenosti šuma, kao i pokazateljima doznačenoga drva.

Unapređenjem načina određivanja, a samim time i točnosti ulaznih parametara na kojima se zasniva model izračuna planskih cijena usluga pridobivanja drva, svakako bi unaprijedio i sam model. Nevedeno se odnosi ponajprije na snažnije korištenja GIS-a pri operativnome planiranju pridobivanja drva, i to na način izračuna srednje udaljenosti privlačenja drva i nagiba terena te kvantifikaciju u modelu dva procjenjena utjecajna čimbenika djelotvornosti pridobivanja drva (stjenovitost terena i privlačenje drva uz nagib terena), čime bi se izbjegla subjektivnost, odnosno ovi pokazatelji više ne bi bili opisne, već numeričke varijable.

Srednja udaljenost privlačenja drva odjela/odsjeka u prikazanome modelu izračuna planske cijene pridobivanja drva, predstavlja srednju geometrijsku (euklidsku) udaljenost, koja je korigirana faktorom privlačenja drva određenoga reljefnoga područja šuma. Za ovakav način utvrđivanja srednje udaljenosti privlačenja drva, Đuka i dr. (2017A) kritički se osvrću da je pregrub za planiranje pridobivanja drva pri operativnoj razini planiranja, pogotovo u krškim uvjetima gdje se drvo privlači po građenoj mreži traktorskih putova skiderom s vitlom. Stoga, na primjeru GJ Kupjački vrh kojim gospodari Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, razvijaju i testiraju GIS – model (*model builder*) za izračun srednje udaljenosti privlačenja drva na osnovi: 1) unutarnje gospodarske podjele šuma, 2) digitalnoga registra šumskih cesta, 3) digitalnoga registra sekundarnih šumskih prometnica te 4) digitalnog modela reljefa (DMR). Korištenjem DMR-a, zadovoljavajuće rezolucije (npr. EU-DEM ima slobodan pristup podacima bez naknade), nagib terena pojedinih odjela/odsjeka bilo bi lakše i točnije utvrditi kroz analizu u GIS aplikacijama (Đuka i dr. 2015A), u odnosu na trenutno očitavanje u GIS-u.

Privlačenje drva uz nagib terena, isto je tako moguće kvantificirati analizom prostornih podataka. Đuka i dr. (2015A)

prikazuju GIS – model (*model bilder*) smjera privlačenja drva odjela/odsjeka na osnovi: 1) unutarnje gospodarske podjele šuma, 2) digitalnoga registra šumskih cesta te 3) DMR-a, s ciljem iskazivanja te vizualizacije smjera privlačenja drva (privlačenje drva niz i uz nagib te po ravnome terenu).

U pedološkim kartama, stjenovitost terena prikazana je kao poseban sloj. Vektoriziranjem stjenovitosti terena ili smanjenjem na terenu GPS prijamnikom tijekom doznake stabala, uz naknadnu analizu u GIS aplikacijama vrlo je lako izračunati površinu i/ili udjel stjenovitosti terena odjela/odsjeka (Đuka i dr. 2015B, Đuka i dr. 2017B), čime ovaj utjecajni čimbenik pridobivanja drva prestaje biti subjektivno određen ulazni parametar modela izračuna planske cijene pridobivanja drva.

U suradnji sa stručnjacima za modeliranje, prikazani model izračuna planske cijene pridobivanja drva, moguće je dodatno usavršiti na što ukazuje jaka koreliranost sječne gustoće (koja nije ulazni parametar u model) sa planskom, ali i ugovorenom cijenom pridobivanja drva. Svakako trebalo bi i ispitati trošak privlačenja drva od 1 KM / 100 m, koji je u model izračuna planske cijene uključen na osnovi iskustvenih vrijednosti, kao i redefiniranje utjecaja obujma srednjeg doznačenoga stabla na što ukazuje razlika ugovorene i planske cijene pridobivanja drva.

Posebno treba istaknuti, da vrijednost boda planske cijene pridobivanja drva uprava šumskog gospodarstva treba odrediti prije usvajanja Plana poslovanja za iduću fiskalnu godinu, odnosno donijeti srednju plansku cijenu pridobivanja drva šumskog gospodarstva, kako bi se tijekom operativnoga planiranja prikazanom metodom mogla izračunati planska cijena usluge pridobivanja drva pojedinog ili grupe odjela/odsjeka (LOT-a) te na vrijeme provesti postupak javnog nadmetanja.

5. UMJESTO ZAKLJUČKA INSTEAD OF CONCLUSION

S obzirom da se Šumsko gospodarsko društvo »Hercegbosanske šume« d.o.o. Kupres u potpunosti oslanja na privatne poduzetnike, uočila se je potreba za razvojem nepristranoga modela izračuna planske cijene usluge pridobivanja drva odjela/odsjeka, koja u postupcima javnih nadmetanja predstavlja procjenjenu vrijednost javne nabave.

