Analiza primjene skidera u hrvatskom šumarstvu

Rašić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:831374

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVA
TEHNIKE, TEHNOLOGIJE I MENADŽMENT U ŠUMARSTVU

IVAN RAŠIĆ

ANALIZA PRIMJENE SKIDERA U HRVATSKOM ŠUMARSTVU

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, RUJAN, 2019.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK

ANALIZA PRIMJENE SKIDERA U HRVATSKOM ŠUMARSTVU

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Tehnike, tehnologije i menadžment u šumarstvu

Predmet: Mehanizacija pridobivanja drva

Ispitno povjerenstvo: 1. prof. dr. sc. Marijan Šušnjar
2. doc. dr. sc. Zdravko Pandur
3. Marin Bačić, mag. ing. silv.

Student: Ivan Rašić
JMBAG: 0068205631
Broj indeksa: 916/17

Datum odobrenja teme: 18.2.2019.
Datum predaje rada: 23.8.2019.
Datum obrane rada: 6.9.2019.

Zagreb, rujan, 2019.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Analiza primjene skidera u hrvatskom šumarstvu
Title	Analysis of skidders use in Croatian forestry
Autor	Ivan Rašić
Adresa autora	Papučka ulica 14, Slavonski Brod
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Prof.dr.sc. Marijan Šušnjar
Izradu rada pomogao	Marin Bačić, mag. ing. silv.
Godina objave	2019.
Obujam	Poglavlja 1-6, 32 str., 8 slika, 13 tablica, 8 grafikona, 18 navoda literature
Ključne riječi	Skider, proizvodnost, Hrvatske šume
Key words	Skidder, productivity, Croatian forests
Sažetak	Skideri su zglobno upravljani šumski traktori koji služe za privlačenje drva za koje je karakteristično da je jedan kraj tovara odignut od zemlje, a drugi se oslanja na zadnji dio skidera. Kako je privlačenje drva najskuplja sastavnica pridobivanja drva,potrebno je analizirati učinkovitost i vrijeme zastoja strojeva. Ma osnovi prikupljenih podataka o ostvarenoj proizvodnosti ,utrošenim pogonskim satima i danima zastoja skidera analizirat će se učinkovitost strojeva prema različitim parametrima te uvijetima rada.
Abstract	Skidders are hinge-steered forest tractors, which are used for wood skidding, characterized by one end of the load being displaced from the ground and the other resting on the rear part of the skidder. As the attraction of wood is the most expensive component of wood extraction, it is necessary to analyze the efficiency and downtime of machines. On the basis of the collected data on the achieved productivity, hours spent and days of downtime, the efficiency of the machines will be analyzed according to different parameters and working conditions.

IZJAVA

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

_____

vlastoručni potpis

Ivan Rašić

U Zagrebu, *06.09.2019.*

PREDGOVOR

Zahvaljujem se uvaženom mentoru prof. dr. sc. Marijanu Šušnjaru na višestrukoj pomoći tijekom izrade ovog diplomskog rada, te asistentu Marinu Bačiću, mag. ing. silv. i naravno svojim roditeljima bez kojih cjelokupno studiranje ne bi bilo moguće.

SADRŽAJ

DOKUMENTACIJSKA KARTICA I
IZJAVA II
PREDGOVOR III
KAZALO SLIKA V
KAZALO GRAFIKONA VI
KAZALO TABLICA VII
1. UVOD 1
1.1. Gospodarenje šumama u RH 1
1.2. Eksploatacija šuma 3
1.3. Ciljevi uvođenja mehaniziranog privlačenja drva 4
1.4. Ograničavajući čimbenici pridobivanja drva 5
1.5. Skideri 5
1.6. Brojnost zglobnih traktora 12
2. CILJ ISTRAŽIVANJA 14
3. MATERIJALI I METODE 15
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 22
5. ZAKLJUČAK 31
6. LITERATURA 31

KAZALO SLIKA

Slika 1. Vlasništvo nad šumama u RH 2
Slika 2. Udjeli u izvršenju faze sječe i izrade drva 2
Slika 3. Udjeli u izvršenju faze privlačenja drva 3
Slika 4. Skider 6
Slika 5. Vrste skidera s obzirom na tehnologiju privlačenja po trlu (Krpan i dr. 2003) 7
Slika 6. Grapple skidder 8
Slika 7. Clam-bunk skidder 8
Slika 8. Broj skidera u šumarstvu RH u razdoblju 1969 - 2006 13

KAZALO GRAFIKONA

Grafikon 1. Prosječni učinak m³/dan (ECOTRAC 55V)..... 22
Grafikon 2. Prosječni učinak m³/ph (ECOTRAC 55V) 23
Grafikon 3. Prosjek dana zastoja (ECOTRAC 55V)..... 24
Grafikon 4. Prosjek ukupnih dana (ECOTRAC55)..... 25
Grafikon 5. Prosječni učinak m³/dan skidera > od 5 t..... 26
Grafikon 6. Prosječni učinak m³/ph za skidere > od 5 t 27
Grafikon 7. Prosjek dana zastoja za skidere >od 5 t 28
Grafikon 8. Prosjek ukupnih dana za skidere >od 5 t 29

KAZALO TABLICA

Tablica 1. Broj skidera po UŠP 16
Tablica 2. Broj skidera <5 t po UŠP 17
Tablica 3. Broj skidera >5 t po UŠP 19
Tablica 4. Broj skidera <5 t obuhvaćenih analizom 20
Tablica 5. Broj skidera >5 t obuhvaćenih analizom 21
Tablica 6. Prosječni učinak m³/dan (ECOTRAC 55V) 22
Tablica 7. Prosječni učinak m³/ph (ECOTRAC 55V) 23
Tablica 8. Prosjek dana zastoja (ECOTRAC 55V) 24
Tablica 9. Prosjek ukupnih dana (ECOTRAC 55V) 25
Tablica 10. Prosječni učinak m³/dan skidera > od 5 t 26
Tablica 11. Prosječni učinak m³/ph za skidere > od 5 t 27
Tablica 12. Prosjek dana zastoja za skidere >od 5 t 28
Tablica 13. Prosjek ukupnih dana za skidere >od 5 t 29

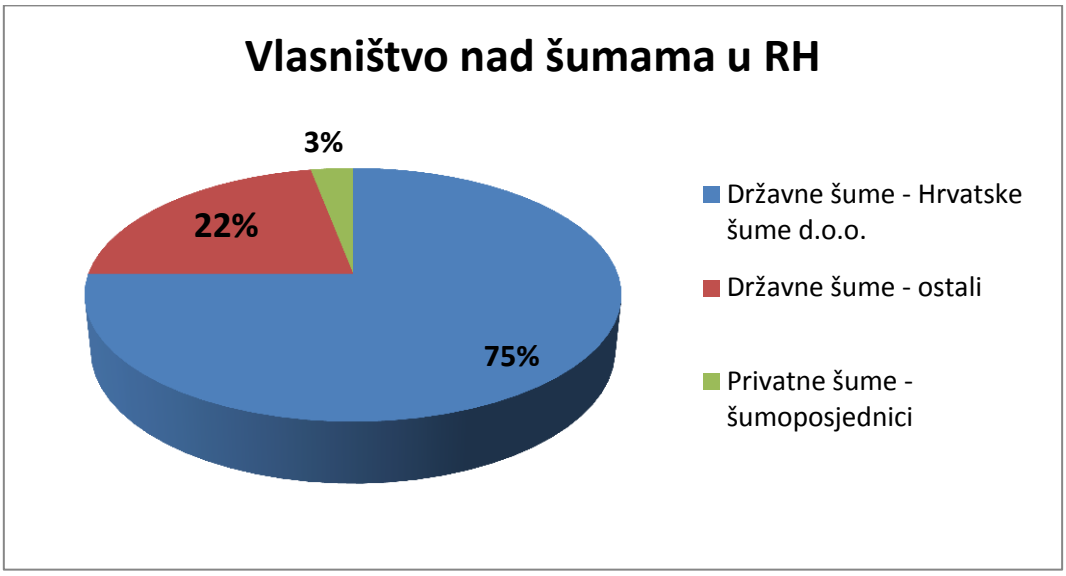
1. UVOD

Razvoj tehničke sastavnice hrvtaskog šumarstva, kao i ostalih, započinje prije gotovo dva i pol stoljeća s razvojem šumarstva kao struke, odnosno ustrojem prvih organiziranih oblika šumarske službe na području današnje Hrvatske (Matić, 2011).
Početak mehaniziranog privlačenja oblog drva u šumarstvu Hrvatske počinje 50-ih godina prošlog stoljeća, gdje su se upotrebljavali velikoserijski poljoprivredni traktori opremljeni zaštitnom konstrukcijom te šumskim vitlima. Poljoprivredni traktori su pokazali nezadovoljavajuće radne značajke za privlačenje drvnih sortimenata kao što su: velike dimenzije, loša uzdužna stabilnost, veliko opterećenje zadnje osovine pri privlačenju tovara, veliki krug okretanja. Zbog navedenih nedostataka, za potrebe privlačenja drva razvijaju se specijalizirani šumski zglobni traktori – skideri i forvarderi, koji se prvi put upotrebljavaju sedamdesetih godina prošlog stoljeća za privlačenje drva (Bedžula i Slabak ,1974). Specijalizirani šumski traktori (skideri) primjenjuju se kod nas prvi puta 1968. godine. Prema Igričiću (1990), broj traktora 1988. godine u Hrvatskoj je iznosio 1004 komada. Od toga su 667 (64 %) kotačni traktori, 30 (3 %) gusjenični traktori, 275 (27 %) zglobni traktori, te 32 (3 %) forvarderi.

