

## PRIVLAČENJE OBLOVINE TRAKTOROM TIMBERJACK 240 C IZ OPLODNE SJEČE U UVJETIMA ŠUMARIJE VELIKA PISANICA

SKIDDING OF ROUNDWOOD BY TRACTOR TIMBERJACK 240 C FROM  
REGENERATION FELLING IN CONDITION OF FOREST OFFICE VELIKA PISANICA

Željko ZEČIĆ\*, Ante P. B. KRPAN\*, Branimir STANKIĆ\*\*

**SAŽETAK:** U radu su prezentirani rezultati istraživanja rada zglobnog traktora Timberjack 240 C na privlačenju drva u brežuljkastim uvjetima u dovršnom sijeku listača. Na radilištu je ostvareno efektivno vrijeme od 81,44 % ukupno utrošenog vremena. Prosječni je tovar po turnusu ostvaren u iznosu od 4,24 m<sup>3</sup>. Fiksna vremena zauzimaju 54,31 % efektivnog vremena turnusa. Prosječna brzina vožnje praznog traktora je 4,96 km/h, a punoga 3,55 km/h. Prosječna brzina praznog traktora veća je od brzine punoga traktora za 1,41 km/h. Na brzine kretanja najviše utječu uzdužni nagibi i vrste traktorskih prometnica. Prosječna brzina izvlačenja užeta iznosi 1,33 km/h, a privitlavanja tovara 1,03 km/h. Dnevni se učinak može ostvariti od 100,45 m<sup>3</sup>/dan (100 m) do 57,75 m<sup>3</sup>/dan (700 m), a s time i manji troškovi, koji se kreću od 18,61 kn/m<sup>3</sup> do 32,41 kn/m<sup>3</sup>.

**Ključne riječi:** privlačenje drva, oplodna sječe, zglobni traktor, proizvodnost, troškovi

### 1. PROBLEMATIKA – Scope

U Hrvatskoj je 1995. godine u okviru državnih šuma drvo privlačilo 188 (35,9 %) adaptiranih poljoprivrednih traktora, 270 (51,6 %) zglobnih traktora, 23 (4,4 %) forvardera te 43 (8,2 %) traktora s poluprikolicom (Zečić 1998). Od 1968. u Hrvatskoj je na privlačenju drva bio uposlen veći broj srednje teških i teških specijalnih šumskih traktora različitih proizvođača i tipova poput: Kockums 821, Kockums 822 i Kockums 860, Timberjack 208 D, Timberjack 225 D, Timberjack 225 E, Timberjack 360 D i Timberjack 380, LKT 80, LKT 81, LKT 120, LPKT 40, Caterpillar 518, IMT 5101, Holder 870C, Ecotrac V 11 1033F, Silva 101, Belt GV 50 i Belt GV 75, Tree Farmer C5D, John Deere 440 i John Deere 540, Iwa Fuji T30, TAF 650 i drugi (Igričić 1988).

Zglobni su traktori iz obitelji Timberjack (Timberjack 200) još davne 1961. po prvi put uvedeni u svjetsko

šumarstvo. U Hrvatskoj su kasnije bili zastupljeni već navedeni Timberjack 208 D, Timberjack 225 D i Tim-



Slika 1. Zemljopisni položaj objekta istraživanja  
Figure 1 Geographical location of research object

\* dr. sc. Željko Zečić, prof. dr. sc. Ante P.B. Krpan,  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za  
iskorištavanje šuma, Svetošimunska 25, 10002 Zagreb

\*\* Branimir Stankić, dipl. inž. šumarstva, Hrvarske šume d.o.o.,  
UŠP Bjelovar

berjack 225 E (Anon. 1998). Od zglobnih su traktora u državnim šumama kao i kod poduzetnika najzastupljeniji LKT 80 i LKT 81.

Razlozi za to ležali su u povoljnijoj nabavnoj cijeni u odnosu na zglobne traktore zapadnog podrijetla te uporabivost tih traktora u našim terenskim i sastojinskim uvjetima.

Prema zadnjim podacima "Hrvatske šume" p. o. Zagreb su u razdoblju od 1999. do 2001. kupile 45 traktora Timberjack 240 C. Godine 1999. je kupljeno 27 traktora, od kojih je 12 opremljeno dvobubanjnim vitlom Adler HY16, a 15 traktora jednobubanjnim vitlom T40 D. Tijekom 2000. i 2001. godine kupljeno je 6, odnosno 12 traktora, svi s vitlima Adler HY16. Na taj je način, uz kupnju forvardera Timberjack 1210, 1410 i 1710 i Valmet 860 te drugih traktora (Steyr, Valmet) obnovljen strojni park za privlačenje i izvoženje drva u Hrvatskoj. Budući da je traktor Timberjack značajno zastupljen u šumarstvu Hrvatske potrebno bi bilo provesti istraživanje na većem broju radilišta različitih uvjeta.