Model izračuna planske cijene usluge pridobivanja drva odjela/odsjeka, zasnovan je na srednjoj planskoj cijeni pridobivanja drva na razini šumskog gospodarstva te parametrima šumskog radilišta (odjela/odsjeka) koji obuhvaćaju: pokazatelje strukture doznačenoga drva (broj stabala po ha, srednji obujam stabla) i otvorenosti šuma (srednja udaljenost privlačenja drva) te prisutne terenske čimbenike (nagib i stjenovitost terena, privlačenje drva uz nagib terena).

Rezultati provedenih statističkih analiza ukazali su da je prikazana metoda izračuna planske cijene usluge pridobivanja drva dobar prediktor ostvarenih cijena pridobivanja drva na javnim natječajima.

Predložene su i smjernice povećanja točnosti određivanja ulaznih parametara (srednja udaljenost privlačenja drva, nagib i stjenovitost terena te privlačenje drva uz nagib terena) prikazane metode izračuna planskih cijena pridobivanja drva u cilju njenog usavršavanja.

S obzirom da je metoda izračuna vezana za srednju plansku cijenu na razini šumskog gospodarstva, a koju utvrđuje uprava trgovačkog društva, neophodno je stalno praćenje tržišta kako bi se na vrijeme moglo reagirati ukoliko bi došlo do većih oscilacija.

6. LITERATURA REFERENCES

- Abbas, D., D., Hodges, J., Heard, 2019: Costing the Forest Operations and the Supply of Hardwood in Tennessee. *Croat. j. for. eng.* 40(1): 49–54.
- Abbas, D., F., Di Fulvio, E., Marchi, R., Spinelli, M., Schmidt, T., Bilek, H.S., Han, 2021: A Proposal for an Integrated Methodological and Scientific Approach to Cost Used Forestry Machines. *Croat. j. for. eng.* 42(1): 63–75. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2021.849>
- Delić, S., Dž., Bećirović, 2017: Ekonomika poslovnih sistema u šumarstvu. Udžbenik, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 1–256.
- Drolet, S., L., Lebel, 2010: Forest harvesting entrepreneurs, perception of their business status and its influence on performance evaluation. *Forest Policy and Economics* 12(4): 287–298. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2009.11.004>
- Đuka, A., T., Poršinsky, D., Vusić, 2015A: DTM Models to Enhance Planning of Timber Harvesting. *Bulletin of The Faculty of Forestry Beograd, Special Issue*, 35–44. <https://doi.org/10.2298/GSF15S1035D>
- Đuka, A., T., Poršinsky, 2015B: Analiza kamenitosti i stjenovitosti terena za potrebe privlačenja drva. *Nova meh. šumar.* 36: 43–52.
- Đuka, A., S., Grigolato, I., Papa, T., Pentek, T., Poršinsky, 2017A: Assessment of timber extraction distance and skid road network in steep karst terrain. *iForest – Biogeosciences and Forestry* 10: 886–894. <https://doi.org/10.3832/ifer2471-010>
- Đuka, A., D., Vusić, T., Poršinsky, 2017B: Terrain Roughness Evaluation for Timber Extraction by Cable Skidder. *Gozdarski vestnik* 75(1): 21–35.
- Đuka, A., T., Poršinsky, T., Pentek, Z., Pandur, D., Vusić, I., Papa, 2018: Mobility Range of a Cable Skidder for Timber Extraction on Sloped Terrain. *Forests* 9(9): 526. <https://doi.org/10.3390/f9090526>
- FAO, 2015: Analiza sektora šumarstva u Bosni i Hercegovini – Priprema analiza sektora šumarstva i ribarstva u Bosni i Hercegovini u svrhu IPARD-a. Regional Office for Europe and Central Asia, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1–145.
- Häggström, C., A., Kawasaki, G., Lidestav, 2013: Profiles of forestry contractors and development of the forestry-contracting sector in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28(4): 395–404. <https://doi.org/10.1080/02827581.2012.738826>
- Krpan, A.P.B., T., Poršinsky, 1996: Poredbena analiza rada traktora u proredama. Savjetovanje »Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996.«, Znanstvena knjiga 2 »Zaštita šuma i pridobivanje drva«, 227–242.
- Lemm, R., C., S., Blattert, S., Holm, L., Bont, O., Thees, 2020: Improving Economic Management Decisions in Forestry with the SorSim Assortment Model. *Croat. j. for. eng.* 41(1): 71–83. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.586>
- Marčeta, D., V., Petković, D., Ljubojević, I., Potočnik, 2020: Harvesting System Suitability as Decision Support in Selection Cutting Forest Management in Northwest Bosnia and Herzegovina. *Croat. j. for. eng.* 41(2): 251–265. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.744>
- Naderialzadeh, N., K.A., Crowe, R., Pulkki, 2020: On the Importance of Integrating Transportation Costs into the Tactical Forest Harvest Scheduling Model. *Croat. j. for. eng.* 41(2): 267–276. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.624>
- Pentek, T., A., Đuka, I., Papa, D., Damić, T., Poršinsky, 2016: Elaborat učinkovitosti primarne šumske prometne infrastrukture – alternativa studiji primarnog otvaranja šuma ili samo prijelazno rješenje? *Šum. list* 140(9–10): 435–453.
- Petković, V., D., Marčeta, D., Ljubojević, I., Potočnik, I., 2017: Optimizacija izračunavanja faktora privlačenja drveta na području Š.G. »Prijeđor«, Prijeđor. *Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci* 27: 41–50. <https://doi.org/10.7251/GSF1727041P>
- Poršinsky, T., 2005: Djelotvornost i ekološka pogodnost forwardera Timberjack 1710 pri izvoženju oblovine iz nizinskih šuma Hrvatske. *Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 1–170.
- Poršinsky, T., I., Stankić, A., Bosner, 2011: Ecoefficient Timber Forwarding Based on Nominal Ground Pressure Analysis. *Croat. j. for. eng.* 31(1): 345–356.
- Poršinsky, T., V., Kajgana, Ž., Tomašić, A., Đuka, 2021: Granični nagib kretnosti skidera s vitlom temeljem vučne značajke vozila. *Šum. list* 145 (5–6): 211–224. <https://dx.doi.org/10.31298/sl.145.5-6.1>
- Posavec, S., 2006: Analiza upravljanja troškovima u šumarstvu. *Glasnik za šumske pokuse, pos. izd.* 5: 715–725.
- Sabo, A., T., Poršinsky, 2005: Skidding of fir roundwood by Timberjack 240C from selective forests of Gorski Kotar. *Croat. j. for. eng.* 26(1): 13–27.
- Sessions, J., M., Berry, H.S., Han, 2021: Machine Rate Estimates and Equipment Utilization – A Modified Approach. *Croat. j. for. eng.* 42(3): 437–443. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2021.1026>
- Šporčić, M., M., Bakarić, I., Crnić, M., Landekić, 2018: Pregled dobre prakse u šumarskom poduzetništvu. *Nova meh. šumar.* 39: 67–82.
- Triplat, M., N., Krajnc, 2020: Assessment of Costs in Harvesting Systems Using WoodChainManager Web-based Tool. *Croat. j. for. eng.* 41(1): 49–57. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.58>
- Triplat, M., N., Krajnc, 2021: A System for Quality Assessment of Forestry Contractors. *Croat. j. for. eng.* 42(1): 77–90. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2021.834>