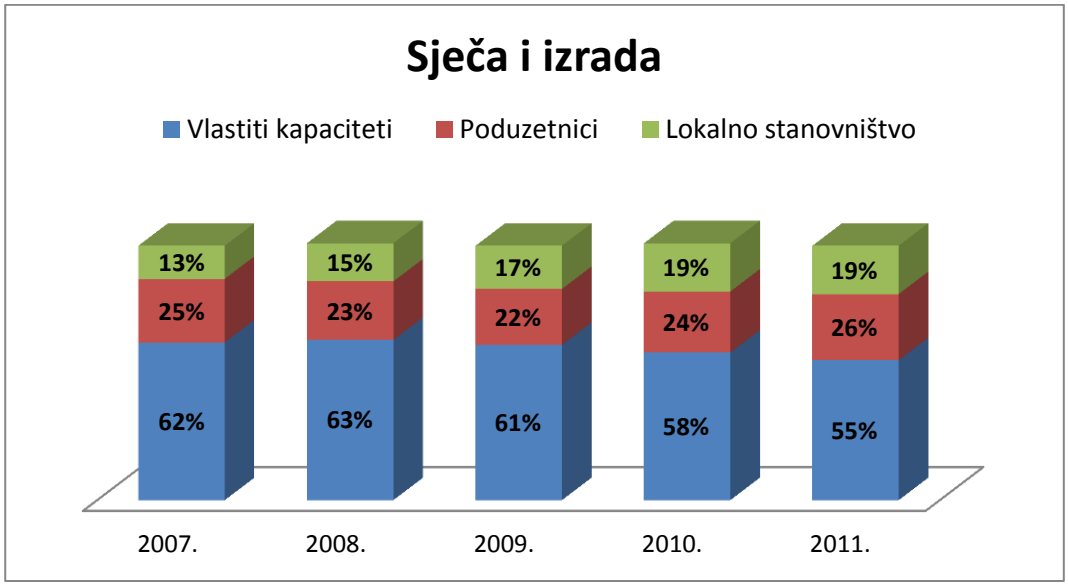
1.1.Gospodarenje šumama u RH

Gospodarenje šumama u Republici Hrvatskoj od samih početaka organiziranog djelovanja šumarske struke se provodi na osnovu sljedećih ciljeva gospodarenja: održivo gospodarenje i potrajnost prihoda šumskih sastojina, podržavanje njihove prirodne strukture i stabilnost ekosustava te očuvanje staništa i autohtonih vrsta.
Prvi stručni udžbenik o gospodarenju šumama bio je Šumski red Marije Terezije (1769), koji je imao snagu zakona, a u njemu se vodi računa o potrajnosti gospodarenja, preporučuje se vrijeme sječe, traži evidencija o sječama, zabranjuju se štetni zahvati i donose se drugi propisi koji trebaju zaštititi i sačuvati šumu.

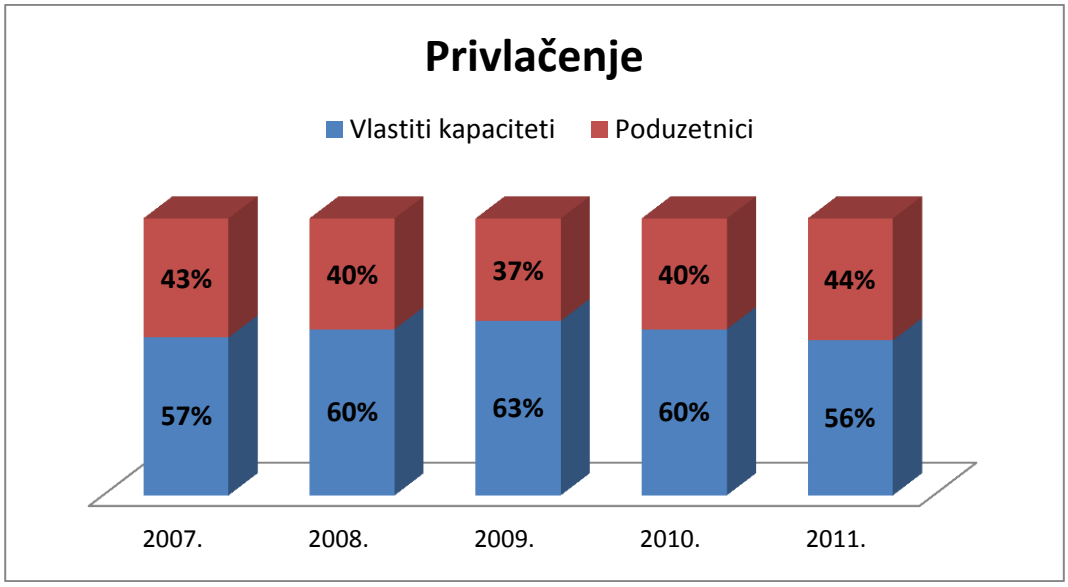
Danas gospodarenje šumama u Republici Hrvatskoj provodi se u skladu sa Zakonom o šumama (NN 68/18, 115/18) odnosno vlasničkom strukturom šuma i šumskih zemljišta (Slika 1). Temeljem toga zakona gospodarenje državnim šumama najvećim je dijelom povjereno *Hrvatskim šumama d.o.o.,* a manjim dijelom drugim pravnim i gospodarskim subjektima. Privatnim šumama gospodare sami šumoposjednici.



Slika 1. Vlasništvo nad šumama u RH



Slika 2. Udjeli u izvršenju faze sječe i izrade drva



Slika 3. Udjeli u izvršenju faze privlačenja drva

Radovi u fazi sječe i izrade drva (Slika 2) i faze privlačenja drva (Slika 3) obavljaju se sa približno 60% vlastitih kapaciteta dok ostalih 40% rade poduzetnici, odnosno pojedinci iz lokalnog stanovništva. Sječa i izrada se zbog specifičnih i prirodnih uvjeta rada, ali i samog načina rada, gotovo u cijelosti izvode ručno strojnim načinom, samo se zanemarivi dio faze sječe u nekim kulturama i plantažama radi mehanizirano harvesterima.

1.2. Eksploatacija šuma

Eksploatacijom šuma naziva se radni proces koji obuhvaća skup djelatnosti vezanih za pridobivanje drva. Sastoji se od sječe i izradbe te transporta drva s polufazama privlačenja i prijevoza drva (Krpan, 1992). Pod privlačenjem smatra se micanje cijelih stabala ili dijelova (deblo, drvni sortiment) od mjesta sječe i izrade do pomoćnog stovarišta. Utovarom drva u kamionske skupove na pomoćnom stovarištu započinje faza daljinskog transporta drva (Poršinsky, 2005). Tijekom privlačenja drva koje se još naziva i primarnim transportom (Poršinsky, 2005), oblovina se dijelom ili u potpunosti transportira izvan izgrađenih šumskih puteva, pri čemu su moguća četiri temeljna načina: privitlavanje drva (vuča drva po tlu; samo tijekom sakupljanja drva vitlom), privlačenje drva (vuča drva s jednim krajem odignutim od tla), izvoženjem drva (drvo na tovarnom prostoru vozila) i iznošenjem drva

(drvo odignuto od tla).

Sredstvo i način privlačenja drva odabire se u ovisnosti o terenskim čimbenicima (nagibima terena, prepreke, nosivost tla), otvorenosti sječine, vrsti prihoda, vrsti tehnologije i metode izradbe drva i sl.

Mehanizirana sredstva za privlačenje drva možemo podijeliti s obzirom na njihovu primjenu prema metodama izradbe drva (sortimentna, poludeblovna, deblovna, stablovna metoda), prema vrsti sječe (prorede, oplodne i preborne sječe), te uvjetima terena (ravničarski i brdski tereni).

Različiti sastojinski i terenski uvjeti hrvastkog šumarstva utjecali su na primjenu dviju glavnih metoda izrade drva koje se međusobno bitno razlikuju (Krpan i dr. 2003). Unutar svake od tih dviju glavnih metoda za privlačenje drva koriste se prikladne vrste vozila.

U području nizinskih šuma (ravničarski tereni) primjenjuje se sortimentna metoda izrade drva. Drvo se u oplodnim sječama izvozi forvarderima , dok se u prorednim sječama koriste skideri i traktorski skupovi (poljoprivredni traktori opremljeni šumskom prikolicom i dizalicom).

Na području gorskih i brdskih šuma (tereni s manjim ili većim nagibom terena) u uporabi je (polu) deblovna metoda izrade drva, a za privlačenje drva se koriste veliki skideri u oplodnim i prebornim sječama, odnosno, srednji (proredni) skideri i adaptirani poljoprivredni traktori u prorednim sječama.

Privitlavanje predstavlja vuču drvnih sortimenata po tlu od mjesta izrade u sječini do šumskog vozila za privlačenje drva opremljenog sa šumskim vitlom. Osim za privlačenje i privitlavanje drva, adaptirani poljoprivredni traktori i skideri služe i za uhrpavanje drva na pomoćnom stovarištu, popravljanje traktorskih puteva ili vlaka, uklanjanje manjih prepreka i sl.

1.3. Ciljevi uvođenja mehaniziranog privlačenja drva

Kroz povijest iskorištavanja šuma za iznošenje ili vuču drva iz šume su bile zadužene životinjske zaprege. Razvojem društva nastoji se podići proizvodnost i ekonomičnost eksploatacije šuma, te se početkom 50-ih godina prošlog stoljeća zamjenjuju životinjske zaprege s mehaniziranim radnim sredstvima.

Mehanizirano privlačenje drva ima za cilj:

- Povećanje radnog učinka,
- Smanjenje broja radnika,
- Smanjenje opterećenja radnika,
- Humanizaciju rada,
- Smanjenje troškova po jedinici proizvoda.

1.4. Ograničavajući čimbenici pridobivanja drva

- Društvena ograničenja,
- Zakoni,
- Uredbe,
- Pravilnici,
- Kolektivni ugovori,
- Interni propisi, pravilnici i poslovnici poslodavaca,
- Namjena šuma,
- Uloga države, vlasnički odnosi,
- Prirodni uvjeti,
- Makro i mikro reljef,
- Nosivost podloge,
- Vodotoci,
- Klimatski uvjeti,
- Sastojinske značajke.

1.5. Skideri

Početkom 60-ih godina prošlog stoljeća skideri se prvi put koriste u šumarstvu Kanade i Norveške (Sever, 1980), a njihova primjena u Hrvatskoj započinje 1968. godine.

Osnovne značajke svih šumskih zglobnih traktora su zglobno upravljanje, sva četiri pogonska kotača, opterećenje prednje osovine na oko 2/3 ukupne mase praznog skidera (Sever i Horvat, 1990).

