

MOGUĆNOST tzv. VISOKOGA I POTPUNOG MEHANIZIRANJA SJEČE I IZRADE TE MEHANIZIRANJA PRIVLAČENJA DRVA U ŠUMAMA HRVATSKE

MÖGLICHKEIT DER HOCH - UND VOLLMECHANISIERUNG DER EINSCHLAGSARBEITEN, UND
MECHANISIERUNG DES HOLZRÜCKENS IN WÄLDERN KROATIENS

Stevan BOJANIN,* i Ante P. B. KRPAN**

SAŽETAK: Primjena motornih lančanih pila za jednog radnika u Hrvatskojiza 1960. godine predstavljala je prvu, ručno-strojnu fazu mehanizacije radova sječe i izrade. Iza toga javili su se u Europi višenamjenski strojevi za radove na sjeći i izradi. Primjena se harvester na sjeći i izradi katkada smatra potpunom mehanizacijom ovih radova, dok se primjena procesora, kojima se drvo izrađuje bez obaranja stabala, smatra tek visokom mehanizacijom.

Pored navedenih strojeva uvađani su i strojevi za gulanje kore obloga drva.

Harvesteri i procesori namijenjeni su ponajprije za rad u prirodnim šumama i kulturama četinjača te u planatažama topola.

U novije se vrijeme harvesteri primjenjuju u Njemačkoj u bukovim prorednim sastojinama za obradbu stabala do uključivo 25 cm prsnog promjera.

U svezi s primjenom harvester i procesora, treba uzeti u obzir da je u Hrvatskoj postotak drva četinjača u obujmu sjećivoga drva približno 15 %.

Svrha je ovoga rada istražiti mogućnost tzv. potpune i visoke mehanizacije pri sjeći i izradi u mlađim, te visoke mehanizacije u kasnijim prorednim, te sječno zrelim sastojinama.

U svezi s mehanizacijom privlačenja pri sortimentnoj i deblovnoj metodi izrade, želim objasniti mogućnosti primjene zglobovnih traktora, gusjeničnih traktora i forvardera. Zatim se raspravlja primjena tzv. clam-bunk i grapple-traktora. Raspravlja se i problem odvajanja sakupljanja drva od samog privlačenja te spajanja sakupljanja drva s obaranjem i izradom. Prikazuju se rezultati istraživanja sakupljanja drva vitlima montiranima na traktor te prijenosnim vitlima.

Ključne riječi: sječa i izrada, harvesteri i procesori, razina mehaniziranosti, sakupljanje drva, privlačenje, prijenosna vitla, traktori.

1. UVOD I PROBLEMATIKA –

Mehaniziranje radova eksploatacije šuma u Hrvatskoj ovisi osim o drugim čimbenicima, o tipovima šuma, vrsti drva, načinu gospodarenja te o terenskim i klimatskim uvjetima.

Važne su gospodarske šume u Hrvatskoj jednodobne visoke šume s oplodnom sječom koje obuhvaćaju 44 %, te visoke preborne šume s 18 % šumske površine. U kontinentalnom području (u ravnicama, priigorju i brdskom području) nalazi se 91 % visokih jednodobnih šuma. Visoke se preborne šume nalaze u planinskom području, gdje se uz njih rasprostire i 9 % jednodobnih visokih šuma.

* Prof. dr. sc. Stevan Bojanin, Pančićeva 1

** Prof. dr. sc. Ante P. B. Krpan, Šumarski fakultet Zagreb

Od godišnje posjećene količine drva 85 % otpada na listače, a 15 % na četinjače (Krpan, 1992).

Motorne lančane pile za jednoga radnika počele su se u Hrvatskoj rabitiiza 1960. godine, usporedo sa znatnijom uporabom traktora za privlačenje drva. Prije

toga su se stabla obarala ručnim alatom, a oblo tehničko drvo privlačilo konjskom vučom ili izvozilo kolima sa konjskom zapregom. Prostorno je drvo iznošeno konjima (samaricama) odnosno sanjkama ili izvoženo kolima s konjskom zapregom.

2. SJEĆA I IZRADBA DRVA – Fällung und Ausformung des Holzes

U jednodobnim se visokim šumama mijenja način izrade sortimenata tijekom razvoja sastojine. U prebornim šumama, gdje se u pravilu obaraju najdeblja stabla, način je rada podložan manjim promjenama. U navedenim se slučajevima sjeće i izrađuje motornim pilama

Harvesteri i procesori ponajprije predviđeni su za uporabu u šumama četinjača. Pored toga se primjenjuju i u bukovim sastojinama za stabla do prsnoga promjera 24 cm, (Farbrig i Enche, 1996). U šumskom se gospodarstvu u Lautenbergu u Njemačkoj harvesteri

uspješno primjenjuju u bukovim sastojinama, za obradbu stabala prsnoga promjera do uključivo 25 cm.

Stoga treba istražiti uporabnost višenamjenskih strojeva u bjelogoričnim sastojinama listača u Hrvatskoj, gdje se, prema dosadašnjim inozemnim iskustvima, mogu očekivati pozitivni rezultati.

U tablici 1 prikazan je razvitak bjelogoričnih sastojina s navedenim prsnim promjerima srednjih stabala u prorednim sastojinama bukve i hrasta različite starosti.