Slika 2. Privlačenje oblovine traktorom Timberjack 240 C  
Figure 2 Roundwood skidding by tractor Timberjack 240C

Ovaj rad prikazuje rezultate istraživanja traktora Timberjack 240 C pri privlačenju drva u uvjetima rada (reljefnih i sastojinskih prilika) oplodne sječe.

## 2. OBJEKT I METODA ISTRAŽIVANJA – Investigation object and method

Istraživanje je provedeno na radilištu Velika Pisanica, čiji je zemljopisni položaj prikazan na slici 1, a neke su osnovne značajke radilišta prikazane u tablici 1.

Radilište se nalazi na području UŠP Bjelovar, šumarija Velika Pisanica. Na radilištu je primijenjen skupni rad (4 radnika + traktor + 3 motorne pile) s izraženom međusobnom kooperacijom na sječi i izradbi stabala, vezanju i odvezivanju tovara te doradi na pomoćnom stovarištu. Podaci u tablici 1 ukazuju na različitost sastojinskih, reljefnih i tehnoloških značajki objekta istraživanja. Radi se o dovršnoj sječi hrastovih i bukovih stabala prosječnog obujma od 4,16 m<sup>3</sup>. Pri vuči drva traktor se kreće po vlakama. Pri vuči tovara najveći je nagib zabilježen od +20 %. Na brežuljkastom se terenu traktor s teretom kretao uz nagib.

Na radilištu je proveden studij rada i vremena traktora prema metodici koja se primjenjuje u Zavodu za iskorištavanje šuma Šumarskog fakulteta u Zagrebu i koja se naslanja na njemačka i skandinavska iskustva (REFA 1984, Skaar 1988, Schlaghamersky 1994).

Utrošci vremena radnih operacija mjereni su povratnom metodom kronometrije. Primijenjena je standardna snimačka oprema. Odgovarajućim su metodama prikupljeni pomoćni mjerni i opisni podaci. Mate-

Tablica 1. Značajke radilišta  
Table 1 Work site characteristics

Šumarija – Forst office	Velika Pisanica
Reljef – Relief	Brežuljkast - Hillock
Nadmorska visina, m Above sea level, m	130 - 165
Nagib vlaka – Road slope	(+5 % do +20 %)
Stanje tla – Soil condition	Vlažno - Humid
Organizacija rada Work organization	Skupni rad Group work
Vrsta drva – Tree species	Hrast 56,5 %, - Oak
	Bukva 40,2 %, - Beech
	OTL 3,3 % - OHS
Vrsta sječe – Typ of felling	Dovršni sijek Final felling
Prosječni obujam stabla, m <sup>3</sup> Average tree volume, m <sup>3</sup>	4,16
Posječeno drvo, m <sup>3</sup> /ha Felling wood, m <sup>3</sup> /ha	95,93
Metoda privlačenja Method of skidding	Deblovna Stem
Srednja udaljenost privlačenja, m Average skidding distance, m	286

matičko-statistička obrada podataka provedena je pomoću standardnih PC paketa.

### 2.1 Tehničke značajke traktora i vitla – Technical characteristics of tractor and winch

Neke su tehničke značajke traktora Timberjack 240 C te neke tehničke značajke dvobubanjskog vitla

Adler HY16 prikazane u tablici 2. Prema indeksu oblika Timberjack 240 C nalazi se u zoni srednje teških i

teških skidera, a prema odnosu snage motora i mase traktora pripada familiji teških traktora. Duljina i promjer vučne užadi na vitlima prilagođena je dimenzijskim značajkama tovara i potrebnoj duljini izvlačenja užeta. Tako je na lijevi bubanj vitla ugrađeno uže duljine 20 m i promjera 18 mm, zbog izrazito velikog obujma i mase izrađene oblovine.

Tablica 2. Neke tehničke značajke traktora i vitla  
 Table 2 Some technical characteristics of tractor and winch

Traktor - Tractor		Timberjack 240 C
Dimenzije, mm Dimensions, mm	Duljina - Length	5860
	Širina - Width	2590
	Visina - Height	2911
Snaga motora, kW – Engine power, kW		75
Vitlo - Winch		Dvobubanjско Double drum
Tip - Typ		Adler HY 16
Upravljanje Controlling		Ručno iz kabine Manual controlling from cabin-
Duljina užeta, m Cable length, m	L - L	20
	D - R	40
Promjer užeta, mm Cable diameter, mm	L - L	18
	D - R	14
Potezna sila, kN Pulling force, kN		67,4