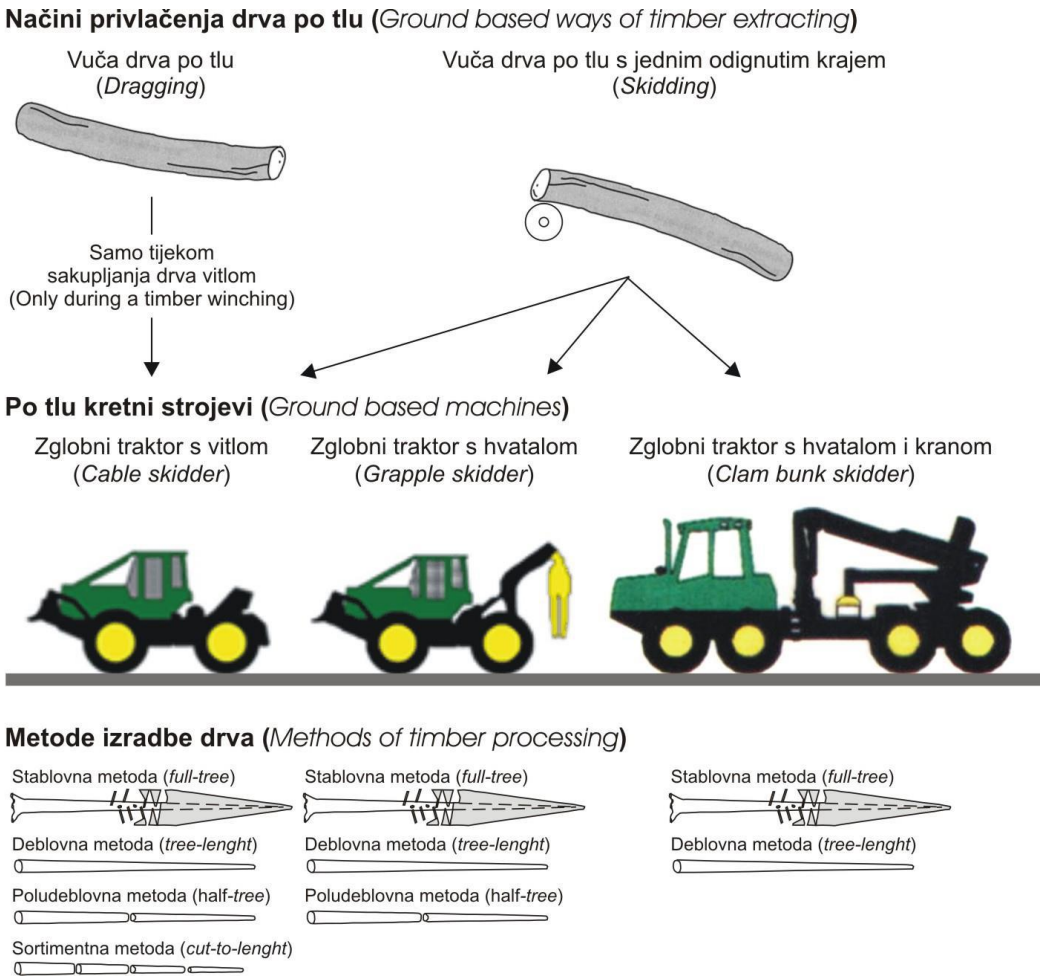
Raspodjela mase skidera je potrebna zbog načina rada i osiguranja potrebne uzdužne stabilnosti skidera. Pri privlačenju drva, odignuti dio tovara se oslanja na zadnji dio skidera te se dinamička opterećenja prednje i stražnje osovine izjednačavaju ili su ovisno o položaju drva u tovaru, veličini tovara i nagibu terena, opterećenja na zadnjoj osovini veća nego na prednjoj. Granični tovar koji će skider moći privlačiti je određen dopuštenim opterećenjem zadnje osovine, kutem uzdužne stabilnosti i ostvarivanjem vučne sile preko kotača (Horvat, 1990).

Navedene tehničke značajke skiderima omogućuju bolju kretnost i bolje radne značajke u uvjetima eksploatacije šuma u usporedbi s adaptiranim poljoprivrednim traktorima. U Hrvatskoj se za privlačenje drva prvenstveno upotrebljavaju kotačni skideri opremljeni šumskim vitlom. Skider prilikom rada u šumskoj sječini ne silazi sa šumske ceste, odnosno traktorskog puta ili vlake, nego pomoću vitla i sajle privitlava stabla, debla ili drvne sortimente od mjesta sječe i izrade do skidera.

Slika 4. Skider

U poduzeću Hrvatske šume d.o.o. Zagreb godišnje se privuče više od 70 % drva pomoću šumskih vozila opremljenih šumskim vitlom (Beuk i dr., 2007).

Skideri se međusobno razlikuju s obzirom na: izvedbu voznog sustava (gusjenični, kotačni), način upravljanja (preko prednjih, stražnjih, svih kotača vozila ili zglobno) i načina transporta drva (vuča drva po tlu, vuča drva s jednim odignutim krajem i izvoženje drva).



Slika 5. Vrste skidera s obzirom na tehnologiju privlačenja po tlu (Krpan i dr. 2003)

Različitim načinom i tehnologijom rada šumski zglobni traktori se opremaju s različitim konstrukcijama prihvata tovara drva, te tako uz skidere opremljene vitlom (eng. cable skidder) razvijaju se i skider s hvatalom okrenutim prema dolje (eng. grapple skidder) i s hvatalom okrenutim prema gore i dizalicom za utovar drva u hvatalo (eng. clam-bunk skidder).

Slika 6. Grapple skidder

Slika 7. Clam-bunk skidder

Zajedničko svim skiderima je odignut dio tovara od zemlje, čime se smanjuje otpor prilikom privlačenja. U hrvatskom šumarstvu se većinom koriste skideri s vitlom, te je njihova prednost što ne moraju silaziti s šumske ceste, traktorskog puta ili vlake.

Podvozje se skidera sastoji od dva odvojena okvira. Prednji dio skidera ima ugrađen prednji most s kotačima, motor, mjenjač, razvodnik pogona i kabinu, sve učvršćeno na prednji dio okvira podvozja. Na stražnjem su okviru podvozja također preko poluosovina postavljeni kotači, ali i potrebna šumska nadogradnja - šumsko vitlo, zaštitna daska, horizontalni i vertikalni valjci vitla.

Prednji i stražnji okvir spojeni su zglobno s mogućnošću gibanja zgloba, pomoću hidrauličnih cilindara, samo u vodoravnoj ravnini. Zglobom se ostvaruje lakše upravljanje skiderom u terenskim uvjetima te manji krug okretanja čime se poboljšava kretnost vozila. Kinematika hodnog mehanizma skidera je takva da u zaokretu stražnji kotači prate prednje kotače. Povećanje bočne stabilnosti skidera pri radu na nagibu ili pri prelasku preko površinskih prepreka je omogućeno njihanjem prednje osovine. Njihanje prednje osovine se izražava kutom oscilacije - kutem stvorenim oscilacijom osovine u oba smjera (Sever i Horvat, 1985).

Pogonski dio čini motor s unutrašnjim izgaranjem, najčešće četverotaktni diesel motor. Sustav transmisije sastoji se od spojke, mjenjača, razdjelnika pogona, diferencijala na svakoj osovini te planetarnog ili završnog reduktora na svakom kotaču. Ovisno o masi skidera ugrađuje se frikcijska (tarna) spojka ili hidrodinamička spojka (konverter zakretnog momenta). Hidrodinamička spojka se najčešće koristi pri konstrukciji skidera velikih masa i snage motora namjenjenih za stablovnu metodu izradbe (Horvat i Sever, 1987) tj, kod skidera opremljenih s hvatalom prema dolje ili hvatalom prema gore i dizalicom. Cilj sustava prijenosa snage je povećanje okretnog momenta koji se ostvaruje na kotače.

Kabina se skidera izvodi sa zaštitnim konstrukcijama (zaštitni okvir i zaštitna mreža) koja, u svrhu sigurnosti vozača pri prevrtanju vozila ili udaru predmeta (grana, trupac), mora zadovoljiti stroge kriterije određene ISO standardima. Na prednjem kraju vozila se nalazi odrivna daska, koja služi za uhrapavanje drvnih sortimenata na stovarištu, uklanjanje prepreka ili za popravak traktorskih vlaka.

Na stražnji okvir skidera se ugrađuje šumsko vitlo. Odabir se vitla vrši na osnovu potrebite nazivne vučne sile i ukupne težine vozila. Nazivna vučna sila vitla u pravilu ne premašuje težinu vozila. Pogon vitla može biti mehanički ili hidraulički.

Prijenos snage vrši se vratilom izvedenim najčešće iz razdjelnika pogona prema samom vitlu mehaničkog pogona ili prema hidrauličkoj pumpi kod hidrauličkog pogona. Svi traktori i skideri opremljeni vitlom moraju imati prihvatno-zaštitnu dasku, koja je samo kod prorednih skidera te nekih velikih skidera i sidrena daska. Skupina velikih skidera u principu nema izvedbu sidrene daske zbog svoje velike težine. Mogućnost spuštanja zadnje daske (sidrenje) se upotrebljava prilikom privitlavanja, s ciljem stabilnosti traktora pri ostvarivanju najvećih vučnih sila vitla. Zadnja daska se naziva prihvatno-zaštitna daska jer se na kraju privitlavanja na njoj prihvaćaju trupci i odiže se prednji kraj trupaca od tla, a pri privlačenju (vožnji traktora po šumskoj vlaci od sječine do pomoćnog stovarišta) vrši zaštitu kotača i zadnje osovine traktora.

Osnovni dijelovi vitla su bubanj, vodilice užeta (horizontalni i vertikalni valjci ili koloture) i kućište vitla. Broj okretaja ulaznog vratila je prevelik za pokretanje bubnja te se zbog toga u vitlu vrši redukcija broja okretaja pužnim prijenosom. Bubanj se sastoji od oboda, valjka i osovine valjka. Na bubanj se namata uže. Duljina namotanog užeta ovisit će o dimenzijama bubnja i odabranom promjeru užeta. Valjci vitla (horizontalni i vertikalni) predstavljaju vodilice užeta te omogućuju lakše izvlačenje užeta i namatanje užeta na bubanj, prvenstveno prilikom privitlavanja trupaca pri određenom kutu od uzdužne osi traktora.