Tablica 1. Razvoj sastojina hrasta i bukve i ostalih listača

Tabelle 1. Entwicklung der Bestände der Eiche sowie der Buche und übriger Laubhölzer

Starost sastojina Bestandesalter	Srednje stablo - Mittelstamm				Za sjeću po ha - Hiebsanfall je ha			
	Pr. pr., cm BHD cm		Obujam, m ³ Inhalt fm		Obujam drva, m ³ Holzmasse fm		Broj stabala Stammzahl	
	Hrast Eiche	Bukva i dr. Buche u. ü. LH.	Hrast Eiche	Bukva i dr. Buche u. ü. LH.	Hrast Eiche	Bukva i dr. Buche u. ü. LH.	Hrast Eiche	Bukva i dr. Buche u. ü. LH.
20	-	5,5	-	0,02	-	5,8	-	290
30	11,5	10,1	0,06	0,04	27,1	21,4	452	535
40	16,5	14,5	0,20	0,11	36,0	35,6	180	324
50	21,5	18,5	0,37	0,24	43,5	46,1	118	192
60	26,5	22,0	0,67	0,41	51,0	55,1	76	134
70	31,5	25,5	1,06	0,61	58,5	72,8	55	119
80	36,0	29,0	1,50		65,0		43	
90	40,5	32,5	2,05		70,5		34	
100	45,0	36,0	2,65		64,0		24	
110	49,0		3,25		59,5		18	

S obzirom na debljinu stabala, u bukovim se prorednim sastojinama harvesteri mogu primjeniti za sjeću i izradu 74 % sjećivog drva. Prema podacima u tablici harvesteri se mogu primjeniti i u 60-godišnjim sastojinama hrasta lužnjaka. Ostale su listače glede primjene harvesteri slične bukvi, pa će se ubuduće razmatrati za jedno.

U prorednim sastojinama u Hrvatskoj primjenjuje se isključivo stablimična sjeća. Kako se vidi iz tablice

1, u najmlađim se prorednim sastojinama obara veliki broj stabala od kojih se stanoviti dio odnosi na pred-komerčijalnu proredu. Ova se stabla moraju obarati motornom pilom.

U mlađim se prorednim sastojinama harvesteri kreću po vlakama, odnosno traktorskim putevima, odakle mogu sjeći stabla u dohvatu hidrauličnoga kračka. Kako sastojine postaju sa starošću prohodne, harvesteri ulaze i kreću se po sastojini.

U tablici 2 prikazana je struktura operativnoga vremena pojedinih radnih operacija sječe i izrade u prorednim sastojinama listača (hrasta te bukve s ostalim listačama), uz primjenu sortimentne metode. Indu-

strijsko je drvo izrađeno u utovarnim duljinama. Na osnovi podataka u tablicama 1 i 2, u prorednim se sastojinama može odrediti mogući stupanj uporabnosti višenamjenskih strojeva pri sječi i izradi.

Tablica 2. Struktura operativnoga vremena po stablu pri obaranju stabala i izradi sortimenata u prorednim sastojinama listača

Tabelle 2. Verteilung der RAZ je Baum bei der Fällung und Ausformung in Durchforstungsbeständen der Laubhölzer

Vrsta drva Holzart		Hrast Eiche					Bukva i ostale listače Buche u. ü. Laubhölzer					
Prsn. promjer stabla, cm BHD des Stammes, cm		15	20	25	30	40	10	15	20	25	30	
Udio operativnog vremena, % - % der RAZ												
Stab- lovno vrijeme Baum- zeit	Radna operacija Ablauf- abschnitt	Hod do stabla Baum aufsuchen	15,5	10,5	8,5	7,0	5,0	15,0	12,4	12,0	7,6	5,4
		Obaranje - Fällen	11,9	15,7	24,3	29,7	34,6	14,2	12,2	12,3	17,2	16,9
		Dolazak do stabla i obaranje - Baum aufs. und Fällen										
		27,4	26,2	32,8	36,7	39,6	29,2	24,6	24,3	24,8	22,3	
		Kresanje grana Entasten	28,9	21,9	19,5	17,5	14,6	11,0	11,2	15,4	15,0	13,6
		Sakupljanje grana Äste häufen	18,2	17,2	19,2	18,0	21,0	12,4	9,3	11,6	11,0	11,2
		Ukupno po stablu Insgesamt je Baum	74,5	65,3	71,5	72,2	75,2	52,6	45,1	51,3	50,8	47,1
Sortimentno vrijeme tehničkog drva Sortenzeitz des Rundnutzholzes												
5,3		15,1	18,5	21,9	18,6	-	-	-	10,9	20,7		
Sortiment. vrijeme industrijskog drva Sortenzeitz des Industrieholzes												
20,3		19,6	10,0	5,9	6,2	47,4	54,9	48,7	38,3	32,2		
Operativno vrijeme po stablu RAZ je Baum												
100,0		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Radovi na sjeći i izradi u prorednim sastojinama listača sa stablima do uključivo 25 cm prsnog promjera, mogu se 100 % visoko (rad procesorom), odnosno potpuno (rad harvesterom) mehanizirati. U sastojinama sa stablima iznad 25 cm prsnog promjera mogu se djelomično visoko mehanizirati samo radovi na izradi.

S obzirom na debljinu stabala, mogu se radovi sjeće i izrade u hrastovim prorednim sastojinama kod 22,1 % sječivog drva potpuno mehanizirati, a kod 77,9 % sječivog drva ovi se radovi mogu 20,6 % visoko meha-

nizirati (tablica 3). Prema debljinu stabala u prorednim sastojinama bukve i ostalih listača, radovi na sjeći i izradi mogu se za 73,8 % sječivoga drvnog obujma potpuno mehanizirati, a kod 26,2 % posjećenoga drva moguće je 47,3 % visoko mehanizirati.

