

EKSPLOATACIJA ŠUMA PRI RAZLIČITIM RADNIM UVJETIMA U HRVATSKOJ

HOLZERNTARBEITEN IN WÄLDERN KROATIENS, UNTER UNTERSCHIEDLICHEN ARBEITSBEDINGUNGEN

Stevan BOJANIN, Ante P. B. KRPA*

SAŽETAK: Različitost šuma u Hrvatskoj prouzročena je terenskim i klimatskim uvjetima te vrstama drveća i načinom gospodarenja.

Sječa i izrada obavljaju se za sada gotovo isključivo motornim pilama, a primjenjuje se sortimentna, poludebljava i deblovna metoda, što se odražava i na metode privlačenja drva. Umjesto izrade jednometarskog prostornog drva prelazi se na izradu u dužinama oko 4 m (utovarne dužine).

Za privlačenje sortimenata tehničkog drva i industrijskog drva utovarnih dužina po tlu u prorednim sastojinama najviše se koriste adaptirani poljoprivredni traktori s vitlom. Jednometarsko prostorno drvo privlači se (iznosi) djelomično i tovarnim konjima.

U zrelim jednodobnim i prebornim sastojinama za privlačenje se koriste zglobni traktori i gusjeničari uz primjenu deblovne i poludebljavne metode, a u ravnici i prigorju drvo se djelomično izvozi forvaderima.

Šume su primarno otvorene kamionskim putevima a sekundarno vlakama i traktorskim putevima.

Na jako strmim kao i na blatnjavim terenima u nizini drvo je potrebno privlačiti žičarama.

Ključne riječi: Sječa, izrada i privlačenje drva, operativno vrijeme, dodatno vrijeme, učinci.

1. UVOD – EINLEITUNG

Različiti uvjeti rada u Hrvatskoj posljedica su već i toga što su šume glede terenskih i klimatskih prilika, te vrsta drveća i načina gospodarenja podijeljene u tri područja: kontinentalno područje, visoki krš, degradirani krš. Prva dva područja velikog su gospodarskog značenja.

Nadalje, šume listače obuhvaćaju 83% drvne zalihe, a šume četinjača 17%.

Jednodobne visoke šume obuhvaćaju 44% šumske površine; visoke preborne šume 18%; niske šume 13%; šikare i makija 25%.

Svi rezultati plod su vlastitih istraživanja koja su provedena u okviru znanstveno-istraživačkog rada. Radnja istraživanja financirala je Poslovna zajednica šumarstva i drvene industrije Hrvatske, Zagreb a najnovija JP »Hrvatske šume«. Istraživanja su provedena na područjima Uprava šuma: Bjelovar, Zagreb, Sisak, Požega i Delnice.

2. SJEČA I IZRADA – FÄLLUNG UND AUSFORMUNG

Otpad (gubitak) kod sječe i izrade varira prema vrstama drveća. Kod bukve iznosi u prosjeku 9,6%; kod hrasta i ostalih listača 19%; kod jele i smrekе 18%, a u prosjeku za sve vrste drveća iznosi 16%.

U tablici 1 prikazan je postotni udio pojedinih vrsta drveća udrvnoj zalihi i posjećenoj drvnoj količini. Osim kod bukve i jele sa smrekom, kod ostalih vrsta postoje razlike postotaka drvne zalihe i posjećenog drva.

* Prof. dr. Stevan Bojanin i prof. dr. Ante P. B. Krpan, Sveučilište Zagreb, Šumarski fakultet, Zagreb, Svetosimunska 25.

Struktura drvne zalihe i iskorištene drvne mase po vrstama drveća u šumama Hrvatske

Baumartenverteilung des Holzvorrats und ausgeformter Holzmasse, in Wäldern Kroatiens

Tab. 1

Vrste drva Baumarten	Ukupno Total	Listače – Laubhölzer					Četinjače – Nadelhölzer		
		Suma listača Summe der Laubh.	Bukva Buche	Hrast Eiche	Ostale tvrdi list. Übrige h. Laubh.	Meke listače Weiße Laubh.	Suma četinjača Summe der Nadelh.	Jela i smreka Tanne u. Fichte	Bor Kiefer
		% %							
Drvna zaliha Holzvorrat	100	82,7	35,8	27,3	16,1	3,5	17,3	14,2	3,1
Izradena drvna masa Ausgeformte Holzmasse	100	85,3	35,4	22,3	23,6	4,0	14,7	14,0	0,7

U tablici 2 prikazana je struktura izrađenih drvnih sortimenata u državnim šumama u Hrvatskoj.

U odnosu na ranije stanje udio prostornog drva (ogrjevno i industrijsko drvo) smanjio se zbog promjena zahtjeva standarda za drvo. Sada od ukupno

izrađenog prostornog drva 37% čini industrijsko, a 67% ogrjevno drvo.

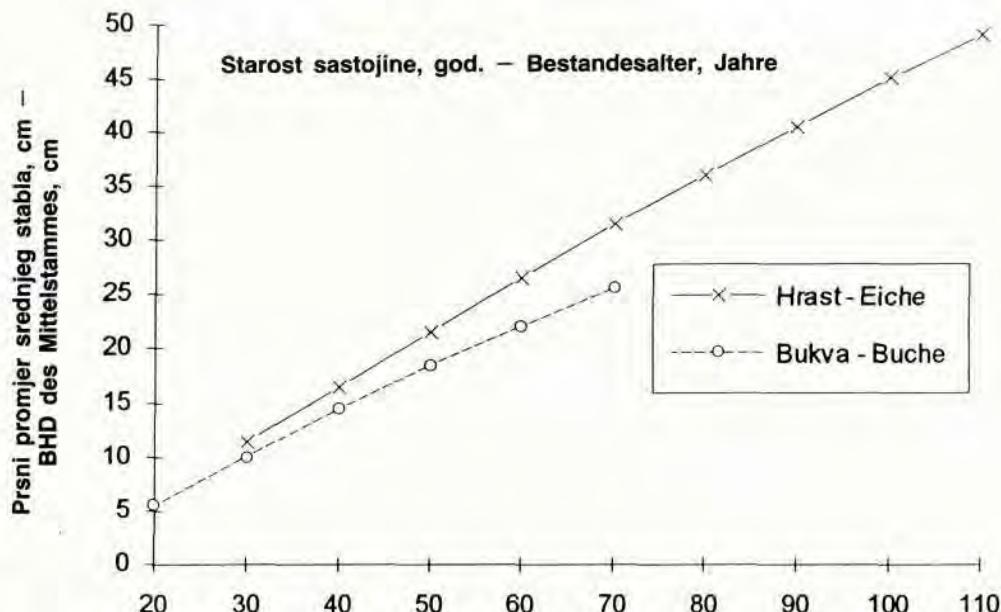
Struktura sortimenata u zrelim sastojinama ovisi o vrsti drveća. Postotak prostornog drva kod hrasta iznosi 20%, kod bukve 40%, kod jele i smreke 5%.

