

Analiza proizvodnosti skidera Timberjack 240C u različitim uvjetima rada

Sabljić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:679514>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-07**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK**

**PREDIPLOMSKI STUDIJ
ŠUMARSTVO**

IVAN SABLJIĆ

**ANALIZA PROIZVODNOSTI SKIDERA TIMBERJACK 240C U
RAZLIČITIM UVJETIMA RADA**

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, TRAVANJ 2022.

Podaci o završnom radu

| | |
|-----------------------|---|
| Zavod: | Zavod za šumarske tehnike i tehnologije |
| Predmet: | Pridobivanje drva I |
| Mentor: | prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky, doc. dr. sc. Maja Moro |
| Asistent: | |
| Student: | Ivan Sabljić |
| JMBAG: | 0068229205 |
| Akad. godina: | 2020/2021 |
| Mjesto, datum obrane: | Zagreb, 8. travnja 2022. |
| Sadržaj rada: | Slika: 8 Tablica: 12 Navoda literature: 22 |
| Sažetak: | <p>Završni rad temelji se na analizi proizvodnosti skidera s vitlom Timberjack 240C, prethodno provedenih istraživanja objavljenih u primarnim i sekundarnim publikacijama.</p> <p>Analizama su ostvarene proizvodnosti skidera u različitim uvjetima rada, povezane sa: 1) terenskim čimbenicima privlačenja drva (nagib sekundarnih šumskih prometnica i smjer privlačenja drva, uvjetima nosivosti šumskog tla), 2) udaljenošću privlačenja drva, 3) sastojinskim značajkama (vrsta uzgojnog zahvata, srednje kubno stablo, sječna gustoća), 4) metodama izradbe drva.</p> <p>Provedene analize, ukazale su da je proizvodnost privlačenja drva skiderom s vitlom Timberjack 240C utjecana:</p> <p>Tehničkim značajkama skidera (masa 8,4 t, snaga motora 75 kW), ali i njegovom opremljenošću jedno (1 × 125 kN) ili dvobubanjskim (2 × 80 kN) vitlom.</p> <p>Terenskim čimbenicima (nagib traktorskih putova i vlaka te smjer vuče drva, uvjeti nosivosti podloge), koji u nepovoljnim prilikama smanjuju obujam vučenoga drva i brzinu kretanja, što dovodi do povećanja utrošaka vremena kretanja vozila i pada proizvodnosti privlačenja drva.</p> <p>Udaljenošću privlačenja drva, pri čemu se povećanjem udaljenosti smanjuje proizvodnost privlačenja drva uslijed povećanja udjela vremena kretanja u vremenu turnusa. Međutim, utjecaj udaljenosti na proizvodnost privlačenja drva skiderom treba promatrati kroz međudjelovanje s prisutnim terenskim čimbenicima. Isto tako, s povećanjem udaljenosti privlačenja drva raste značenje obujma tovara s obzirom na razinu proizvodnosti skidera s vitlom.</p> <p>Vrstom uzgojnoga zahvata i strukture doznake stabala, pri čemu sječna gustoća i dimenzije djelomično ili potpuno izrađenoga drva iskazuju svoje djelovanje na proizvodnost skidera u skladu sa zakonima mehaniziranja radova, gdje pri nižim sječnim gustoćama i manjim srednjim kubnim stablima raste utrošak vremena rada na sječini, odnosno sakupljanja drva vitlom.</p> <p>Izbor sortimentne metode izradbe drva, iskazuje svoj utjecaj kroz smanjenje duljine vučenoga drva, što dovodi do smanjenja obujma tovara, a samim time i razine proizvodnosti privlačenja drva skiderom.</p> |



IZJAVA O AKADEMSKOJ ESTITOSTI

OB FŠDT 05 07

Revizija: 2

Datum: 29.04.2021.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 25. ožujka 2022. godine

vlastoru ni potpis

Ivan Sablji

Sadržaj

| | |
|---|-----|
| Podaci o završnom radu | II |
| Izjava o izvornosti rada | III |
| Sadržaj | IV |
| 1. Uvod i cilj | 1 |
| 1.1 Privlačenje drva skiderom s vitlom | 5 |
| 2. Materijal i metode | 7 |
| 2.1 Skider Timberjack 240C | 7 |
| 2.2 Izvori podataka | 10 |
| 2.3 Mjesta istraživanja | 11 |
| 2.4 Obrada podataka | 13 |
| 3. Rezultati | 15 |
| 3.1 Ostvarena struktura utrošenih vremena i proizvodnosti skidera | 15 |
| 3.1 Analiza brzine kretanja neopterećenoga skidera | 21 |
| 3.2 Analiza brzine kretanja opterećenoga skidera | 22 |
| 3.3 Analiza utroška vremena rada na sječini | 22 |
| 3.4 Analiza utroška vremena rada na pomoćnome stovarištu | 23 |
| 3.5 Analiza faktora dodatnoga vremena | 24 |
| 3.6 Analiza obujma tovara vučenoga drva | 25 |
| 4. Zaključci | 26 |
| 5. Literatura | 27 |

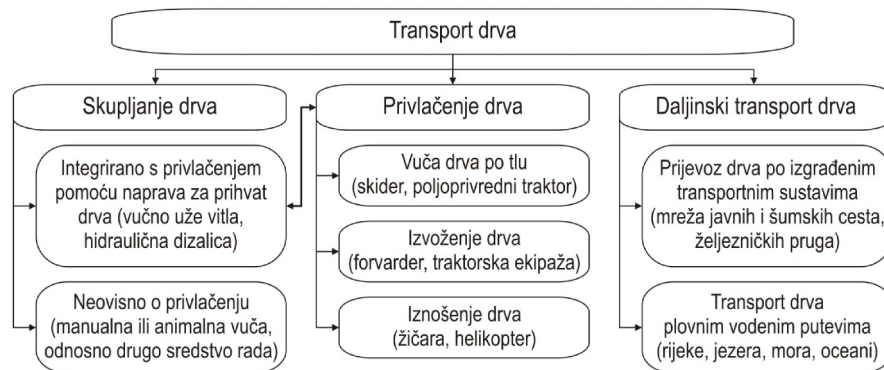
1. Uvod

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).

Transport drva je micanje micanje stabala ili dijelova stabala s jednog na drugo mjesto u prostoru, a obuhvaća sve oblike kretanja drva iz šume (panj) do krajnjega korisnika, pri čemu su osnovni činitelji: teret (drvo) – transportna sredstva (najčešće vozila) – mreža transportne infrastrukture, u znakovitom međudjelovanju. Nakon sječe stabla (i) izradbe drva, drvo (ili drvni sortimenti – ovisno o metodi izradbe) su razasuti po velikoj površini, te ga se treba prvo sakupiti te privući po šumskome bespuću do pomoćnoga stovarišta, a zatim transportirati do pogona primarne prerade drva (Poršinsky i dr. 2014). Isti autori, analizirajući transport drva kroz povijest, zaključuju da se neovisno o autorima sve teorije transporta drva zasnivaju na dvije međuoavisne podfaze:

- ⇒ primarnom transportu drva – privlačenju drva po šumskom bespuću, odnosno sekundarnim (traktorski putovi i vlake) ili tercijarnim (žične linije) šumskim prometnicama,
- ⇒ sekundarnom transportu drva – daljinskom transportu drva po izgrađenim transportnim sustavima (prijevoz drva po javnim i šumskim cestama ili željezničkim prugama), odnosno vodenim putovima.

Krpan (1991) navodi da današnje metode, tehnika, te tehnologije pridobivanja drva uvjetuju podjelu transporta drva na: sakupljanje, privlačenje, te daljinski transport drva (slika 1).



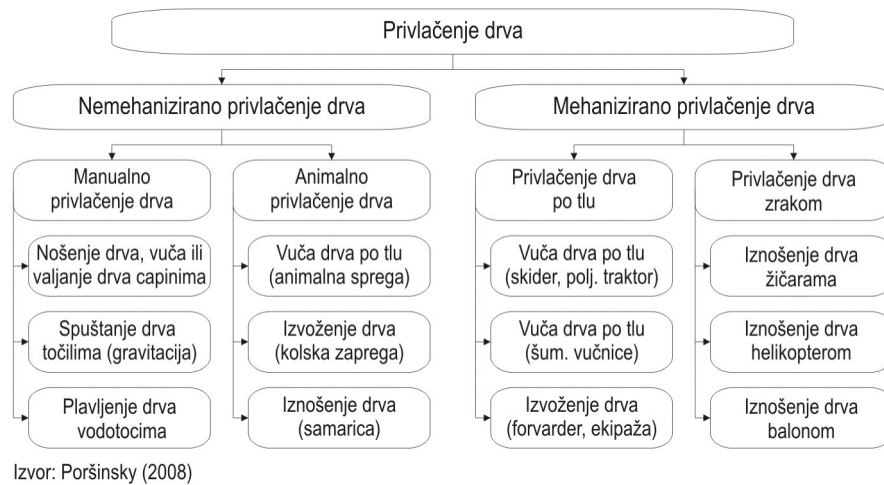
Izvor: Poršinsky (2008)

Slika 1. Podjela transporta drva

Sakupljanje drva predstavlja pomicanje stabala ili dijelova stabala od panja do mjesta pripreme optimalnoga tovara za privlačenje, dok je privlačenje drva pomicanje dijelova ili cijelih stabala od panja ili mjesta sakupljanja drva do pomoćnoga stovarišta (Krpan 1992).

Nemehanizirano privlačenje drva vezano je za prošlost, dok je u današnje vrijeme privlačenje drva mehanizirano te se izvodi različitim šumskim vozilima (privlačenje po

tlu), odnosno zračnim putem bez dodira sa tlom što je značajno za iznošenje drva šumskim žičarama, helikopterom ili balonom (slika 2).



Slika 2. Podjela privlačenja drva

Izbor sredstva privlačenja drva u svjetlu djelovanja terenskih čimbenika (reljefnih područja šuma) te razine primarne i sekundarne otvorenosti šuma najbitnija je odrednica cijeloga sustava pridobivanja drva (Poršinsky 2008). Terenski čimbenici izvođenja šumskih radova, određenoga reljefnoga područja šuma, koji uvjetuju stupanj težine, mogućnosti odnosno ograničenja izvođenja mehaniziranih šumskih radova uopće, su: nagib terena, površinske prepreke te nosivost same podloge (Đuka i Poršinsky 2015).

Primjena šumskih vozila u mehaniziranim procesima proizvodnje drva predstavlja još uvijek najdjelotvorniji način pridobivanja drva (Poršinsky i dr. 2016), pri čemu se pred šumska vozila postavlja zahtjev za njihovom što većom kretnošću u odnosu na prometnost terena šumskoga bespuća.

Pogodnost je pojedinih vrsta šumskih vozila za privlačenje drva s obzirom na zahtjeve prema radnicima, prometnoj infrastrukturi, terenu, vremenskim prilikama te razini njihove djelotvornosti vidljiva na slici 3.

Skideri opremljeni s vitlom (kotačni i gusjenični) zbog načina prihvata drva imaju potrebu za pomoćnim radnikom zbog izvlačenja vučnog uža vitla te vezanja posječenoga drva, čime raste opasnost od povreda na radu. Za razliku od navedenog, kod šumskih vozila opremljenih dizalicom i/ili hvatalom potreba za pomoćnim radnikom kopčašem izostaje.



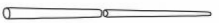

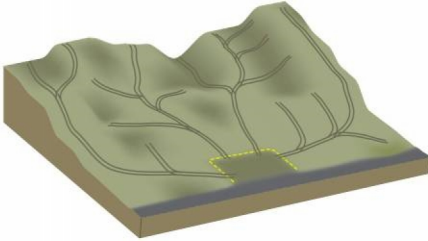
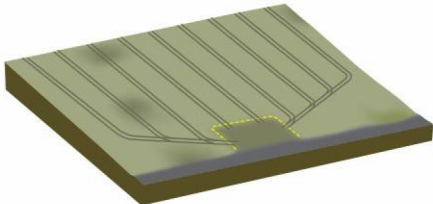
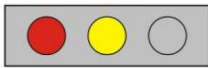
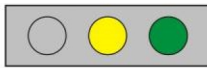
Sva šumska vozila imaju približno jednake mogućnosti svladavanja udužnog nagiba terena, dok su na bočni nagib terena osjetljiviji gusjenični skider zbog voznog sustava, odnosno forvarder zbog visokog težišta natovarenoga vozila.