Tablica 3. Udio mehaniziranosti radova na sjeći i izradi, s obzirom na način sječe, i vrste drva sastojine u šumama Hrvatske

Tabelle 3. Mechanisierungsgrad der Einslagsarbeiten je nach der Hiebs- und Baumart, und Bestandesalter in Wäldern

Sastojina Beständ	Vrsta drva Baumart	Prsni promjer Baumstärke	Udio izrađenog drva, % % der ausgeformten Holzmasse	Stupanj mehaniziranosti, % Mechanisierungsgrad, %
Proredne sastojine listača Durchforstungs- laubbestand	Hrast Eiche	Pr. pr. < 25 cm BHD < 25 cm	22,1	100,0
		Pr. pr. > 25 cm BHD > 25 cm	77,9	20,6
		Ukupno Zusammen	100,0	
		Prosjek Durchschnitt		38,1
		Pr. pr. < 25 cm BHD < 25 cm	73,8	100,0
	Bukva i ostale listače Buche u. ü. Laubh.	Pr. pr. > 25 cm BHD > 25 cm	26,2	47,3
		Ukupno Zusammen	100,0	
		Prosjek Durchschnitt		86,2
		Ukupno izrađeno drvo proreda Gesamte Durchforstungs- holzmasse	57,9	100,0
		Pr. pr. > 25 cm BHD > 25 cm	42,1	32,1
		Ukupno Zusammen	100,0	
		Prosjek Durchschnitt		71,4
Sječno zrele sastojine listača Hiebsreifer r Laubbestand	Hrast - Eiche Bukva i ostale listače Buche u. ü. Laubh.		23,9	33,3
			76,1	41,2
		Ukupno Zusammen	100,0	
		Prosjek Durchschnitt		39,3
Preborne sastojine Plenterbestand	Četinjače Nadelhölzer		100,0	77,5
Ukupno - Insgesamt				
Proredne sastojine Durchforstungsb. Sječno zrele sastojine listača Hiebsr. Laubb.			28	71,4
			57,3	39,3
			14,7	77,5
		Ukupno Zusammen	100,0	
		Prosjek Durchschnitt		53,9

Uzimajući u obzir ukupno posjećeno drvo u mlađim prorednim sastojinama listača, kod 57,9 % sjećivog drva radovi se na sjeći i izradi mogu potpuno mehanizirati, a kod 42,1 % sjećivog drva (u debljim prorednim sastojinama) mogu se ovi radovi 32,1 % visoko mehanizirati. Prosječni udio mehaniziranosti u prorednim sastojinama listača je 71,4 % (tablica 3).

Kod primjene procesora mogu se, odnosno moraju, stabla obarati motornom pilom. Stoga je u tablici 2 postotni udio radnih operacija "potražiti stablo i oboriti" prikazan zajedno. Njihov se udio kreće od 22,3 % do 39,6 % operativnog vremena.

Tablica 4. Struktura operativnog vremena po stablu pri obaranju i izradi motornom pilom u sječno zrelim sastojinama

Tabelle 4. Verteilung der RAZ je Baum bei der Fällung und Ausformung in hiebsreifen Laubwäldern

Vrijeme Zeit	Radna operacija Ablufabschnitt	Vrsta drva - Holzart		Mogućnost visoke mehanizacije Möglichkeit der Hochmechanisierung
		Hrast Eiche	Bukva i ost. listače Buche u. ü. Laubh.	
		Udio operativnog vremena % - % der RAZ		
Stabalno vrijeme Baumzeit	Hod do stabla			
	Baum aufsushen	1,2	1,6	
	Obaranje			
	Fällen	9,0	5,5	
	Kresanje grana			
	Entasten	17,8	16,2	
	Sakupljanje grana			
	Aste häufen	3,1	1,6	
	Ukupno			
Sortimentno vrijeme tehničkog drva Sortenzeit des Rundnutz- holzes	Insgesamt	31,1	24,9	
	Otpiljivanje brade			
	Waldhieb abschneiden	1,8	1,6	+
	Krojenje			
	Vermessen	1,4	1,8	
	Trupljenje			
	Ablängen	5,4	4,7	+
	Okretanje			
	Wenden	1,2	-	
Sortimentno vrijeme prostornog drva Sortenzeit des Schicht- holzes	Ukupno			
	Insgesamt	9,8	8,1	
	Krojenje			
	Vermessen	5,2	4,3	
	Prepiljivanje			
	Einschneiden	15,0	15,8	+
	Cijepanje			
	Spalten	11,1	19,1	+
	Priprema složaja			
Operativno vrijeme po stablu RAZ je Baum		100,0	100,0	

U tablici 4 prikazana je struktura prosječnih utrošaka vremena pojedinih radnih operacija u operativnom vremenu, pri obaranju i izradi stabala motornom pilom u sječno zrelim sastojinama hrasta te bukve i ostalih listača, uz primjenu sortimentne metode.

U ovim sastojinama ne dolazi u obzir primjena strojeva za obaranje i kresanje grana. Operacije koje se mogu visoko mehanizirati, a to su sortimentna vremena otplijivanja brade i trupljenja kod tehničke oblovine, a kod prostornog drva trupljenje i cijepanje, u tablici 4 označene su oznakom "+".