Struktura izrađenih drvnih sortimenata u državnim šumama Hrvatske

Verteilung der ausgeformten Holzsortimente in der Staatswäldern Kroatiens

Tab. 2

Sortimenti – Sortimente		Postotni udio Prozentanteil %
Tehničko oblo drvo Rundnutzholz	Za prerađu – für die Verarbeitung Za direktnu upotrebu – für direktes Gebrauch	53,5 6,7
Tesano i cijepano drvo – Behautes und gespaltes Holz		3,1
Industrijsko drvo – Industrieholz		12,2
Ogrjevno drvo – Brennholz		24,5
Ukupno – Total		100,0



Sl. 1: Prvi promjer srednjih stabala u sastojinama bukve i hrasta kod raznih starosti

Abb. 1: BHD des Mittelstammes in bestimmten Bestandesaltern in Buchen- und Eichenbeständen

Kako se iz slike 1 vidi, prorede počinju već u mladim sastojinama hrasta i bukve, kod prsnog promjera 11,5 cm, odnosno 5,5 cm. Stoga su prve prorede potpuno ili djelomično predkomercijalne.

Struktura izradene drvne mase u prorednim sastojinama u ravnici i prigorju iznosi u prosjeku: tehničko drvo 29%, industrijsko drvo 20%, ogrjevno drvo 51%. Udio industrijskog drva postupno se, zbog ublažavanja propisa standarda za drvo, povećava.

Glede vrsta drveća, njihovih dimenzija, načina gospodarenja, a djelomično i terenskih uvjeta, kod nas nisu u uporabi višenamjenski strojevi.

U prorednim sastojinama bukve 84% prostornog drva potječe od stabla a 16% od krošnje. Veća je mogućnost izrade dužeg industrijskog drva iz debla nego iz krošnje.

U mješovitim prorednim sastojinama hrasta i bukve u prigorju provedena i analizirana je izrada sortimenata bukve u dvije varijante:

a. Izrada sortimenata tehničke oblovine i industrijskog drva utovarnih dužina (oko 3 m);

b. Izrada tehničke oblovine kao pod »a« i prostornog drva duljine 1 m.

Kod hrasta je primjenjena samo varijanta »b«.

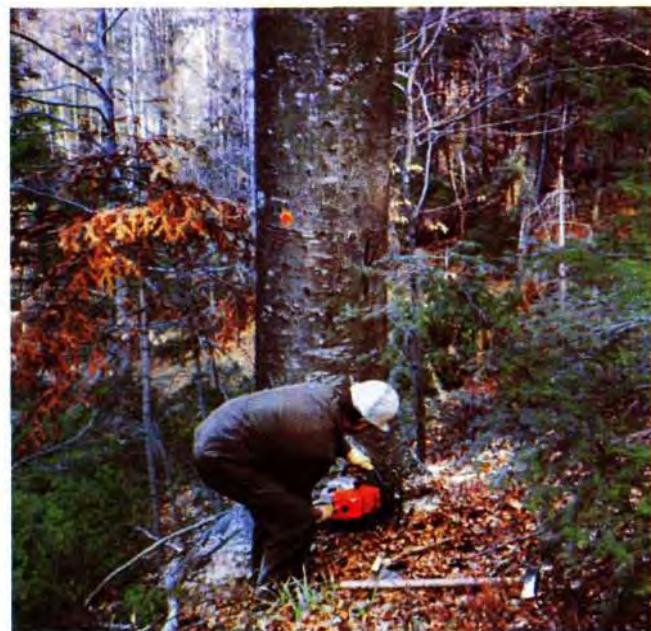
Drvna masa tehničkog te industrijskog drva utovarnih dužina po stablu; utrošci vremena obaranja i izrade u prorednim bukovim sastojinama

Holzmasse des Rundnutz- und Industrieholzes in Kranlängen, je Baum; Zeitwerte bei der Fällung und Ausformung in Durchforstungsbeständen der Buche

Tab. 3

Prsti promjer stabla, cm Stärkeklasse der Bäume	Izrađenadrvna masa po stablu Ausgeformte Holzmasse je Baum			Dimenzije izrađenog drva Abmessungen der ausgeformten Holzmasse				Utrošak vremena za obaranje i izradu Operativno v. po m ³ Fällungs- und Ausformungszeiten RAZ je fm		Odnos efektivnog vremena Teh- ničko oblo drvo:Industrijsko drvo Verhältnis der RAZ Rundnutz- holz:Industrieholz
	Tehničko drvo Rundnutz- holz	Industrijsko drvo Industrie- holz	Ukupno Total	Tehničko oblo drvo Rundnutzholz	Industrijsko drvo Industrieholz	Tehničko oblo drvo Rundnutz- holz	Industrijsko drvo Industrie- holz			
	m ³ – fm %		Sred. pr. s korom MD m. R. cm	Duljina L m	Sred. pr. s korom MD m. R. cm	Duljina L m	min/m ³ – min je fm			
22,5	0,03 5,9	0,48 94,1	0,51 100	22,0	4,0	15,7	3,1	19,94	41,75	1:2,1
27,5	0,27 35,5	0,49 64,5	0,76 100	25,5	5,1	15,7	2,9	15,38	43,11	1:2,8
32,5	0,63 60,6	0,41 39,4	1,04 100	28,5	4,9	14,7	3,2	16,29	54,46	1:3,3
37,5	0,87 64,0	0,49 36,0	1,36 100	32,6	3,8	14,7	2,5	16,76	50,97	1:3,4
42,5	1,24 73,4	0,45 26,6	1,69 100	34,6	4,4	14,0	2,9	14,73	56,84	1:3,9

U tablici 3 (bukva – varijanta a) prikazana je drvna masa po stablu za stabla promjera 22,5 cm do 42,5 cm. S porastom promjera stabala raste udio tehničkog, a opada udio prostornog drva, pri čemu raste i srednji promjer tehničkog drva, čija se dužina kreće od 3,8 m do 5,1 m. Prosječna debljina industrijskog drva blago opada, a dužine komada se kreću od 2,5 m do 3,2 m.



Sl. 1. Obaranje bukova stabla u planinskim uvjetima
(Foto: A. Krpan)

Abb. 1. Fällen des Baums der Buche in Gebirgsbedingungen

Operativno vrijeme sječe i izrade po m³ tehničke oblovine s porastom debljine stabala opada, a kod industrijskog drva raste.