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA – Results of investigation

#### 3.1 Tovar – Load

Traktor je tijekom 9 dana terenskog istraživanja privukao 576,88 m<sup>3</sup>. Prosječni obujam tovara u dovršnom sijeku iznosi 4,24 m<sup>3</sup>. Njega prosječno čine 2,3 komada. Prosječni je obujam komada u tovaru iznosio 1,830 m<sup>3</sup>. Duljine komada u tovaru kreću se od 2,3 m do 29,1 m, a prosječno iznosi 12,1 m. Srednji promjer komada u tovaru iznosi 42,2 cm. Prema snazi motora traktora od 75 kW izračunato je specifično opterećenje koje iznosi 0,06 m<sup>3</sup>/kW.

#### 3.2 Utrošak vremena – Time consumption

Na osnovi provedenog studija vremena, određena je struktura ukupno utrošenog vremena, efektivnog vremena i općih vremena (tablici 3). Efektivno vrijeme iznosi 81,44 %, a opća vremena čine 18,56 % ukupnog vremena rada. Efektivno vrijeme po jedinici proizvoda iznosi 5,01 min/m<sup>3</sup> te je ostvaren dnevni učinak od 64,11 m<sup>3</sup>/dan.

U strukturi ukupno ostvarenog efektivnog vremena na vožnju neopterećenog traktora po vlaci i sječini otpa-

Tablica 3. Struktura ukupno utrošenog vremena i prosječno ostvareni dnevni učinak  
 Table 3 Structure of total time consumption and average realized daily output

Utrošak vremena - Time consumption				
Radne sastavnice Work cycle element	Ukupno vrijeme Total time min - min	Postotni udio prema Percentage of per		
		ukupnom total	efektivnom efektive	
			vremenu - time	
			%	
1. Vožnja neopterećenog traktora - Travel unloaded	478,68	13,50	16,57	
2. Rad opterećenog traktora - Work of loaded tractor	669,54	18,88	23,18	
2.1 Vožnja opterećenog traktora - Travel loaded	597,67	16,85	20,69	
2.2 Privitlavanje pri vuči traktora - Winching during travel of loaded tractor	71,87	2,03	2,49	
3. Rad na sječini - Felling site work	761,14	21,46	26,35	
3.1 Zauzimanje položaja - Positioning	132,59	3,74	4,59	
3.2 Izvlačenje užeta - Pulling the choker	134,42	3,79	4,65	
3.3 Vežanje tovara - Choker setting	159,81	4,51	5,53	
3.4 Privitlavanje - Winching	182,36	5,14	6,31	
3.5 Ispravljanje tovara - Adjusting the load	146,50	4,13	5,07	
3.6 Silaženje i penjanje - Move up and down	5,46	0,15	0,19	
4. Rad na pomoćnom stovarištu - Landing work	979,29	27,61	33,90	
4.1 Vožnja opterećenog traktora - Travel loaded	210,69	5,94	7,29	
4.2 Premještanje traktora - Remoal of tractor	3,20	0,09	0,11	
4.3 Silaženje i penjanje - Move up and down	6,96	0,20	0,24	

4.4	Odvezivanje tovara - <i>Unhooking the load</i>	64,79	1,83	2,24
4.5	Izvlačenje užeta ispod tovara - <i>Pulling the choker under them load</i>	31,26	0,88	1,08
4.6	Uređenje složaja - <i>Bunching</i>	446,70	12,59	15,46
4.7	Okretanje neopterećenog traktora - <i>Unloaded tractor turning</i>	89,34	2,52	3,09
4.8	Vožnja neopterećenog traktora - <i>Travel unloaded</i>	126,35	3,56	4,37
5.	Efektivno vrijeme - <i>Effective time</i>	2888,65	81,44	100,00
6.	Opća vremena - <i>Delay time</i>	658,30	18,56	
7.	Ukupno vrijeme - <i>Total time</i>	3546,95	100,00	
8.	Ukupno privučeni drvni obujam, m <sup>3</sup> - <i>Total skidded timber volume, m<sup>3</sup></i>	576,98		
9.	Efektivno vrijeme po jedinici, min/m <sup>3</sup> - <i>Effective time per unit, min/m<sup>3</sup></i>	5,01		
10.	Ukupno vrijeme po jedinici, min/m <sup>3</sup> - <i>Total time per unit, min/m<sup>3</sup></i>	6,15		
11.	Ostvareni dnevni učinak, m <sup>3</sup> /dan - <i>Realised daily output, m<sup>3</sup>/day</i>	64,11		

da namjanje vremena, i to 16,57 %. Na rad opterećenog traktora otpada 23,18 %. Za rad na sječini troši se 26,35 %, a za rad na pomoćnom stovarištu 33,90 % efektivnog vremena.