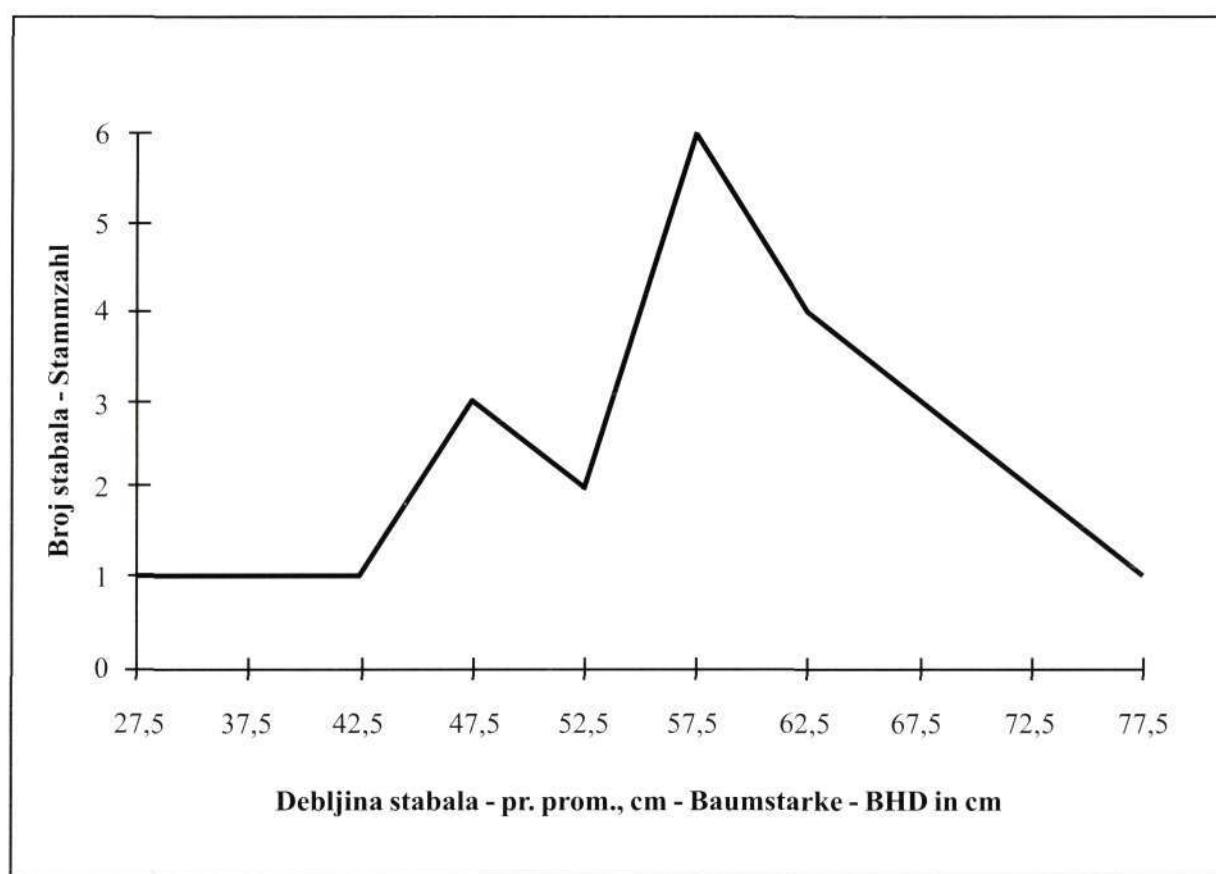
U sječno zrelim hrastovim sastojinama radovi sječe i izrade mogu se 33,3 %, a u sastojinama bukve i ostale bjelogorice 41,2 % visoko mehanizirati. Uzimajući u obzir udio navedenih vrsta drva u ukupnoj sječivoj količini drva u ovim šumama, navedeni se radovi mogu prosječno 39,3 % visoko mehanizirati (tablice 3 i 4).

Ako bi se prostorno drvo usitnjavalo, povećao bi se stupanj mehaniziranosti u sječno zrelim listopadnim

sastojinama. U tome bi slučaju došlo do izmjene zbog izostanka radnih operacija sortimentnog vremena prostornog drva.

Kako je već ranije iznijeto, preborne su šume na visokom kršu djelomično jelove šume s primjesom smreke, a djelomično su mješovite šume s prosječnim udjelom jele 58 % i bjelogorice 42 %, od čega na bukvu otpada 35 %. U ovim se šumama provodi stablimična preborna sječa, u ophodnjicama od 10 godina; bruto količina sječivoga drva kreće se od 60 do 120 m³/ha. Uglavnom se provodi ljetna sječa.

Na slici 1 prikazana je debljinska struktura oborenih stabala za bruto obujam posječenoga drva 90 m³/ha, u ophodnjicama od 10 godina, u sastojini jele s primjesom smreke. Ukupno su oborenja 24 stabla po ha, prsnog promjera 27,5 cm do 75,5 cm. Ovako malena sječiva količina drva i broj stabala po ha, uz stablimičnu sječu, nepovoljno se odražavaju na mehaniziranje rada na sječi i izradi.



Slika 1. Struktura oborenih stabala u desetgodišnjoj ophodnjici, u sastojini jele s primjesom smreke

Abb. 1. Verteilung der gefällten Bäume im Plenterungsintervall von 10 Jahren in den Tannenwäldern mit beige mischter Fichte

U tablici 5 prikazana je u jelovim prebornim šuma struktura utroška operativnog vremena sječe i

izrade, uz primjenu sortimentne metode. Postotak tehničkog obloga drva iznosi 95 %, a prostornoga 5 %.

Tablica 5. Struktura operativnog vremena kod obaranje i izrade motornom pilom u prebornim šumama jele s primjesom

Tabelle 5. Zeitaufwandsstruktur bei der Fallung und Ausformung mit EMS in Tannenplenterwäldern

Tek. br. Lfd. Nr.	Radna operacija Ablaufabschnitt	Operativno vrijeme, % % der RAZ
1	Hod do stabla Baum aufsuchen	1,8
2	Obaranje Fällen 15,0	
3	Otpiljivanje brade Waldhieb abschneiden	0,5
4	Kresanje grana Entastung	57,7
5	Krojenje Messen 5,7	
6	Trupljenje Ablängen	8,4
7	Okretanje Wenden 5,9	
8	Sakupljanje grana Äste häufen	5,0
9	Ukupno Insgesamt	100,0

Obujam srednjega stabla iznosi $3,38 \text{ m}^3$, a prsnji je promjer je 61 cm. U strukturi tehničkoga obloga drva 93 % su trupci i 7 % rudničko drvo.

Sjeća i izrada provode se u ljeto za vrijeme mezgre. Prije su se trupci izrađivali u duljinama od 4 m, rudničko drvo od 1,5 m do 7 m, a prostorno drvo 1 m. U novije su se vrijeme trupci izrađivali na sjećini u dvostrukim duljinama, a konačno prikrajanje i strojno

guljenje kore obavljalo se na stovarištu pored pilane. Time se utrošak vremena trupljenja skraćuje za 50 %.

Debljina se grana se uglavnom kreće do 7 cm s korom, pa se može primijeniti strojno kresanje grana.