Operativno vrijeme po m³ industrijskog drva veće je nego kod tehničkog drva. Razlika se povećava s porastom debljine stabala, a odnos se kreće od 1:2,1 do 1:3,9.

U tablici 4 prikazani su podaci i rezultati varijante »b« (izrada prostornog drva duljine 1 m).

Promjeri prostornog drva te utrošci vremena izrade industrijskog drva slični su kod hrasta i bukve, a utrošci vremena izrade tehničkog drva bukve veći su nego kod hrasta.

Utrošci vremena za izradu prostornog drva bukve duljina 1 m i industrijskog drva utovarnih dužina od 2,5-3,0 m stoje u odnosu 2:1. Prema Dietzu (1986) odnos utrošaka vremena za dužine od 4 m i 1 m je 2,5:1,0.

Kod izrade industrijskog drva utovarnih duljina iz grana često se moraju izradivati i komadi kraći od 4 m.

*Drvna masa tehničkog oblog i prostornog drva po stablu;
utrošci vremena obaranja i izrade u prorednim sastojinama bukve i hrasta*

Holzmasse des Rundnutz- und Schichtholzes je Baum; Zeitwerte bei der Fällung und Ausformung in Durchforstungbeständen der Buche und Eiche

Tab. 4

Prsti promjer stabla, cm Stärkeklasse der Bäume	Izradena drvna masa po stablu Ausgeformte Holzmasse je Baum			Dimenzije izrađenog drva Abmessungen der ausgeformten Holzmasse				Utrošak vremena obaranja i izrade Oper. v. min/m ³ Fällungs- und Ausformungszeit RAZ je fm	
	Tehničko oblo drvo Rundnutz- holz	Prostorno drvo Schicht- holz	Ukupno Insgesamt	Tehnič. oblo drvo Rundnutzholz	Prostorno drvo Schichtholz		Tehničko oblo drvo Rundnutz- holz	Prost. drvo duljine 1 m Schicht- holz	
	BHD cm	m ³ – fm %		Sred. pr. s korom MD m. R. cm	Duljina L m	Sred. pr. s korom MD m. R. cm	Duljina L m	min/m ³ – min je fm	
Bukva – Buche									
17,5	–	0,28 100	0,28 100	–	–	13,4	1,0	–	83,82
22,5	–	0,55 100	0,55 100	–	–	16,9	1,0	–	69,47
27,5	0,21 30,4	0,48 69,6	0,69 100	26,6	3,8	15,0	1,0	–	101,75
32,5	0,57 58,6	0,41 41,4	0,98 100	28,8	3,8	13,7	1,0	20,69	104,32
Hrast – Eiche									
22,5	0,07 14,0	0,43 86,0	0,50 100	21,0	5,0	15,0	1,0	20,66	58,26
27,5	0,39 53,4	0,34 46,6	0,73 100	24,4	4,2	14,6	1,0	13,92	100,78
32,5	0,73 66,4	0,37 33,6	1,10 100	28,3	4,1	14,7	1,0	13,27	114,22
37,5	1,18 69,8	0,51 30,2	1,69 100	31,9	3,5	12,5	1,0	12,23	98,91
42,5	1,31 65,5	0,69 34,5	2,00 100	34,0	4,4	15,9	1,0	14,15	85,71
47,5	1,94 70,5	0,81 29,5	2,75 100	38,9	4,1	13,5	1,0	12,73	81,06

U tablici 5 prikazani su utrošci vremena za sjeću i izradu drva u kontinentalnom području Hrvatske (ravnica i brdsko područje), u prorednim i sjećno zrelim šumama listača. U tablici su prikazani i rezultati za proredu u jednoj jelovoj sastojini. Opsežna istraživanja u trajanju od 85 dana provedena su na području Uprave šuma Zagreb u šumarijama Samobor, Remetinec, Velika Gorica i Krapina.

U tablici je također prikazan obujam tehničkog i prostornog drva po stablu.

Za različite starosti sastojina i vrste drveća prikazani su u tablici utrošci stablovnog te sortimentnog vremena po m³ izrađenog drva, posebno za tehničko

i prostorno drvo. Kod izrade primjenjena je sortimentna metoda; prostorno drvo izradivano je u dužinama od 1 m. Primjećuje se utjecaj debljine stabala i nagiba terena na utroške vremena kod radova sjeće i izrade. Sortimentna i operativna vremena po m³ prostornog drva su znatno veća nego za tehničko drvo.

Operativno vrijeme za sjeću i izradu (min/m³) tehničkog drva u velikoj mjeri ovisi o debljini stabala (što je stablo deblje manji je utrošak vremena po m³). To se u manjoj mjeri odnosi i na prostorno drvo.

Operativna vremena (min/m³) prostornog i tehničkog drva hrasta stoje u odnosu od 4,9:1 do 6,7:1.

Utrošci vremena sječe i izrade u različitim radnim uvjetima; udio vremena rada motornom pilom

Zeitwerte für Fällung und Ausformung unter unterschiedlichen
Arbeitsbedingungen; Prozentanteile der EMS – Arbeitszeit

Tab. 5

Red. br. – Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Vrsta sječe	Sušći	P	P	DS	P	P	OS	OS	P	OS	P
Teren	P; R	R	R	R	B	B	B	B	B	B	B
Hiebsart	Durrling	D	D	EH	D	D	VH	VH	D	VH	D
Gelände	D; E	E	E	E	B	B	B	B	B	B	B
Vrsta drveća	Hrast	Hrast	Hrast	Hrast	Bukva	Bukva	Bukva	Bukva	Pit. kest.	Ost. tv. l.	Jela
Baumart	Eiche	Eiche	Eiche	Eiche	Buche	Buche	Buche	Buche	Edelk.	Üb. h. Lh.	Tanne
Pr. pr. srednjeg st., cm	29	28	35	57	19	22	35	43	31	31	25
BHD Mittelstamm, cm											
Izradena drvna masa po stablu, m ³	Tehničko oblo drvo Rundnutzholz	0,26	0,10	0,65	2,55	0,02	0,12	1,14	1,34	0,03	0,53
Ausgeformte Holzmasse je Baum, fm	Prostorno drvo Schichtholz	0,29	0,33	0,85	0,88	0,31	0,29	0,46	0,90	0,60	0,38
	Ukupno Insgesamt	0,55	0,43	1,50	3,43	0,33	0,41	1,60	2,24	0,63	0,91
Rad jednog ili dvaju radnika Ein- oder Zweimannrotte		1	1	1	1	1	2	2	1	2	1
Stablovno vrijeme, min/m ³		7,45	5,88	3,12	3,83	8,30	10,50	13,82	4,70	10,70	13,66
Baumzeit, min/fm											
Sortiment. vr., min/m ³	Tehničko oblo drvo Rundnutzholz	4,00	2,00	4,86	2,61	5,00	4,88	7,58	6,75	4,88	8,38
Sortenzeitz, min/fm	Prostorno drvo Schichtholz	67,07	46,90	36,23	38,11	54,77	44,93	75,48	49,54	47,62	64,21
Operativno vr., min/m ³	Tehničko oblo drvo Rundnutzholz	11,45	7,88	7,98	6,44	13,30	15,46	21,48	11,45	15,63	22,04
RAZ, min/fm	Prostorno drvo Schichtholz	71,07	52,78	39,35	41,94	63,07	55,51	89,30	54,24	58,37	77,87
Rad motornom pilom, %	u efektivnom vrem. in RAZ	33,2	35,1	37,0	49,3	24,0	38,4	34,6	42,7	37,2	38,0
EMS-Arbeitszeit, %	u ukupnom vremenu in GAZ	16,9	24,2	25,7	32,7	12,2	26,1	22,4	28,6	25,3	24,7