Struktura dodatnog vremena prikazana je u tablici 4. Ukupno dodatno vrijeme iznosi 551,14 minuta, pa je faktor dodatnog vremena 1,19. Prekid za jelo izračunan je na temelju 30-minutnog prekida rada u 8-satnom radnom vremenu. Prekid za jelo zauzima najveći udio, a dvostruko je veći od odmora. Zatim slijedi pripremno-završno vrijeme sa 25,36 %, koje je priznato prema stvarnom utrošku vremena. Povremeni radovi sudjeluju sa 6,99 % i svojstveni su ovakvom obliku organizacije rada, odnosno skupnome radu. Tehnički prekidi zastupljeni su u onoj mjeri koliko je bilo potrebno za

Tablica 4. Dodatno vrijeme traktora Timberjack 240 C  
Table 4 Allowance time of tractor Timberjack 240 C

Vrsta vremena ili prekida rada <i>Type of time or work interruption</i>	Vrijeme - <i>Time</i>	
	min	%
1. Prekid za jelo - <i>Meal time</i>	221,68	40,22
2. Odmor - <i>Recreation time</i>	104,81	19,02
3. Organizacijski prekidi - <i>Organizationally delay times</i>	18,48	3,35
4. Povremeni radovi - <i>Periodically work</i>	38,53	6,99
5. Tehnički prekidi - <i>Technical interruptions</i>	27,85	5,05
6. Pripremno-završno vrijeme - <i>Preparation/completion time</i>	139,79	25,36
Dodatno vrijeme - <i>Allowance time</i>	551,14	100,00
Efektivno vrijeme - <i>Effective time</i>	2888,65	-
Dodatno vrijeme - <i>Allowance time</i>	551,14	19,08
Faktor dodatnog vremena <i>Allowance times coefficient</i>	1,19	

popravlak užadi i vitla. Organizacijski prekidi su najmanji, jer se tijekom jutarnje pripreme stroja s poslovođom obavljaju dogovori o dnevnom tijeku rada.

### 3.3 Vrijeme turnusa – Cycle time

U tablici 5 prikazana je struktura oblikovanih vremena turnusa za vožnju po sječini i vlaci na udaljenost od 400 m te za vožnju po pomoćnom stovarištu od 100 m. Efektivno vrijeme turnusa iznosi 23,31 minutu, a dodatno vrijeme 4,45 minuta, što je ukupno 27,76 minuta po turnusu. Norma vremena iznosi 6,54 min/m<sup>3</sup>, a dnevni učinak pri ovakvoj udaljenosti moguće je ostvariti u iznosu od 73,36 m<sup>3</sup>/dan.

Fiksna vremena iznose 54,31 % efektivnog vremena turnusa, a od toga na utovar otpada 24,02 % te na istovar 30,29 %. Udio vremena rada na pomoćnom stovarištu (istovar) znatno je veći zbog uređenja složaja,

koje iznosi 14,07 % efektivnog vremena. Na radni zadatak odvezivanja tovara otpada svega 2,06 % efektivnog vremena. Tako je za utovar utrošeno 6,27 % vremena manje nego na istovar.

Varijabilna vremena čine 55,69 % vremena turnusa. Od toga na vožnju neopterećenog traktora po vlaci i sječini otpada 19,61 %, a na vožnju opterećenog traktora 23,81 % efektivnog vremena. Vožnja opterećenog traktora po pomoćnom stovarištu zauzima 5,92 %, a neopterećenog traktora 4,12 % efektivnog vremena turnusa. Ukoliko bi se smanjilo vrijeme rada na uhrpavanju tovara varijabilna bi se vremena povećala za oko 10 %.

Tablica 5. Struktura vremena turnusa traktora Timberjack 240C za udaljenost privlačenja po vlaci i sječini od 400 m i po pomoćnom stovarištu 100 m

Table 5 Time structure of cycles for tractor Timberjack 240 C at skidding distance of 400 m along the skid trail and the felling site, and distance of 100 m along the landing