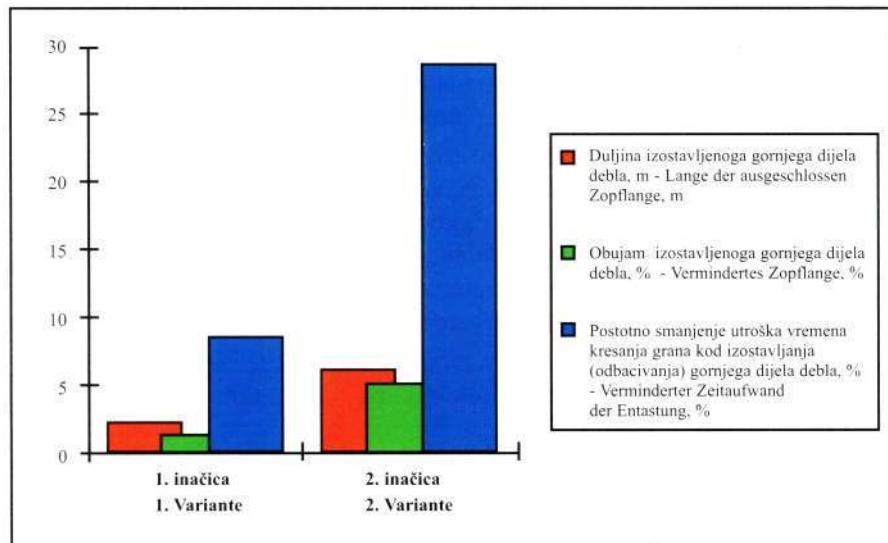
Kod primjene stablimične preborne sjeće, harvesteri se ne mogu kretati po sjećini. Kretanje stroja po sastojini je nepoželjno radi njezine zaštite, a u sastojinama s većim nagibima je i nemoguće (Pröll, 1995).

U prebornim bi šumama trebalo primijeniti grupičnu sjeću, te istražiti primjenljivost procesora na pomoćnim stovarištima uz šumsku cestu. Kada bi se uz obaranje stabala motornom pilom za izradu primijenili procesori, bilo bi moguće 77,5 % operativnoga vremena radova na sjeći i izradi visoko mehanizirati; sve osim radnih operacija, potražiti stablo, oboriti i eventualno prikrojiti.

Na temelju strukture vrsta drva i načina sjeće određen je prosječni stupanj mehaniziranosti za ukupnu sjećivu količinu drva, koji iznosi 53,9 % (tablica 3).

Racionalizacija radova na sjeći i izradi može se ostvariti i pri primjeni motorne pile, što je pomoću studija vremena po sekcijama provedeno u prebornim šumama jele (Bojanin, 1978). Jelova su debla podijeljena u sekcije duljine od 2 m, osim vršne sekcijs koja je mogla biti kraća ili dulja. Prosječna duljina vršne sekcijs bila je 2,3 m. Kod izrade je uzeta u obzir samo deblovina, jer su grane s korom bile tanje od 7 cm.

Kako se iz tablice 5 vidi, utrošak vremena kresanja grana iznosi 57,7 % operativnoga vremena. Ovdje je pokazana analiza utroška vremena kresanja grana. Kod izostavljanja vršne sekcijs od 2,3 m duljine smanjuje se obujam izrađenoga drva 1,2 %, a utrošak vremena kresanja grana 9,6 %. Izostavljanjem daljnjih dviju gornjih sekcijs debla, koje s vršnom sekcijsom imaju ukupnu duljinu 6,3 m, gore spomenuta smanjenja iznose 5,1 %, odnosno 28,8 % (slika 2). Ispušteni dijelovi stabla mogu se strojno usitniti.



Slika 2. Smanjenje obujma izrađenoga drva jelovih stabala, te smanjenje utroška vremena kresanja grana kod izostavljanja gornjeg dijela debala (vršnog)

Abb. 2. Verminderung der ausgeformten Holzmasse der Tannenstämme, sowie des Zeitaufwands der Entastung, beim Ausschliessen der Zopflängen

3. PRIVLAČENJE DRVA – Rückung des Holzes

Mehanizacija privlačenja obloga drva u šumama Hrvatske skoro je potpuno provedena, dok se prostorno drvo još uvijek djelomično iznosi konjima.

U prorednim se sastojinama tehničko oblo drvo privlači po tlu adaptiranim poljoprivrednim i srednje teškim zglobnim traktorima. Većina je traktora opremljena dvobubanjskim vitlima (Krpan i Ivanović, 1995).

U sječno zrelim sastojinama listača s oplodnom sjećom i u prebornim šumama, privlačenje vučom po tlu obavlja se zglobnim traktorima, uz primjenu deblovne i poludeblovne metode.

U ravnici, u šumama na močvarnom razblačenom tlu, uspješno se mogu primjeniti traktori gusjeničari. U ovim šumama bilo bi najbolje privlačenje drva obaviti traktorima zimi na smrznutom i više puta snijegom pokrivenom tlu.

Svi gore spomenuti traktori opremljeni su vitlom, pa sakupljanje i samo privlačenje teče u jednom, neprekinitome tijeku rada.

Traktori se kreću po vlakama, odnosno traktorskim putevima i iznimno, radi sakupljanja, ulaze u sastojinu. Udaljenost ulaska u sastojinu iznosi oko 20 % ukupne udaljenosti privlačenja.

Tzv. Clam-bunk i Grapple-traktori kod nas se gotovo ne primjenjuju.

U dijelu zrelih bjelogoričnih sastojina s oplodnom sjećom, u ravnici i prigorju, primjenjuje se izvoženje drvnih sortimenata forvarderima. Pri tome je način privlačenja obvezna sortimentna metoda izrade. Izvoženje drva forvarderima primjenjuje se i u prorednim sastojinama gdje se sortimenti tehničke oblovine izrađuju u duljinama od 4 do 5 m.