S obzirom na broj bubnjeva, razlikuju se jednobubanjska i višebubanjska vitla. Jednobubanjska vitla se koriste pri deblovnoj i stablovnoj metodi izradbe drva gdje je u tovaru mali broj komada drva. Dvobubanjska vitla omogućavaju vezanje tovara od većeg broja komada drva što je vrlo učinkovito kod sortimentne metode izradbe drva ili pri radu u prorednim sječinama, kada se privlače drvni sortimenti ili dijelovi stabla manjih dimenzija. Osnovne komande vitla su spojka i kočnica. Uključivanjem spojke omogućujemo prijenos snage na vitlo, odnosno privitlavanje. Kočnicu vitla uključujemo nakon što su trupci privitlani do prihvatno-zaštitne-sidrene daske , te je odignut prednji kraj tovara. Time blokiramo bubanj i zakočimo uže te skider vrši privlačenje tovara iz sječine na pomoćno stovarište.

Na razinu proizvodnosti skidera djeluju slijedeći utjecajni čimbenici: tehničko-tehnološke značajke vozila, udaljenost izvoženja drva, vrsta drveta i dimenzije izrađene oblovine, sječna gustoća, nagib terena, površinske prepreke, uvjeti nosivosti podloge, dubina snijega, otvorenost sječina sekundarnom mrežom šumskih prometnica, potreba za razvrstavanjem sortimenata na pomoćnom stovarištu te vještina rukovatelja (Šušnjar, 2005).

Skideri imaju ograničenu primjenu jer se racionalno mogu upotrebljavati u sječinama s velikom sječnom gustoćom (Tomičić, 1974). Zbog manjeg obujma tovara, skiderima je potreban veći broj turnusa za privlačenje cjelokupnog izrađenog drvnog obujma sa sječine, što bi slobodnim kretanjem vozila dovelo do velikih oštećenja tla. Prednost skidera s vitlom je da vozilo ne treba doći do svakog pojedinačnog izrađenog sortimenta već s određene udaljenosti može privitlavati po tlu drvni sortiment do zaštitno prihvatne daske. Time se omogućuje kretanje skidera isključivo po sekundarnim šumskim prometnicama. Navedeni način rada zahtjeva dobru otvorenost sastojine sekundarnim šumskim prometnicama kako bi udaljenost privlačenja bila prihvatljiva, ali i da se izvozni pravci mogu položiti izbjegavajući velike nagibe terena i omogućavajući dobru nosivost tla.

Usmjerenim rušenjem stabala prema vlaci se omogućuje lakše privitlavanje izraženih sortimenata, manji trošak vremena za vezivanje tovara, a time i veći učinak sredstava rada i manje troškove. Vlake omogućuju sigurniji rad skidera i veće brzine kretanja te veće obujme tovara.

Uzdužne nagibe traktorskih vlaka koje traktor može svladati u određenim uvjetima navode u svojim radovima Bojanin (1981), Jeličić (1983). Vrijednosti se kreću u rasponu od 16 % do 60 % nagiba, ovisno o stanju podloge, vrsti traktora, uporabi lanaca, vuči uzbrdo ili nizbrdo, opterećenju traktora itd.. MacDonald (1999) navodi za skidere najveći granični nagib od 45 % nizbrdo i 30 % uzbrdo.

Pri privlačenju tovara, masa tovara se nepravilno raspoređuje na prednju i zadnju osovinu skidera. zadnja osovina skidera je više opterećena prilikom punog tovara jer je prednji dio tovara odignut od tla. Sposobnost skidera za privlačenje se smanjuje pri kretanju uz nagib. Povećanjem nagiba sve veći dio mase tovara opterećuje zadnju osovinu skidera te dolazi do poremećaja stabilnosti, proklizavanje kotača i nemogućnosti daljnjeg kretanja.

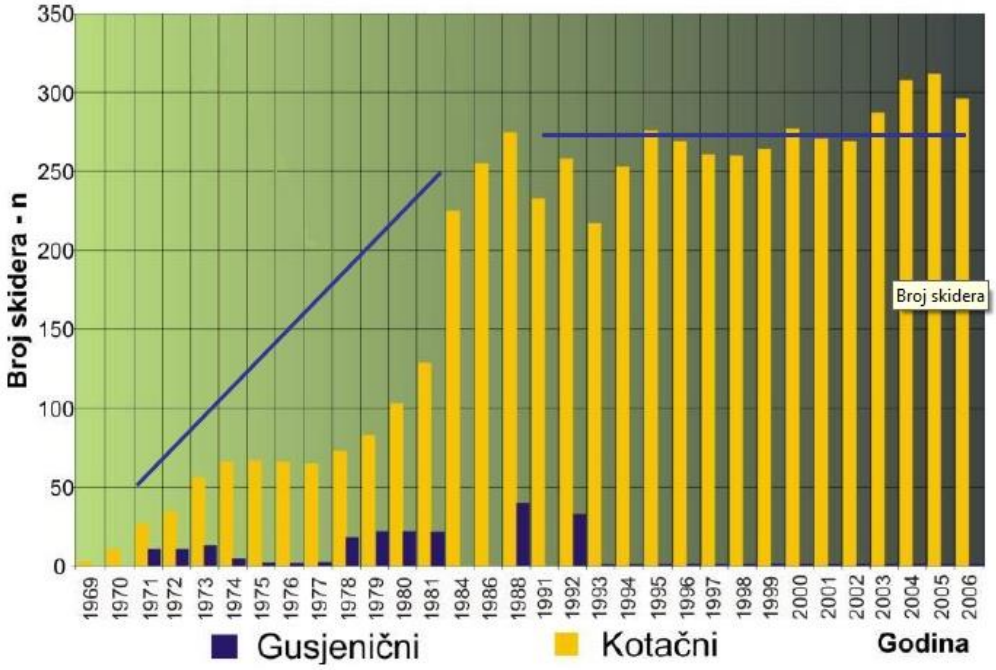
Privlačenje drva niz nagib učinkovitije je i energetski povoljnije, ali se javlja mogućnost klizanja tovara, guranja vozila i udaranja tovara u vozilo.

Skideri su najpovoljniji za privlačenje pri malim i srednjim udaljenostima privlačenja. Kod većih udaljenosti (više od 300 m), skiderima se smanjuje učinak i povećavaju se troškovi rada. Najveća udaljenost privlačenja na osnovu ekonomskih pokazatelja i tehničkih ograničenja vozila, trebala bi iznositi približno oko 200 do 300 m. Manja udaljenost privlačenja smanjuje troškove ali i povećava gustoću šumskih cesta i troškove izgradnje i održavanja istih.

Pomoćna stovarišta skidera trebaju biti prostrana, budući da se skiderom ne mogu slagati visoki složaji kao što je to slučaj kod forvardera. Stovarišta su često razvučena, skider prednjom odrivnom daskom gura drvne sortimente u veće složaje, ali pri tome postoji mogućnost oštećivanja drvnih sortimenata. Tako oblikovana stovarišta nemaju razvrstane složajeve s istom kakvoćom drvnih sortimenata, što zahtjeva česta premještanja kamiona te stvara veliki gubitak vremena kod utovara.

1.6.Brojnost zglobnih traktora

U privih 20 godina od pojave skidera u šumarstvu Republike Hrvatske je u velikom porastu. Broj skidera od 90-ih godina prošlog stoljeća do danas se kreće oko 300 komada. Prema zadnim podacima iz 2018. godine broj skidera u vlasništvu „Hrvatskih šuma“ do.o.o iznosi 370 komada.



Slika 8. Broj skidera u šumarstvu RH u razdoblju 1969 - 2006

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Jedan od važnijih zadataka svakog poduzeća koje se bavi proizvodnjom je sniziti proizvodne troškove. Primarni transport drva zauzima veliki dio u ukupnim proizvodnim troškovima poduzeća Hrvatske šume d.o.o.

Osnovni cilj ovog istraživanja je analiza podataka za zglobne šumske traktore (skidere) u vlasništvu poduzeća Hrvatske šume d.o.o. u smislu dobivanja informacija o učinkovitosti, iskorištenju, te tehničkoj ispravnosti skidera.

Ovim istraživanjem se također želi dokazati važnost vođenja dokumentacije o učinkovitosti i iskorištenju skidera po proizvodnoj jedinici i pogonskom satu,te ukazati na nedostatak standardiziranog načina vođenja te dokumentacije.

3. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno na osnovu prikupljenih podataka o naturalnim pokazateljima za skidere poduzeća Hrvatske šume d.o.o. u 2018. godini. Za potrebe rada osnovni podaci koje smo koristili za analizu šumskih zglobnih traktora u vlasništvu poduzeća Hrvatske šume d.o.o. su:

- ⇒ broj radnih sati
- ⇒ godišnji učinak (m3)
- ⇒ broj pogonskih sati
- ⇒ zastoj

Analiza je rađena na razini Uprava šuma. Poduzeće Hrvatske šume d.o.o. Zagreb sastoji se od 16 Uprava šuma koje raspolažu s 370 šumskih zglobnih traktora za privlačenje drva (tablica 1).

Analiza podataka rađena je pomoću programa „Microsoft Excel“, a konačni prikaz pomoću opcija zaokretnih, odnosno pivot tablica. Funkcije koje sam koristio prilikom izrade zaokretnih tablica su „count“ i „average“.

Tablica 1. Broj skidera po UŠP

UŠP	Zglobni traktori <5t	Zglobni traktori >5t	Ukupno
Vinkovci			0
Osijek	6		6
Našice	21	14	35
Požega	25	6	31
Bjelovar	34	39	73
Koprivnica	14	29	43
Zagreb	6	13	19
Sisak	4	3	7
Karlovac	2	24	26
Ogulin		17	17
Delnice		35	35
Senj		14	14
Gospić		38	38
Buzet	4	1	5
Split			0
Nova Gradiška	11	10	21
Ukupno	127	243	370

U tablici 1 prikazan je popis šumskih zglobnih traktora (skidera) poduzeća „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb po UŠP-u. Najviše zglobnih traktora posjeduje UŠP Bjelovar sa kapacitetom od 73 skidera, zatim slijede UŠP Koprivnica sa 43, UŠP Gospić sa 38, UŠP Delnice i Našice sa 35, UŠP Požega sa 31, UŠP Karlovac sa 26, UPŠ Nova Gradiška sa 21, UŠP Zagreb sa 19, UŠP Ogulin sa 17, UŠP Senj sa 14, UŠP Sisak sa 7, UŠP Osijek sa 6, te UŠP Buzet sa 5. Treba napomenuti da UŠP Vinkovci i UŠP Split ne posjeduju zglobne traktore.