Vrsta vremena Type of time	Utrošak vremena – Time consumption		
	Ukupno vrijeme Total time	Postotni udio prema Percentage of per	
		ukupnom total	efektivnom efektive
	min	vremenu - time	
		%	
1. Vožnja neopterećenog traktora - Travel unloaded	4,57	16,46	19,61
2. Rad opterećenog traktora - Work of loaded tractor	6,08	21,90	26,08
2.1 Vožnja opterećenog traktora - Travel loaded	5,55	19,99	23,81
2.2 Privitlavanje pri vožnji trak - Winching during travel of loaded tractor	0,53	1,91	2,27
3. Rad na sječini - Felling site work	5,60	20,17	24,02
3.1 Zauzimanje položaja - Positioning	0,97	3,49	4,16
3.2 Izvlačenje užeta - Pulling the choker	0,99	3,57	4,25
3.3 Vežanje tovara - Choker setting	1,18	4,25	5,06
3.4 Privitlavanje - Winching	1,34	4,83	5,75
3.5 Ispravljanje tovara - Adjusting the load	1,08	3,89	4,63
3.6 Silaženje i penjanje - Move up and down	0,04	0,14	0,17
4. Rad na pomoćnom stovarištu - Landing work	7,06	25,43	30,29
4.1 Vožnja opterećenog traktora - Travel loaded	1,38	4,97	5,92
4.2 Premještanje traktora - Removal of tractor	0,02	0,07	0,09
4.3 Silaženje i penjanje - Move up and down	0,05	0,18	0,21
4.4 Odvezivanje tovara - Unhooking the load	0,48	1,73	2,06
4.5 Izvlačenje užeta ispod tovara - Pulling the choker under them load	0,23	0,83	0,99
4.6 Uređenje složaja - Bunching	3,28	11,82	14,07
4.7 Okretanje neopterećenog traktora - Unloaded tractor turning	0,66	2,38	2,83
4.8 Vožnja neopterećenog traktora - Travel unloaded	0,96	3,46	4,12
5. Efektivno vrijeme - Effective time	23,31	83,98	100,00
6. Dodatno vrijeme (19,08 %) - Allowance time (19,08 %)	4,45	16,02	
7. Ukupno vrijeme turnusa - Total cycle time	27,76	100,00	
8. Prosječan obujam tovara, m <sup>3</sup> - Average load volume, m <sup>3</sup>	4,24		
9. Norma vremena, min/m <sup>3</sup> - Time standard, min/ m <sup>3</sup>	6,54		
10. Dnevni učinak, m <sup>3</sup> /dan - Daily output, m <sup>3</sup> /day	73,36		

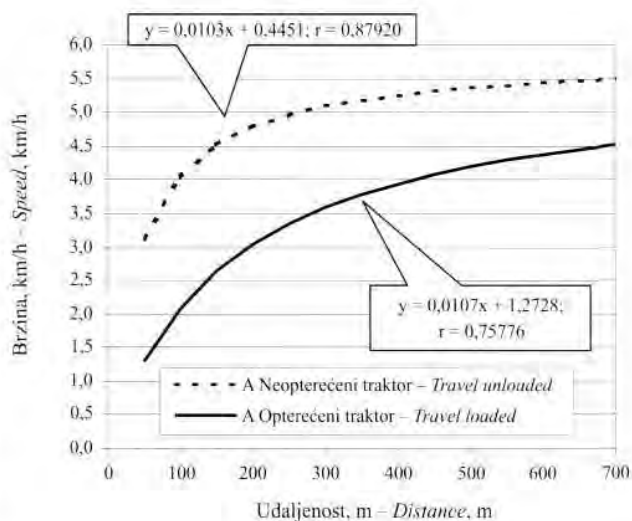
**3.4 Brzine traktora, brzine izvlačenja užeta i privitlavanja – Skidder speeds, speeds of pulling and winching**

Brzine punog i praznog traktora prikazane su na slici 3. Neopterećeni traktor se kreće traktorskim putem niz nagib. Jednadžbe izjednačenja utrošenih vremena vožnji s koeficijentima korelacije prikazani su također na slici 3, koji pokazuju vrlo jaku korelaciju.

Brzina neopterećenog traktora se kreće od 4,07 km/h (100 m) do 5,49 km/h (700 m). Dok je brzina opterećenog traktora znatno niža, a kreće se od 2,09 km/h (100 m) do 4,52 km/h (700 m). Prosječna brzina kreta-

Slika 3. Brzine vožnje neopterećenog i opterećenog traktora po vlaci i sječini

Figure 3 Speeds of unloaded and loaded tractor along the tractor road and the felling site



nja neopterećenog traktora iznosi 4,96 km/h, a opterećenog 3,55 km/h.

Prosječna brzina izvlačenja užeta je 1,33 km/h, a privitlavanja tovara 1,03 km/h. Poznato je da će brzine izvlačenja užeta i brzine privitlavanja ovisiti o terenskim i sastojinskim uvjetima, tehničkim značajkama vitla i užadi te duljini izvlačenja užeta i veličinama pojedinih tovara.