P = proreda – D = Durchforstung
R = ravnica – E = Ebene

B = brdsko područje – B = Berggegend
DS = dovršni sjek – EH = Endhieb
OS = oplodna sjeća – VH = Verjüngungshieb

Debljina stabla nema utjecaja na ovaj odnos. Kod bukve ovaj se odnos kreće od 3,6:1 do 4,7:1.

Operativno vrijeme po m³ kod sječe i izrade kako kod tehničkog tako i kod prostornog drva (za istu debljinu stabla) veće je za bukvu nego za hrast.

Utrošak vremena ručnog guljenja kore jele iznosi u prikazanom primjeru 47,1% operativnog vremena.

U tablici je prikazan i postotni udio vremena rada motornom pilom kod sječe i izrade u operativnom kao i u ukupno utrošenom vremenu, posebno za pojedine sjećine, odnosno sastojine. Obuhvaćen je rad motorne pile na raznim terenima, s različitim vrstama drveća i u sastojinama različitih starosti.

Udio vremena rada motornom pilom u operativnom vremenu, kod obuhvaćenih vrsta drveća raste pravilno s povećanjem debljine stabala i kreće se od 24% operativnog vremena kod stabala prsnog promjera 19 cm do 49% vremena kod stabala 57 cm prsnog promjera.

Udio rada motornom pilom u ukupno utrošenom vremenu kod sječe i izrade u sastojinama svih obuhvaćenih vrsta drva također se s povećanjem debljine stabala povećava, ali ne tako pravilno kao u prethod-

nom slučaju. Kreće se od 12% za stabla 19 cm pr. pr. do 34% za stabla 57 cm pr. pr.

Ovi podaci mogu korisno poslužiti kod analize rada motornom pilom i kod poduzimanja zaštitnih mjera pri radu.

Za sve sjećine prikazane u tablici 5. obradena je struktura snimljenog utrošenog vremena; prvo za pojedine objekte snimanja, zatim zbrojeno, posebno za brdoviti te za ravn teren i konačno zajedno za sveukupno snimljeno vrijeme. U strukturi prvo je prikazan udio operativnog vremena i općih vremena u ukupno utrošenom vremenu.

Osnova za određivanje strukture vremena bila su cjelodnevna mjerena utroška vremena u brdskom terenu za 24 radna dana, a u ravnici za 59 dana.

Na ravnem terenu udio operativnog vremena iznosi u prosjeku 61,5%, a općih vremena 38,5%. Na brdovitom terenu ovi postoci iznose 64,6%, odnosno 35,4%, a za sveukupno obuhvaćeno područje 63,7% i 36,3%. Između rezultata na ravnici i brdovitom terenu nema značajnih razlika.

Opća vremena detaljno su analizirana, a razvrstana su na slijedeće komponente: pripremno-završno vrije-

me, odmor, osobne potrebe, povremeni rad, opravdani prekid, organizacijski i tehnički, te neopravdani prekid. Najveći postotak obuhvaćaju odmori.

Iz općih vremena odredeno je dodatno vrijeme u postotku na operativno vrijeme i ono iznosi za ravan teren 53,4%, za brdoviti teren 51%, a za oba područja zajedno 51,7%. Ni ovdje ne postoji značajna razlika

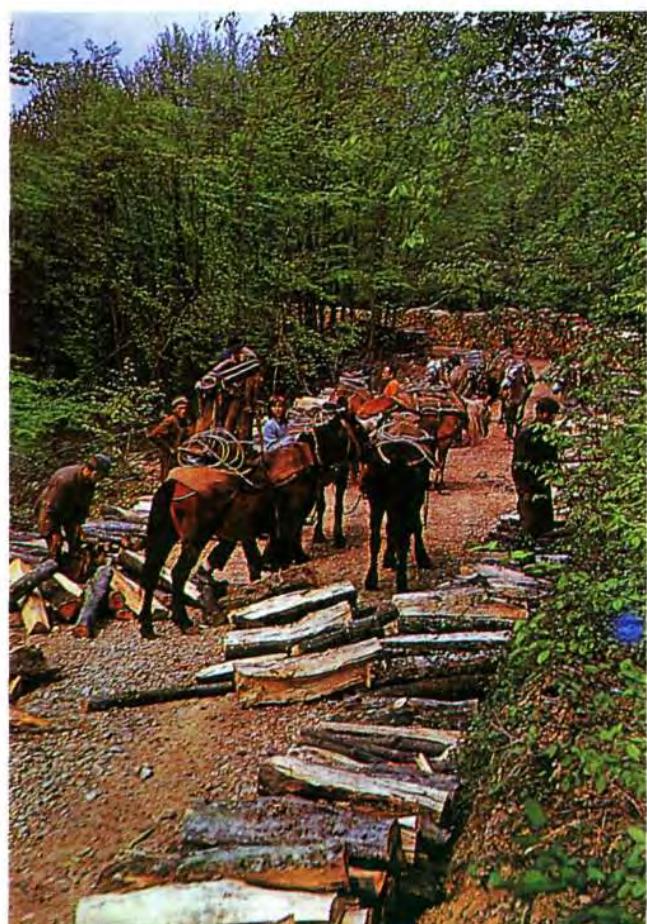
između postotaka za ravnicu i brdsko područje. U dodatnom vremenu obuhvaćeno je i vrijeme objeda od 30 minuta na dan. Uz izuzeće vremena objeda, dodatno vrijeme iznosi 41,5% na operativno vrijeme. U Njemačkoj kod normi sječe i izrade za cijelu državu dodatno vrijeme iznosi u prosjeku oko 40%, Backhaus (1990.), što potvrđuje prihvatljivost naših rezultata.