Tablica 2. Broj skidera <5 t po UŠP

UŠP	Zglobni traktori <5t	ECOTRAC 33 V	ECOTRAC 55 V	ECOTRAC 35 V	ECOTRAC 55 V+D	NETIPIZIRANO	UKUPNO
Vinkovci							0
Osijek			3	3			6
Našice			9		12		21
Požega			25				25
Bjelovar			26		8		34
Koprivnica	1	1	10		2		14
Zagreb			1	1	4		6
Sisak			2		2		4
Karlovac			2				2
Ogulin							0
Delnice							0
Senj							0
Gospić							0
Buzet		1	1			2	4
Split							0
Nova Gradiška			6		5		11
Ukupno	1	2	85	4	33	2	127

U tablici 2 prikazan je broj zglobnih traktora do 5 tona poduzeća „Hrvatske šume“ d.o.o. po UŠP-u. Najviše skidera do 5 tona posjeduje UŠP Bjelovar sa 34 komada, slijede UŠP Požega sa 25, UŠP Našice sa 21, UŠP Koprivnica sa 14, UŠP Nova Gradiška sa 11, UŠP Osijek i UŠP Zagreb sa 6, UŠP Sisak i UŠP Buzet sa 4 te UŠP Karlovac sa 2 skidera. UŠP Vinkovci, Ogulin, Delnice, Senj, Gospić i Split ne posjeduju skidere do 5 tona.

Od ukupnih 127 skidera do 5 tona, najveći broj otpada na ECOTRAC 55 V, njih 85, slijede ECOTRAC 55 V+D sa 33, ECOTRAC 35 V sa 4, te ECOTRAC 33V sa 2 komada.

Tablica 3. Broj skidera >5 t po UŠP

UŠP	TIMBERJACK 225E	TIMBERJACK 380	TIMBERJACK 240C	ECOTRAC 120 V	ECOTRAC 120 V+D	JOHN DEERE 540G III	ECOTRAC 140 VD	SKIDER KLEMMBANK	NETIPIZIRANO	UKUPNO
Vinkovci										0
Osijek										0
Našice			1	6	6	1				14
Požega				3			3			6
Bjelovar		1	1	26	6		5			39
Koprivnica			4	22	3					29
Zagreb			2	5	4		2			13
Sisak				2			1			3
Karlovac			8	12	2		1	1		24
Ogulin			4	5	6		2			17
Delnice			5	16	10				4	35
Senj	1		5	8					3	17
Gospić			12	8	2		13			35
Buzet				1						1
Split										0
Nova Gradiška				7	2				1	10
Ukupno	1	1	42	121	41	1	27	1	8	243

U tablici 3 prikazan je broj zglobnih traktora poduzeća Hrvatske šume d.o.o. mase veće od 5 tona po UŠP. Najveći broj posjeduje UŠP Bjelovar, 3 komada, slijede UŠP Delnice i Gospić sa 35, UŠP Koprivnica sa 2, UŠP Karlovac sa 24, UŠP Senj i Ogulin sa 17, UŠP Našice sa 14, UŠP Zagreb sa 13, UŠP Nova Gradiška sa 10, UŠP Bjelovar sa 6, UŠP Sisak sa 3, te UŠP Buzet sa 1 skiderom. UŠP Split, Osijek i Vinkovci ne posjeduju zglobne traktore mase veće od 5 tona.

Od ukupnog broja skidera mase veće od 5 tona, najveći broj otpada na ECOTRAC 120 V, njih 121, slijede TIMBERJACK 240C sa 42, ECOTRAC 120 V+D sa 41, ECOTRAC 140 VD sa 27, te TIMBERJACK 225E, TIMBERJACK 380, JOHN DEERE 540G III I SKIDER KLEMMBANK sa po jednim komadom.

Od ukupnih 370 skidera koje posjeduju Hrvatske šume d.o.o. za potrebe ovog rada u obračun je uzeto sveukupno 330 skidera. Razlog tomu su nepotpuni podaci o svih 370 zglobnih traktora na razini čitavog poduzeća.

Analiza podataka je rađena u dvije odvojene grupe skidera. Laki skideri mase do 5 tona i teški skideri mase preko 5 tona.

Analiza lakih skidera do 5 tona rađena je na uzorku od 102 zglobna traktora ECOTRAC 55V sa područja UŠP Bjelovar, Karlovac, Koprivnica, Našice, Nova Gradiška, Požega, Sisak, Zagreb (Tablica 4).

Tablica 4. Broj skidera <5 t obuhvaćenih analizom

Uzorak strojeva	Bjelovar	Karlovac	Koprivnica	Našice	Nova Gradiška	Požega	Sisak	Zagreb	Σ
ECOTRAC 55V	36	2	12	15	6	23	3	5	102

Analiza teških skidera mase preko 5 tona rađena je na uzorku od 228 zglobnih traktora sa područja UŠP Bjelovar, Delnice, Gospić, Karlovac, Koprivnica, Našice, Nova Gradiška, Ogulin, Požega, Senj, Sisak, Zagreb (Tablica 5).

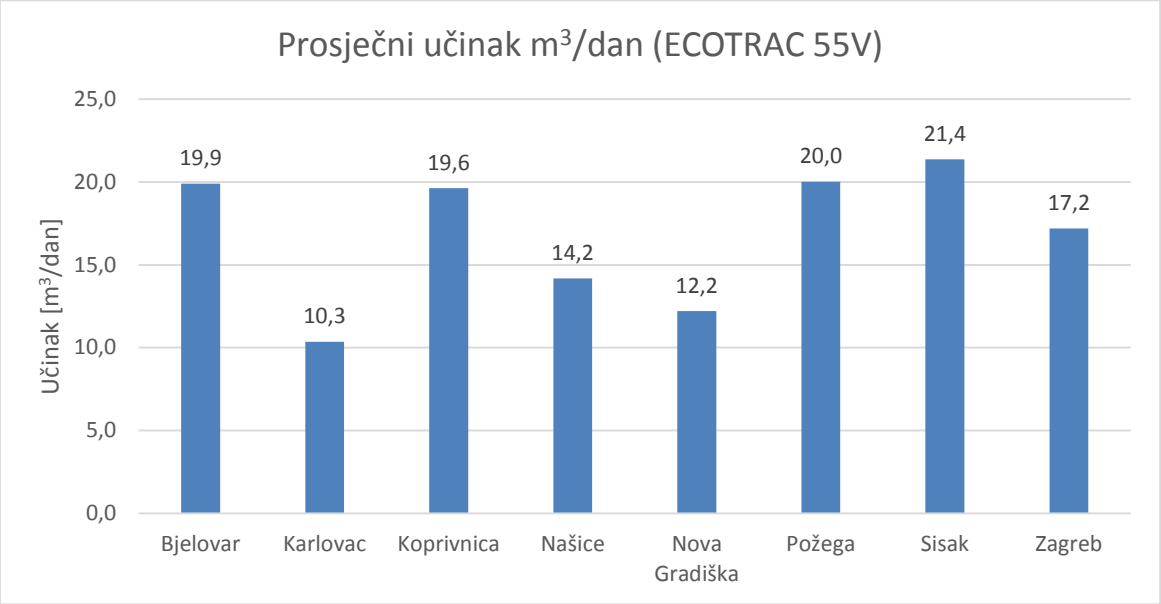
Tablica 5. Broj skidera >5 t obuhvaćenih analizom

Uzorak strojeva	ECOTRAC 120V	ECOTRAC 140V	TIMBERJACK 240C	Σ
Bjelovar	31	5	1	37
Delnice	22	3	5	30
Gospić	10	11	10	31
Karlovac	16	1	8	25
Koprivnica	27		4	31
Našice	10		1	11
Nova Gradiška	4	1		5
Ogulin	11	2	4	17
Požega	6	3	1	10
Senj	10		4	14
Sisak	1	1		2
Zagreb	9	2	4	15
Σ	157	29	42	228

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Tablica 6. Prosječni učinak m³/dan (ECOTRAC 55V)

Prosjek m^3/dan	Bjelovar	Karlovac	Koprivnica	Našice	Nova Gradiška	Požega	Sisak	Zagreb	Σ
ECOTRAC 55V	19.9	10.3	19.6	14.2	12.2	20.0	21.4	17.2	18.3

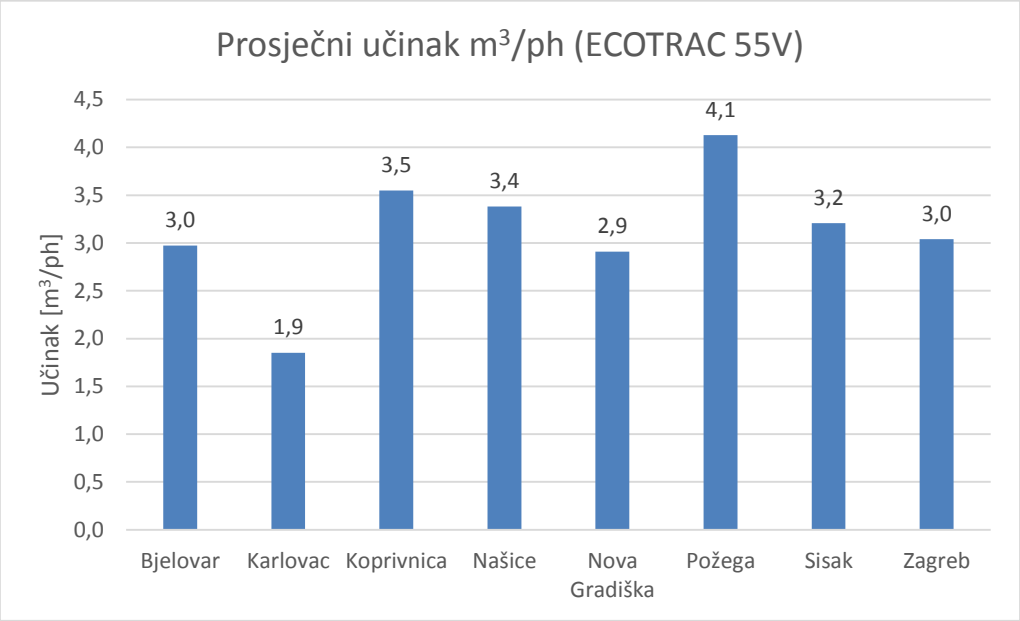


Grafikon 1. Prosječni učinak m³/dan (ECOTRAC 55V)

Prosječni učinak zglobnog traktora ECOTRAC 55V na uzorku od 102 vozila iznosi 18,3 m³/dan (Tablica 6).