Zbog manjeg obujma tereta koji skideri privlače u jednom traktorskom turnusu (izuzev kotačnog skidera sa hvatalom i dizalicom) zahtijevaju veću gustoću cesta sa manjim najvećim udaljenostima privlačenja drva (< 300 m) u odnosu na forvarder.

| Kriteriji mehaniziranoga privlačenja drva vozilima | Kotačni skider s vtilom | Kotačni skider s hvatalom | Gusjenični skider s vtilom | Kotačni skider sa hvatalom i dizalicom | Kotačni forvarder |
|--|-------------------------|---------------------------|----------------------------|--|-------------------|
| RADNICI | | | | | |
| Opasnost pri radu | velika | osrednja | velika | mala | mala |
| Potreba za pomoćnim radnikom | osrednja | mala | osrednja | mala | mala |
| Razina osposobljenosti radnika | mala | mala | mala | osrednja | osrednja |
| Razina nadzora | osrednja | osrednja | osrednja | mala do osrednja | osrednja |
| INFRASTRUKTURA | | | | | |
| Optimalna udaljenost privlačenja, m | 200 m | 200 m | 200 m | 300 m | 300 m |
| Najveća udaljenost privlačenja, m | 300 m | 250 m | 250 m | 800 m | 800 m |
| Gustoća cesta | osrednja | osrednja | osrednja | mala | mala |
| Potreba za prostranim stovarištima | velika | mala | velika | mala | mala |
| TEREN I ŠUMA | | | | | |
| Uzdužni nagib terena, % | 35(40) | 35(40) | 35(50) | 35(65) | 30(35) |
| Bočni nagib terena, % | 10 | 10 | 15 | 10 | 15 |
| Pogodan smjer privlačenja drva | niz nagib | niz nagib | niz nagib | niz nagib | niz nagib |
| Potrebna nosivost tla | velika | velika | velika | osrednja | osrednja |
| Mogućnost oštećenja tla | osrednja do velika | osrednja do velika | osrednja do velika | osrednja | osrednja |
| Prikladnost privlačenja malih stabala | velika | velika | velika | velika | velika |
| Prikladnost privlačenja velikih stabala | velika | velika | velika | velika | velika |
| Prilagodljivost niskim sjēč. gustoćama | velika | velika | velika | osrednja | velika |
| VREMENSKA OGRANIČENJA | | | | | |
| Osećljivost na povišenu vlagu tla | velika | velika | velika | osrednja do velika | osrednja |
| Osećljivost na slabu vidljivost (magla) | mala | mala | mala | mala | mala |
| Osećljivost na jak vjetar | mala | mala | mala | mala | mala |
| Ograničenost dubokim snjegom | osrednja | osrednja | mala | mala | mala |
| Mogućnost rada noću | mala | velika | mala | velika | velika |
| DJELOTVORNOST | | | | | |
| Neovisnost o utovarivaču | mala | velika | mala | velika | velika |
| Nabavna vrijednost | mala | osrednja | osrednja | velika | velika |
| Proizvodnost | osrednja | osrednja do velika | mala | velika | osrednja |
| Jedinični trošak | mali do osrednji | mali do osrednji | osrednji | mali | osrednji |

Izvor: Đuka (2014) prema MacDonald (1999)

Slika 3. Kriteriji privlačenja drva šumskim vozilima

| | Skider s vitlom | Forvarder |
|--|---|--|
| Izvor: Poršinsky (2008) |  |  |
| Metoda izradbe drva |  poludeblovna metoda |  sortimentna metoda |
| Prihvat drva | vučnim užetom vitla »drvo ide k vozilu« | hidrauličnom dizalicom »vozilo ide ka drvu u dohvatu dizalice« |
| Mjesto izradbe (dorade) drva | pomoćno stovarište | kraj panja |
| Područje primjene | šume nagnutih terena | nizinske šume |
| Oblik mreže sekundarnih šumskih prometnica | Raspored »riblja kost«  | Paralelan (usporedan) raspored  |
| Okolišna pogodnost |  |  |

Slika 4. Osnovne značajke prevladavajućih načina privlačenja drva u RH

Različitosti sastojinskih i terenskih uvjeta hrvatskoga šumarstva utjecale su na primjenu dviju bitno različitih metoda izradbe drva, ali i vrste vozila (slika 4) za privlačenje drva (Poršinsky 2005, Đuka 2014):

- ⇒ područje nizinskih šuma (ravničarski tereni) – sortimentna metoda izradbe drva, drvo se izvozi, u sječinama glavnoga prihoda (oplodne sječe) koriste se forvarderi, dok se u sječinama prethodnoga prihoda (prorede) koriste traktorski skupovi (ekipaže),
- ⇒ područje brežuljkastih, brdskih i gorskih šuma (tereni s manjim ili većim nagibom terena) – (polu)deblovna metoda izradbe drva, drvo se dijelom vuče po tlu te privlači s jednim odignutim krajem, u sječinama glavnoga prihoda koriste se zglobni traktori s vitlom, a u sječinama prethodnoga prihoda koriste se ista vozila manje mase.

Posebnosti privlačenja drva skiderom i forvarderom, s obzirom na: 1) metodu izradbe drva, 2) način prihvata drva, 3) mjesto izradbe (dorade) drva, 4) područje primjene – nagnutost terena, 5) pogodnost oblika mreže sekundarnih šumskih prometnica te 6) okolišnu pogodnost, prikazuje slika 4.

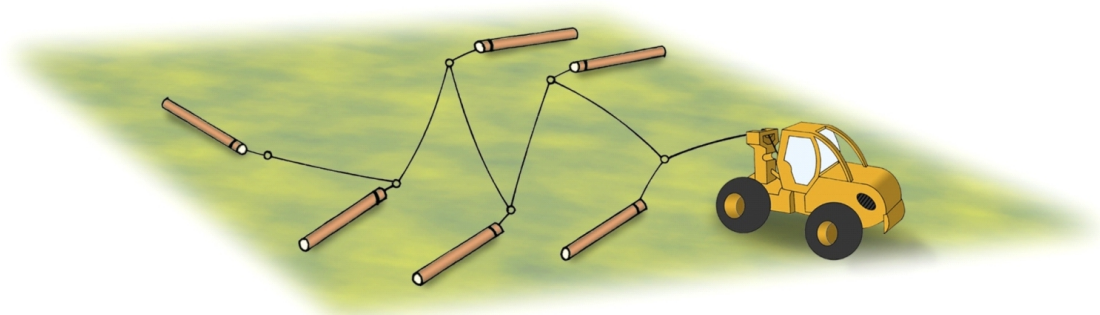
Iz svega navedenoga, može se zaključiti da na djelotvornost privlačenja drva, neovisno o primjenjenoj vrsti i sredstvu rada, utječe: udaljenost privlačenja, zakoni mehaniziranja šumskih radova, terenski čimbenici te mogućnosti samog sredstva rada. Proizvodnost i

jedinični troškovi, kao i posljedičnost privlačenja drva (gaženje i sabijanje tla), uporabljenoga sredstva privlačenja drva, isto tako, ovise: o terenskim i sastojinskim čimbenicima, kao i o uvjetima otvorenosti šuma.

Cilj je ovoga rada, provesti analizu proizvodnosti skidera s vitlom Timberjack 240C, na osnovi prethodno provedenih istraživanja objavljenih u primarnim i sekundarnim publikacijama. Analizama će se ostvarene proizvodnosti skidera u različitim uvjetima rada, povezati sa: 1) terenskim čimbenicima privlačenja drva (nagib sekundarnih šumskih prometnica i smjer privlačenja drva, uvjetima nosivosti šumskog tla), 2) udaljenošću privlačenja drva, 3) sastojinskim značajkama (srednje kubno stablo, sječna gustoća), 4) metodama izradbe drva.

1.1 Privlačenje drva skiderom sa vitlom

Skider s vitlom je zglobno upravljano šumsko vozilo, namijenjeno sakupljanju i privlačenju drva, za koje je znakovito da vučena oblovina jednim krajem dodiruje tlo, a drugim krajem je ovješena o vučno uže ili oslonjena na stražnju dasku (Poršinsky i dr. 2012).



Izvor; Uusitalo (2010)

Slika 5. Skider s vitlom

Šasija se skidera sastoji od dva odvojena okvira, prednji pogonski dio vozila (motor, mjenjač, razvodnik pogona, kabina i prednja daska) zglobno spojen sa stražnjim (vitlo sa horizontalnim i vertikalnim valjcima te zaštitno-prihvatna daska), s mogućnošću gibanja samo u vodoravnoj ravnini, dok je poprečno prilagođavanje skidera terenu omogućeno njihanjem prednje osovine vozila (Poršinsky i dr. 2016).

Upravljanje skiderom (skretanje vozila), vrši se pomoću dva hidraulička cilindra uzdužnoga zgloba, promjenom kuta prednjeg i stražnjeg dijela vozila u vodoravnoj ravnini. Zglobno upravljanje skideru omogućava manji vanjski promjer okretanja u odnosu na vozila kojima se upravlja promjenom kuta prednjih i/ili stražnjih kotača vozila.

Svi skideri opremljeni vitlom moraju imati stražnju dasku jer se završetkom sakupljanja drva vitlom, odiže oblovina ovješena o vučno uže od tla te oslanja na stražnju dasku (funkcija prihвата), a pri vuči drva skiderom stražnja daska štiti kotače i zadnju osovinu vozila (funkcija zaštite). Kod prorednih skidera manje težine, stražnja je daska pomična

te se hidraulički spušta na tlo prilikom sakupljanja drva vitlom, s ciljem povećanja stabilnosti vozila pri ostvarivanju većih vučnih sila vitla (Poršinsky i dr. 2016).

Skider pogone dizel motori s prednabijanjem, prijenos snage najčešće se vrši mehaničkom ili hidrodinamičko – mehaničkom transmisijom (Đuka 2014), pogon im je na sva četiri kotača istih dimenzija, a opterećenje prednje osovine sa približno 2/3 ukupne mase neopterećenoga vozila omogućava im bolju kretnost pri privlačenju drva na nagnutim terenima.

Kabina se skidera izvodi sa zaštitnim konstrukcijama, sa svrhom sigurnosti vozača pri prevrtanju vozila (ROPS) te udaru (OPS) ili padu (FOPS) predmeta.

Prihvat drva vrši vučnim užem vitla (dosega <70 m), čime je osigurano kretanje skidera isključivo po mreži sekundarnih šumskih prometnica uz sakupljanje drva sa za skider nekretnih površina terena, čime vozilo ne treba prići u neposrednu blizinu posječenoga stabla ili djelomično, odnosno potpuno izrađenoga drva (Poršinsky i dr. 2016).

Pogodan za rad u svim uzgojnim zahvatima i metodama izradbe drva, iako valja istaknuti da uporaba skidera u sortimentnoj metodi izradbe drva nepovoljno djeluje na njegovu proizvodnost uslijed negativnoga djelovanja zakona obujma komada.

Tipično područje rada skidera s vitlom su tereni <±30 % nagiba na udaljenostima privlačenja drva <400 m.

Đuka (2014) navodi osnovne značajke privlačenja drva skiderom opremljenim s vitlom, koje se očituju kroz:

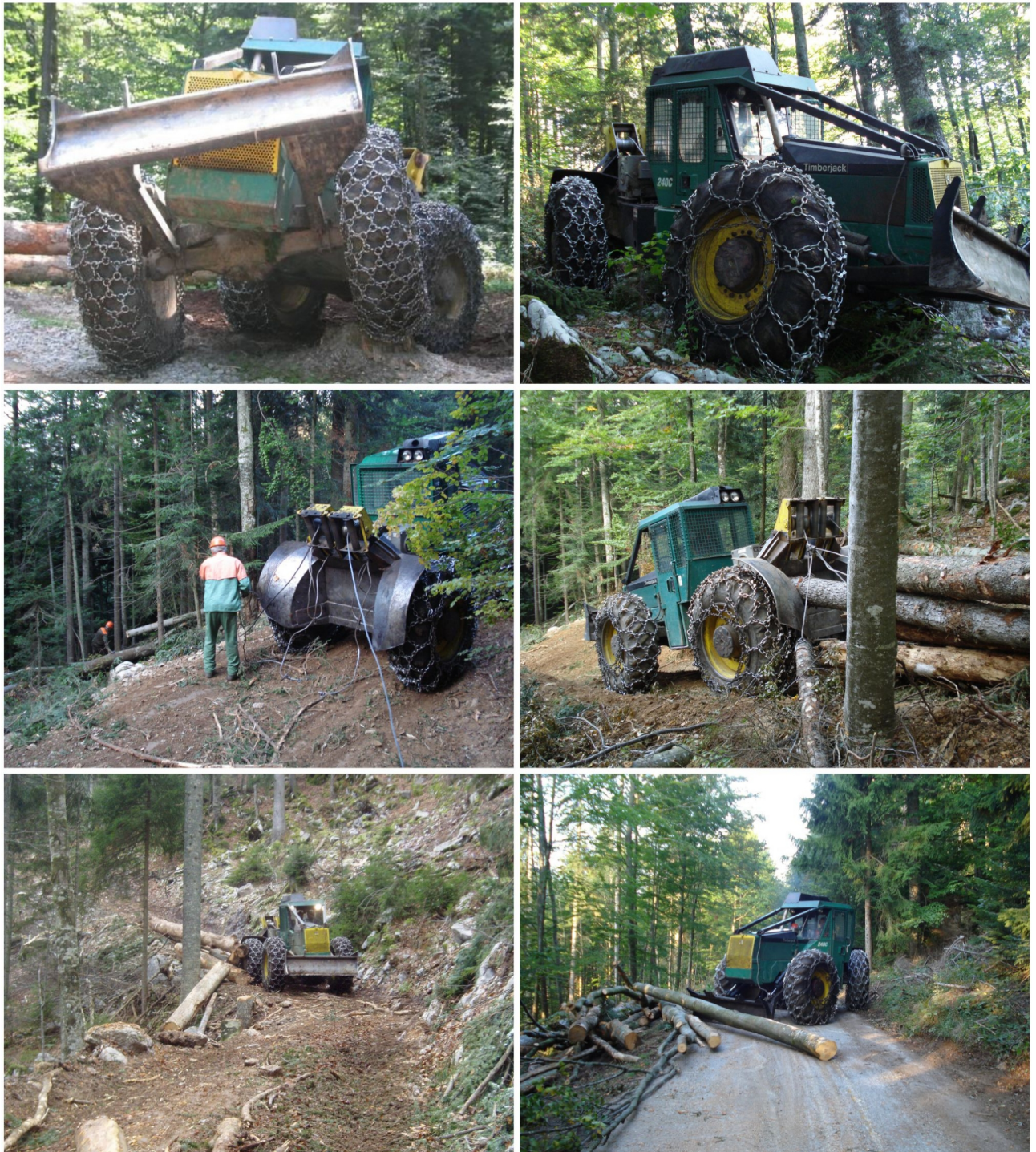
- ⇒ pogodnost rada na terenima < ± 30 (40) % uzdužnoga i < 10 % bočnoga nagiba,
- ⇒ potrebu za dodatnim radnikom – kopčašem te nezahtjevnost za visoko kvalificiranom radnom snagom,
- ⇒ prilagodljivost privlačenju drva pri niskim sječnim gustoćama te uslijed izbora metode izradbe drva prikladnost privlačenja stabala malih i velikih dimenzija, čime je pogodan za rad u svim uzgojnim zahvatima,
- ⇒ zahtjev za osrednjom gustoćom šumskih cesta (16,7 m/ha), što odgovara najvećoj pravocrtnoj udaljenosti privlačenja drva od 300 m, odnosno srednjoj teorijskoj udaljenosti privlačenja drva od 150 m,
- ⇒ zahtjevnost za prostranim pomoćnim stovarištima zbog potpune (stablovna metoda) ili djelomične (deblovna metoda) izrade privučenoga drva,
- ⇒ osjetljivost na povišenu vlažnost i ograničenu nosivost šumskog tla uslijed smanjenja vučnih značajki skidera (pada proizvodnosti), ali i porasta razine oštećenja šumskog tla,
- ⇒ nemogućnost rada noću, zbog manualnog izvlačenja vučnog uža vitla i vezanja drva,
- ⇒ neosjetljivost na slabu vidljivost (maglu) i pojačan vjetar te osrednju dubinu snjega,
- ⇒ zadovoljavaću razinu djelotvornosti, uslijed relativno manje nabavne cijene i osrednje razine proizvodnosti u usporedbi s ostalim sredstvima privlačenja drva.

2. Materijal i metode

Poglavlje materijal i metode, sastoji se od četiri potpoglavlja: 1) Skider Timberjack 240C, 2) Izvori podataka, 3) Mjesta istraživanja te 4) Obrada podataka.

2.1 Skider Timberjack 240C

Skider Timberjack 240C je četverokotačno šumsko vozilo (slika 6), formule pogona 4 × 4 (4WD).

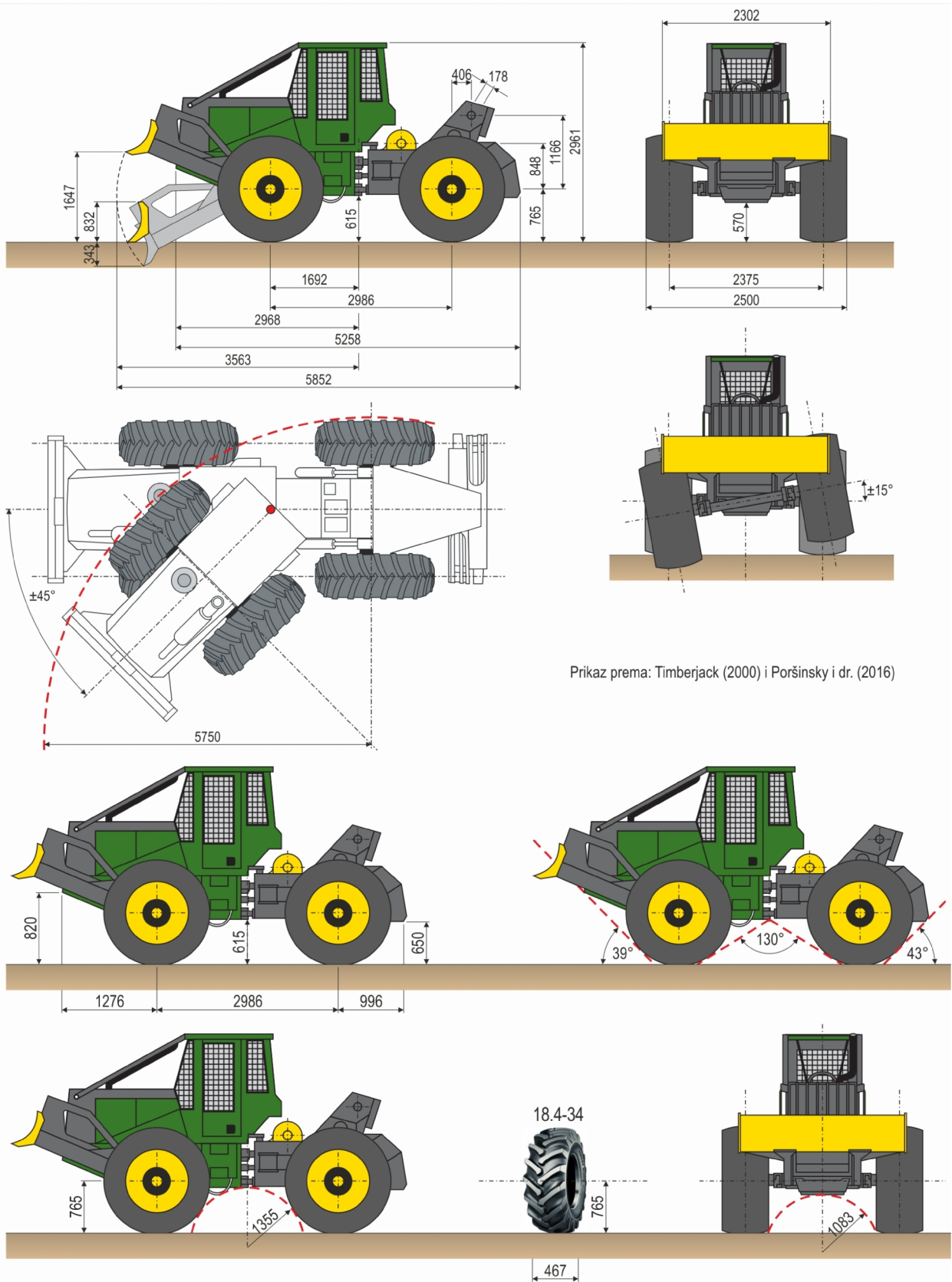


Slika 6. Skider Timberjack 240C

Tehničke značajke skidera Timberjack 240C su:

- ⇒ Dimenzije su skidera prikazane na slici 7, prema odrednicama norme ISO 13861:2000.
- ⇒ Kut zakretanja zgloba ($\pm 45^\circ$), osigurava polumjer okretanja vozila od 5,75 m.
- ⇒ Njihajuća prednja osovina ($\pm 15^\circ$), osigurava svladavanje površinskih prepreka visine ili dubine do 50 cm.
- ⇒ S obzirom, da je kretnost skidera pri privlačenju drva po šumskome bespuću utjecana makro i mikro značajkama terena, na slici 7 su prikazani su prednji (39°), središnji (130°) i stražnji (43°) kut prohodnosti skidera Timberjack 240C, odnosno radijusi uzdužne (1355 mm) i poprečne (1083 mm) prohodnosti, koji mu uz ostale dimenzijske značajke omogućuju svladavanje terenskih nepravilnosti.
- ⇒ Masa skidera s vozačem iznosi 8409 kg, opterećenje prednje osovine iznosi 4889 kg (58 %), a opterećenje stražnje osovine iznosi 3520 kg (42 %).
- ⇒ Skider pokreće zrakom hlađeni diesel motor Cummins BTA, četverocilindrični motor stapajnoga obujma 3900 cm^3 , nazivne snage 75 kW pri 2200 min^{-1} te najvećega zakretnoga momenta od 400 Nm pri 1500 min^{-1} .
- ⇒ Prijenos se snage obavlja mehaničkom transmisijom: pogonski motor → spojka → mehanički mjenjač → razdjelnik pogona → prednji i stražnji diferencijali s pojedinačnom blokadom → završni (planetarni) reduktori u kotačima skidera.
- ⇒ Mjenjač je sa četiri stupnja prijenosa naprijed i dva unatrag uz redukciju za brzi i spori hod. Najveća je brzina kretanja skidera 12,8 km/h.
- ⇒ Upravljanje je hidraulično preko servoupravljača.
- ⇒ Kočnice su hidraulično-mehaničke, radne kočnice su zatvorene lamele u ulju, parkirne kočioni disk s kliještima.
- ⇒ Za potrebe hrvatskog šumarstva pojedini skideri Timberjack 240C, isporučeni su sa jednobubanjским vitlom T40D ili dvobubanjским vitlom Konrad Adler HY16. Jednobubanjско (standardno) vitlo T40D, nazivne je vučne sile 125 kN, bubanj vitla je kapaciteta 77 m za vučno uže promjera 16 mm, odnosno 54 m za vučno uže promjera 19 mm. Dvobubanjско (opcijsko) vitlo Konrad Adler HY16, nazivne je vučne sile 80 kN, svaki bubanj vitla kapaciteta je 50 m za vučno uže promjera 16 mm. Neovisno o opremanju skidera jedno ili dvobubanjским vitlom, vučno se uže sa bubnja vodi preko dva vertikalna i jednog horizontalnog valjka. Vitla imaju mehanički pogon, a upravljanje je elektrohidraulično.
- ⇒ Zadnja daska je zaštitno – prihvatna, bez mogućnosti podizanja i spuštanja, odnosno sidrenja vozila. Prednja daska je pomična, širine 2302 mm, upravljana hidraulično. Namijenjena je za uhrpavanje oblovine na pomoćnome stovarištu.
- ⇒ Podaci vezani za standardne gume dimenzija 18.4-34 prikazani su na slici 7. Osim navedene dimenzije pneumatika, proizvođač preporučuje opremanje skidera i

sljedećim dimenzijama pneumatika: 23.1-26, 28L-26, 24.5-32, 30.5L-32 te 67×34.00-26.



Prikaz prema: Timberjack (2000) i Poršinsky i dr. (2016)

Slika 7. Dimenzijske značajke skidera Timberjack 240C

- ⇒ Električni sustav napona 12 V osiguravaju dva akumulatora, svaki napona 12 V i kapaciteta 180 Ah.
- ⇒ Zapremina spremnika za gorivo iznosi 113 dm³.
- ⇒ Skider Timberjack 240C opremljen je zaštitnom strukturom od prevrtanja vozila (eng. ROPS – Roll-over protective structure), zaštitnom strukturom od pada predmeta (eng. FOPS – Falling object protective structure) te zaštitnom strukturom kabine tj. zaštitnom mrežom (eng. OPS – Operative protective structure).
- ⇒ Kabina je prostrana te zadovoljava ergonomske i sigurnosne odrednice.

2.2 Izvori podataka

Za izvore podataka proizvodnosti skidera Timberjack 240C korištene su sljedeće primarne i sekundarne publikacije:

1. Krpan, A.P.B., Zečić, Ž., 2001: Učinkovitost i troškovi traktora Timberjack 240C pri privlačenju drva u brdskim oplodnim sječama. Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama. Izdavači: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, 477–490.
2. Zečić, Ž., Krpan, A. P. B., Stankić, B., 2004: Privlačenje oblovine traktorom Timberjack 240C iz oplodne sječe u uvjetima Šumarije Velika Pisanica. Šum. list 128(11–12): 671–678.
3. Sabo, A., Poršinsky, T., 2005: Skidding of Fir Roundwood by Timberjack 240C from Selective Forests of Gorski Kotar. Croatian Journal of Forest Engineering 26(1): 13–27.
4. Mikulin, M., 2008: Učinak rada traktora Timberjack 240C pri čistoj sječi euroameričke topole na području Šumarije Popovača. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–104.
5. Milković, D., 2010: Učinkovitost traktora Timberjack 240C s jedno- i dvobubanjским vitlom pri privlačenju oblovine iz preborne bukovo-jelove sastojine u gorskom području Šumarije Perušić. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–143.
6. Zečić, Ž., Vusić, D., Prka, M., Klepac, S., 2010: Utjecaj nagiba traktorskog puta na proizvodnost traktora Timberjack 240C pri privlačenju drvnih sortimenata u prebornim šumama. Šum. list 134(3–4): 103–114.
7. Zečić, Ž., Vusić, D., Nevečerel, H., Mikulin, M., 2011: Utjecaj obujma tovara na proizvodnost traktora Timberjack 240C pri privlačenju debala euroameričke topole u nizinskim šumama. Croat. j. for. eng. 32(1): 357–368.
8. Zečić, Ž., Vusić, D., Milković, D., Zorić, M., 2011: Usporedba proizvodnosti skidera s jednobubanjским i s dvobubanjским vitlom u prebornim šumama. Nova mehanizacija šumarstva 32: 15–22.
9. Pečnjak, D., 2012: Učinkovitost traktora Timberjack 240C pri privlačenju drva u brdskim uvjetima primjenom sortimentne metode. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–111.
10. Zečić, Ž., Martinić, I., Vusić, D., Bakarić, M., Pečnjak, D., Landekić, M., 2019: Učinkovitost skidera Timberjack 240C pri privlačenju drva u brdskim uvjetima primjenom sortimentne metode. Nova mehanizacija šumarstva 40: 19–29.