3. PRIVLAČENJE DRVA – DAS HOLZRÜCKEN

Privlačenje tehničkog drva je skoro potpuno mehanizirano, što se može reći i za industrijsko drvo utovarnih dužina. Međutim privlačenje jednometarskog prostronog drva nije u dovoljnoj mjeri mehanizirano, tako da se privlači (iznosi) i tovarnim konjima.

U najvećem dijelu šuma u Hrvatskoj treba drvo privlačiti traktorima, no u dijelu brdskih i planinskih šuma drvo treba privlačiti žičarom. Na 89% šumske površine na visokom kršu planira se privlačenje traktorima, a na 11% žičarama.

U 1. pregledu prikazan je broj i postotni udio traktora i forvardera za privlačenje drva u Hrvatskoj sa stanjem 1989. godine. Ratna zbivanja utjecala su na smanjenje broja strojeva. Procjenjuje se da na privlačenju drva radi 400 adaptiranih poljoprivrednih traktora i oko 200 zglobnih traktora. Broj forvardera ostao je isti, a gusjeničari su nestali iz iskorišćivanja šuma.



Sl. 2. Iznošenje ogrjevnog drva samaricom u Petrovoj gori
(Foto: I. Mrzljak)

Abb. 2. Rücken von Brennholz durch Tragferde in Petrova Gora

Traktori za privlačenje drva u Hrvatskoj
Schlepper für das Holzrücken in Kroatien

Pregled – Übersicht 1

Tip traktora – Schleppertyp	Broj traktora Anzahl der Schlepper	Postotni udio % %-Anteil
Adaptirani poljoprivredni laki traktori Adaptierte landwirtschaftliche leichte Schlepper	667	66,4
Zglobni traktori – Knickschlepper	275	27,4
Gusjeničari – Raupenschlepper	30	3,0
Forvarderi – Rückezüge	32	3,2
Ukupno – Total	1.004	100

3.1. OTVARANJE ŠUMA – DIE WALDERSCHLIESSUNG

Krajem drugog svjetskog rata otvorenost šuma kamionskim cestama iznosila je u Hrvatskoj 3 m/ha, a sada iznosi u prosjeku 11,8 m/ha, Krpan (1992). U nekim šumskim površinama dostiže otvorenost šuma 30 m/ha pa i više.

Fina otvorenost šuma pomoću vlaka i traktorskim putevima različita je glede starosti sastojine i terenskih uvjeta te se kreće ispod 60 m/ha do 200 m/ha. Najveća gustoća vlaka potrebna je u mladim sastojinama, tj. u prvim proredama. S povećanjem starosti sastojina gustoća opada.

Utrošci vremena kod izvoza forvaderima i odnos učinaka kod privlačenja zglobnim traktorima i forvaderima

Zeitwerte beim Fahrrücken mittels Rückezügen, und Verhältnisse der Tagesleistungen beim Rücken mittels Knickschleppern und Rückezügen

3.2. PRIVLAČENJE U PROREDNIM SASTOJINAMA – DAS HOLZRÜCKEN IN DURCHFORSTUNGSBESTÄNDEN

Adaptirani poljoprivredni traktori uglavnom s montiranim jedno- ili dvobubanjskim vratom upotrebljavaju se u Hrvatskoj najviše za privlačenje drva u prorednim sastojinama. U pravilu se traktori kreću po vlakama, a tu i tamo ulaze u sastojinu, tako da oni obavljaju skupljanje i privlačenje. Mjestimično se drvo skuplja konjima.

U prvim proredama primjenjuje se sortimentna metoda (privlačenje tehničkih sortimenata i industrijskog drva 4–5 m duljine te ogrjevnog drva duljine 1 m).

Tab. 6

Red. br. Lfd. Nr.	Forvader Dizalica Rückezug Ladekran	Teren Tlo Vrsta drva Gelände Boden Holzart	Tovar Nutz- last	Sred. promjer s korom MD m. R.	Duljina L	Utovar Beladen	Istovar Ent- laden	Izvoz Fahrrücken		Vuča po tlu s LKT-80 Norma vremena Schleif- rücken mit LKT-80 Vorgabezeit	Odnos normi vremena for- vardera i zglobnog traktra Verhältnis der Vorgabezeit: Rückenzug und Knickschlepper
								Efekt. vrijeme RAZ	Norma vremena Vorga- bezeit		
			m ³ – fm	cm	m			Efek. vr. min/m ³ RAZ min/fm		min/m ³ – min/fm	
1	5000	R., S., Tl. E; T; Hlh.	9,63	41,7	3,5	1,55	1,03	5,03	6,09	10,97	1:1,80
2	Volvo 9111	Pr; Sm; Tl. Hl; G; Hlh.	7,58	41,1	4,4	1,51	0,89	6,47	7,83	–	–
3	Cranab 5000	R; S; To. E; T; Pa	8,84	24,9	4,1	2,24	0,90	6,52	7,89	–	–
4	Volvo 971	Pr; V; Tl. Hl; F; Hlh.	10,98	41,7	4,4	1,29	1,07	3,86	4,67	10,57	1:2,26
5	Cranab 7000	Pr; S; Tl. Hl; T; Hlh.	11,17	37,9	4,5	1,41	0,94	4,06	4,91	9,92	1:2,02
6	Kockum 836 Hiab 1669	R; Bl; Tl. E; Ag; Hlh.	6,26	51,7	3,8	1,75	0,97	8,90	10,77	13,84	1:1,28
7	VKS 9040	R; V; To. E; F; Pa.	8,66	31,7	3,6	1,78	1,05	5,57	7,08	–	–
8	Hara 61.S	R; S-V; Hr. E; T-F; Ei.	8,27	38,4	3,8	1,39	0,90	5,46	6,93	–	–
9		Br; S; Bu-Hr. Bg; T; Bu-Ei.	7,27	42,5–52,0	4,4–3,8	1,56	0,85	6,60	8,38	–	–
10 11 12	Kockum 850 Hiab 670	Pr; V; Tl. Hl; F; Hlh.	13,70 8,48 9,06	39,7 38,3 15,1	4,0 4,3 2,3	1,47 1,92 3,78	1,07 1,11 1,71	5,31 8,47 10,44	6,53 10,42 12,84	– – –	– – –

Legenda: R = ravnica
Pr = prigorje
V = vlažno
Br = brdsko područje

S = suho
Sm = smrznutno
Bl = blatno
Bu = bukva

Legende: E = Ebene
Hl = Hügelland
F = feucht
Bg = Berggegend

T = Trocken
G = Gefroren
Ag = aufgeweit
Bu = Buche

S povećanjem starosti sastojina prelazi se na primjenu deblovne i poludeblovne metode. Veličina tovara kreće se od $0,65 \text{ m}^3$ do $1,45 \text{ m}^3$, ovisno o snazi motora i terenskim uvjetima.

