

Izvlačenje tanje tehničke oblovine pomoću traktora



SAŽETAK

U eksploataciji šuma poduzimaju se napori da se radovi na izvlačenju mehaniziraju. Problem je veoma aktualan, s obzirom da izvlačenje konjskom spregom još uvijek sudjeluje u visokom postotku.

U radnji autor obrađuje problem izvlačenja tanje tehničke oblovine šumskim zglobnim traktorom »Timberjack 360« i adaptiranim poljoprivrednim traktorom IMT—558.

Kod istraživanja su primijenjene ove varijante izvlačenja: 1. traktorom IMT — 558, a) izvlačenje trupaca uz rad traktoriste i pomoćnika; b) izvlačenje duge oblovine uz rad traktoriste i pomoćnika; c) izvlačenje duge oblovine uz rad samog traktoriste. 2. Traktorom Timberjack 360, a) izvlačenje duge oblovine uz rad traktoriste i pomoćnika te b) isto, uz rad samog traktoriste.

Autor uspoređuje učinke pojedinih varijanti privlačenja i donosi zaključke o ekonomičnosti primjene navedenih traktora, odnosno varijanti rada.

DAS PROBLEM DES RÜCKENS DÜNNEREN LANGNUTZHOLZES

ZUSAMMENFASSUNG

In Kroatien für das Rücken des Holzes, werden neben den Schleppern noch immer auch die Pferde angewendet. Das Problem der Mechanisierung des Holzrückens ist sehr wichtig, sowohl für das Langnutzholz als auch für das Schnittholz.

Für das Holzrücken wurden bei uns früher fast ausschliesslich nur landwirtschaftliche, adaptierte Schlepper angewendet. In neuerer Zeit werden meistens schwere Knickschlepper angeschafft.

In dieser Abhandlung wird das Problem des Rückens, für unsere Verhältnisse, dünneren Langnutzholzes (30 cm durchschnittl. MD m R) mittels mittelschweren, landwirtschaftlichen »IMT-558« (Sorten- und schaftweises Rücken), und schweren Knickschleppers »Timberjack-360« (nur schaftweises Rücken) behandelt. Bei beiden Schleppern wird Ein- und Zweimannarbeit angewendet.

Die Resultate durchgeführter Untersuchungen:

Bei untersuchten, für das Rücken dünneren Langnutzholzes, angewendeten Schleppern und Arbeitsvarianten, vermindert sich die Leistung ziemlich intensiv in Beziehung auf die Vergrößerung der Rückeentfernung, so dass bei der Entfernung von 1 km die Leistung beträgt nur 26% bis 38% von jener bei der Distanz, von 0,1 km.

Die Leistung des Schleppers IMT — 558, bei der Anwendung des schaftweisen Rückens in Zweimannarbeit erhöht sich im Verhältnis zu der Leistung des Sortenrückes bei der Rückeentfernung von 0,1 km mit 57%, und bei jener von 1,0 km nur mit 15%.

Bei der Anwendung desselben Schleppers und derselben Arbeitsvariante, in Beziehung auf die Einmannarbeit ist die Leistung höher. Diese relative Erhöhung der Leistung vermindert sich mit der Verlängerung der Rückedistanz.

Die Leistung des Knickschleppers, Timberjack 360 beim schaftweisen Rücken in Zweimannarbeit unter Umständen der Untersuchungen, ist im Verhältnis zur Leistung des Schleppers IMT — 558, auf der Rückedistanz von 0,1 km 40%, und auf der Distanz von 1,0 km 96,8% höher. In Einmannarbeit ist die Erhöhung der Leistung ist noch grösser, und mit der Verlängerung der Rückeentfernung von 0,1 bis 1,0 km, die Erhöhung befindet sich in der Grenzen von 52,8% bis 99,4%.

Vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit aus, ist die Anwendung des Knickschleppers, Timberjack anstatt des adaptierten, landwirtschaftlichen Schleppers, IMT — 558, nur dann genehmigt, wenn die Verhältnisse der täglichen Kosten dieser Schlepper im Rahmen der Verhältnisse der täglichen Leistungen der Schlepper bleiben.

I UVOD I PROBLEMATIKA

Razmatrajući stanje mehanizacije radova u eksploataciji šuma, možemo reći da se mehanizacija sječe i izrade u Hrvatskoj nalazi na zadovoljavajućoj razini, uzevši u obzir prilike u Srednjoj Evropi. Isto se to može reći i za stanje mehanizacije transporta (prijevoza) drva. Međutim, problem mehanizacije izvlačenja drva još nije riješen na zadovoljavajući način. Još uvijek se kod izvlačenja tehničke oblovine u znatnoj mjeri primjenjuju konjske sprege. Ipak, stanje se iz godine u godinu nabavkom traktora popravlja.

Tako je, već prije znatnog vremena, nabavljen stanovit broj lakih i srednje teških traktora s kotačima, zapravo poljoprivrednih traktora adaptiranih za izvlačenje tehničke oblovine. U novije vrijeme nabavljeni su zglobni i to teži traktori, koji se također upotrebljavaju za izvlačenje tehničke oblovine. Poseban problem predstavlja izvlačenje prostornog drva, gdje je stupanj mehaniziranosti niži nego u prvom slučaju. Ovdje ćemo, međutim, razmotriti samo problem izvlačenja tehničke oblovine.