2.3 Mjesta istraživanja

Krpan i Zečić (2001) istražuju djelotvornost privlačenja drva skiderom Timberjack 240C u pripremnom sijeku bukove sastojine na području UŠP Našice, Šumarija Voćin. Nadmorska visina sječine kreće se od 350 – 530 m nad morem s nagibom terena od +5 do -40 % uz prisutnost blage kamenitosti terena gdje je srednja udaljenost privlačenja drva iznosila 807 m. Tlo je tijekom rada bilo uglavnom vlažno. U pripremnome sijeku dominirala je obična bukva, pri čemu je doznačeno 28 stabala po ha, odnosno 54,04 m³/ha. Srednji obujam doznačenog/posječenog stabla iznosio je 1,94 m³/stablu. Istraživanje je trajalo 9 dana, pri čemu je privučeno 391,43 m³ drva.

Zečić i dr. (2004) istražuju djelotvornost privlačenja drva skiderom Timberjack 240C u kitnjakovo – bukovoju sastojini na području UŠP Bjelovar, Šumarija Velika Pisanica. Nadmorska visina sječine, kreće se od 130 – 165 m nad morem s nagibom terena od +5 do +20 % uz prisutnost blage kamenitosti terena gdje je srednja udaljenost privlačenja drva iznosila 286 m. Tlo je tijekom rada bilo uglavnom vlažno. U dovršnom sjeku doznačeno je 23 stabala po ha, odnosno 95,93 m³/ha. Srednji obujam doznačenog/posječenog stabla iznosio je 4,16 m³/stablu. Istraživanje je trajalo 9 dana, pri čemu je privučeno 576,98 m³ drva.

Sabo i Poršinsky (2005) istražuju djelotvornost privlačenja drva skiderom Timberjack 240C u području prebornih bukovo-jelovih šuma na području UŠP Delnice. Istraživanje provode u odsjecima 31b i 74b, gospodarske jedinice Delice, šumarije Delnice. Odsjek 31b, površine je 24,6 ha sa temeljnicom od 32,7 m²/ha (338 stabala po ha) i drvnom zalihom od 501,3 m³/ha. Nadmorska visina odsjeka kreće se od 770 – 805 m nad morem s nagibom terena od 10 – 25 % bez prisutne kamenitosti terena. Srednja udaljenost privlačenja drva odsjeka iznosi 200 m, sekundarna otvorenost mrežom traktorskih putova iznosila 96,4 m/ha, a nagib sekundarnih prometnica kretao se je u rasponu od +32 % do -34 %. U odsjeku se je izvodila preborna sječa pri čemu je doznačeno 17 stabala po ha, odnosno 54,2 m³/ha. Srednji obujam doznačenoga/posječenoga stabla iznosio je 3,2 m³/stablu. Tijekom privlačenja drva tlo je bilo vlažno. Istraživanje je trajalo 16 dana, odnosno 128 traktorskih turnusa, pri čemu je u odsjeku 31b privučeno 597,6 m³ drva, a u odsjeku 74b 522 m³.

Mikulin (2008) istražuje učinkovitost skidera Timberjack 240C pri privlačenju drva na području Šumarije Popovača. Istraživanje je provedeno u 68c odjelu u gospodarskoj jedinici »Popovačke nizinske šume«. Odsjek 68c, površine je 3,8 ha sa 180 stabala po ha i drvnom zalihom od 198 m³/ha. Nadmorska visina odsjeka iznosi 95 m nad morem s nagibom terena od 0 % bez prisutne kamenitosti terena. Stabla euroameričke topole sađena su u redove 4 × 5 metara, a srednja udaljenost privlačenja drva odsjeka iznosi 750 m. U odsjeku je bio propisan zahvat čiste sječe pri čemu je posječeno 120 stabala euroameričke topole po ha, odnosno 154,8 m³/ha. Stabla su imala prosječni prsni promjer 34 cm, a srednji obujam stabla je iznosio 1,29 m³/stablu. Tlo u odjseku bilo je jako vlažno i raskvašeno zbog povremenih kiša koje su padale najviše poslije radnog vremena. Istraživanje je trajalo 12 dana, pri čemu je privučeno 759,03 m³ drva u 88 traktorskih turnusa.

Milković (2010) istražuje učinkovitost skidera Timberjack 240C s jedno- i dvobubanjским vitlom pri privlačenju oblovine iz preborne bukovo – jelove sastojine u gorskom području šumarije Perušić. Istraživanje provodi na radilištu u gospodarskoj jedinici »Konjska Draga – Begovača«, u odjelu 6a. Površina 6a odsjeka iznosi 54,47 ha sa temeljnicom od 31,10 m²/ha (374 stabala po ha) i drvnom zalihom od 378 m³/ha. Odjel se nalazi na nadmorskoj visini od 630 do 785 metara. Nagib terena se kretao od 0 – 25 % uz prisutnost blage kamenitosti terena. Srednja udaljenost privlačenja drva odsjeka iznosi 450 m. U odsjeku se je izvodila preborna sječa pri čemu je doznačeno 31 stablo po ha, odnosno 73,53 m³/ha. Srednji obujam doznačenoga/posječenoga stabla iznosio je 2,37 m³/stablu. Tlo je tijekom rada bilo uglavnom suho, 3 – 4 dana je bilo vlažno. Temperatura se kretala u jutro od 7 – 15 °C, a dnevna je iznosila 24 – 33 °C. Istraživanje je trajalo 10 dana, gdje je skider sa jednobubanjским vitlom privukao 558,92 m³ u 99 traktorskih turnusa, a skider sa dvobubanjским vitlom je privukao 626,07 m³ u 103 traktorska turnusa.

Zečić i dr. (2010) istražuju djelotvornost privlačenja drva skiderom Timberjack 240C na području UŠP Delnice, šumarija Prezid, gospodarska jedinica »Milanov vrh«, odjel 33b. Na radilištu su vremenski odvojene faze sječe i izrade drvnih sortimenata od privlačenja drva. U sječini se nalazi 51,86 m³/ha, a omjer smjese vrsta je sljedeći: 74,29 % jele, 22,87 % bukve i 2,84 % OTL. Duljina traktorskoga puta niz nagib terena iznosi 1097 m, sa prosječnim nagibom od -10,8 %, a srednja udaljenost privlačenja iznosi 623 m. Traktorski put uz nagib terena duljine je 608 m, sa prosječnim nagibom od 4,8 %, a srednja udaljenost privlačenja iznosi 261 m. Istraživanje je trajalo 7 dana, pri čemu je privučeno 254,8 m³ drva u 55 traktorskih turnusa.

Pečnjak (2012) istražuje učinkovitost skidera Timberjack 240C pri privlačenju drvnih sortimenata u dovršnome i naplodonome sjeku. Terenska istraživanja su provedena na području Šumarije Okučani u 44a odjelu gospodarske jedinice »Okučanska brda« i na području Šumarije Nova Gradiška, odjel 74a gospodarske jedinice »Južni Psunj«. Površina istraživačkog odsjeka 44a iznosi 41,85 ha sa 187 stabala po ha i drvnom zalihom od 387 m³/ha. Nadmorska visina odsjeka kreće se od 150 – 300 m nad morem bez prisutne kamenitosti terena. Srednja udaljenost privlačenja za odsjek 44a iznosi 300 m. Tlo je tijekom rada bilo uglavnom vlažno. U odsjeku 44a radi se o dovršnoj sječi hrastovih stabala pri čemu je doznačeno 81 stabalo po ha, odnosno 203,31 m³/ha. Srednji obujam doznačenog/posječenog stabla iznosio je 2,51 m³/stablu. Površina istraživanog odsjeka 74a iznosi 61,34 ha sa 228 stabala po ha i drvnom zalihom od 415 m³/ha. Nadmorska visina odsjeka je 860 m nad morem bez prisutne kamenitosti terena. Srednja udaljenost privlačenja za odsjek 74a iznosi 1000 m. Tlo je tijekom rada bilo smrznuto. U odsjeku 74a radi se o dovršnoj sječi bukovih stabala pri čemu je doznačeno 12 stabala po ha, odnosno 16,44 m³/ha. Srednji obujam doznačenog/posječenog stabla iznosio je 1,37 m³/stablu. Istraživanje u odsjeku 44a gospodarske jedinice »Okučanska brda« je trajalo 11 dana, pri čemu je privučeno 344,64 m³ drva, dok je u odsjeku 74a

gospodarske jedinice »Južni Psunj« istraživanje trajalo 9 dana, pri čemu je privučeno 123,88 m³ drva.

2.4 Obrada podataka

Za doseganje postavljenih ciljeva istraživanja, analize ostvarenih proizvodnosti skidera Timberjack 240C u različitim uvjetima rada, provedena je korelacijska analiza u cilju utvrđivanja postojanja statistički značajne povezanosti utjecajnih čimbenika (nezavisne varijable) s ostvarenim pokazateljima proizvodnosti skidera (zavisne varijable).

Zavisne (numeričke – kontinuirane) varijable obuhvatile su slijedeće pokazatelje proizvodnosti skidera: 1) prosječnu brzinu kretanja neopterećenoga skidera, 2) prosječnu brzinu kretanja opterećenoga skidera, 3) prosječni utrošak vremena rada na sječini, 4) prosječni utrošak vremena rada na pomoćnome stovarištu, 5) prosječni faktor dodatnoga vremena, 6) prosječni obujam tovara privučenoga drva u jednome traktorskom turnusu.

Nezavisne varijable, koje pokazuju uvjete rada na šumskom radilištu obuhvatile su: 1) sječnu gustoću, 2) obujam srednjeg kubnog doznačenog stabla, 3) uzdužni nagib sekundarnih šumskih prometnica (traktorskih vlaka i traktorskih putova) i smjer privlačenja drva (uz i niz nagib terena), 4) uvjete nosivosti podloge (šumskog tla) te 5) metodu izradbe drva. Sječna gustoća, obujam srednjeg doznačenog stabla, uzdužni nagib sekundarnih šumskih prometnica sa smjerom privlačenja drva su kontinuirane numeričke varijable, a uvjeti nosivosti podloge i metode izradbe drva su opisne (kategoričke) varijable. Za potrebe statističke obrade podataka opisne varijable su kodirane za uvjete nosivosti tla (suho tlo – 1, vlažno tlo – 2, mokro tlo – 3) i metode izradbe drva (sortimentna – 1, poludeblovna – 2, deblovna – 3, stablovna – 4).

Za jakost povezanosti zavisnih i nezavisnih varijabli u korelacijskoj analizi koristiti će se Roemer – Orphal-ova skala: ne postoji povezanost (<0,1), jako slaba povezanost (0,1 – 0,25), slaba povezanost (0,25 – 0,4), osrednja povezanost (0,4 – 0,5), jaka povezanost (0,5 – 0,75), vrlo jaka povezanost (0,75 – 0,9) te potpuna povezanost (0,9 – 1,0).

Pri svim analizama pogreška od 5 % smatrala se statistički značajnom.

Prikaz utjecajnih čimbenika i ostvarenih pokazatelja proizvodnosti skidera Timberjack 240C pri različitim uvjetima rada usporedno je dan u tablici 1.