Nadalje primjenjuje se izvoz forvarderom s pret-hodnim skupljanjem lakis traktorima. Kod inače jednakih radnih uvjeta, prilikom izvoza tehničke oblovine srednjeg promjera 38,3 cm učinak je bio 23,3% veći nego kod izvoza industrijskog drva srednjeg promjera 15,1 cm, što ukazuje na djelovanje zakona mase komada (tablica 6).

Kod kasnijih proreda uz primjenu deblovne umjesto sortimentne metode učinak se povećao za 29%.

Prostorno drvo od 1 m dužine privlači se (iznosi) pomoću poljoprivrednog adaptiranog traktora. U ovu svrhu se na traktor montira stražnja hidraulična daska, posebna košara, ili se priključi prikolica.

Poseban problem predstavlja privlačenje drva iz mladih prorednih sastojina bez fine otvorenosti. Ovdje se drvo izrađuje u jednometarskim dužinama i privlači (iznosi) tovarnim konjima. Zbog niskog učinka tro-

škovi privlačenja su visoki. Dnevni učinak jednog konja na udaljenosti od 0,1 km je $7,33 \text{ m}^3$ a na 0,45 km učinak je $3,52 \text{ m}^3$.

3.3. PRIVLAČENJE DRVA U SJEČNO ZRELIM SASTOJINAMA – DAS HOLZRÜCKEN IN HIEBSREIFEN BESTÄNDEN

Ovdje su obuhvaćene visoke šume tvrdih listača s oplodnom sjećom u ravnicu i brdskom području, te mješovite preborne šume jele i listača u visokom kršu.

Vuča (privlačenje) po tlu obavlja se srednje teškim i teškim zglobnim traktorima i gusjeničarima, a izvoženje forvarderima.

Iz broja traktora (pregled 1) vidi se da se drvo iz zrelih sastojina privlači uglavnom zglobnim traktorima.

U tablici 7 prikazani su odnosi utroška vremena kod privlačenja po tlu pomoću zglobnog traktora LKT-80 u ravniči i prigorju na suhom, vlažnom i blatnom tlu, u zrelim sastojinama tvrdih listača.



Sl. 3. Privlačenje hrastovih trupaca zglobnim traktorom (Foto: A. Krpan)

Abb. 3. Rücken der Eichenblöcke mit dem Knickschlepper

Odnos efektivnog vremena (min/m^3) kod vuče (privlačenja) drva po tlu pomoću zglobnog traktora LKT-80 kod različitog stanja tla
Verhältnis der RAZ (min/fm) beim Schleifrücken mittels LKT-80
Knickschlepper bei unterschiedlichen Bodenverhältnissen

Tab. 7

Stanje tla – teren – Zustand des Bodens – Gelände			
Suho, ravnica i prigorje Trocken, Flach- und Hügelland	Vlažno, ravnica i prigorje Feucht, Flach- und Hügelland	Blatno – Aufgeweicht	
		Ravnica – Flachland	Prigorje – Hügelland
<i>Odnos efektivnog vremena po m^3 kod vuče po tlu – Verhältnis der RAZ je fm beim Schleifrücken</i>			
1,00	1,07	1,24	1,34

Nagib terena u prigorju varira od 0–19%; uspon vlaka iznosi do 19%, a pad 24%. Traktor se kretao 80% udaljenosti privlačenja po vlakama, a 20% po sastojini (sjećini).

Radni uvjeti privlačenja bili su isti pri suhom tlu u ravnici i prigorju, što se može reći i za vlažno tlo. Međutim, blatnost terena uzrokovala je teže uvjete rada u prigorju nego u ravnici.

Operativno vrijeme po m^3 kod privlačenja drva po vlažnom tlu u ravnici i prigorju veće je nego na suhom tlu 7%; na blatom tlu u ravnici veće je 24%, a u prigorju 34%.

Volumen tovara varira između $2,11 \text{ m}^3$ i $3,11 \text{ m}^3$, a ne ovisi o radnim uvjetima.

Kako se iz tablice 8 vidi (privlačenje u ravnici) zglobni traktor »Timberjack« privlačio je drvo na suhom, a gusjeničar na blatom terenu. Motor Timberjacka 78% je jači od motora gusjeničara, čiji je tovar ipak 14% veći. Brzina Timberjacka je 34% veća nego brzina gusjeničara, a dnevni učinak Timberjacka je uz navedene prednosti veći 24%.

Dnevni učinak TDT-gusjeničara kod privlačenja po tlu na blatom terenu je veći za 16% od učinka LKT – zglobnog traktora čiji je motor 28% jači.

Primjena traktora gusjeničara u određenim uvjetima ima prednosti pred zglobnim traktorima.

U prebornim šumama kod privlačenja drva zglobnim traktorom, tovar je u sastojinama s finim otvaranjem bio veći 45%, a dnevni učinak je 37% veći nego u sastojinama bez finog otvaranja.

3.4. IZVOŽENJE OBLOG DRVA POMOĆU FORVARDERA – DAS FAHRRÜCKEN VON RUNDHOLZ MITTELS RÜCKEZÜGEN

Sortimenti oblog drva se, pored privlačenja po tlu, izvoze forvarderima kao i industrijsko drvo utovarnih dužina, pri čemu se drvo utovara i istovara montiranim hidrauličnim dizalicama.

Udio vremena utovara i istovara je znatan i kreće se od 30,6% do 61,1% operativnog vremena. S povoljnijim uvjetima vožnje i kraćim udaljenostima, tanjim i kraćim komadima drva raste udio vremena utovara i istovara.