Tablica 7. Prosječni učinak m³/ph (ECOTRAC 55V)

Prosjek m3/ph	Bjelovar	Karlovac	Koprivnica	Našice	Nova Gradiška	Požega	Sisak	Zagreb	Σ
ECOTRAC 55V	3.0	1.9	3.5	3.4	2.9	4.1	3.2	3.0	3.3



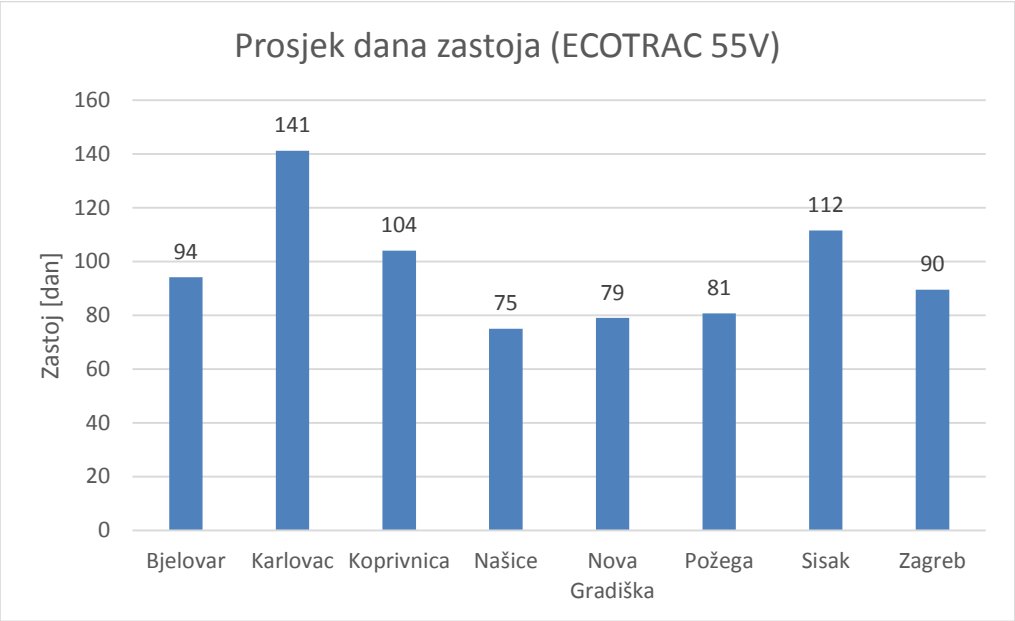
Grafikon 2. Prosječni učinak m³/ph (ECOTRAC 55V)

Prosječni učinak traktora ECOTRAC 55V na uzorku od 102 vozila iznosi 3,3 m³/ph (Tablica 7).

UŠP Požega ima veći učinak po pogonskom satu za 0,7m³ od prosječnog učinka, dok UŠP Karlovac ima manji učinak po pogonskom satu za 1,4 m³ od prosječnog učinka (Tablica 7; Grafikon 2).

Tablica 8. Prosjek dana zastoja (ECOTRAC 55V)

Prosjek dana zastoja	Bjelovar	Karlovac	Koprivnica	Našice	Nova Gradiška	Požega	Sisak	Zagreb	Σ
ECOTRAC 55V	94	141	104	75	79	81	112	90	90

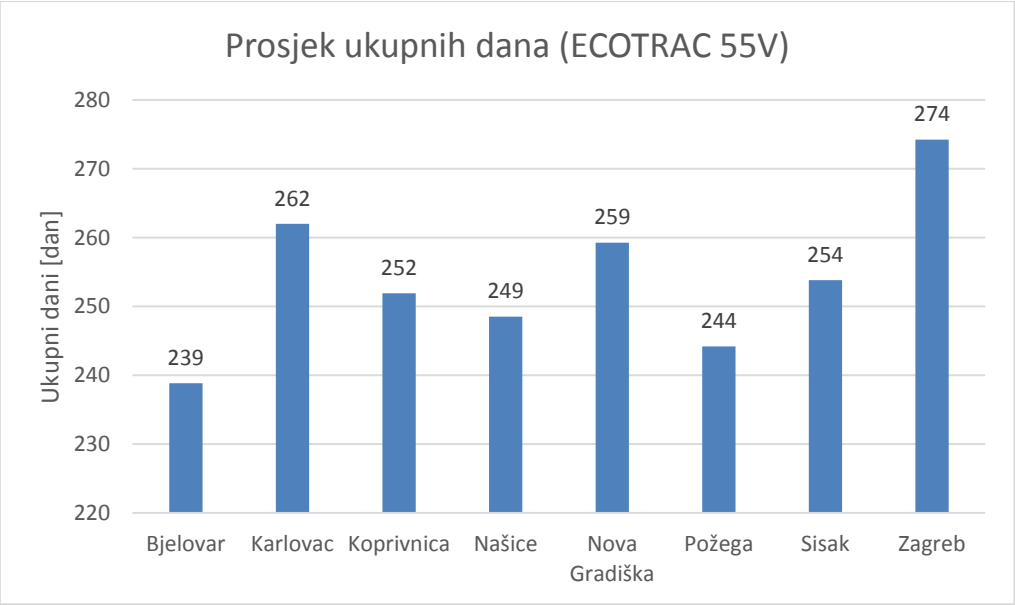


Grafikon 3. Prosjek dana zastoja (ECOTRAC 55V)

Prosječan broj dana zastoja iznosi 90 dana (Tablica 8) na uzorku od 102 skidera. UŠP Karlovac prednjači sa brojem dana u zastoju koji je veći za 51 dan od prosjeka, dok UŠP Našice ima najmanji broj dana u zastoju, svega 75 dana (Grafikon 3).

Tablica 9. Prosjek ukupnih dana (ECOTRAC 55V)

Prosjek ukupnih dana	Bjelovar	Karlovac	Koprivnica	Našice	Nova Gradiška	Požega	Sisak	Zagreb	Σ
ECOTRAC 55V	239	262	252	249	259	244	254	274	247

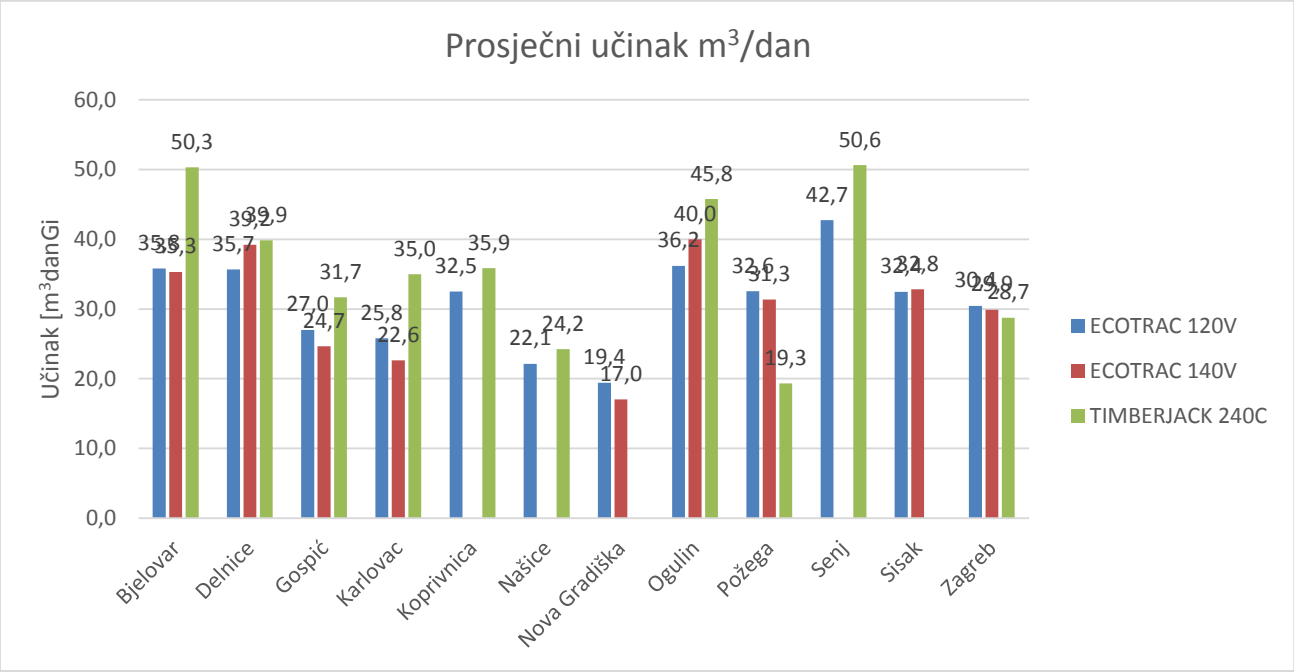


Grafikon 4. Prosjek ukupnih dana (ECOTRAC55)

Prosječan broj ukupnih dana (radni dani i dani u zastoju) iznosi 247 dana (Tablica 9) na uzorku od 102 skidera. UŠP Zagreb sa svoja 274 dana (Tablica 9; Grafikon 4) nešto izraženije odstupa od prosijeka u odnosu na ostale UŠP.