Prije primjene teških zglobnih traktora, pogodnih za izvlačenje debala, kod obaranja i izrade na sječini primjenjivala se isključivo sortimentna metoda, a sada se u znatnoj mjeri prešlo na izradu duge oblovine. Naime, u sastojini se odvoji donji dio debla, koji sadrži tehničku oblovinu i izvlači u jednom komadu, dok se prostorno drvo izrađuje u sastojini i izvlači odvojeno.

Općenito su poznate prednosti koje se postižu primjenom izvlačenja debala, odnosno duge oblovine, pa se taj način izvlačenja sve više primjenjuje. Tako u NR Mađarskoj prema Káldy-u (8) u 1973. izvlačenje duge oblovine sudjeluje s 12%, a u 1975. s 38%.

II CILJ, PODRUČJE I METODIKA ISTRAŽIVANJA

U ovoj radnji tretira se problem izvlačenja za naše prilike tanje tehničke oblovine (oko 30 cm srednjeg promjera). Cilj je komparativno ispitati rad i učinke kod izvlačenja tehničkog oblog drva lakšim, adaptiranim poljoprivrednim traktorom s dvobubanjским vitlom i težim zglobnim traktorom.

Za izvlačenje su primijenjeni slijedeći traktori s kotačima.

1. Zglobni traktor Timberjack 360

Motor:

Maksimalna snaga:

125 KS (SAE)

112 KS (DIN) kod 2800 o/min

Maksimalni okretni moment:

36,7 (kpm)

Brzine:

na putu do 29,5 km/h

van puta do 6,7 km/h

Prohodnost pod diferencijalom: 0,56 m

Radius okretanja: 5,6 m

Vitlo Hercules — max. vučna sila: 9 Mp;

brzina kretanja užeta do 130 m/min

Standardne dimenzije guma: 18,4 x 34, 10 PR

Širina traga: 1,98 m

2. IMT — 558, poljoprivredni traktor, adaptiran za izvlačenje drva

Motor:

Maksimalna snaga: 58 KS (DIN)

Brzina: od 2,0 do 22,0 km/h

Poprečna prohodnost: 0,43 m

Radius okretanja: 4,78 m

Dvobubanjско vitlo TRIMA JL — 2/54,

4,5 Mp

Širina traga: 1,40 m

Kod istraživanja su primijenjene slijedeće varijante izvlačenja: 1. traktor IMT — 558, a) izvlačenje trupaca uz rad traktoriste i pomoćnika; b) izvlačenje duge oblovine uz rad traktoriste i pomoćnika; c) izvlačenje duge oblovine uz rad samog traktoriste. 2. Traktor Timberjack 360, a) izvlačenje duge oblovine uz rad traktoriste i pomoćnika te b) isto, uz rad samog traktoriste. Prema tome, istraženo je ukupno pet varijanti izvlačenja.

Istraživanje je provedeno u šumariji Križevci, u šumskom predjelu »Lešće«, odjel 13. To je mješovita sastojina hrasta 0,5, bukve 0,4 i graba 0,1, starosti 102 godine. Drvna zaliha iznosi 362 m³/ha. Za sječju je doznačeno i posječeno 81,18 m³ drvene mase, odnosno 42 stabla po ha. Intenzitet sječe je 22,4%. Prosječna međusobna udaljenost oborenih stabala iznosi 15,4 m.

Tlo je lako prohodno bez zapreka. Traktorske vlake nisu građene nego su kao vlake korišteni stari šumski putevi, a mjestimično su traktori tijekom nekoliko uzastopnih prolaza istim tragom stvorili vlake. Teren je ravan, a mjestimično nagnut u smjeru izvlačenja do 5%.

Izvlačenje na navedenoj sječini obavljeno je traktorom IMT, a podaci o utrošcima vremena kod izvlačenja zglobnim traktorom potječu s druge sječine istih terenskih uvjeta. Izvršene su korekcije originalnih utrošaka vremena obzirom na razlike u dimenzijama oblovine.

Kod istraživanja, za mjerenje utroška vremena primijenjena je metoda kronometraže po vremenu trajanja. Primijenjen je kronometar s podjelom minute na 100 dijelova (1/100), a za jedinicu očitavanja uzeta je stotinka minute.

Radi mjerenja, radne operacije su podijeljene na radne zahvate i prekide, koji su predstavljali jedinice mjerenja vremena. Da bi se dobila struktura vremena, mjereni su svi radni zahvati kao i prekidi u toku rada. Procjena stupnja učinka nije primijenjena, obzirom da se u provedenim istraživanjima, kod znatnog dijela rada, manje moglo utjecati na učinak nego što je to slučaj kod nekih radova u šumarstvu, Kohlmann (9). Nadalje, neki

autori smatraju da je kod radova u šumarstvu ispravnije uzeti prosječni, a ne normalni učinak,ARO i dr. (2).