**3.5 Norma vremena, dnevni učinak i troškovi privlačenja – Standard time, daily output and skidding costs**

Norme vremena, dnevni učinci i toškovi privlačenja drva u ovisnosti o udaljenosti privlačenja prikazani su u tablici 6. Na radištu je udaljenost privlačenja iznosila od 100 m do 700 m. Neopterećeni traktor pri udaljenosti od 100 m do 700 m troši od 1,48 minuta do 7,66 minuta. Opterećeni traktor u pravilu troši više vremena pri istim udaljenostima privlačenja. Tako je opterećeni traktor trošio od 2,87 minuta do 9,29 minuta po turnusu. Vremena vožnji neopterećenog i opterećenog traktora na pomoćnom stovarištu prikazana su samo za udaljenost od 100 m, a koja približno odgovara prosječno ostvarenoj udaljenosti privlačenja.

Prema tome, neopterećeni traktor na pomoćnom stovarištu za 100 m utrošio je 0,96 minuta. Opterećeni traktor na pomoćnom stovarištu troši 1,38 minuta. Varijabilna vremena traktora kreću se od 6,69 minuta 19,29 minuta po turnusu. Za udaljenost privlačenja od 300 m po sječini i vlaci te 100 m po pomoćnom stovarištu ukupna varijabilna vremena iznose 10,89 minuta. Za rad na sječini traktor troši 5,60 minuta. Pri istovaru na pomoćnom stovarištu traktor je utrošio 4,72 minute. Efektivno vrijeme turnusa traktora za udaljenosti od 100 m do 700 m kreće se u rasponu od 17,01 minute do 29,61 minute. Za udaljenost privlačenja od 300 m po vlaci i sječini i 100 m po pomoćnom stovarištu traktor troši 21,21 minutu. Ukupno vrijeme turnusa traktora kreće se od 20,25 minuta do 35,26 minuta. Za udaljenost od 300 + 100 m ukupno vrijeme turnusa iznosi 25,25 minuta. Norma vremena u rasponu je od 4,77 min/m<sup>3</sup> do 8,31 min/m<sup>3</sup>. Pri udaljenosti od 300 + 100 m norma vremena iznosi 5,95 min/m<sup>3</sup>.

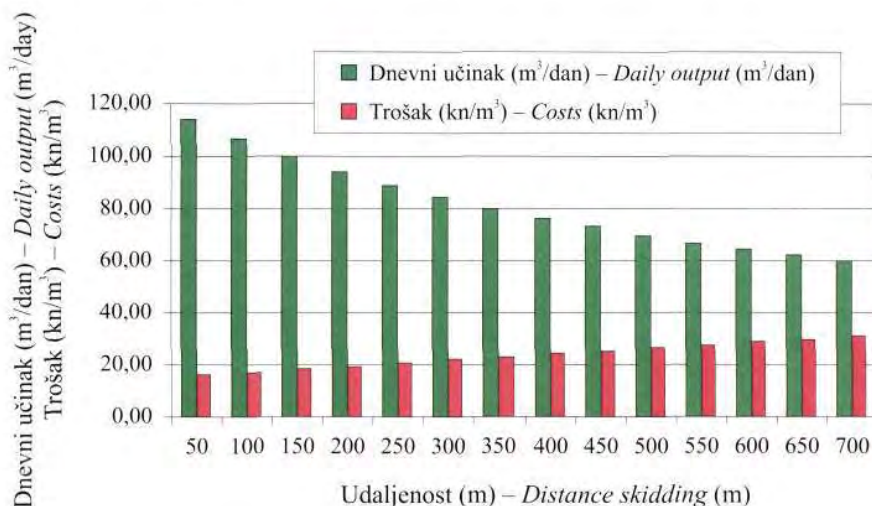
Na temelju dnevnih učinaka i izravnih troškova rada izračunati su troškovi privlačenja drva po jedinici proizvoda ovisno o udaljenosti privlačenja (tablica 6). U navedenim uvjetima rada traktor Timberjack 240C može ostvariti dnevne učinke od 100,54 m<sup>3</sup>/dan do 57,75 m<sup>3</sup>/dan. Za udaljenost od 300 + 100 m može se ostvariti dnevni učinak u iznosu od 80,63 m<sup>3</sup>/dan.

Troškovi po jedinici proizvoda rastu s povećanjem udaljenosti privlačenja. U dovršnoj sječi za udaljenosti privlačenja od 100 m do 700 m, trošak se kreće od 18,61 kn/m<sup>3</sup> do 32,41 kn/m<sup>3</sup>. Za udaljenosti privlačenja od 300 + 100 metara, trošak iznosi 23,21 kn/m<sup>3</sup>.