U jednoj prorednoj sječini, po kojoj se zbog gustoće sastojine forvarderi nisu mogli kretati, drvo je izvoženo forvarderom uz ranije sakupljanje lakim traktorom opremljenim dvobubanjskim vitlom.

U jednoj sječno zreloj bjelogoričnoj sastojini, po kojoj su se mogli kretati zglobni traktori i forvarderi, izvoz sortimenata tehničkoga oblog drva proveden je u dvije inačice (Bojanin, Krpan, Beber 1987), i to:

1. Forvader se pri praznoj i punoj vožnji kretao po vlasti, a prilikom sakupljanja i po sastojini. Sortimenti izrađeni iz pojedinih stabala ležali su pored panja. U ovom je slučaju svako oboren stablo određivalo mjesto utovara, a forvader se pri sakupljanja kretao od jednoga do drugoga oborenog stabla.

2. Kod druge je inačice izrađene sortimente zglobni traktor sakupio na hrpe, a forvader se pri utovaru kretao od hrpe do hrpe sječinom ili vlakom ovisno o tome gdje su se hrpe nalazile.

Na osnovi količine izrađenoga drva po hektaru, troškova rada zglobnoga traktora i forvardera, kao i gustoće mreže sekundarnog otvaranja, može se izabrati najpovoljniji način sakupljanja drva.

Ako je sječina, tj. sastojina neprohodna za forvadere, sakupljanje drva se mora odvojiti od privlačenja (izvoza) i obaviti drugim sredstvom rada.

U prikazanom slučaju bili su ukupni troškovi sakupljanja i izvoza kod drugog načina 22 % veći nego kod prvog.

Kod kratkih udaljenosti privlačenja nije svrshodno obavljanje sakupljanja i privlačenja s dva različita vozila.

Određivanjem utroška vremena te troškova rada pojedinih radnih operacija zglobnog traktora i forvardera, može se odrediti najmanja udaljenost privlačenja za svrshodnu primjenu forvardera.

Na sličan je način moguće problem sakupljanja i privlačenja (izvoženja) riješiti i u prorednim sastojinama.

Odvajanje sakupljanja od samog privlačenja i spašavanje obaranja i sakupljanja može u izvjesnim slučajevima, posebno u prorednim sastojinama, biti svrshodno.

Kako prema Abegg (1975) učinak pri sakupljanju ne ovisi toliko o tipu traktora i vučnoj sili vitla prihvativljivo je za sakupljanje, pogotovo u tankim sastojinama, upotrijebiti jeftinije motorno vitlo.

Primjena vitla s radioupravljanjem posebno je učinkovita ako se obaranje stabala i sakupljanje povežu, a privlačenje se obavlja odvojeno. Time se može i radna operacija *izvođenje pada stabla* mehanizirati (Guglhör i Plettenberg, 1975).

Radni postupak obaranja i prevršivanja motornom pilom uz sakupljanje i privlačenje šumskim traktorom s dvobubanjskim radioupravljanim vitlom uspješno je izveden u mladoj prorednoj čistoj sastojini smreke. Dizalični procesor primjenjen je na šumskoj cesti (Anonymus, 1985).

Radioupravljana vitla mogu se u našim prorednim sastojinama uspješno primjeniti za sakupljanje drva.

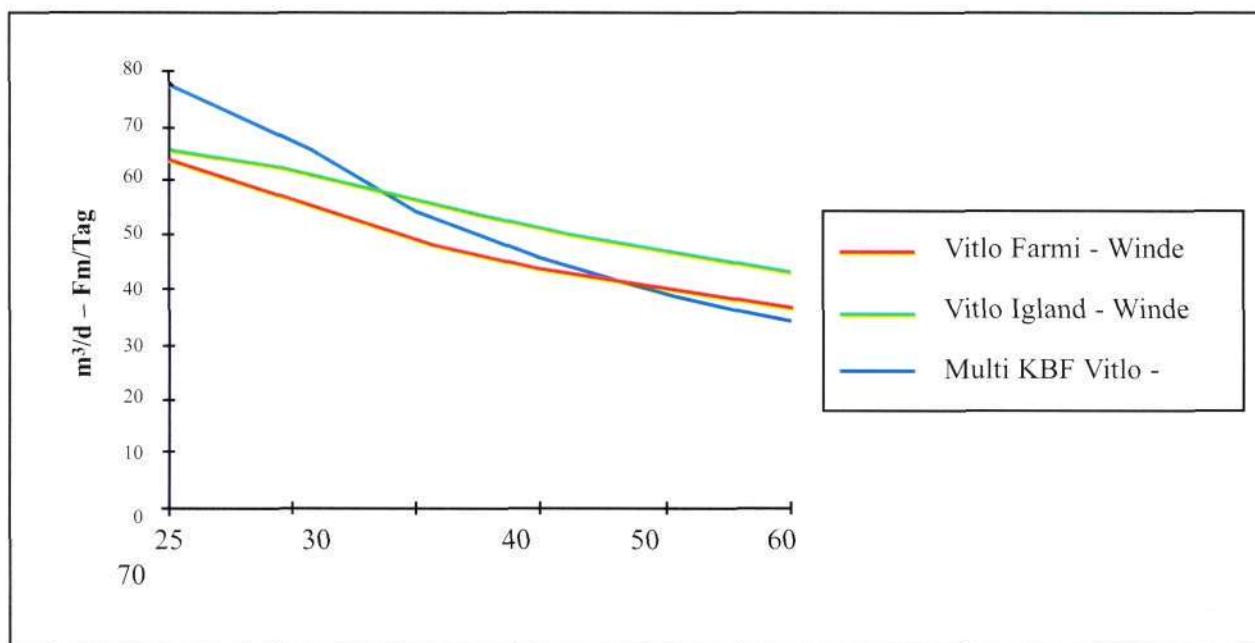
Pri obaranju i izradi motornom pilom ili harvesterom, mogu se navedenim vitlima sakupiti debla, industrijsko drvo, dugo drvo ili drvo utovarnih duljina, te sortimenti tehničkoga oblog drva. Privlačenje vučom po tlu može se obaviti Clam-bunk i Grapple-traktorima, a izvoženje forvarderima.