Tablica 1. Prikaz utjecajnih čimbenika i ostvarenih rezultata proizvodnosti skidera Timberjack 240C pri različitim uvjetima rada

| Izvor podataka | Vrsta drva | Sječna gustoća | Srednje stablo | Nagib sekund. prometnica | Stanje tla | Metoda izradbe drva | Brzina kretanja | | Utrošak vremena rada | | Faktor dodatnog vremena | Značajke tovara | | |
|--|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------|---------------------|-----------------|------|----------------------|------------|-------------------------|----------------------|-------------|---------|
| | | m ³ ha ⁻¹ | m ³ stablo ⁻¹ | % | | | prazan | pun | na sječini | na stovar. | | obujam | broj komada | duljina |
| | | | | | | | km/h | km/h | min/tura | min/tura | | m ³ /tura | | m |
| Timberjack 240C (8400 kg, 75 kW) s dvobubanjским vitlom Konrad Adler (2 × 80 kN) | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Krpan i Zečić (2001) | bukva i OTL | 54,0 | 1,9 | -20 | vlažno | deblovna | 4,57 | 3,40 | 16,58 | 11,18 | 1,27 | 6,31 | 7,4 | 14,3 |
| 2. Zečić i dr. (2004) | kitnjak i bukva | 95,9 | 4,2 | +20 | vlažno | poludeblovna | 4,96 | 3,55 | 5,60 | 4,72 | 1,19 | 4,24 | 2,3 | 12,1 |
| 3. Sabo i Poršinsky (2005) | jela | 70,0 | 3,9 | -16,0 | vlažno | poludeblovna | 5,33 | 3,99 | 6,95 | 3,71 | 1,20 | 4,40 | 5,7 | 7,0 |
| 4. Mikulin (2008) | topola | 226,4 | 1,7 | 0,0 | vlažno | stablovna | 6,71 | 4,20 | 7,02 | 11,95 | 1,30 | 8,63 | 5,2 | 23,3 |
| 5. Milković (2010) | jela | 73,5 | 2,4 | +7,4 | suho | poludeblovna | 3,69 | 2,27 | 6,18 | 3,42 | 1,33 | 6,05 | 4,6 | 8,6 |
| 6. Zečić i dr. (2010) | jela i bukva | 51,9 | 1,1 | -10,8 | suho | poludeblovna | 3,56 | 3,50 | 13,48 | 3,88 | 1,33 | 5,04 | 7,6 | 6,2 |
| 7. Zečić i dr. (2010) | jela i bukva | 51,9 | 1,1 | +4,8 | suho | poludeblovna | 3,56 | 3,50 | 13,48 | 3,88 | 1,33 | 3,72 | 8,8 | 6,0 |
| 8. Pečnjak (2012) | kitnjak | 205,5 | 2,5 | -7,9 | vlažno | sortimentna | 5,05 | 3,81 | 12,23 | 4,48 | 1,16 | 2,63 | 6,8 | 3,9 |
| 9. Pečnjak (2012) | bukva | 84,02 | 1,4 | +4,0 | mokro | poludeblovna | 2,71 | 2,56 | 13,85 | 5,52 | 1,20 | 3,26 | 7,4 | 10,7 |
| Timberjack 240C (8400 kg, 75 kW) s jednobubanjским vitlom T40 (1 × 125 kN) | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. Milković (2010) | jela | 73,5 | 2,4 | -8,4 | suho | poludeblovna | 3,69 | 1,96 | 6,49 | 4,59 | 1,36 | 5,65 | 4,4 | 8,8 |

3. Rezultati

U skladu sa zacrtanim ciljevima, rezultati analize proizvodnosti skidera s vitlom Timberjack 240C u različitim uvjetima rada, prikazani su kroz slijedeća potpoglavlja: 1) Ostvarena struktura utrošaka vremena i proizvodnosti, 2) Analiza brzine kretanja neopterećenoga skidera, 3) Analiza brzine kretanja opterećenoga skidera, 4) Analiza utrošaka vremena rada na sječini, 5) Analiza utrošaka vremena rada na pomoćnome stovarištu, 6) Analiza dodatnoga vremena te 7) Analiza obujma tovara.

3.1 Ostvarena struktura utrošaka vremena i proizvodnosti

Ostvarena struktura utrošaka vremena i proizvodnosti privlačenja drva skiderom Timberjack 240C u različitim uvjetima rada hrvatskoga šumarstva prikazana je u tablicama 2 do 6.

Ostvarena proizvodnost privlačenja drva skiderom Timberjack 240C kretala se je u širokom rasponu vrijednosti od 13,76 m³/dan do 92,80 m³/dan, odnosno iskazano jediničnim utrošcima ukupnoga vremena 5,18 min/m³ do 22,32 min/m³, ali i jediničnim utrošcima efektivnog vremena 3,53 min/m³ do 17,41 min/m³ (Tablice 2 – 6).

Razlozi ovako velikog raspona ostvarenih proizvodnosti su:

- ⇒ odnos općega (prekida rada) i efektivnoga vremena kretala se je u rasponu od 0,23 do 0,56 po istraživanim radilištima,
- ⇒ različite srednje ostvarene udaljenosti privlačenja drva koje su se kretale od 120 m do 1000 m, što ukazuje na različitost primarne otvorenosti šuma istraživanih radilišta te je utjecalo i na udjele kretanja neopterećenoga (7,08 % – 22,43 % efektivnog vremena) i opterećenog skidera (7,82 % – 34,85 % efektivnog vremena),
- ⇒ sastojinski čimbenici prepoznati kroz djelovanje sječne gustoće i srednjeg obujma doznačenoga stabla u različitim uzgojnim zahvatima (različiti sjekovi oplodnih sječa, preborne sječe) kretali su se isto tako u širokim rasponima 51,9 m³/ha do 226,4 m³/ha, odnosno 1,1 m³/stablu do 4,2 m³/stablu, ali i primjenjenih metoda izradbe drva (od sortimentne do stablovne), što je između ostaloga utjecalo i na raspone ostvarenih udjela vremena rada na sječini (17,68 % – 55,45 % efektivnog vremena), ali i raspone ostvarenih udjela vremena rada na pomoćnome stovarištu (10,05 % – 33,9 % efektivnog vremena),
- ⇒ različitost utjecaja terenskih čimbenika (iskazanih u tablici 1), koji se odnose na uzdužni nagib sekundarne infrastrukture i smjer vuče drva (-20 % do +20 %) te uvjete nosivosti podloge (od mokrog do suhog šumskog tla),
- ⇒ ostvarenih brzina kretanja neopterećenoga (2,71 km/h do 6,71 km/h) i opterećenoga skidera (2,27 km/h do 4,2 km/h),
- ⇒ ostvarenih obujama tovara vučenoga drva od 2,63 m³/turnusu do 8,63 m³/turnusu, koji su posljedica djelovanja terenskih i sastojinskih čimbenika te primjenjenih metoda izradbe drva.

Tablica 2. Struktura utrošenih vremena i ostvarena proizvodnost – 1. dio

| Izvor podataka | Krpan i Zečić (2001) | | | Zečić i dr. (2004) | | |
|---|-------------------------------|---------------------|------------|-------------------------------|---------------------|------------|
| Gospodarska jedinica, odjel/odsjek | Voćin | | | Velika Pisanica | | |
| Radne sastavnice | Ukupno utrošeno vrijeme | Postotni udio prema | | Ukupno utrošeno vrijeme | Postotni udio prema | |
| | | ukupnom | efektivnom | | ukupnom | efektivnom |
| | | vremenu | | | vremenu | |
| | min | % | | min | % | |
| 1. Kretanje neopterećenoga skidera | 624,07 | 17,59 | 21,60 | 478,68 | 13,50 | 16,57 |
| 2. Kretanje opterećenoga skidera | 863,60 | 24,35 | 29,90 | 669,54 | 18,88 | 23,18 |
| 2.1 Vožnja opterećenoga skidera | 744,50 | 20,99 | 25,77 | 597,67 | 16,85 | 20,69 |
| 2.2 Privitavanje pri vuči skiderom | 119,10 | 3,36 | 4,12 | 71,87 | 2,03 | 2,49 |
| 3. Rad na sječini | 1027,48 | 28,97 | 35,57 | 761,14 | 21,46 | 26,35 |
| 3.1 Zauzimanje položaja | 136,04 | 3,84 | 4,71 | 132,59 | 3,74 | 4,59 |
| 3.2 Izvlačenje vučnog uža | 131,21 | 3,70 | 4,54 | 134,42 | 3,79 | 4,65 |
| 3.3 Vežanje tovara | 215,63 | 6,08 | 7,46 | 159,81 | 4,51 | 5,53 |
| 3.4 Sakupljanje drva vitlom | 297,34 | 8,38 | 10,29 | 182,36 | 5,14 | 6,31 |
| 3.5 Ispravljanje tovara | 224,96 | 6,34 | 7,79 | 146,50 | 4,13 | 5,07 |
| 3.6 Silaženje i penjanje | 22,30 | 0,63 | 0,77 | 5,46 | 0,15 | 0,19 |
| 4. Rad na pomoćnom stovarištu | 795,97 | 22,44 | 27,56 | 979,29 | 27,61 | 33,90 |
| 4.1 Vožnja opterećenoga skidera | 61,69 | 1,74 | 2,14 | 210,69 | 5,94 | 7,29 |
| 4.2 Premještanje skidera | 21,42 | 0,60 | 0,74 | 3,20 | 0,09 | 0,11 |
| 4.3 Silaženje i penjanje | 23,80 | 0,67 | 0,82 | 6,96 | 0,20 | 0,24 |
| 4.4 Odvezivanje tovara | 165,67 | 4,67 | 5,74 | 64,79 | 1,83 | 2,24 |
| 4.5 Izvlačenje užeta ispod tovara | 23,46 | 0,66 | 0,81 | 31,26 | 0,88 | 1,08 |
| 4.6 Uređenje složaja | 424,97 | 11,98 | 14,71 | 446,70 | 12,59 | 15,46 |
| 4.7 Okretanje neopterećenog skidera | 33,95 | 0,96 | 1,18 | 89,34 | 2,52 | 3,09 |
| 4.8 Vožnja neopterećenog skidera | 41,01 | 1,16 | 1,42 | 126,35 | 3,56 | 4,37 |
| 5. Ukupno efektivno vrijeme rada | 3311,12 | 93,35 | 100,00 | 2888,65 | 81,44 | 100,00 |
| 6. Opća vremena (prekidi rada) | 1406,83 | 39,66 | | 658,30 | 18,56 | |
| 7. Ukupno utrošeno vrijeme | 4717,95 | 100,00 | | 3546,95 | 100,00 | |
| 8. Odnos općega i efektivnoga vr vremena | 0,42 | | | 0,23 | | |
| 9. Ukupno privučeno drvo, m ³ | 391,43 | | | 576,98 | | |
| 10. Efektivno vrijeme po jedinici, min/m ³ | 8,46 | | | 5,01 | | |
| 11. Ukupno vrijeme po jedinici, min/m ³ | 12,05 | | | 6,15 | | |
| 12. Ostvareni dnevni učinak, m ³ /dan | 43,49 | | | 64,11 | | |
| 13. Ostvareni dnevni učinak m ³ /h | 5,44 | | | 8,01 | | |
| 14. Srednja udaljenost privlačenja drva, m | 807 | | | 286 | | |

Tablica 3. Struktura utrošenih vremena i ostvarena proizvodnost – 2. dio

| Izvor podataka | Sabo i Poršinsky (2005) | | | Sabo i Poršinsky (2005) | | |
|---|-------------------------------|---------------------|------------|-------------------------------|---------------------|------------|
| Gospodarska jedinica, odjel/odsjek | GJ Delnice, 31b | | | GJ Delnice, 74b | | |
| Radne sastavnice | Ukupno utrošeno vrijeme | Postotni udio prema | | Ukupno utrošeno vrijeme | Postotni udio prema | |
| | | ukupnom | efektivnom | | ukupnom | efektivnom |
| | | vremenu | | | vremenu | |
| | min | % | | min | % | |
| 1. Kretanje neopterećenoga skidera | 258,39 | 7,28 | 8,95 | 204,55 | 5,77 | 7,08 |
| 2. Kretanje opterećenoga skidera | 353,30 | 9,96 | 12,23 | 225,85 | 6,37 | 7,82 |
| 2.1 Vožnja opterećenoga skidera | 353,30 | 9,96 | 12,23 | 225,85 | 6,37 | 7,82 |
| 2.2 Privitlavanje pri vuči skiderom | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3. Rad na sječini | 956,75 | 26,97 | 33,12 | 856,49 | 24,15 | 29,65 |
| 3.1 Zauzimanje položaja | 89,01 | 2,51 | 3,08 | 71,33 | 2,01 | 2,47 |
| 3.2 Izvlačenje vučnog uža | 202,81 | 5,72 | 7,02 | 156,15 | 4,40 | 5,41 |
| 3.3 Vežanje tovara | 197,53 | 5,57 | 6,84 | 441,31 | 12,44 | 15,28 |
| 3.4 Sakupljanje drva vitlom | 197,53 | 5,57 | 6,84 | 135,70 | 3,83 | 4,70 |
| 3.5 Ispravljanje tovara | 68,23 | 1,92 | 2,36 | 52,00 | 1,47 | 1,80 |
| 3.6 Silaženje i penjanje | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Rad na pomoćnom stovarištu | 465,00 | 13,11 | 16,10 | 502,12 | 14,16 | 17,38 |
| 4.1 Vožnja opterećenoga skidera | 72,87 | 2,05 | 2,52 | 54,98 | 1,55 | 1,90 |
| 4.2 Premještanje skidera | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4.3 Silaženje i penjanje | 74,73 | 2,11 | 2,59 | 70,63 | 1,99 | 2,45 |
| 4.4 Odvezivanje tovara | 141,05 | 3,98 | 4,88 | 150,69 | 4,25 | 5,22 |
| 4.5 Izvlačenje užeta ispod tovara | 67,77 | 1,91 | 2,35 | 37,75 | 1,06 | 1,31 |
| 4.6 Uređenje složaja | 148,51 | 4,19 | 5,14 | 210,64 | 5,94 | 7,29 |
| 4.7 Okretanje neopterećenog skidera | 32,94 | 0,93 | 1,14 | 32,41 | 0,91 | 1,12 |
| 4.8 Vožnja neopterećenog skidera | 41,08 | 1,16 | 1,42 | 22,54 | 0,64 | 0,78 |
| 5. Ukupno efektivno vrijeme rada | 2147,39 | 60,54 | 100,00 | 1843,99 | 51,99 | 100,00 |
| 6. Opća vremena (prekidi rada) | 1033,77 | 29,15 | | 861,46 | 24,29 | |
| 7. Ukupno utrošeno vrijeme | 3181,16 | 100,00 | | 2705,45 | 100,00 | |
| 8. Odnos općega i efektivnoga vr vremena | 0,48 | | | 0,47 | | |
| 9. Ukupno privučeno drvo, m ³ | 597,60 | | | 522,00 | | |
| 10. Efektivno vrijeme po jedinici, min/m ³ | 3,59 | | | 3,53 | | |
| 11. Ukupno vrijeme po jedinici, min/m ³ | 5,32 | | | 5,18 | | |
| 12. Ostvareni dnevni učinak, m ³ /dan | 90,40 | | | 92,80 | | |
| 13. Ostvareni dnevni učinak m ³ /h | 11,30 | | | 11,60 | | |
| 14. Srednja udaljenost privlačenja drva, m | 150 | | | 120 | | |