Kod obrade terenskih podataka, srednje vrijednosti prikazane su u obliku aritmetičkih sredina (M_x). Dalje su računane standardne devijacije (S); srednje greške aritmetičke sredine (S_x); postotak greške aritmetičke sredine (p), uz 95% vjerojatnosti.

III REZULTATI I DISKUSIJA O DOBIVENIM REZULTATIMA

Brzine traktora i podaci o kubaturi tovara prikazani su u tabeli 1. Srednja udaljenost privlačenja iznosila je 0,4 km. Kubatura tovara kod zglobnog traktora veća je 3,1 puta od tovara kod poljoprivrednog traktora. Srednji promjer od 83% komada tretirane oblovine kreće se ispod 35 cm srednjeg promjera s korom.

U tabeli 2 prikazani su trošci vremena pojedinih radnih zahvata i prekida na sječini i pomoćnom stovarištu za oba traktora i sve tri varijante rada s dva radnika. Nadalje je prikazana struktura vremena po turnusu za srednju udaljenost privlačenja. Efektivno vrijeme rada, dodatno vrijeme i ukupno vrijeme po turnusu za varijante rada s dva radnika također je prikazano u ovoj tabeli.

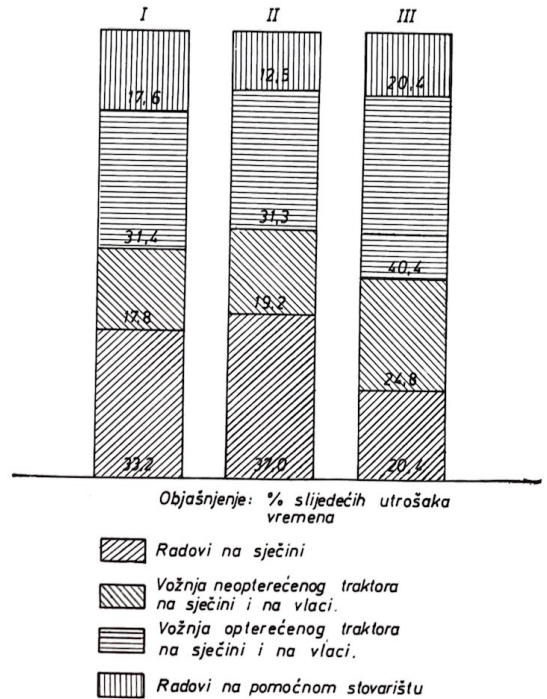
TABELA 1. — Brzine traktora i podaci o tovaru

	Tip traktora		
	IMT 558	Timberjack 360	
Brzina kretanja praznog traktora km/h	8,20	6,32	
Brzina kretanja opterećenog traktora km/h	5,03	3,60	
Prosječna brzina km/h	6,23	4,59	
Prosječna kubatura tovara m ³	1,34	4,20	
Prosječni srednji promjer s korom cm	30,5	30,5	
Prosječne vrijednosti kod vuče debala	Broj komada u tovaru	1,3	4,1
	Kubatura debala m ³	1,03	1,03
	Dužina debala m	14,0	14,0
Prosječne vrijednosti kod sortimentne vuče	Broj komada u tovaru	4,5	—
	Kubatura komada m ³	0,30	—
	Dužina debala m	4,1	—
Srednja udaljenost km	0,4		

Kako se u tabeli vidi, fiksno vrijeme je najkraće kod izvlačenja duge oblovine traktorom IMT (usporedba se odnosi na rad s dva radnika, tj. traktoriste i pomoćnika). Stoga je ovdje varijabilno vrijeme relativno dulje nego kod drugih dviju varijanata.

Pod fiksnim vremenima podrazumijeva Steinlin (12) utroške vremena koji ne ovise o udaljenosti privlačenja. Varijabilna vremena, međutim, ovise o udaljenosti privlačenja (prvenstveno vožnja opterećenog i praznog traktora).

Stabla su obarana u različitim smjerovima (nije provedeno usmjereno obaranje); stoga je kod izvlačenja naprijed bio podignut čas deblji čas tanji kraj.



Slika 1. — Struktura (postotak) utroška vremena prema ukupnom efektivnom vremenu, kod vuče traktorom, na prosječnoj udaljenosti od 0,4 km: I. Timberjack 360, vuča duge oblovine, II. IMT-558, vuča sortimentata, III. IMT-58 vuča duge oblovine.

Kod obračuna podataka pokazalo se da utrošak vremena vezanja i odvezivanja oblovine, u rasponu tretiranih promjera, nije pokazao zakonitost povećanja s povećanjem promjera. Stoga su obračunate aritmetičke sredine utrošaka vremena za sve debljine.

Povećanje utroška fiksnog vremena kod rada jednog radnika (samog traktoriste) prikazano je po turnusu u apsolutnom i relativnom iznosu za svaki traktor, kod izvlačenja duge oblovine. Ovo povećanje sastoji se iz vremena silaženja s traktora, povratka do traktora nakon izvlačenja užeta i vezanja oblovine te penjanja na traktor. Silaženje i penjanje radnika dešavalo se po turnusu kod zglobnog traktora jednom u sastojini, a jednom na pomoćnom stovarištu.