Utrošci vremena i učinci kod privlačenja zglobnim traktorom i gusjeničarom

Zeitaufwands- u. Leistungswerte beim Rücken mit Knick- u. Raupenschleppern

Tab. 8

Tip traktora – Schleppertyp	Zglobni traktor – Knickschlepper		Gusjeničar Raupenschlepper
	Timberjack 360	LKT-80	TDT-55
Snaga motora, kW – Motorleistung, kW	82	59	46
Metoda privlačenja – Rückemethode	Deblovna metoda – Schaftweises Rücken		
Stanje tla – Zustand des Bodens	Suho – Trocken	Blatno – Aufgeweicht	Blatno – Aufgeweicht
Udaljenost privlačenja, km – Rückedistanz, km		0,65	
Obujam tovara, m^3 – Lastgrösse, fm	4,02	3,79	4,58
Komada u tovaru – Stückzahl je Last	1,9	3,0	3,7
Obujam komada, m^3 – Stückmasse, fm	2,10	1,26	1,24
Srednji promjer s korom, cm – MD m. R., cm	51,4	34,5	37,1
Duljina komada, m – Stücklänge, m	10,1	13,5	11,5
Specifično opterećenje traktora, m^3/kW Spezifische Belastung der Schlepper, fm/kW	0,049	0,064	0,110
Norma vremena, min/m^3 – Vorgabezeit, min/fm	6,97	10,40	8,63
Učinak, m^3/dan – Tagesleistung, fm/Tag	68,87	47,81	55,62

U tablici 6 prikazani su utrošci vremena (operativno vrijeme po m³) utovara i istovara. Sortimenti tehničke oblovine i industrijskog drva utovarenih dužina utočriveni su na razne tipove forvardera, a zatim istovari-vani.

Nije bilo moguće ustanoviti ječu ovisnost utroška vremena po m³ kod utovara i istovara, o debljini trupaca tvrdih listača.

Srednji promjer i volumen topole manji su nego kod tvrdih listača, stoga su utrošci vremena utovara i istovara veći. Posebno se primjećuje ovisnost vremena utovara i istovara industrijskog drva o volumenu komada. Utrošak vremena istovara (s izuzetkom industrijskog drva) u svim slučajevima je podjednak.

Odnos operativnog vremena (min/m³) kod istovara i utovara tehničkog oblog drva pod jednakim uvjetima varira od 1,00:1,21 do 1,00:1,83.

U tablici 6 također su prikazani utrošci vremena izvoženja (s utovarom i istovarom) gore navedenih sortimenata, uz različite uvjete, za udaljenost (s dva izuzetka) od 0,6 km.

Drvo je sakupljano pomoću forvardera. Samo u tri slučaja (red. br. 4, 5, 12 tab. 6) drvo je prethodno sakupljeno traktorom, pa je stoga u slučajevima br. 4 i 5 udaljenost izvoženja u sastojini skraćena za 25 m. Zbog sakupljanja drva traktorom, uz jednake uvjete vrijeme ukupnog izvoženja po m³ smanjeno je 21%.

Utrošak vremena po m³ kod izvoženja forvarderom ovisi o stanju tla, vrsti drva, volumenu komada. Dodatak na operativno vrijeme iznosi 21%.

U tablici 6 prikazani su odnosi normi vremena po m³ privlačenja debala tvrdih listača po tlu zglobovnim traktorom LKT-80 i izvoženja trupaca tvrdih listača forvarderom, kod različitih uvjeta rada. Odnosi učinaka su obrnuti utrošcima vremena.



Sl. 4. Daljinski transport drva kamionom i prikolicom (Foto: A. Krpan)

Abb. 4. Ferntransport von Holz mittels LKW mit Anhänger

Kod izvoženja bez sakupljanja dnevni učinak forvardera bio je 10% do 126% veći od učinka zglobovnog traktora. Uključivši sakupljanje bio je dnevni učinak forvardera na suhom tlu 80%, a na blatnom terenu 28% veći od učinka zglobovnog traktora.

3.5. PRIVLAČENJE DRVA ŽIČAROM – DAS HOLZRÜCKEN MIT SEILKRAN

U šumi hrasta lužnjaka u ravnici istraženo je privlačenje drva mobilnom žičarom s jarbolom, Steyr KSK

16, koja je primijenjena radi zaštite pomlatka i tla.

Istraživanja su provedena u 137-godišnjoj sastojini s oplođnom sjećom, u fazi dovršnog sijeka. Tlo je bilo blatno.

Položeno je od pomoćnog stovarišta lepezasto šest trasa dužine 410 m do 630 m.

U tablici 9 prikazani su podaci i učinci. Prosječna udaljenost sakupljanja sa strane iznosila je 11 m, a udaljenost privlačenja kretala se od 75 m do 575 m.

Utrošci vremena, dnevni učinci i veličina tovara kod privlačenja tehničkog oblog drva pomoću žičare KSK 16

Zeitwerte, Tagesleistung und Lastgrösse beim Rücken von Rundnutzholz mittels Seilkran KSK 16

Tab. 9

Udaljenost privlačenja Rücke- distanz	Fiksno vrijeme Fixe Zeit	Varijabilno vrijeme Variable Zeit	Operativno vrijeme RAZ	Norma vremena Vorgabe- zeit	Dnevni učinak Tages- leistung	Tovar – Last			
						Sred. pr. bez kore MD o. R.	Du- ljina L	Volumen komada Stückmasse	m ³ – fm
m	min po vožnji – min je Fahrt			min po m ³ min je fm	m ³ /dan fm/Tag	cm	m	m ³ – fm	
75	3,98	2,10	6,08	2,95	162,54	54,9	4,9	1,17	2,50
575	3,98	7,41	11,39	5,53	86,75				

ZAKLJUČCI – SCHLUSSFOLGERUNGEN

U članku prikazani rezultati dobiveni su vlastito provedenim istraživanjima u jednodobnim visokim šumama oplodne sječe raznih starosti u ravnici, prigorju i brdskom području. Tako je omogućeno da se kod radova u eksploataciji šuma utvrdi ovisnost utrošaka vremena, odnosno učinaka koji ovise o raznim čimbenicima.

Proведен je cijelodnevni studij rada i vremena uz primjenu kronometraže, u trajanju od 24 dana u brdskom i 59 dana u ravničarskom području.

Kod obračuna podataka primijenjena je matematičko-statistička metoda: određivanje aritmetičkih sredina, obračun signifikantnosti i analiza varijance te primjena regresijske analize.

Sve više se prelazi na izradu industrijskog drva utovarnih dužina, čime se učinak povećava 2–2,5 puta u odnosu na izradu jednometarskog prostornog drva.

Odnos utrošaka operativnog vremena po m³ prostornog, jednometarskog i tehničkog drva hrasta kreće se od 4,9:1 do 6,7:1, a kod bukve od 3,6:1 do 4,7:1. Kod bukve su utrošci vremena veći nego kod hrasta.

U doglednom vremenu motorna pila za jednog radnika ostaje kod sječe i izrade glavno sredstvo rada.