Tablica 6. Norma vremena, dnevni učinci i troškovi privlačenja u ovisnosti o udaljenosti privlačenja  
Table 6 Standard time, daily outputs and skidding costs depending on skidding distance

Udaljenost privlačenja Skidding distance	Po sječini Felling site			Po pomoćnom stovarištu Landing		Zbir varijabilnih vremena Sum of variable times	Rad u sječini Felling site work	Rad na pomoćnom stovarištu Landing	Zbir fiksnih vremena Sum of fixed times	Efektivno vrijeme Effective time	Dodatno vrijeme Allowance time	Ukupno vrijeme po turnusu Total per cycle	Norma vremena Standard time	Broj vožnji dnevno Cycles per day	Dnevni učinak Daily output	Faktor opadanja učinka Dropping output coefficient	Direktni trošak po jedinici Direct cost per unit
	Neopterećeni traktor Unloaded tractor	Opterećeni traktor Loaded tractor	Neopterećeni traktor Unloaded tractor	Opterećeni traktor Loaded tractor													
100	1,48	2,87	0,96	1,38	6,69	5,60	4,72	10,32	17,01	3,25	20,25	4,77	23,7	100,54	1,00	18,61	
200	2,51	3,94	0,96	1,38	8,79	5,60	4,72	10,32	19,11	3,65	22,75	5,36	21,1	89,49	0,89	20,91	
300	3,54	5,01	0,96	1,38	10,89	5,60	4,72	10,32	21,21	4,05	25,25	5,95	19,0	80,63	0,80	23,21	
400	4,57	6,08	0,96	1,38	12,99	5,60	4,72	10,32	23,31	4,45	27,76	6,54	17,3	73,36	0,73	25,51	
500	5,60	7,15	0,96	1,38	15,09	5,60	4,72	10,32	25,41	4,85	30,26	7,13	15,9	67,30	0,67	27,81	
600	6,63	8,22	0,96	1,38	17,19	5,60	4,72	10,32	27,51	5,25	32,76	7,72	14,7	62,16	0,62	30,11	
700	7,66	9,29	0,96	1,38	19,29	5,60	4,72	10,32	29,61	5,65	35,26	8,31	13,6	57,75	0,57	32,41	

Srednja udaljenost privlačenja na pomoćnom stovarištu 100 m – Mean skidding distance tractors at landing 100 m



Slika 4. Ovisnost učinaka i troškova o udaljenosti privlačenja  
 Figure 4 Dependence of daily output and costs on skidding distance

#### 4. ZAKLJUČCI – Conclusion

U radu je istražen traktor Timberjack 240 C na privlačenju drva iz oplodne sječe u brežuljkastim uvjetima. Ostvareno efektivno vrijeme pri dovršnoj sječi iznosi 81,4 % ukupno utrošenog vremena. Po turnusu ostvaren je prosječni tovar od 4,24 m³ u dovršnom sijeku. Ostvareni dnevni učinak prosječno iznosi 64,11 m³/dan.

Prosječna brzina vožnje praznog traktora je 4,96 km/h, a punog 3,55 km/h. Na brzine kretanja najviše utječu uzdužni nagibi traktorskih putova i vrste privlačenja s obzirom na nagib. Prosječna brzina izvlačenja užeta je 1,33 km/h, a privlačenja tovara 1,03 km/h.

Ukupno oblikovano vrijeme turnusa traktora s obzirom na udaljenost privlačenja kreće se od 20,25 minuta do 35,26 minuta. Za udaljenost od 300 + 100 m ukupno vrijeme turnusa je 25,25 minuta.

Norma vremena je u raponu od 4,77 min/m³ do 8,31 min/m³. Pri udaljenosti od 300 + 100 m norma vremena iznosi 5,95 min/m³. Dnevni učinak kreće se od 100,54 m³/dan do 57,75 m³/dan, a za udaljenost od 300 + 100 m iznosi 80,63 m³/dan.

U dovršnoj sječi za udaljenosti privlačenja od 100 m do 700 m trošak se kreće od 18,61 kn/m³ do 32,41 kn/m³. Za udaljenosti privlačenja od 300 + 100 metara, trošak iznosi 23,21 kn/m³.

Rezultati istraživanja potvrđuju područje rada traktora jer se postižu visoki učinci, što rezultira manjim troškovima po jedinici proizvoda.