Tabela. 2. — Struktura radnog vremena kod izvlačenja zglobnim i poljoprivrednim traktorom, pri srednjoj udaljenosti privlačenja 0,4 km

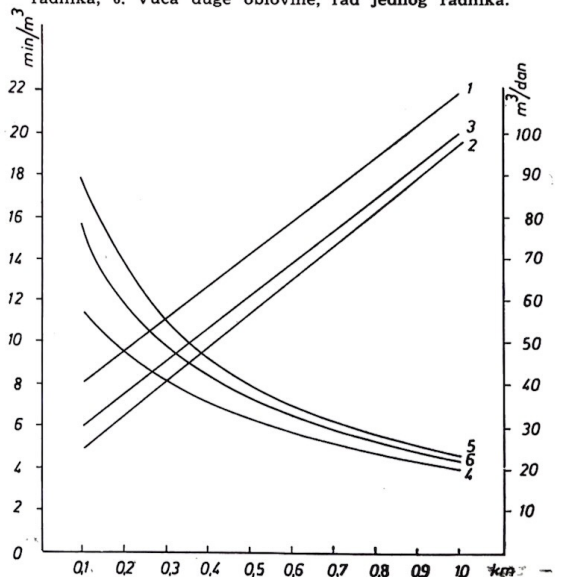
Vrsta rada	Tip traktora						
	Timberjack 360			IMT 558			
	Varijanta rada						
	Vuča debala		Vuča sortimenata		Vuča debala		
Utrošak vremena							
		min	% efektivnog vremena	min	% efektivnog vremena	min	% efektivnog vremena
I	Vožnja neopterećenog traktora na sječini i vlaci	3,80	17,8	2,93	19,2	2,93	24,8
II	Na sječini						
	Zauzimanje položaja traktora	1,93	9,1	1,07	7,0	0,64	5,4
	Izvačenje užeta	1,19	5,6	1,13	7,4	0,45	3,8
	Vežanje debala odnosno sortimenata (trupaca)	1,52	7,1	1,73	11,4	0,48	4,1
	Vuča vitlom do traktora	2,42	11,4	1,70	11,2	0,84	7,1
	Ukupno II	7,06	33,2	5,63	37,0	2,41	20,4
III	Vožnja opterećenog traktora na sječini i vlaci	6,67	31,4	4,77	31,3	4,77	40,4
IV	Na pomoćnom stovarištu						
	Vožnja opterećenog traktora	0,63	3,0	0,48	3,1	0,47	3,9
	Odvezivanje debala odnosno sortimenata (trupaca)	0,52	2,4	0,30	2,0	0,09	0,8
	Izvlačenje užeta odnosno lanca ispod debala ili sortimenata (trupaca)	0,20	0,9	0,26	1,7	0,26	2,2
	Okretanje neopterećenog traktora	0,34	1,6	0,29	1,9	0,29	2,5
	Uređenje složaja	1,67	7,9	0,31	2,0	0,31	2,6
	Vožnja neopterećenog traktora	0,39	1,8	0,28	1,8	0,29	2,4
	Ukupno IV	3,75	17,6	1,92	12,5	1,71	14,4
	Zbroj fiksnih vremena (II + IV) kod rada dva radnika	10,81	50,8	7,55	49,5	4,12	34,8
	Zbroj varijabilnih vremena (I + III) kod rada dva radnika	10,47	49,2	7,70	50,5	7,70	65,2
	Efektivno vrijeme kod rada dva radnika	21,28	100,0	15,25	100,0	11,82	100,0
V	Dodatno vrijeme	2,64	12,4	1,78	11,7	1,38	11,7
	Ukupni utrošak vremena po turi, kod rada dva radnika	23,92		17,04		13,20	
VI	Povećanje utroška fiksnog vremena kod rada jednog radnika	1,11				1,10	
	Zbroj fiksnih vremena kod rada jednog radnika	11,92				5,22	
	Indeks povećanja utroška fiksnog vremena kod rada jednog radnika	1,103				1,270	

Kod zglobnog traktora oblovinu je vezana užetom, a kod poljoprivrednog traktora lancima. U drugom slučaju (kod poljoprivrednog traktora) traktorist je na pomoćnom stovarištu morao odvezati oblovinu, zatim traktor pokrenuti nešto dalje da bi lance izvukao ispod debala, odnosno tru-

Tabela 3. — Utrošci vremena silaženja i penjanja radnika na traktor, te povratka do traktora nakon vežanja oblovine

Traktor	Utrošci vremena radnih zahvata u 1/100 min			
	za jednokratno izvođenje rada		za izvođenje rada po turnusu	
	Silaženje s traktora	Penjanje na traktor	Ukupno	Povratak do traktora
Timberjack 360	14,2	11,6	25,8	59,4
IMT - 558	15,3	14,0	29,3	22,4

Slika 2. — Norma vremena po m³ d. m. i dnevni učinak u m³/dan, kod vuče traktorom IMT-558. Norma vremena po m³ d. m.: 1. Vuča sortimenata, rad dva radnika, 2. Vuča duge oblovine, rad dva radnika, 3. Vuča duge oblovine, rad jednog radnika. Dnevni učinak (m³ d. m. na dan): 4. Vuča sortimenata, rad dva radnika, 5. Vuča duge oblovine, rad dva radnika, 6. Vuča duge oblovine, rad jednog radnika.