Tablica 10. Prosječni učinak m³/dan skidera > od 5 t

Prosjek m3/dan	ECOTRAC 120V	ECOTRAC 140V	TIMBERJACK 240C
Bjelovar	35.8	35.3	50.3
Delnice	35.7	39.2	39.9
Gospić	27.0	24.7	31.7
Karlovac	25.8	22.6	35.0
Koprivnica	32.5		35.9
Našice	22.1		24.2
Nova Gradiška	19.4	17.0	
Ogulin	36.2	40.0	45.8
Požega	32.6	31.3	19.3
Senj	42.7		50.6
Sisak	32.4	32.8	
Zagreb	30.4	29.9	28.7
Σ	32.4	30.1	36.5



Grafikon 5. Prosječni učinak m³/dan skidera > od 5 t

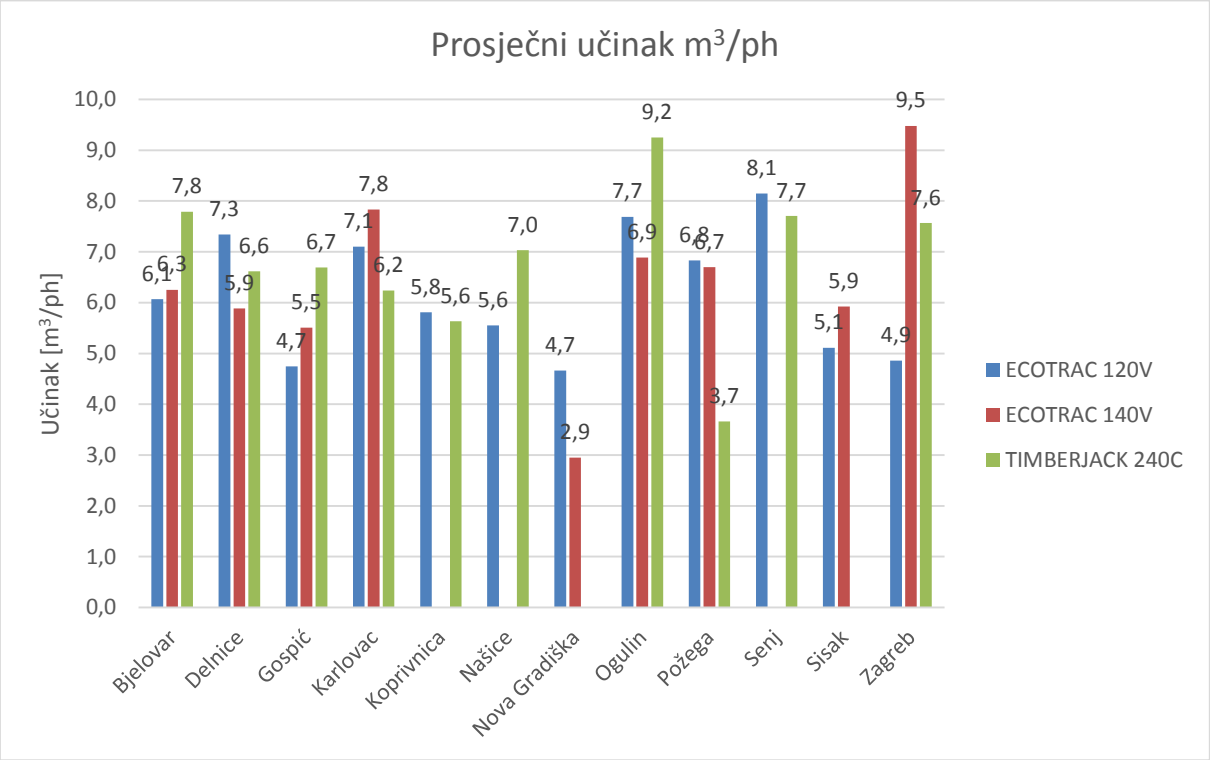
Prosječan učinak m³/dan za skidere veće od 5 tona (ECOTRAC 120V, ECOTRAC 140, TIMBERJACK 240C) na uzorku od 228 skidera je 33 m³/dan.

Najveći prosiječni učinak ima TIMBERJACK 240C sa 36.5 m³/dan (Tablica 10), a ECOTRAC 140V ima najmanji učinak sa 30,1 m³/dan (Tablica 10). UŠP Bjelovar i UŠP Senj na traktoru TIMBERJACK 240C sa 50,3 m³/dan (Tablica 10; Grafikon 5),

odnosno 50,6 m³/dan (Tablica 10; Grafikon 5) imaju najveći prosiječni učinak u odnosu na ostale razmatrane UŠP-ove.

Tablica 11. Prosječni učinak m³/ph za skidere > od 5 t

Prosjek m3/ph	ECOTRAC 120V	ECOTRAC 140V	TIMBERJACK 240C
Bjelovar	6.1	6.3	7.8
Delnice	7.3	5.9	6.6
Gospić	4.7	5.5	6.7
Karlovac	7.1	7.8	6.2
Koprivnica	5.8		5.6
Našice	5.6		7.0
Nova Gradiška	4.7	2.9	
Ogulin	7.7	6.9	9.2
Požega	6.8	6.7	3.7
Senj	8.1		7.7
Sisak	5.1	5.9	
Zagreb	4.9	9.5	7.6
Σ	6.4	6.2	6.9



Grafikon 6. Prosječni učinak m³/ph za skidere > od 5 t

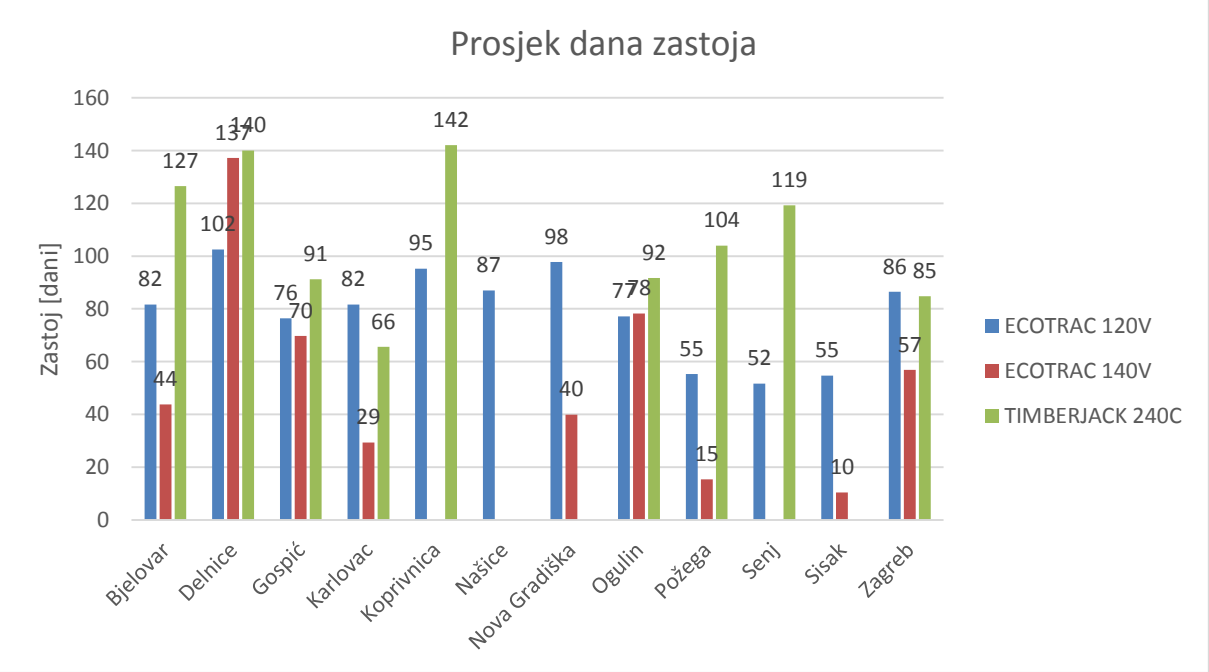
Na uzorku od 228 skidera većih od 5 tona (ECOTRAC 120V, ECOTRAC 140, TIMBERJACK 240C) prosječni učinak je 6.5 m³/ph. Najveći prosječni učinak ostvaruje

TIMBERJACK 240C sa 6,9 m³/ph (Tablica 11) , a najmanji ECOTRAC 140 V sa 6,2 m³/ph (Tablica 11).

UŠP Zagreb na traktoru ECOTRAC 140 V koji u prosijeku ima najmanji učinak, ostvaruje najveći učinak sa 9,5 m³/dan. (Tablica 11; Grafikon 6)

Tablica 12. Prosjek dana zastoja za skidere >od 5 t

Prosjek dana zastoja	ECOTRAC 120V	ECOTRAC 140V	TIMBERJACK 240C
Bjelovar	82	44	127
Delnice	102	137	140
Gospić	76	70	91
Karlovac	82	29	66
Koprivnica	95		142
Našice	87		
Nova Gradiška	98	40	
Ogulin	77	78	92
Požega	55	15	104
Senj	52		119
Sisak	55	10	
Zagreb	86	57	85
Σ	84	62	100



Grafikon 7. Prosjek dana zastoja za skidere >od 5 t

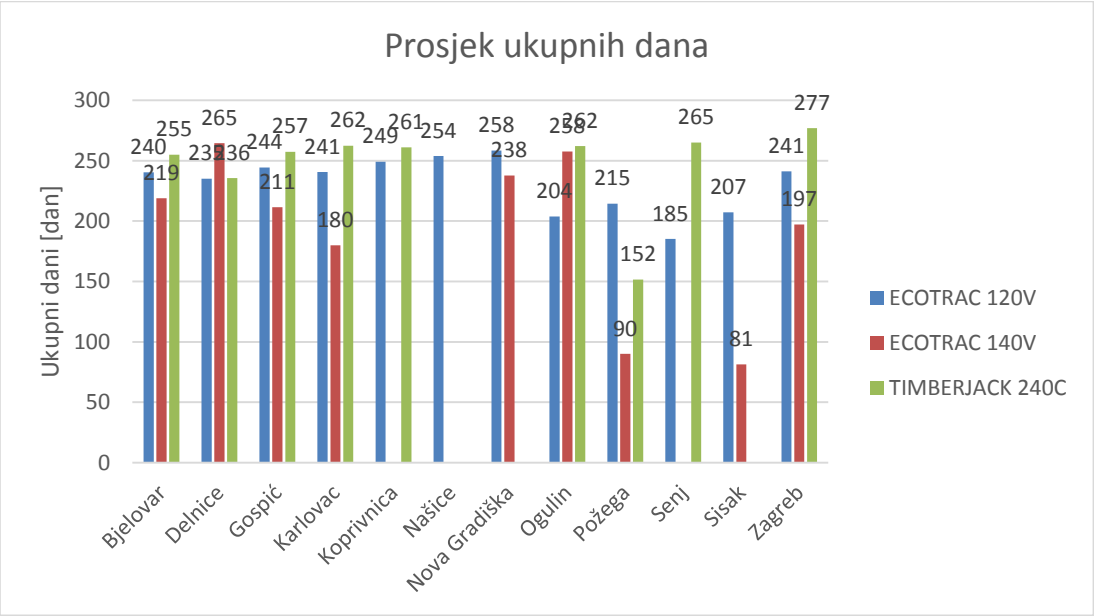
Prosječan broj dana zastoja na uzorku od 228 skidera većih od 5 tona (ECOTRAC 120V, ECOTRAC 140, TIMBERJACK 240C) iznosi 82 dana u zastoju.