Tablica 4. Struktura utrošenih vremena i ostvarena proizvodnost – 3. dio

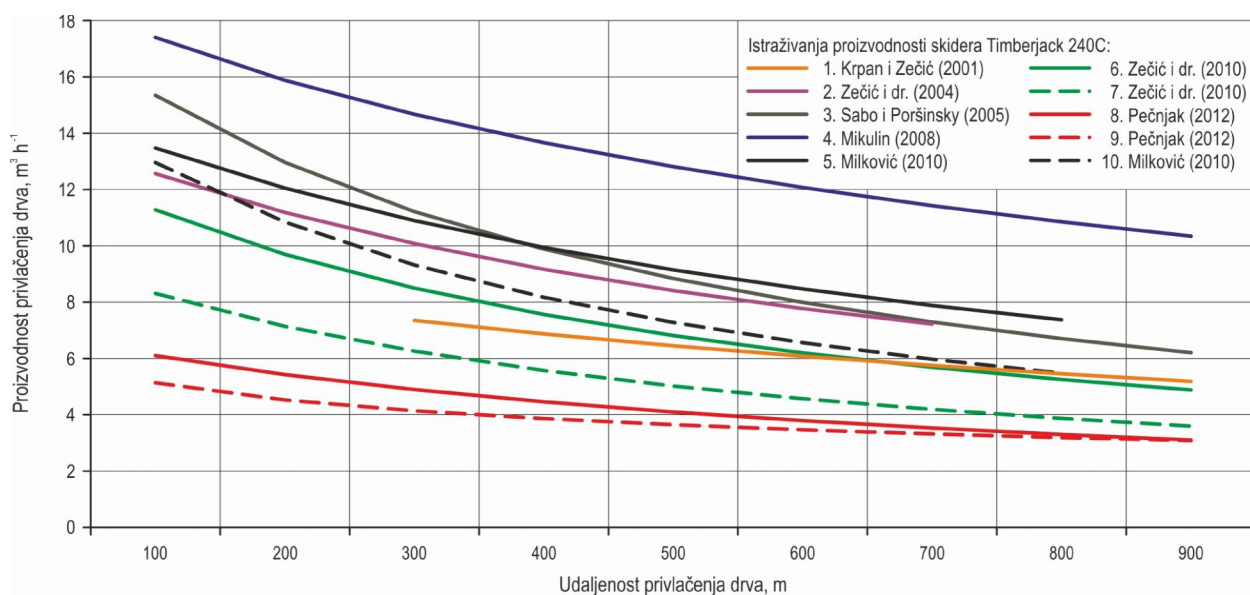
| Izvor podataka | Mikulin (2008) | | | Zečić i dr. (2010) | | |
|---|---------------------------------|---------------------|------------|-------------------------------|---------------------|------------|
| Gospodarska jedinica, odjel/odsjek | GJ Popovačke nizinske šume, 68c | | | GJ Milanov vrh, 33b | | |
| Radne sastavnice | Ukupno utrošeno vrijeme | Postotni udio prema | | Ukupno utrošeno vrijeme | Postotni udio prema | |
| | | ukupnom | efektivnom | | ukupnom | efektivnom |
| | min | vremenu | | min | vremenu | |
| | | % | | | % | |
| 1. Kretanje neopterećenoga skidera | 440,07 | 12,41 | 15,23 | 480,78 | 13,55 | 16,64 |
| 2. Kretanje opterećenoga skidera | 833,74 | 23,51 | 28,86 | 530,87 | 14,97 | 18,38 |
| 2.1 Vožnja opterećenoga skidera | 773,23 | 21,80 | 26,77 | 493,92 | 13,93 | 17,10 |
| 2.2 Privitlavanje pri vuči skiderom | 60,51 | 1,71 | 2,09 | 36,95 | 1,04 | 1,28 |
| 3. Rad na sječini | 618,03 | 17,42 | 21,40 | 863,53 | 24,35 | 29,89 |
| 3.1 Zauzimanje položaja | 53,92 | 1,52 | 1,87 | 73,93 | 2,08 | 2,56 |
| 3.2 Izvlačenje vučnog uža | 117,59 | 3,32 | 4,07 | 170,85 | 4,82 | 5,91 |
| 3.3 Vežanje tovara | 235,69 | 6,64 | 8,16 | 331,08 | 9,33 | 11,46 |
| 3.4 Sakupljanje drva vitlom | 159,62 | 4,50 | 5,53 | 195,61 | 5,51 | 6,77 |
| 3.5 Ispravljanje tovara | 44,03 | 1,24 | 1,52 | 64,16 | 1,81 | 2,22 |
| 3.6 Silaženje i penjanje | 7,18 | 0,20 | 0,25 | 27,90 | 0,79 | 0,97 |
| 4. Rad na pomoćnom stovarištu | 1067,42 | 30,09 | 36,95 | 290,24 | 8,18 | 10,05 |
| 4.1 Vožnja opterećenoga skidera | 197,07 | 5,56 | 6,82 | 43,08 | 1,21 | 1,49 |
| 4.2 Premještanje skidera | 10,31 | 0,29 | 0,36 | 13,81 | 0,39 | 0,48 |
| 4.3 Silaženje i penjanje | 4,03 | 0,11 | 0,14 | 24,10 | 0,68 | 0,83 |
| 4.4 Odvezivanje tovara | 113,85 | 3,21 | 3,94 | 67,26 | 1,90 | 2,33 |
| 4.5 Izvlačenje užeta ispod tovara | 83,58 | 2,36 | 2,89 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4.6 Uređenje složaja | 437,55 | 12,34 | 15,15 | 76,24 | 2,15 | 2,64 |
| 4.7 Okretanje neopterećenog skidera | 40,66 | 1,15 | 1,41 | 31,99 | 0,90 | 1,11 |
| 4.8 Vožnja neopterećenog skidera | 180,37 | 5,09 | 6,24 | 33,76 | 0,95 | 1,17 |
| 5. Ukupno efektivno vrijeme rada | 2959,26 | 83,43 | 100,00 | 2165,42 | 61,05 | 100,00 |
| 6. Opća vremena (prekidi rada) | 1352,55 | 38,13 | | 666,73 | 18,80 | |
| 7. Ukupno utrošeno vrijeme | 4311,81 | 100,00 | | 2832,15 | 100,00 | |
| 8. Odnos općega i efektivnoga vr vremena | 0,46 | | | 0,31 | | |
| 9. Ukupno privučeno drvo, m ³ | 759,03 | | | 254,80 | | |
| 10. Efektivno vrijeme po jedinici, min/m ³ | 3,90 | | | 8,50 | | |
| 11. Ukupno vrijeme po jedinici, min/m ³ | 5,68 | | | 11,12 | | |
| 12. Ostvareni dnevni učinak, m ³ /dan | 63,25 | | | 36,40 | | |
| 13. Ostvareni dnevni učinak m ³ /h | 7,91 | | | 4,55 | | |
| 14. Srednja udaljenost privlačenja drva, m | 750 | | | | | |

Tablica 5. Struktura utrošenih vremena i ostvarena proizvodnost – 4. dio

| Izvor podataka | Milković (2010) – s dvobubanjskim vitlom | | | Milković (2010) – s jednobubanjskim vitlom | | |
|---|--|---------------------|------------|--|---------------------|------------|
| Gospodarska jedinica, odjel/odsjek | GJ Konjska Draga – Begovača, 6a | | | GJ Konjska Draga – Begovača, 6a | | |
| Radne sastavnice | Ukupno utrošeno vrijeme | Postotni udio prema | | Ukupno utrošeno vrijeme | Postotni udio prema | |
| | | ukupnom | efektivnom | | ukupnom | efektivnom |
| | | vremenu | | | vremenu | |
| | min | % | | min | % | |
| 1. Kretanje neopterećenoga skidera | 647,86 | 18,27 | 22,43 | 513,36 | 14,47 | 17,77 |
| 2. Kretanje opterećenoga skidera | 1006,69 | 28,38 | 34,85 | 941,06 | 26,53 | 32,58 |
| 2.1 Vožnja opterećenoga skidera | 889,57 | 25,08 | 30,80 | 816,00 | 23,01 | 28,25 |
| 2.2 Privitlavanje pri vuči skiderom | 117,12 | 3,30 | 4,05 | 124,96 | 3,52 | 4,33 |
| 3. Rad na sječini | 510,80 | 14,40 | 17,68 | 641,44 | 18,08 | 22,21 |
| 3.1 Zauzimanje položaja | 67,86 | 1,91 | 2,35 | 59,26 | 1,67 | 2,05 |
| 3.2 Izvlačenje vučnog uža | 68,23 | 1,92 | 2,36 | 103,97 | 2,93 | 3,60 |
| 3.3 Vežanje tovara | 166,98 | 4,71 | 5,78 | 258,25 | 7,28 | 8,94 |
| 3.4 Sakupljanje drva vitlom | 95,27 | 2,69 | 3,30 | 185,86 | 5,24 | 6,43 |
| 3.5 Ispravljavanje tovara | 58,87 | 1,66 | 2,04 | 34,10 | 0,96 | 1,18 |
| 3.6 Silaženje i penjanje | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Rad na pomoćnom stovarištu | 453,80 | 12,79 | 15,71 | 613,74 | 17,30 | 21,25 |
| 4.1 Vožnja opterećenoga skidera | 67,32 | 1,90 | 2,33 | 105,33 | 2,97 | 3,65 |
| 4.2 Premještanje skidera | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4.3 Silaženje i penjanje | 11,53 | 0,33 | 0,40 | 7,01 | 0,20 | 0,24 |
| 4.4 Odvezivanje tovara | 41,89 | 1,18 | 1,45 | 54,24 | 1,53 | 1,88 |
| 4.5 Izvlačenje užeta ispod tovara | 20,02 | 0,56 | 0,69 | 18,56 | 0,52 | 0,64 |
| 4.6 Uređenje složaja | 231,09 | 6,52 | 8,00 | 326,07 | 9,19 | 11,29 |
| 4.7 Okretanje neopterećenog skidera | 47,14 | 1,33 | 1,63 | 48,70 | 1,37 | 1,69 |
| 4.8 Vožnja neopterećenog skidera | 34,11 | 0,96 | 1,18 | 53,83 | 1,52 | 1,86 |
| 5. Ukupno efektivno vrijeme rada | 2619,15 | 73,84 | 100,00 | 2709,60 | 76,39 | 100,00 |
| 6. Opća vremena (prekidi rada) | 1448,53 | 40,84 | | 1522,01 | 42,91 | |
| 7. Ukupno utrošeno vrijeme | 4067,68 | 100,00 | | 4231,61 | 100,00 | |
| 8. Odnos općega i efektivnoga vr vremena | 0,55 | | | 0,56 | | |
| 9. Ukupno privučeno drvo, m ³ | 626,07 | | | 558,92 | | |
| 10. Efektivno vrijeme po jedinici, min/m ³ | 4,18 | | | 4,85 | | |
| 11. Ukupno vrijeme po jedinici, min/m ³ | 6,50 | | | 7,57 | | |
| 12. Ostvareni dnevni učinak, m ³ /dan | 62,61 | | | 55,89 | | |
| 13. Ostvareni dnevni učinak m ³ /h | 7,83 | | | 6,99 | | |
| 14. Srednja udaljenost privlačenja drva, m | 350 | | | 350 | | |