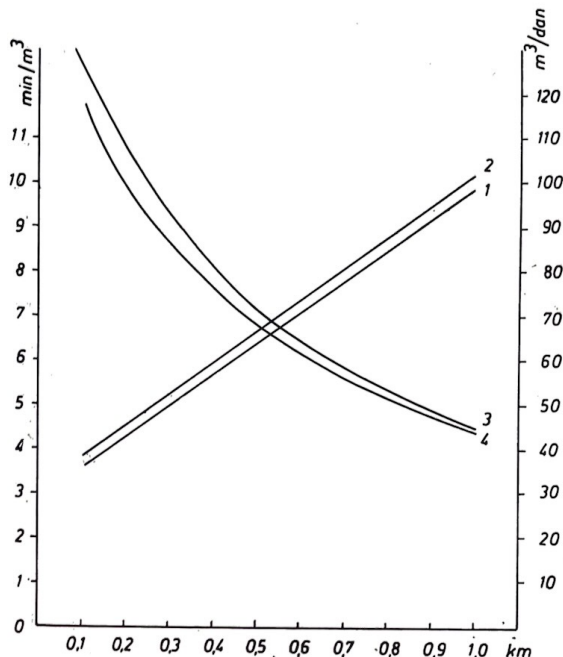


paca i na kraju lance je složio na traktor. Stoga je ovdje morao dvaput silaziti i penjati se.

U tabeli 4 i na slici 2 prikazano je za rad s traktorom IMT — 558, za razne udaljenosti privlačenja za sve tri varijante, raščlanjeno i u ukupnom iznosu, fiksno, varijabilno, dodatno i ukupno vrijeme po turnusu, zatim je prikazana norma vremena po m³ drvene mase, broj turnusa po danu i dnevni učinak. Isti podaci prikazani su za zglobni traktor, za dvije varijante, u tabeli 5 i na slici 3.

Kako se iz gore navedenih tabela i slika vidi, ako se razlika u varijanti rada sastoji samo u tome da se rad izvodi s jednim ili dva radnika, učinak kod rada s dva radnika je uvijek veći. Međutim, s povećanjem udaljenosti privlačenja ta razlika učinka se smanjuje. Kod određivanja udaljenosti privlačenja do koje je rad s dva radnika ekonomičan, potrebno bi bilo uzeti u obzir još troškove traktora i radne snage.

U tabeli 6 prikazano je smanjenje dnevnog učinka, obzirom na povećanje udaljenosti privlačenja za oba traktora i svih pet tretiranih varijanti rada. Kako se vidi, s povećanjem udaljenosti privlačenja učinak dosta intenzivno opada, što znači da uz navedene uvjete vrijeme vožnje trak-



Slika 3. Norma vremena po m³ d. m. i dnevni učinak u m³ na dan, kod vuče duge oblovine zglobnim traktorom Timberjack 360. Norma vremena po m³ d. m. 1. Rad dva čovjeka, 2. Rad jednog čovjeka. Dnevni učinak u m³ d. m. na dan: 3. Rad dva čovjeka, 4. Rad jednog čovjeka.

Tabela 4. — Utrošci vremena i učinci za pojedine varijante rada, kod izvlačenja poljoprivrednim traktorom IMT-558