Udio vremena rada motornom pilom u operativnom i ukupno utrošenom vremenu povećava se s povećanjem debljine stabala, te se kreće od 24 do 49% u operativnom i od 12,2–33,7% u ukupno utrošenom vremenu.

Dodatno vrijeme na operativno vrijeme kod sječe i izrade određeno je iz strukture vremena, na osnovi opsežnog cijelodnevnog studija rada i vremena (ovaj način pokazao se kao najpovoljniji) i iznosi u prosjeku 41,9%.

Kod privlačenja drva zglobnim traktorima u zrelim sastojinama primjenjuje se deblovna i poludebljava metoda. Privlačenje gusjeničarima svedeno je na minimum. Istražen je utjecaj nagiba terena i stanja tla na učinak kod privlačenja traktorima.

U ravnici i prigorju izvoz sortimenata tehničkog drva i industrijskog drva utovarnih dužina obavlja se forvarderima.

Učinak izvoženja forvarderima, ovisno o stanju tla i načinu skupljanja, bio je 28% do 126% veći nego kod privlačenja po tlu zglobnim traktorima.

U sastojini hrasta lužnjaka u ravnici, nakon dovršenog sijeka trupci su privlačeni mobilnom žičarom s jarbolom, na udaljenosti od 75 m do 575 m, uz dnevni učinak 162,54 m³, odnosno 86,75 m³.

LITERATURA – Schrifttum

- Backhaus, G., (1990): Die Allgemeinen Zeiten im Arbeitsstudium. Forsttechn. Inform. Nr. 1, 1–5.
- Bojanin, S., & S. Nikolić, (1988): Sjeća, izrada i transport šumskih sortimenata hrasta lužnjaka u Istočnoj Slavoniji, Glas. Šum. Pokuse 24, 157–187.
- Bojanin, S. (1990): Problem eksploatacije prorednih sastojina u SR Hrvatskoj, Glas. Šum. Pokuse 26, 483–495.
- Bojanin, S., S. Sever & B. Tomićić, (1978): Komparativna istraživanja obaranja stabala, izrade i transporta jedno- i višemetarskog prostornog drva bukve i hrasta. Šumarski fakultet, Zagreb, S. 43.
- Dietz, P., (1986): Ernte und Verwendung von Buchen-Industrieholz, 18th IUFRO World Congress Division 3. Forest operation a. techniques. Ljubljana, 35–41.
- Krpan, A. P. B., (1992): Iskorišćivanje šuma. Monografija Šume u Hrvatskoj, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 153–170.
- Krpan, A. P. & Ž. Ivanović, (1994): Iznošenje tehničkog oblog drva mekih i tvrdih listača forvarderom VKS 9041. Mehanizacija šumarstva, 1, 11–31.
- Krpan, A. P. B. & Ž. Ivanović, (1994): Iznošenje trupaca hrasta lužnjaka žičarom KSK 16, (Manuskript) Zagreb, S. 15.

ZUSAMMENFASSUNG: In Kroatien gibt es drei Waldgebiete (Kontinentales Gebiet, Hochkarst, und Degraderter Karst).

Im Kontinentalen Gebiet dominieren gleichaltrige Laubwälder des Verjüngungshiebs, und im Hochkarst Plänterwälder der Nadel- und Laubhölzer.

Vom gesamten Holzvorrat entfallen 83% auf das Laubholz und 17% auf das Nadelholz.

Vom Jahre einschlag entfallen 72% auf die Endnutzung und 28% auf die Durchforstung.

Die Buche dominiert den Holzvorrat mit 36%; danach folgt die Eiche mit 27,5%, und die Tanne mit 14,2%.

Von der gesamten ausgeformten Holzmasse entfallen auf das Rundnutzholz 63,3% und 36,7% auf das Schichtholz (12,2% ist das Industrieholz und 24,5% das Brennholz).

Der durchschnittliche Schlagabraum beträgt 16% der Bruttoholzmasse.

Mit der Zunahme der Baumstärke nimmt der Zeitaufwand je fm für die Fällung und Ausformung des Rundnutzholzes ab, während derjenige des Industrieholzes in Kranlängen zunimmt. Der Zeitaufwand je fm für die Ausformung des Schichtholzes der Buche, in Längen von 1 m, steht mit demjenigen des Industrieholzes in langer Form (2,5 – 3 m) in einem Verhältnis 2,0 : 1,0.

Die RAZ (min/fm) von Schicht- und Nutzholz der Eiche stehen im Verhältnis von 4,9 : 1 bis 6,7 : 1. Bei der Buche schwankt das Verhältnis von 3,6 : 1 bis 4,7 : 1. Bei der Buche sind die RAZ je fm für das Rundnutz- und Schichtholz grösser als diejenige der Eiche.

Der Anteil der Arbeitszeit der EMS in RAZ und in GAZ in Buchen- und Eichenbeständen nimmt mit der Zunahme der Baumstärke zu, und schwankt zwischen 24% bis 49% der RAZ, und zwischen 12,2% und 33,7% der GAZ.

Die Ganztagsstudie umfasste in Bergwäldern 24, im Flachland 59 Tage.

Der Zuschlag zur RAZ beträgt insgesamt ohne Mahlzeit 41,9%.

Das Holzrücken wird in Durchforstungsbeständen hauptsächlich mit adaptierten landwirtschaftlichen, Schleppern, und in hiebsreifen Beständen mit Knickschleppern und etwas mit Raupenschleppern durchgeführt.

Die Fahrwegenetzdichte beträgt im Durchschnitt 11,8 m/ha, und die Feinerschliessungsdichte schwankt zwischen 60 und 200 m/ha.

Im hiebsreifen- und Plenterwäldern wird überwiegend schaftweises System angewandt.

Es wurde der Einflus der Hangneigung und des Zustands des Bodens auf die Leistung beim Holzrücken untersucht.

Im Flach- und Hügelland werden die Rundnutz- und Industrieholzsortimente in Kranlängen mittels Rückezügen auch gerückt.

Der Prozentanteil des Zeitaufwands des Be- und Entladens schwankt zwischen 30,6% und 61,1% der RAZ.

Beim Fahrrücken ohne Sammeln war die Tagesleistung des Rückezugs 102 bis 126% grösser als diejenige des Knickschleppers. Unter Einbezug des Sammelns war die Tagesleistung des Rückezugs auf trockenem Boden um 80% und auf aufgeweichtem Boden um 28% höher.

In einem Stieleichenbestand wurde das Rücken mittels mobilen Steyr- Kippmastseilkran KSK 16 auf Distanzen von 75 bis 575 m untersucht.

Die Tagesleistungen waren 162,54 fm, bzw. 86,75 fm.