Najveći prosjek dana u zastoju ima TIMEBERJACK 240 C sa 100 dana (Tablica 12) u zastoju,dok ECOTRAC 140V sa 62 dana (Tablica 12) ima najmanji prosjek dana u zastoju.

UŠP Delnice sa 137 dana (Tablica 12; Grafikon 7) u zastoju na ECOTRAC 140V koji ima najmanji prosječan broj dana u zastoju od 62 dana (Tablica 12), spada među UŠP sa najvećim brojem dana u zastoju.

Tablica 13. Prosjek ukupnih dana za skidere >od 5 t

Prosjek ukupnih dana	ECOTRAC 120V	ECOTRAC 140V	TIMBERJACK 240C
Bjelovar	240	219	255
Delnice	235	265	236
Gospić	244	211	257
Karlovac	241	180	262
Koprivnica	249		261
Našice	254		
Nova Gradiška	258	238	
Ogulin	204	258	262
Požega	215	90	152
Senj	185		265
Sisak	207	81	
Zagreb	241	197	277
Σ	235	203	256



Grafikon 8. Prosjek ukupnih dana za skidere >od 5 t

Prosijek ukupnih dana(broj radnih dana i broj dana u zastoju) na uzorku od 228 skidera većih od 5 tona (ECOTRAC 120V, ECOTRAC 140, TIMBERJACK 240C) iznosi 231 dan.

Najveći prosjek ukupnih dana ima TIMBERJACK 240C od 256 dana (Tablica 13), dok ECOTRAC 140V ima najmanji prosjek od 203 dana (Tablica 13).

5. ZAKLJUČAK

Eksploatacijom šuma naziva se radni proces koji obuhvaća skup djelatnosti vezanih za pridobivanje drva. Sastoji se od sječe i izradbe te transporta drva s polufazama privlačenja i prijevoza drva (Krpan, 1992). Privlačenje drva energetski je najskuplja faza eksploatacije šuma (Rebula, 1989) poslije kamionskog prijevoza. U hrvatskoj šumarskoj praksi najčešći pokazatelj za korisnost, odnosno učinak skidera su m^3/ dan ili m^3/ph.

Prosječni učinak skidera ECOTRAC 55V iznosi 18.3 m^3/dan, najveći učinak ECOTRAC 55V je ostvario u UŠP Sisak s 21,4 m^3/dan, dok je najmanji učinak bio u UŠP Karlovac i iznosio je 10,3 m^3/dan. Gledano na prosječni učinak m^3/ph najbolji učinak je ostavren u UŠP Požega s 4,1 m^3/ph najmanji je bio u UŠP Karlovac s 1,9 m^3/ph, dok je prosječno iznosio 3,3 m^3/ph. Prema prosjeku dana zastoja najviše zastoja imali su u UŠP Karlovac s 141 danom zastoja što je i razlog niskog učinka stroja. Iznenađuje UŠP Sisak koja je druga uprava s najviše zastoja, ali su imali najveći učinak, što pokazuje jako veliki učinak prilikom rada stroja.

Prosječnim učinkom m^3/dan skidera > od 5 t najboljim se pokazao TIMBERJACK 240C koji je imao prosječni učinak od 36,5 m^3/dan.

Učinci mogu biti različiti ovisno o uvjetima i načinu rada, zastojima, vještini vozača, otvorenosti šume i duljini privlačenja, te veličini tovara.

Potrebno je odabrati stroj koji će najbolje i najoptimalnije odraditi fazu privlačenja do pomoćnog stovarišta.

Sredstvo i način privlačenja potrebno je odabrati ovisno o terenskim čimbenicima, otovrenosti sječine, vrsti prihoda, vrsti tehnologije i metode izradbe drva.

Potrebno je što bolje isplanirati otvorenost šuma, naći optimalan odnos između duljine privlačenja i izgradnje i održavanja šumskih prometnica. Isto tako je potrebno dobro isplanirati smjer obaranja drva, linije privlačenja, dobro organizirati pomoćna stovarišta, te uskladiti fazu privlačenja s fazom daljinskog transporta.

Iz dobivenih rezultata možemo vidjeti da ima dosta odstupanja od prosječnog učinka pojedinih strojeva. Bez uvida u konkretne uvjete rada teško je utvrditi razloge pojedinih odstupanja, podaci se na razinama UŠP obračunavaju na različite načine te i to može biti jedan od razloga odstupanja. Također potrebno je imati uvid u kakvoj je sječini stroj ostvario određeni učinak, da li je svoj radni učinak ostvario sa optimalnom količinom

tovara. Različitost prosjeka broja dana u zastoju i ukupnih dana po UŠP možemo pripisati različitim vremenskim uvijetima rada, različitom organizacijom rada, starosti vozila, nedovoljan broj obučenih radnika za rad na stroju.

6. LITERATURA

1. Bedžula, D.,M. Slabak, 1974: Razvoj mehanizacije šumskih radova na području istočne Slavonije – stanje danas i perspektive. Zbornik o stotoj obljetnici znanstvenoga i organiziranoga pristupa šumarstvu jugoistočne Slavonije, JAZU, Centar za znanstveni rad Vinkovci, posebno izdanje, knjiga 1: 185-204
2. Beuk, D., Ž. Tomašić, D. Horvat, 2007: Status and development of forest harvesting mechanisation in Croatian state forestry, Croatian Journal of Forest Engineering 28(1): 63-82
3. Bojanin, S., 1980: Problemi klasifikacije šumskih terena. Mehanizacija šumarstva 5(5-6), 176– 187.
4. Grecs, Z., 1986: Protok energije u gospodarskom gozdu. Materijal za ekskurziju 18th IUFRO WORLD CONGRESS, Ljubljana, str 1-5.
5. Horvat D., Sever, S., 1987: Neke osnovne karakteristike i zahtjevi za elemente hidrostatske transmisije šumskog zglobnog traktora S-101 potrebne za izradu projektnog zadatka, Predprojetktni zadatak, Katedra za strojarstvo Šumarskog fakulteta Zagreb, 1-8.
6. Horvat, D., 1990: Predviđanje vučnih karakteristika šumskog zglobnog traktora – skidera. Mehanizacija šumarstva 15(7/8): 113-118
7. Horvat, D., Šušnjar, M., 2005a: Ispitivanje vučnih značajki skidera Ecotrac 120V pri privlačenju drva na šumskoj vlaci različitog nagiba, Istraživanje i studija u okviru projekta "Razvoj, izrada i ispitivanje specijalnog šumskog vozila - skidera mase 7t", programa RAZUM Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH, Studija, str. 1-37.
8. Jeličić, V., 1983: Šumske ceste i putevi. Zagreb, 1-193.
9. Krpan, A.P.B, 1992: Iskorišćivanje šuma. Monografija “Šume u Hrvatskoj”, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i „Hrvatske šume“ p.o. Zagreb, 153 – 170.
10. Krpan, A.P.B., Poršinsky, T., Zečić, Ž., 2003: Studija o potrebnoj veličini zglobnog traktora (skidera) temeljem sastojinskih prilika glavnoga prihoda i primjenjene tehnologije. Znanstvena studija izrađena u sklopu tehnološkog projekta Ministarstva znanosti i tehnologije “Razvoj, ispitivanje i proizvodnja

specijalnog šumskog vozila skidera mase do 7 t (TP–C37/2002)", Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1 – 41.

11. MacDonald, A.J., 1999: Harvesting Systems and Equipment in British Columbia. FERIC, Handbook No. HB-12, 1 – 197.
12. Matić, S., 2011: Međunarodna godina šuma u svjetlu 50-godišnje uske suradnje hrvatske šumarske znanosti i struke. Uvodnik, Croatian Journal of Forest Engineering, 32(1): 1-6
13. Petreš, S., 2004: Privlačenje oblovine zglobnim traktorima LKT 81T i Timberjack 225A iz dovršne sječine hrasta lužnjaka s osvrtom na oštećivanje mladog naraštaja. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1 – 222.
14. Poršinsky, T., 2005: Djelotvornost i ekološka pogodnost forvardera Timberjack 1710 pri izvoženju oblovine iz nizinskih šuma Hrvatske. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1 – 170.
15. Sever, S., 1980: Istraživanje nekih eksploatacijskih parametara traktora kod privlačenja drva. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1 – 301.
16. Sever, S., Horvat, D., 1990: Vozila za privlačenje drva na teškim terenima. Mehanizacija šumarstva 15(3-4): 75 – 80.
17. Tomašić, Ž., Horvat, D., Šušnjar, M., 2007: Raspodjela opterećenja kotača skidera pri privlačenju drva (Wheel load distribution of skidders in timber extraction). Nova mehanizacija šumarstva 28 (1): 27-36.
18. Tomičić, B., 1974: Iskorišćivanje šuma na Bilogorsko-Podravskom području. Edicija "Sto godina šumarstva Bilogorsko-Podravske regije".