Varijante rada	Udaljenost privlačenja		Vožnja neopterećenog traktora		Vožnja opterećenog traktora		Ukupno vrijeme vožnje		Rad na sječini		Rad na pomoćnom stovarištu		Ukupno fiksno vrijeme		Efektivno vrijeme		Dodatno vrijeme		Ukupno utrošeno vrijeme po turi		Norma vremena po m ³ d. m.		Vožnji po danu (450 min)		Dnevni učinak																																																																																																											
	km	km	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	m ³	m ³	m ³	m ³																																																																																																												
Vuča sortimenata rad dva radnika	0,100	0,73	1,19	1,92	5,64	1,92	7,56	9,48	1,11	10,59	7,90	42,5	56,95	0,200	1,46	2,39	3,85	5,64	1,92	7,56	11,41	1,34	12,75	9,51	35,3	47,30	0,300	2,20	3,58	5,78	5,64	1,92	7,56	13,34	1,56	14,90	11,12	30,2	40,47	0,400	2,93	4,77	7,70	5,64	1,92	7,56	15,26	1,78	17,04	12,72	26,4	35,38	0,500	3,66	5,96	9,62	5,64	1,92	7,56	17,18	2,01	19,19	14,32	23,4	31,36	0,600	4,39	7,16	11,55	5,64	1,92	7,56	19,11	2,24	21,35	15,93	21,1	28,27	0,700	5,12	8,35	13,47	5,64	1,92	7,56	21,03	2,46	23,49	17,52	19,2	25,59	0,800	5,86	9,54	15,40	5,64	1,92	7,56	22,96	2,69	25,65	19,14	17,5	23,45	0,900	6,59	10,74	17,33	5,64	1,92	7,56	24,89	2,91	27,80	20,75	16,2	21,71	1,000	7,32	11,93	19,25	5,64	1,92	7,56	26,81	3,14	29,95	22,35	15,0	20,10		
	Vuča debala — rad dva radnika	0,100	0,73	1,19	1,92	2,41	1,71	4,12	6,04	0,71	6,75	5,04	66,7	89,38	0,200	1,46	2,39	3,85	2,41	1,71	4,12	7,97	0,93	8,90	6,64	50,6	67,80	0,300	2,20	3,58	5,78	2,41	1,71	4,12	9,90	1,16	11,06	8,25	40,7	54,54	0,400	2,93	4,77	7,70	2,41	1,71	4,12	11,82	1,38	13,20	9,85	34,1	45,69	0,500	3,66	5,96	9,62	2,41	1,71	4,12	13,74	1,61	15,35	11,45	29,3	39,26	0,600	4,39	7,16	11,55	2,41	1,71	4,12	15,67	1,83	17,50	13,06	25,7	34,44	0,700	5,12	8,35	13,47	2,41	1,71	4,12	17,59	2,06	19,65	14,66	22,9	30,69	0,800	5,86	9,54	15,40	2,41	1,71	4,12	19,52	2,28	21,80	16,27	20,6	27,60	0,900	6,59	10,74	17,33	2,41	1,71	4,12	21,45	2,51	23,96	17,88	18,8	25,19	1,000	7,32	11,93	19,25	2,41	1,71	4,12	23,37	2,73	26,10	19,48	17,2	23,05	
		Vuča debala — rad jednog radnika	0,100	0,73	1,19	1,92	2,93	2,29	5,22	7,14	0,84	7,98	5,95	56,4	75,58	0,200	1,46	2,39	3,85	2,93	2,29	5,22	9,07	1,06	10,13	7,56	44,4	59,50	0,300	2,20	3,58	5,78	2,93	2,29	5,22	11,00	1,29	12,29	9,17	36,6	49,04	0,400	2,93	4,77	7,70	2,93	2,29	5,22	12,92	1,51	14,43	10,77	31,2	41,81	0,500	3,66	5,96	9,62	2,93	2,29	5,22	14,84	1,74	16,58	12,37	27,1	36,31	0,600	4,39	7,16	11,55	2,93	2,29	5,22	16,77	1,96	18,73	13,98	24,0	32,16	0,700	5,12	8,35	13,47	2,93	2,29	5,22	18,69	2,19	20,88	15,58	21,5	28,81	0,800	5,86	9,54	15,40	2,93	2,29	5,22	20,62	2,41	23,03	17,19	19,5	26,13	0,900	6,59	10,74	17,33	2,93	2,29	5,22	22,55	2,64	25,19	18,80	17,9	23,99	1,000	7,32	11,93	19,25	2,93	2,29	5,22	24,47	2,86	27,33	20,39	16,5	22,11

Tabela 5. — Utrošci vremena i učinci za pojedine varijante rada, kod izvlačenja zglobnim traktorom Timberjack 360

Varijante rada	Utrošci vremena i učinci												
	Udaljenost privlačenja km	Vožnja neopterećenog traktora	Vožnja opterećenog traktora	Ukupno vrijeme vožnje	Rad na sječini	Rad na pomoćnom stovarištu	Ukupno fiksno vrijeme	Efektivno vrijeme	Dodatno vrijeme	Ukupno utrošeno vrijeme po turi	Norma vremena po m ³ d. m.	Vožnji po danu (450 min)	Dnevni učinak
	km						min						m ³
Vuča debala — rad dva radnika	0,100	0,95	1,67	2,62	7,06	3,75	10,81	13,43	1,66	15,09	3,59	29,8	125,16
	0,200	1,90	3,33	5,23	7,06	3,75	10,81	16,04	1,99	18,03	4,29	25,0	105,00
	0,300	2,85	5,00	7,85	7,06	3,75	10,81	18,66	2,31	20,96	4,99	21,5	90,30
	0,400	3,80	6,67	10,47	7,06	3,75	10,81	21,28	2,64	23,92	5,69	18,8	78,96
	0,500	4,74	8,33	13,07	7,06	3,75	10,81	23,88	2,96	26,84	6,39	16,8	70,56
	0,600	5,69	10,00	15,69	7,06	3,75	10,81	26,50	3,29	29,79	7,09	15,1	63,42
	0,700	6,64	11,67	18,31	7,06	3,75	10,81	29,12	3,61	32,73	7,79	13,8	57,96
	0,800	7,59	13,34	20,93	7,06	3,75	10,81	31,74	3,94	35,68	8,49	12,6	52,92
	0,900	8,54	15,00	23,54	7,06	3,75	10,81	34,35	4,26	38,61	9,19	11,6	48,72
	1,000	9,49	16,67	26,16	7,06	3,75	10,81	36,97	4,58	41,55	9,89	10,8	45,36
Vuča debala — rad jednog radnika	0,100	0,95	1,67	2,62	7,92	4,00	11,92	14,54	1,80	16,34	3,89	27,5	115,50
	0,200	1,90	3,33	5,23	7,92	4,00	11,92	17,15	2,13	19,28	4,59	23,3	97,86
	0,300	2,85	5,00	7,85	7,92	4,00	11,92	19,77	2,45	22,22	5,29	20,2	84,84
	0,400	3,80	6,67	10,47	7,92	4,00	11,92	22,39	2,78	25,17	5,99	17,9	75,18
	0,500	4,74	8,33	13,07	7,92	4,00	11,92	24,99	3,10	28,09	6,89	16,0	67,20
	0,600	5,69	10,00	15,69	7,92	4,00	11,92	27,61	3,42	31,03	7,79	14,5	60,90
	0,700	6,64	11,67	18,31	7,92	4,00	11,92	30,23	3,75	33,98	8,09	13,2	55,44
	0,800	7,59	13,34	20,93	7,92	4,00	11,92	32,85	4,07	36,92	8,79	12,2	51,24
	0,900	8,54	15,00	23,54	7,92	4,00	11,92	35,46	4,40	39,86	9,49	11,3	47,46
	1,000	9,49	16,67	26,16	7,92	4,00	11,92	38,08	4,72	42,80	10,19	10,5	44,10