- *Master Plan šumarske infrastrukture u Federaciji BiH 2017: <https://fmpvs.gov.ba/wp-content/uploads/2017/Sumarstvo-lovstvo/Sumarski-program/Master-Plan-nacrt-sumarstvo.pdf>
- *Plan poslovanja ŠGD »Hercegbosanske šume« d.o.o. Kupres za 2021. godinu. https://www.hbsume.ba/public/files/hercegbosanske_sume_plan_poslovanja_2021.pdf

SUMMARY

The paper presents the method of calculating planned prices of timber harvesting operations, which are the subject of public tenders in the forest management company Hercegbosanske šume Ltd. Kupres and the analysis of deviations of the planned from the contracted (realised) prices for timber harvesting operations in 97 groups of compartments, which were the subject of public tenders in 2019 and 2020. Descriptive and correlation statistical analysis also included stand and terrain indicators in groups of compartments in public tenders: area, net volume of marked trees, harvesting density, number of marked trees per hectare, volume of medium marked tree, slope, average timber extraction distance, terrain stoniness and parameter of uphill timber extraction. The test of dependent data pairs indicated that there is a statistically significant difference between planned and contracted prices of timber harvesting operations ($t = 7,78$, $p < 0.001$), and the results of correlation analysis confirmed the connection of influential factors of forest operations with the contracted and planned timber harvesting prices. Due to the statistically significant ($p < 0.05$) and very strong correlation with the contracted and the planned price of the timber harvesting operations calculated by the presented method, the dependence was equalized by a linear regression model with a coefficient of determination of 0.667. In conclusion, the method of calculating the planned price of timber harvesting operations is a good predictor of what can be contracted prices in public tenders thus showing its suitability in future calculations. Weak and negative correlation ($p < 0.05$, $r = -0.22$) of the difference between the contracted and planned price of the timber harvesting operations on the volume of the medium marked tree, indicated future monitoring to determine its causes, which could be: 1) mutual competition between timber harvesting operations providers with a larger volume of medium marked tree or 2) overestimation of the volume of medium marked tree in the presented model. Guidelines for increasing the accuracy of determining input parameters (average timber extraction distance, slope, terrain stoniness, and parameter of uphill timber extraction) are also presented. Given that the calculation is related to the average planned price at the level of forest management, which is determined by the management of the company, it is necessary to constantly monitor the market in order to react in time if major oscillations occur.

KEY WORDS: timber harvesting, planned price, contracted price, market