Pri primjeni procesora na vlasti ili šumskoj cesti mogu se cijela stabla sakupiti duž vlake radioupravljanim vitlom.

U našim prorednim bjelogoričnim sastojinama sakupljalo se drvo pomoću vitla montiranoga na traktor (Bojanin, 1982). Rezultati su ovih istraživanja uspo-

ređeni s istraživanjima sakupljanja pomoću vitla montiranoga na traktor (Guglhör i Plettenberg, 1975),

te pomoću prijenosnoga vitla (Stergiadis et al., 1992), (slika 3).



Slika 3. Dnevni učinci pri sakupljanju tanjega obloga drva pomoću vitla montiranog na traktor i prijenosnoga vitla
Abb. 3. Tagesleistungen beim Vorrücken von Schwachholz mit Schlepperanbau- und tragbaren Winden

Na osnovi podataka u tablici 6 može se ustanoviti da su rezultati prikazani na slici 3 samo djelomično usporedivi. Ipak je ova usporedba značajna.

U usporedbi s ostala dva prikazana vitla, Multi KBF prijenosno vitlo na najkraćoj udaljenosti sakupljanja ima najveći, a na najvećoj udaljenosti najmanji učinak (slika 3). Učinak radioupravljanog na traktor montira-

noga vitla (Farmi Winde), manji je od učinka montiranoga vitla Igland bez radioupravljanja od 3 % do 15 %.

S povećanjem udaljenosti sakupljanja, učinak prijenosnoga vitla u većoj mjeri opada nego li kod vitala montiranih na traktor.

Kako je naprijed rečeno, promicanje mehaniziranja privlačenja prostornoga drva treba nastaviti.

Tablica 6. Podaci o sakupljanju tanjeg drva pomoću vitala

Tabelle 6. Angaben über das Vorrücken von Schwachholz mittels Seilwinden

Vitlo Winde		Vitlo Igland montirano na traktor bez radioupravljanja Schlepperanbauwinde ohne Funksteuerung Igland Winde	Vitlo Farmi s radioupravljanjem, montirano na traktor Schlepperanbau- funkgesteuerte Farmi-Winde	Prijenosno vitlo Multi KBF s radioupravljanjem Tragbare, funkgesteuerte Multi KBF Winde
Teren Gelände		Nagib +45 % Neigung +45 %	ravan teren Ebene	Nagib 0 do 50 % Neigung 0 bis + 50 %
Obujam tovara, m ³ Lastgrösse, fm		0,60	0,60	0,317
Komada u tovaru Stückzahl pro Last		2,2	2,2	1,0
Vrsta drva Baumart		Bukva Buche	Smreka i bor Fichte u. Kiefer	Bor Kiefer
Radna grupa Arbeitsgruppe			2 radnika 2 - Mannarbeit	
Uže Seil	Ø mm	12	10	6
	duljina, m Länge, m	80	do 80 bis 80	80

U sječno zrelim sastojinama kod primjene deblovne metode, zajedno s tehničkim privlači se i prostorno drvo koje je sadržano u deblu. Prostorno drvo, izrađeno pored panja u duljinama od 1 m, pakirano ili složeno po približno 1 pm (pov.), privlači se lakinim traktorima koji se mogu kretati po sastojini. Granjevina bi se mogla duž vlake sakupiti vitlima s radioupravljanjem i potom bi se tamo moglo izraditi prostorno drvo u duljinama od

1 m ili u utovarnim duljinama. Ako se granjevina usitnjava, a strojevi ne mogu ući u sastojinu, sakupljanje se duž vlake može izvesti na gore spomenuti način.

U kasnijim se proredama može postupiti slično kao i u sječno zrelim sastojinama.

U planinskim i brdskim te nizinskim šumama žičare se primjenjuju malo, iako se preporuča ovaj način finog otvaranja iz ekoloških i estetskih razloga.

4. ZAKLJUČCI – Folgerungen

Pri radovima na sječi i izradi u hrvatskim šumama primjenjuju se isključivo motorne pile.

U prorednim sastojinama hrasta mogu se radovi na sječi i izradi, kod 22,1 % sječivoga drva potpuno ili visoko mehanizirati, a kod 77,9 % sječivoga drva mogu se ovi radovi 20,6 % visoko mehanizirati. Prosječan mogući stupanj mehaniziranosti iznosi 38,1 %.

U prorednim sastojinama bukve i ostalih listača, mogu se radovi na sječi i izradi kod 73,8 % sječivoga drva 100 % visoko, odnosno potpuno mehanizirati, a kod 26,2 % sječivoga drva mogu se 47,3 % visoko mehanizirati. Prosječan stupanj visoke, odnosno potpune mehaniziranosti iznosi 86,2 %.

Za ukupnu sječivu količinu drva u prorednim sastojinama prosječan je stupanj visoke, odnosno pune mehaniziranosti 71,4 %.

U sječno zrelim sastojinama hrasta, mogu se radovi sječe i izrade 33,3 %, a u sastojinama bukve i ostalih listača 41,2 % visoko mehanizirati. Prosječan stupanj mehaniziranosti je 39,3 %.

U prebornim sastojinama jele s primjesom bukve stupanj visoke mehaniziranosti je 77,5 %.

Prosječan stupanj visoke, odnosno pune mehaniziranosti za ukupnu sječivu drvenu količinu je 53,9 %.

Privlačenje tehničkoga obloga drva gotovo je potpuno mehanizirano, a obavlja se adaptiranim poljoprivrednim i zglobnim traktorima, te forvarderima. Prije su se primjenjivali i traktori gusjeničari.

Područje primjene gore navedenih sredstava privlačenja kao i primjena Clam-bunk i Grapple-traktora, treba se ispitati sa šumskogospodarskoga, tehničkoga i šumskozaštitnog stajališta.