Tabela 6. — Koeficijenti smanjenja učinka kod izvlačenja traktorom, s obzirom na povećanje udaljenosti privlačenja

Udaljenost privlačenja	Tip traktora				
	IMT 558		Timberjack 360		
	Varijante rada				
	Izvlačenje trupaca	Vuča debala		Vuča debala	
km	Rad dva radnika	Rad dva radnika	Rad jednog radnika	Rad dva radnika	Rad jednog radnika
	Koeficijenti				
0,100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
0,200	0,830	0,758	0,787	0,839	0,847
0,300	0,710	0,610	0,649	0,721	0,734
0,400	0,621	0,511	0,553	0,631	0,651
0,500	0,551	0,439	0,480	0,564	0,582
0,600	0,496	0,385	0,425	0,507	0,527
0,700	0,449	0,343	0,381	0,463	0,480
0,800	0,412	0,309	0,346	0,423	0,444
0,900	0,381	0,282	0,317	0,389	0,411
1,000	0,353	0,258	0,292	0,362	0,382

tora igra značajnu ulogu. Opadanje učinka s povećanjem udaljenosti privlačenja obrnuto je proporcionalno udjelu fiksnog vremena.

U tabeli 7 prikazani su odnosi učinaka pojedinih varijanti rada istog traktora, a također i odnosi učinaka istih varijanti rada kod dva traktora.

Kod razmatranja učinaka tretiranih traktora, moramo napomenuti da poljoprivredni traktor može doći kao takmac zglobnom traktorom samo kod tanje oblovine, koju obzirom na svoju snagu može izvlačiti.

Prijelazom od vuče sortimenata na vuču duge oblovine, kod IMT traktora, a primjenjujući rad dva radnika, na udaljenosti od 0,1 km učinak se povećao gotovo za 57%, dok na udaljenosti od 1,0 km povećanje iznosi samo 15%.

Kod vuče duge oblovine zglobnim traktorom (rad dva radnika), na udaljenosti od 0,1 km, učinak je 40% veći nego kod vuče pomoću poljoprivrednog traktora. Ovo relativno povećanje učinka proporcionalno je s povećanjem udaljenosti privlačenja, tako da se kod udaljenosti od 1,0 km učinak povećao gotovo 100%. Ista zakonitost odnosa učinaka dva traktora postoji i kod rada jednog radnika. Kod kraće udaljenosti privlačenja, povećanje učinka je znatno veće nego kod rada dva radnika.

Povećanje učinka varijante rada dva radnika u odnosu na onu s jednim radnikom kod vuče duge oblovine, veće je na svim udaljenostima privlačenja kod poljoprivrednog nego kod zglobnog traktora. U oba slučaja ovo povećanje se smanjuje kod veće udaljenosti privlačenja, tako da je na 1 km povećanje učinka u oba slučaja minimalno.

U ovim istraživanjima smo se ograničili na određivanje i analizu učinaka. Ukoliko nas interesiraju samo učinci traktora kod izvlačenja, na osnovu dobivenih rezultata istraživanja možemo donijeti zaključke o primjenjivosti, prednosti i manama varijanti rada i traktora.

Tabela 7. — Odnosi (koeficijenti) učinaka kod izvlačenja između pojedinih varijanata rada odnosno traktora, pri raznim udaljenostima privlačenja