#### 5. LITERATURA – References

- Anon., 1998: *Die Skidder für den mitteleuropäischen Wald*. Forstmaschinen, das Fachmagazin für Forsttechnik, 6. Jahrgang, Nr. 3, 1–20.
- Bojanin, S., & A.P.B. Krpan, 1987: *Die Anpassung der arbeitstechnologie des Holzurückens der Waldschonung*. Šumarski list, CXXI, 5–6, 243–252.
- Bojanin, S., & A.P.B. Krpan, 1987: *Möglichkeit Hoch- und Vollmechanisierung der Einschlagsarbeiten, und Mechanisierung des Holzurückens in Waldern Kroatiens*. Šumarski list, CXXI, 7–8, 371–381.
- Bojanin, S., & A.P.B. Krpan, J. Beber, 1988: *Komparativno istraživanje privlačenje drva zglobnim traktorima u jelovim prebornim sastojinama sa sekundarnim otvaranjem i bez sekundarnog otvaranja*. Mehanizacija šumarstva 13 (1–2): 3–13.
- Conway, S., 1986: *Logging practices, Principles of timber harvesting systems*. Miller Freeman Publications, 1–432.
- Grammel, R., 1988: *Holzernte und Holztransport*. Verlag Paul Parey, Hamburg - Berlin, 1–242.
- Igrčić, V. 1990: *Stanje mehanizacije u šumarstvu Hrvatske krajem 1988. godine*. Mehanizacija šumarstva 13 (1–2): 3–13.
- Krpan, A.P.B., T. Poršinsky, Ž. Zečić, M. Šušnjar, 1999: *Skidding technologies in Croatian mountainous selection forests – situation today and possibilities of future development* –

- Abstracts "Emerging harvesting issues in technology transition at the end of century"* IUFRO Division 3, RGs: 3.04.00 Operational planning and control; work study, 3.06.00 Forest operations under mountainous conditions, 3.07.00 Ergonomics, Opatija 27. 9. – 1. 10. 1999, Faculty of Forestry of Zagreb University, 119–120.
- Mikleš, M., J. Suchomel, 1999: *Relationship between terrain conditions and operating condition of forest skidders*. Proceedings of IUFRO symposium "Emerging harvesting issues in technology transition" Opatija. 33–35.
- REFA, 1984: *Methodenlehre des arbeitsstudiums*. Teil 1 Grundlagen, 7. überarb. Aufl. C. Hanser München. 1–107.
- Schlaghamersky, A., 1994: *Zeitstudien*. Fachhochschule Hildesheim/Holzminde, Fachbereich Forstwirtschaft in Göttingen, 1–146.
- Skaar, R., 1988: *A proposal on an international forest work study terminology*. Proceedings "Developments on work studies in forestry" IUFRO-WP 2.04.02 Work study, payment and labor productivity, Vassilika – Thessaloniki, Greece 22 – 24 June 1988, Department of forest engineering of Forest research institute of Thessaloniki, 293–298.
- Skaar, R., J. Rickards, S. Häberle, K. Apel, R. Björheden, 1988: *A proposal of an International Forestry Time Study Nomenclature*. Proceedings "Developments on work studies in forestry" IUFRO-WP 2.04.02 Work study, payment and labor productivity, Vassilika – Thessaloniki, Greece 22 – 24 June 1988, Department of forest engineering of Forest research institute of Thessaloniki, 355–361.
- Zečić, Ž., 1998: *Skupni rad pri proredama u sastojinama Požeškog gorja s posebnim osvrtom na privlačenje drva traktorima*. Magistarski rad. Šumarski fakultet Zagreb, 1–161.

**SUMMARY:** *This paper deals with the research of the skidder Timberjack 240 C in timber skidding in regeneration fellings at working sites in hilly conditions. The achieved effective time in final felling is 81.44 % of total time consumption. The average loads per cycle range between 4.24 m<sup>3</sup> in final felling. The achieved daily output is on the average 64.11 m<sup>3</sup>/day.*

*The average travel speeds of unloaded tractors are 4.96 km/h and of the loaded ones 3.55 km/h. The travel speed is mostly affected by longitudinal slopes of strip roads and by the type of skidding considering the slope gradient. The average speeds of pulling the choker are 1.33 km/h and of load winching 1.03 km/h respectively.*

*Total cycle time scheduled for the tractor at the site, considering the skidding distance, ranges between 20.25 min and 35.26 min. For a distance of 300 + 100 m total cycle time is 27.76 min at the worksite. Time standard at the site A ranges between 4.77 min/m<sup>3</sup> and 8.31 min/m<sup>3</sup>. At a distance of 300 + 100 m, the time standard is 5.95 min/m<sup>3</sup> respectively. Daily output at the site ranges between 100.54 m<sup>3</sup>/day and 57.75 m<sup>3</sup>/day. For a distance of 300 + 100 m a higher output is achieved at the site and it amounts to 80.63 m<sup>3</sup>/day. In the final felling for a winching distance of 100 m to 700 m at the site, the costs range between 18.61 HRK /m<sup>3</sup> and 32.41 HRK /m<sup>3</sup>. For the winching distance of 300 + 100 meter, the costs amount to 23.21 HRK /m<sup>3</sup> for the site. Research results confirm the skidders work area, as the highest efficiency and the lowest cost are achieved in final felling.*