Mehanizacija privlačenja prostornoga drva može se u znatnoj mjeri riješiti i prijelazom na izradu utovarnih duljina, a u mladim neotvorenum prorednim sastojinama finim otvaranjem. Fino otvaranje općenito omogućuje racionalizaciju privlačenja kako tehničkoga tako i prostornog drva.

Uvođenje radioupravljenih vitala za sakupljanje drva, pri čemu se sakupljanje odvaja od privlačenja a spaša s obaranjem i eventualno izradom, omogućuje pored ostalog i racionalizaciju te humanizaciju rada.

5. LITERATURA - Literaturverzeichnis

A b e g g , B., 1975: Untersuchungen über das Rücken auf Maschinenwegen. Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen CH-8903 Birmensdorf, Berichte Nr. 148, S. 1-70.

Anonymus, 1985: Tagungsführer zur 9 KWF-Tagung 1985. KWF, Gross-Umstadt, Teil B, 1-201.

Bojanin, S., 1978: Odnos utroška vremena i donje granice izrade sortimenata kod jelovih stabala. Šumarski list, 11-12, 439-457.

Bojanin, S., 1982: Sakupljanje trupaca vitlom. Mehanizacija šumarstva, 7-8, 297-317

Bojanin, S. & A. P. B. Krpan, J. Beber, 1987: Privlačenje tehničke oblovine pomoću forvardera uz različite uvjete rada. Studija, Šumarski fakultet Zagreb, 1-31.

Bojanin, S. & A. P. B. Krpan, 1996: Mechanisierung der Holzerntearbeiten in Kroatien - Zustand und Entwicklung. Materijalji XXX. Međunarodnog simposiuma "Mehanizacija ljesnih rabot" (31. avgusta - 7. sentjabrja 1996. goda), Moskva - 1996., 54-75.

Forbrig, A., B. G. Encke, 1996: Tagungsführer zur 12 KWF-Tagung 1996. Oberhof-Thüringen, KWF, Gross-Umstadt, 1-136.

Guglhör, W., & Plettenberg, N., 1975: Untersuchungen zum Rücken von Schwachholz aus Durchforstungen mit funkgesteuerter Farmi-Winde und Klemmbankschlepper. Forstliche Forschungsanstalt München, Forschungsberichte, Nr. 24, Teil B, 1-120.

Krpan, A. P. B., 1992: Iskorišćivanje šuma. Monografija Šume u Hrvatskoj, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 153-170.

Krpan, A. P. B. & Ivanović, Ž., 1995: Komparativna analiza rada traktora u proredama. Znanstvena studija. Šumarski fakultet, 1-32.

Pröll, W., 1995: Harvester im Gebirge. Holz-Kurier, Nr. 48, 11-12.

Stergiadis, G. Gh.; K. G. Doukas; E.A. Karagannis; P.B. Kararizos, 1992: Tragbare Zugwinden als Hilfsmittel bei der Holzrückung in kleinen Distanzen in Griechischen Waldern. 26. Internationales Symposium zur Mechanisierung der Arbeit an der Universität für Bodenkultur Wien. Sammelbuch der Referate, 145-150.

ZUSAMMENSSUNG: Die Einschlagsarbeiten in Wäldern Kroatiens werden ausschliesslich mit EMS verrichtet.

In Eichendurchforstungsbeständen können die Einschlagsarbeiten bei 22,1 % des Hiebsanfalls 100 % vollmechanisiert, bei 77,9 % des Hiebsanfalls 20,6 % hochmechanisiert werden. Durchschnittlicher Mechanisierungsgrad beträgt 38,1 %.

In Durchforstungsbeständen der Buche und übrigen Laubhölzer können die Einschlagsarbeiten bei 73,8 % des Hiebsanfalls 100 % vollmechanisiert, bei 26,2 % des Hiebsanfalls 47,3 % hochmechanisiert werden. Durchschnittlicher Hoch- bzw. Vollmechanisierungsgrad beträgt 86,2 %.

Bei der Gesamtdurchforstungsmasse beträgt durchschnittlicher Mechanisierungsgrad 71,4 %.

In hiebsreifen Eichenbeständen können die Einschlagsarbeiten 33,3 %, und in denjenigen der Buche und übrigen Laubhölzer 41,2 % hochmechanisiert werden. Durchschnittlicher Mechanisierungsgrad ist 39,3 %.

In Tannenplenterwäldern beträgt der Hochmechanisierungsgrad 77,5 %.

Durchschnittlicher Mechanisierungsgrad für den Gesamtjahreseinschlag beträgt 53,9 %.

Das Rücken von Rundnutzholz ist fast völlig, unter Anwendung die landwirtschaftlichen, adaptierten- und Knick- sowie Raupenschlepper und Rückezügen, mechanisiert.

Der Anwendungsbereich der vorerwähnten Rückemittel, sowie der Klemmbank- und Zangenschlepper soll vom forstwirtschaftlichen, technischen und waldschonenden Standpunkte festgestellt werden.

Die Mechanisierung des Rückens von Schichtholz kann teilweise durch die Übergang auf die Ausformung des Holzes in Kranlängen, und in jungen Durchforstungsbeständen ohne Feinerschliessung, durch die Feinerschliessung in hohem Masse gelöst werden. Die Feinerschliessung überhaupt ermöglicht bzw. verbessert die Rationalisierung des Rückens sowohl von Rund- als auch von Schichtholz.

Mit dem Einsatz der funkgesteuerten Seilwinden, mit dem vom Rücken gelösten, und mit dem Fällen gekoppelten Vorrücken vermindern sich die Arbeitskosten, verwirklichen sich die Rationalisierung und Humanisierung der Arbeit.



ECOTRAC u funkciji privlačenja i privoženja drvnih sortimenata (ECOTRAC – zglobojni traktor s vtimom i transporter SEVERPOL 4000 Tvornice traktora Bjelovar)