Udaljenost privlačenja km	Tip traktora					
	IMT 558		Timberjack 360		Timberjack 360 i IMT 558	
	Odnos učinaka varijanata rada, odnosno traktora					
	Vuča debala (rad dva radnika i vuča trupaca (rad dva radnika)	Vuča debala (rad jednog radnika) i vuča trupaca (rad dva radnika)	Rad dva radnika i jednog radnika kod vuče debala	Rad dva radnika i jednog radnika, kod vuče debala	Varijante rada s dva radnika kod vuče debala (Odnos učinaka ovih varijanata rada, kod po- jedinih traktora)	Varijante rada s jednim radnikom, kod vuče debala
	Koeficijenti					
0,100	1,569	1,327	1,183	1,084	1,400	1,528
0,200	1,433	1,258	1,139	1,073	1,549	1,645
0,300	1,348	1,212	1,112	1,064	1,656	1,730
0,400	1,291	1,182	1,093	1,050	1,728	1,798
0,500	1,252	1,158	1,081	1,050	1,797	1,851
0,600	1,218	1,138	1,071	1,041	1,841	1,894
0,700	1,199	1,126	1,065	1,045	1,888	1,924
0,800	1,177	1,114	1,056	1,033	1,917	1,961
0,900	1,160	1,105	1,050	1,026	1,934	1,978
1,000	1,147	1,100	1,042	1,029	1,968	1,994

Ukoliko želimo odrediti koji je traktor, odnosno varijanta rada ekonomičnija, trebalo bi uzeti u obzir troškove traktora i radne snage. Ipak je i na osnovu dobivenih rezultata moguće donijeti zaključke o ekonomičnosti varijanti rada i traktora.

Na primjer, kod izvlačenja duge oblovine i rada dva radnika, izvlačenje zglobnim traktorom bit će ekonomično u odnosu na primjenu poljoprivrednog traktora, ukoliko odnos dnevnih troškova dvaju traktora nije nepovoljniji nego odnos dnevnih učinaka. Prema tome, troškovi zglobnog traktora mogu od troškova poljoprivrednog traktora biti veći 40% do 96,8%, ovisno o udaljenosti privlačenja kod rada dva radnika, odnosno 52,8% do 99,4% kod rada jednog radnika.

ZAKLJUČCI

1. Kod istraživanih traktora i varijanti rada na izvlačenju, učinak s povećanjem udaljenosti privlačenja znatno opada. Tako kod udaljenosti od 1,0 km, učinak se kreće u rasponu od 26% do 38% od učinka kod izvlačenja na udaljenosti od 0,1 km.

2. Kod izvlačenja poljoprivrednim traktorom (rad dva radnika), prijelazom sa sortimentne metode na izvlačenje duge oblovine, učinak se kod udaljenosti privlačenja od 0,1 km povećava za 57%; s povećanjem udaljenosti, povećanje učinka slabi i kod udaljenosti od 1,0 km iznosi 15%.

3. Kod primjene istog traktora i iste varijante rada, učinak uz rad dva radnika je stalno veći nego ako radi jedan radnik. Međutim, s povećanjem udaljenosti privlačenja ta se razlika smanjuje.

4. Učinak kod izvlačenja duge oblovine zglobnim traktorom Timberjack 360, s dva radnika, u uvjetima provedenih istraživanja, u odnosu na učinak traktora IMT-558, na udaljenostima pri-

vlačenja od 0,1 km veći je za 40%, a na udaljenosti od 1,0 km za 96,8%. Kod rada s jednim radnikom povećanje učinka za iste udaljenosti je veće i kreće se od 52,8% do 99,4%.

5. S aspekta ekonomičnosti, primjena zglobnog traktora umjesto adaptiranog, poljoprivrednog traktora je dozvoljena, ako odnosi dnevnih troškova ovih traktora nisu nepovoljniji nego odnosi njihovih dnevnih učinaka.

LITERATURA

1. Abegg, B.: Kalkulationsunterlagen für die Leistung beim Rücken mit Forsttraktoren und beim Reisten auf kurze Distanz. Berichte Nr. 124, 1974. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen.
2. Aro, P., Marn L., Wibstad K., Janlöv C.: Forest work study nomenclature in Denmark, Finland, Norway and Sweden. The Nordic Forest Work Study Council. Bulletin No 1, 1963.
3. Benić, R.: Analiza troškova i kalkulacija ekonomičnosti u iskorišćavanju šuma, Zagreb, 1957.
4. Bojanin, S.: Analiza rada zglobnih traktora kod izvlačenja debala. Šum. List, 7-8, 1971.
5. Bojanin, S.: Rad jednog ili dva radnika kod izvlačenja zglobnim traktorom. Drvna Industrija, 7-8, 1974.
6. Danielsen, G.: The Variotrac crawler tractor. Report on Forest Operations Research No. 13. Norsk Institutt for Skogforskning.
7. Dereta, B.: Zglobni traktori Timberjack 360 i Timberjack 209 D. Posl. ud. šum. privr. org. Zagreb, 1973.
8. Káldy, J.: TDT — ös típusú lánctalpas traktor alkalmazásának néhány kérdése a hosszúfás anyagmozgatásban. Erdészeti és Faipari Egyetem tudományos közleményei (Erdészeti — Faipar — Geodézia), 1973. 3. sz.
9. Kohlmann, H.: Akkord und unbeeinflussbare Zeiten. REFA — Nachr. 5, 1961.
10. Krivec: Traktori Ferguson i u iskorišćavanju šuma. Šum. List, 3-4, 1962.
11. Lovrić, N.: Srednja daljina i obračun troškova transporta. Šum. List, 7, 1954.
12. Steinlin, H.: Zur Methodik von Rückversuchen. Forstarchiv, 4/5, 1953.