Tablica 6. Struktura utrošenih vremena i ostvarena proizvodnost – 5. dio

| Izvor podataka | Pečnjak (2012) | | | Pečnjak (2012) | | |
|---|-------------------------------|---------------------|------------|-------------------------------|---------------------|------------|
| Gospodarska jedinica, odjel/odsjek | GJ Okučanska brda, 44a | | | GJ Južni Psunj, 74a | | |
| Radne sastavnice | Ukupno utrošeno vrijeme | Postotni udio prema | | Ukupno utrošeno vrijeme | Postotni udio prema | |
| | | ukupnom | efektivnom | | ukupnom | efektivnom |
| | | vremenu | | | vremenu | |
| | min | % | | min | % | |
| 1. Kretanje neopterećenoga skidera | 407,29 | 11,48 | 14,10 | 633,28 | 17,85 | 21,92 |
| 2. Kretanje opterećenoga skidera | 553,41 | 15,60 | 19,16 | 685,08 | 19,31 | 23,72 |
| 2.1 Vožnja opterećenoga skidera | 533,82 | 15,05 | 18,48 | 676,16 | 19,06 | 23,41 |
| 2.2 Privitavanje pri vuči skiderom | 19,59 | 0,55 | 0,68 | 8,92 | 0,25 | 0,31 |
| 3. Rad na sječini | 1601,63 | 45,16 | 55,45 | 526,47 | 14,84 | 18,23 |
| 3.1 Zauzimanje položaja | 126,45 | 3,57 | 4,38 | 37,77 | 1,06 | 1,31 |
| 3.2 Izvlačenje vučnog uža | 175,26 | 4,94 | 6,07 | 103,42 | 2,92 | 3,58 |
| 3.3 Vežanje tovara | 1027,24 | 28,96 | 35,56 | 206,95 | 5,83 | 7,16 |
| 3.4 Sakupljanje drva vitlom | 161,13 | 4,54 | 5,58 | 122,28 | 3,45 | 4,23 |
| 3.5 Ispravljanje tovara | 30,91 | 0,87 | 1,07 | 54,84 | 1,55 | 1,90 |
| 3.6 Silaženje i penjanje | 80,64 | 2,27 | 2,79 | 1,21 | 0,03 | 0,04 |
| 4. Rad na pomoćnom stovarištu | 737,69 | 20,80 | 25,54 | 312,37 | 8,81 | 10,81 |
| 4.1 Vožnja opterećenoga skidera | 79,70 | 2,25 | 2,76 | 60,16 | 1,70 | 2,08 |
| 4.2 Premještanje skidera | 17,83 | 0,50 | 0,62 | 3,18 | 0,09 | 0,11 |
| 4.3 Silaženje i penjanje | 72,02 | 2,03 | 2,49 | 0,36 | 0,01 | 0,01 |
| 4.4 Odvezivanje tovara | 248,72 | 7,01 | 8,61 | 95,70 | 2,70 | 3,31 |
| 4.5 Izvlačenje užeta ispod tovara | 32,82 | 0,93 | 1,14 | 0,40 | 0,01 | 0,01 |
| 4.6 Uređenje složaja | 162,23 | 4,57 | 5,62 | 88,09 | 2,48 | 3,05 |
| 4.7 Okretanje neopterećenog skidera | 52,75 | 1,49 | 1,83 | 21,98 | 0,62 | 0,76 |
| 4.8 Vožnja neopterećenog skidera | 71,62 | 2,02 | 2,48 | 42,50 | 1,20 | 1,47 |
| 5. Ukupno efektivno vrijeme rada | 3300,02 | 93,04 | 100,00 | 2157,20 | 60,82 | 100,00 |
| 6. Opća vremena (prekidi rada) | 1106,10 | 31,18 | | 484,37 | 13,66 | |
| 7. Ukupno utrošeno vrijeme | 4406,12 | 100,00 | | 2641,57 | 100,00 | |
| 8. Odnos općega i efektivnoga vr vremena | 0,34 | | | 0,22 | | |
| 9. Ukupno privučeno drvo, m ³ | 344,64 | | | 123,88 | | |
| 10. Efektivno vrijeme po jedinici, min/m ³ | 9,58 | | | 17,41 | | |
| 11. Ukupno vrijeme po jedinici, min/m ³ | 12,78 | | | 22,32 | | |
| 12. Ostvareni dnevni učinak, m ³ /dan | 31,33 | | | 13,76 | | |
| 13. Ostvareni dnevni učinak m ³ /h | 3,92 | | | 1,72 | | |
| 14. Srednja udaljenost privlačenja drva, m | 300 | | | 1000 | | |



Slika 8. Usporedba proizvodnosti skidera Timberjack 240C u različitim uvjetima rada

Širok raspon ostvarenih proizvodnosti privlačenja drva skiderom Timberjack 240C u različitim uvjetima rada, odrazio se je i na oblikovanu proizvodnost (na osnovi pokazatelja iz tablice 1) privlačenja drva ovim skiderom koja je prikazana na slici 8 ovisno o udaljenostima privlačenja drva, koja se je kretala od 4,5 m³/h do 16 m³/h za udaljenost privlačenja drva od 200 m, odnosno od 3,6 m³/h do 12 m³/h za udaljenost privlačenja drva od 600 m.

3.2 Analiza brzine kretanja neopterećenoga skidera

Brzina kretanja neopterećenoga skidera, osim o tehničkim značajkama vozila određenim tijekom njegove konstrukcije ovisi o: uzdužnom nagibu sekundarnih šumskih prometnica (traktorskih vlaka i traktorskih puteva) i smjeru privlačenja drva (uz i niz nagib terena) te uvjetima nosivosti podloge koja je u korelacijskoj analizi bila obuhvaćena kao opisna (kategorička) varijabla koja je kodirana (suho tlo – 1, vlažno tlo – 2, mokro tlo – 3).

Tablica 7. Korelacijska matrica brzine kretanja neopterećenoga skidera

| Varijable | Nagib vlake i smjer vuče drva | Uvjeti nosivosti šumskog tla | Neopterećena brzina kretanja |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Nagib vlake i smjer vuče drva | 1,00 | -0,22 | -0,11 |
| Uvjeti nosivosti šumskog tla | -0,22 | 1,00 | 0,25 |
| Neopterećena brzina kretanja | -0,11 | 0,25 | 1,00 |

* Korelacija je značajna za $p < 0,05$

Korelacijska analiza ukazuje da neopterećena brzina kretanja statistički nije značajno korelirana s uzdužnim nagibom traktorskih puteva i vlaka, niti sa uvjetima nosivosti šumskog tla (tablica 7).

Ipak, koeficijent korelacije naznačuje da porastom nagiba terena pri vuči drva uz nagib terena pada brzina neopterećenog kretanja skidera ($r = -0,22$), dok je koeficijent korelacije brzine neopterećenoga skidera i uvjeta nosivosti tla neobjašnjiv ($r = 0,25$) –

najvjerovatnije radi međudjelovanja uvjeta nosivosti tla i nagiba sekundarnih prometnica te smjera privlačenja drva, odnosno manjeg uzorka podataka.

3.3 Analiza brzine kretanja opterećenoga skidera

Brzina kretanja opterećenoga skidera, osim o tehničkim značajkama vozila određenim tijekom njegove konstrukcije ovisi o: uzdužnom nagibu sekundarnih šumskih prometnica (traktorskih vlaka i traktorskih putova) i smjeru privlačenja drva (uz i niz nagib terena), uvjetima nosivosti podloge (kategorička varijabla, suho tlo – 1, vlažno tlo – 2, mokro tlo – 3), obujmu tovara drva te metodi izradbe drva (kategorička varijabla, sortimentna – 1, poludeblovna – 2, deblovna – 3, stablovna – 4).

Tablica 8. Korelacijska matrica brzine kretanja opterećenoga skidera

| Varijable | Nagib vlake i smjer vuče drva | Uvjeti nosivosti šumskog tla | Metoda izradbe drva | Opterećena brzina kretanja | Obujam tovara |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------|
| Nagib vlake i smjer vuče drva | 1,00 | -0,22 | -0,08 | -0,16 | -0,13 |
| Uvjeti nosivosti šumskog tla | -0,22 | 1,00 | 0,09 | -0,18 | 0,08 |
| Metoda izradbe drva | -0,08 | 0,09 | 1,00 | 0,27 | 0,88* |
| Opterećena brzina kretanja | -0,16 | -0,18 | 0,27 | 1,00 | 0,06 |
| Obujam tovara | -0,13 | 0,08 | 0,88* | 0,06 | 1,00 |

* Korelacija je značajna za $p < 0,05$

Korelacijska analiza prikazana u tablici 8, ukazuje da je samo statistički značajno ($p < 0,05$) i vrlo jako proporcionalno ($r = 0,88$) povezan obujam tovara i metoda izradbe drva.

Iako bez statičke značajnosti opterećena brzina kretanja je jako slabo i negativno korelirana sa nagibom sekundarne infrastrukture i smjera vuče drva ($r = -0,16$), ali i uvjetima nosivosti šumskog tla ($r = -0,18$).

Posebno treba istaknuti da korelacijska analiza nije ukazala na povezanost brzine kretanja opterećenoga skidera s veličinom obujma tovara ($r = 0,06$) uslijed međudjelovanja prethodno dva navedena utjecajna čimbenika, ali i manjega broja podataka.

3.4 Analiza utrošaka vremena rada na sječini

Utrošci vremena rada skidera na sječini odnose se na čitav niz radnih zahvata: zauzimanje položaja, izvlačenje vučnog uža, vezanje tovara, sakupljanje drva vitlom, ispravljanje tovara te silaženje i penjanje vozača.

Analiza utrošaka vremena rada na sječini provedena je korelacijskom analizom, s ciljem utvrđivanja povezanosti utroška vremena rada skidera na sječini s: 1) sječnom gustoćom, 2) obujam srednjeg doznačenog stabla, 3) metodom izradbe drva, 4) obujmom tovara vučenoga drva, 5) brojem komada oblovine u tovaru te 6) obujmom komada oblovine u tovaru (tablica 9).

Tablica 9. Korelacijska matrica utroška vremena rada na sječini

| Varijable | Sječna gustoća | Obujam srednjeg doznačenog stabla | Metoda izradbe drva | Utrošak vremena rada na sječini | Obujam tovara | Broj komada u tovaru | Obujam komada u tovaru |
|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------|----------------------|------------------------|
| Sječna gustoća | 1,00 | 0,05 | 0,23 | -0,23 | 0,21 | -0,19 | 0,22 |
| Obujam srednjeg doznačenog stabla | 0,05 | 1,00 | -0,23 | -0,66* | -0,14 | -0,76* | 0,47 |
| Metoda izradbe drva | 0,23 | -0,23 | 1,00 | -0,07 | 0,88* | -0,08 | 0,49 |
| Utrošak vremena rada na sječini | -0,23 | -0,66* | -0,07 | 1,00 | -0,30 | 0,87* | -0,76* |
| Obujam tovara | 0,21 | -0,14 | 0,88* | -0,30 | 1,00 | -0,28 | 0,64* |
| Broj komada u tovaru | -0,19 | -0,76* | -0,08 | 0,87* | -0,28 | 1,00 | -0,88* |
| Obujam komada u tovaru | 0,22 | 0,47 | 0,49 | -0,76* | 0,64* | -0,88* | 1,00 |

* Korelacija je značajna za $p < 0,05$

Utrošak vremena rada skidera na sječini statistički je značajno ($p < 0,05$) i negativno koreliran te jako povezan sa obujmom srednjeg doznačenog stabla ($r = -0,66$) i obujmom komada u tovaru ($r = -0,76$) – koji predstavlja međudjelovanje obujma srednjeg doznačenog stabla i primjenjene metode izradbe drva. Isto tako, utrošak vremena rada skidera na sječini statistički je značajno ($p < 0,05$) i vrlo jako proporcionalno povezan s brojem komada oblovine u tovaru ($r = 0,87$).

Iako bez statističke značajnosti, utrošak vremena rada skidera na sječini negativno je koreliran i jako slabo povezan sa sječnom gustoćom ($r = -0,23$) te slabo povezan sa obujmom tovara vučenoga drva u jednom traktorskom turnusu ($r = -0,30$), odnosno nije povezan sa metodom izradbe drva ($r = -0,07$).

3.5 Analiza utroška vremena rada na pomoćnome stovarištu

Utrošci vremena rada skidera na pomoćnome stovarištu odnose se na čitav niz radnih zahvata: kretanje (ne)opterećenoga skidera na kratkim udaljenostima unutar područja stovarišta, premještanje skidera, silaženje i penjanje, odvezivanje tovara, izvlačenje užeta ispod tovara, uređenje složaja te okretanje neopterećenog skidera.

Analiza utroška vremena rada skidera na pomoćnome stovarištu provedena je korelacijskom analizom, s ciljem utvrđivanja povezanosti utroška vremena rada skidera na pomoćnome stovarištu s: 1) metodom izradbe drva, 2) obujmom tovara vučenoga drva, 3) brojem komada oblovine u tovaru te 4) obujmom komada oblovine u tovaru (tablica 10).

Utrošak vremena rada skidera na pomoćnome stovarištu statistički je značajno ($p < 0,05$), proporcionalno i vrlo jako povezan sa metodom izradbe drva ($r = 0,86$) te proporcionalno i jako povezan sa obujmom tovara vučenoga drva ($r = 0,69$).

Iako bez statističke značajnosti, utrošak vremena rada skidera na pomoćnome stovarištu proporcionalno je koreliran i slabo povezan s obujmom komada oblovine u

tovaru ($r = 0,3$), odnosno nije povezan s brojem komada vučene oblovine u tovaru ($r = 0,05$).

Tablica 10. Korelacijska matrica utroška vremena rada na pomoćnome stovarištu

| | Metoda izradbe drva | Utrošak vremena rada na pomoćnome stovarištu | Obujam tovara | Broj komada u tovaru | Obujam komada u tovaru |
|--|---------------------|--|---------------|----------------------|------------------------|
| Metoda izradbe drva | 1,00 | 0,86* | 0,88* | -0,08 | 0,49 |
| Utrošak vremena rada na pomoćnome stovarištu | 0,86* | 1,00 | 0,69* | 0,05 | 0,30 |
| Obujam tovara | 0,88* | 0,69* | 1,00 | -0,28 | 0,64* |
| Broj komada u tovaru | -0,08 | 0,05 | -0,28 | 1,00 | -0,88* |
| Obujam komada u tovaru | 0,49 | 0,30 | 0,64* | -0,88* | 1,00 |

* Korelacija je značajna za $p < 0,05$

3.6 Analiza faktora dodatnoga vremena

Prekidi rada (opća vremena) sastoje se od opravdanih i neopravdanih prekida rada te se nastoje smanjiti na nužnu razinu tehnološko-organizacijskim mjerama. Prekidi rada najčešće se raščlanjuju na: pripremno-završno vrijeme, povremene radove, osobne prekide, kvarove na vozilu te slučajni prekide. Isključivanjem neopravdanih prekida iz općih vremena određeno je u apsolutnom iznosu dodatno vrijeme. Dodatno se vrijeme računa prema efektivnome vremenu te se istome dodaje u obliku postotka ili faktora dodatnog vremena (Poršinsky 2005).

Analiza vrijednosti faktora dodatnoga vremena provedena je korelacijskom analizom, s ciljem utvrđivanja povezanosti faktora dodatnoga vremena s: 1) nagibom sekundarne šumske infrastrukture i smjera vuče drva, 2) uvjetima nosivosti šumskog tla, 3) metodom izradbe drva te 4) obujmom tovara vučenoga drva (tablica 11).

Tablica 11. Korelacijska matrica faktora dodatnoga vremena

| Varijable | Nagib vlake i smjer vuče drva | Uvjeti nosivosti šumskog tla | Metoda izradbe drva | Obujam tovara | Faktor dodatnoga vremena |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------|--------------------------|
| Nagib vlake i smjer vuče drva | 1,00 | -0,22 | -0,08 | -0,13 | -0,08 |
| Uvjeti nosivosti šumskog tla | -0,22 | 1,00 | 0,09 | 0,08 | -0,23 |
| Metoda izradbe drva | -0,08 | 0,09 | 1,00 | 0,88* | 0,34 |
| Obujam tovara | -0,13 | 0,08 | 0,88* | 1,00 | 0,56 |
| Faktor dodatnoga vremena | -0,08 | -0,23 | 0,34 | 0,56 | 1,00 |

* Korelacija je značajna za $p < 0,05$

Iako bez statističke značajnosti, vrijednost faktora dodatnoga vremena proporcionalno je korelirana i jako povezana s obujmom tovara vučenoga drva ($r = 0,56$) te slabo povezana s metodom izradbe drva ($r = 0,34$), dok je negativno korelirana i jako slabo povezana s uvjetima nosivosti šumskog tla ($r = -0,23$). Faktor dodatnoga vremena nije povezan s nagibom sekundarnih šumskih prometnica i smjerom vuče drva ($r = -0,08$).

3.7 Analiza obujma tovara vučenoga drva

Uz srednju udaljenost privlačenja drva, obujam tovara vučenoga drva najznačajniji je utjecajni čimbenik proizvodnosti privlačenja drva skiderom (Poršinsky i dr. 2021).

Analiza obujma tovara vučenoga drva provedena je korelacijskom analizom, s ciljem utvrđivanja povezanosti obujma tovara skidera s: 1) obujmom srednjeg doznačenog stabla, 2) nagibom sekundarnih šumskih prometnica i smjerom vuče drva, 3) uvjetima nosivosti šumskog tla, 4) metodom izradbe drva, 5) brojem komada oblovine u tovaru te 6) obujmom komada oblovine u tovaru (tablica 12).

Tablica 12. Korelacijska matrica obujma tovara skidera

| Varijable | Obujam srednjeg doznačenog stabla | Nagib vlake i smjer vuče drva | Uvjeti nosivosti šumskog tla | Metoda izradbe drva | Obujam tovara | Broj komada u tovaru | Obujam komada u tovaru |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------|----------------------|------------------------|
| Obujam srednjeg doznačenog stabla | 1,00 | 0,18 | 0,38 | -0,23 | -0,14 | -0,76* | 0,47 |
| Nagib vlake i smjer vuče drva | 0,18 | 1,00 | -0,22 | -0,08 | -0,13 | -0,46 | 0,45 |
| Uvjeti nosivosti šumskog tla | 0,38 | -0,22 | 1,00 | 0,09 | 0,08 | -0,41 | 0,27 |
| Metoda izradbe drva | -0,23 | -0,08 | 0,09 | 1,00 | 0,88* | -0,08 | 0,49 |
| Obujam tovara | -0,14 | -0,13 | 0,08 | 0,88* | 1,00 | -0,28 | 0,64* |
| Broj komada u tovaru | -0,76* | -0,46 | -0,41 | -0,08 | -0,28 | 1,00 | -0,88* |
| Obujam komada u tovaru | 0,47 | 0,45 | 0,27 | 0,49 | 0,64* | -0,88* | 1,00 |

* Korelacija je značajna za $p < 0,05$

Obujam tovara vučenoga drva statistički je značajno ($p < 0,05$), proporcionalno i vrlo jako povezan sa metodom izradbe drva ($r = 0,88$) te proporcionalno i jako povezan sa obujmom tovara vučenoga drva ($r = 0,64$).

Iako bez statističke značajnosti, obujam tovara vučenoga drva negativno je koreliran i slabo povezan s brojem komada vučene oblovine u tovaru ($r = -0,28$), odnosno jako slabo povezan s obujmom srednjeg doznačenog stabla ($r = -0,14$) te nagibom sekundarnih šumskih prometnica i smjerom vuče drva ($r = -0,13$), dok nije povezan s uvjetima nosivosti šumskog tla ($r = 0,08$).

4. Zaključci

Analiza proizvodnosti skidera s vitlom Timberjack 240C u različitim uvjetima rada provedena je u skladu s postavljenim ciljevima navedenima u poglavlju 1., primjenom metoda istraživanja koje su opisane u potpoglavlju 2.4.

Za primjerni skider s vitlom odabran je Timberjack 240C čije su značajke prikazane u potpoglavlju 2.1, obrađeni su se podatci odnosili na prethodne objave u primarnim i sekundarnim publikacijama. Na temelju polučениh spoznaja (poglavlje 3) koje se odnose na usporedbu ostvarenih rezultata prethodnih istraživanja dolazi se do zaključaka da je razina proizvodnosti privlačenja drva skiderom s vitlom Timberjack 240C utjecana:

- ⇒ Tehničkim značajkama skidera Timberjack 240C (8,4 t, 75 kW), ali i njegovom opremljenošću jedno (1×125 kN) ili dvobubanjским (2×80 kN) vitlom.
- ⇒ Terenskim čibenіcima (nagib traktorskih putova i vlaka te smjer vuče drva, uvjeti nosivosti podloge), koji u nepovoljnim prilikama smanjuju obujam vučenoga drva i brzinu kretanja, što dovodi do povećanja utroška vremena kretanja vozila i pada proizvodnosti privlačenja drva.
- ⇒ Udaljenošću privlačenja drva, pri čemu se povećanjem udaljenosti smanjuje proizvodnost privlačenja drva uslijed povećanja udjela vremena kretanja u vremenu turnusa. Međutim, utjecaj udaljenosti na proizvodnost privlačenja drva skiderom treba promatrati kroz međudjelovanje s prisutnim terenskim čibenіcima. Isto tako, s povećanjem udaljenosti privlačenja drva raste značenje obujma tovara s obzirom na razinu proizvodnosti skidera s vitlom.
- ⇒ Vrstom uzgojnoga zahvata i strukture doznake stabala, pri čemu sječna gustoća i dimenzije djelomično ili potpuno izrađenoga drva iskazuju svoje djelovanje na proizvodnost skidera u skladu sa zakonima mehaniziranja radova, gdje pri nižim sječnim gustoćama i manjim srednjim kubnim stablima raste utrošak vremena rada na sječini, odnosno sakupljanja drva vitlom.
- ⇒ Izbor sortimentne metode izradbe drva, iskazuje svoj utjecaj kroz smanjenje duljine vučenoga drva, što dovodi do smanjenja obujma tovara, a samim time i razine proizvodnosti privlačenja drva skiderom.

5. Literatura

- Đuka, A., 2014: Razvoj modela prometnosti terena za planiranje privlačenja drva skiderom. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–303.
- Đuka, A., Poršinsky, T., 2015: Analiza kamenitosti i stjenovitosti terena za potrebe privlačenja drva. *Nova mehanizacija šumarstva* 36: 43–52.
- Krpan, A.P.B., 1991: Daljinski transport drvene mase u Hrvatskoj – faktori razvoja i stanje. *Drvena industrija* 42(3–4): 49–54.
- Krpan, A.P.B., 1992: Iskorišćivanje šuma. Monografija »Šume u Hrvatskoj«, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i »Hrvatske šume« p.o. Zagreb, 153–170.
- Krpan, A.P.B., Zečić, Ž., 2001: Učinkovitost i troškovi traktora Timberjack 240C pri privlačenju drva u brdskim oplodnim sječama. *Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama*. Izdavači: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, 477–490.
- Mikulin, M., 2008: Učinak rada traktora Timberjack 240C pri čistoj sječi euroameričke topole na području Šumarije Popovača. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–104.
- Milković, D., 2010: Učinkovitost traktora Timberjack 240C s jedno- i dvobubanjnim vitlom pri privlačenju oblovine iz preborne bukovo-jelove sastojine u gorskom području Šumarije Perušić. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–143.
- Pečnjak, D., 2012: Učinkovitost traktora Timberjack 240C pri privlačenju drva u brdskim uvjetima primjenom sortimentne metode. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–111.
- Poršinsky, T., 2005: Djelotvornost i ekološka pogodnost forvardera Timberjack 1710B pri izvoženju oblovine iz nizinskih šuma Hrvatske. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–170.
- Poršinsky, T., 2008: Predavanja iz kolegija Pridobivanje drva I. Šumarski fakultet Zagreb, (<http://www.sumfak.unizg.hr/OdsjekKolegij.aspx?mhID=3&mvID=114>)
- Poršinsky, T., Šušnjar, M., Đuka, A., 2012: Određivanje faktora raspodjele mase tereta i privlačenja. *Nova mehanizacija šumarstva* 33: 35–44.
- Poršinsky, T., Đuka, A., Busić, O., 2014: Utjecaj propisnosti mjerenja oblovine na transport drva. *Nova mehanizacija šumarstva* 35: 1–9.
- Poršinsky, T., Moro, M., Đuka, A., 2016: Kutovi i polumjeri prohodnosti skidera s vitlom. *Šumarski list* 140(5–6): 259–272.
- Poršinsky, T., Kajgana, V., Tomašić, Ž., Đuka, A., 2021: Granični nagib kretnosti skidera s vitlom temeljem vučne značajke vozila. *Šumarski list* 145 (5–6): 211–224.
- Sabo, A., Poršinsky, T., 2005: Skidding of Fir Roundwood by Timberjack 240C from Selective Forests of Gorski Kotar. *Croatian Journal of Forest Engineering* 26(1): 13–27.

Timberjack, 2000: Timberjack 240C Cable Skidder – Technical data, 1–6.

Uusitalo, J., 2010: Introduction to forest operations and technology. JVP Forest Systems, 1–287.

Zečić, Ž., Krpan, A. P. B., Stankić, B., 2004: Privlačenje oblovine traktorom Timberjack 240C iz oplodne sječe u uvjetima Šumarije Velika Pisanica. Šumarski list 128(11–12): 671–678.

Zečić, Ž., Vusić, D., Prka, M., Klepac, S., 2010: Utjecaj nagiba traktorskog puta na proizvodnost traktora Timberjack 240C pri privlačenju drvnih sortimenata u prebornim šumama. Šumarski list 134(3–4): 103–114.

Zečić, Ž., Vusić, D., Nevečerel, H., Mikulin, M., 2011: Utjecaj obujma tovara na proizvodnost traktora Timberjack 240C pri privlačenju debala euroameričke topole u nizinskim šumama. Croatian Journal of Forest Engineering 32(1): 357–368.

Zečić, Ž., Vusić, D., Milković, D., Zorić, M., 2011: Usporedba proizvodnosti skidera s jednobubanjским i s dvobubanjским vitlom u prebornim šumama. Nova mehanizacija šumarstva 32: 15–22.

Zečić, Ž., Martinić, I., Vusić, D., Bakarić, M., Pečnjak, D., Landekić, M., 2019: Učinkovitost skidera Timberjack 240C pri privlačenju drva u brdskim uvjetima primjenom sortimentne metode. Nova mehanizacija šumarstva 40: 19–29.