

# Interakcije metoda rada, radnih uvjeta i proizvodnosti rada pri sječi i izradi drva u proredama sastojina

---

Martinić, Ivan

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1992, 28, 133 - 178**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:195185>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom](#).

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-27**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



IVAN MARTINIĆ

## INTERAKCIJE METODA RADA, RADNIH UVJETA I PROIZVODNOSTI RADA PRI SJEČI I IZRADI DRVA U PROREDAMA SASTOJINA

### INTERACTIONS OF WORK METHODS, WORKING CONDITIONS AND WORK PRODUCTIVITY IN WOOD FELLING AND PROCESSING IN THINNING

Prispjelo 15. srpnja 1991.

Prihvaćeno 16. listopada 1991.

Za četiri načine sječe i izrade drva u brdskoj sastojini kitnjaka, bukve i graba, starosti 47 godina, istražili su se proizvodnost rada, potrošnja goriva i maziva motorne pile, dnevna razina buke motorne pile, te oštećivanje stabala pri sječi, izradi i privlačenju drva.

Pri sječi i izradi oblovine i jednometarskoga ogrjevnog drva utvrđena je proizvodnost od 5,4 m<sup>3</sup> u danu. Za načine gdje je osim oblovine bilo izrađivano i višemetarsko drvo proizvodnost rada bila je 10,5 m<sup>3</sup>/dan.

Utrošak goriva i maziva po 1 m<sup>3</sup> opada s većim udjelom višemetarskoga drva u strukturi izgrađenoga drva i većim duljinama sortimenata.

Za sve načine sječe i izrade dnevno trajanje rada pilom (99–164 min) bilo je u dopuštenim granicama. Prosječno dnevno opterećenje sječača bukom bilo je 100 dB(A), što je značajno iznad dopuštenih 90 dB(A) ili 100%.

Pri radovima sječe, izrade i privlačenja drva oštećeno je 8,2% stabala koja su ostala u sastojini poslije prorede. Obujam oštećenja raste s većom mehaniziranošću rada. Veličina i struktura oštećenja ovise o sredstvu privlačenja, načinu formiranja tereta i vrsti privlačenih sortimenata. U usporedbi s konjskom zapregom, privlačenje adaptiranim velikoserijskim traktorom uzrokovalo je dvostruko brojnija oštećenja.

**Ključne riječi:** sječa i izrada drva, privlačenje drva, studij vremena, utrošak goriva, buka, oštećivanje sastojine, prorede

#### Kratice i simboli – Abbreviation & Symbols

DBH – Prsni promjer stabla, cm  
– *Breast height diameter, cm.*

ČV – Čisto ili efektivno vrijeme  
– *Effective time*

ČVsAMP – Čisto vrijeme (pri radu motornim pilom)  
– *Effective time (by power saw)*

ČVbezMP – čisto vrijeme (pri ručnom radu)  
– *Effective time (manuel operation)*

GR – Lančani sustav rada ili grupni rad  
– *Chain system of work*

NS – Broj preostalih (neposječenih) stabala  
– *Number of remaining (unfelled) trees*

OS – Brojnost oštećenih stabala  
– *Number of damaged trees*

OV – Opće vrijeme  
– *Delay time*

PS – Rad na pomoćnom staovarištu (pri GDVM)  
– *Work at road-side storage place*

PSN – Broj preostalih stabala (po načinima rada)  
– *Number of remaining trees (per working methods)*

RDs – Prosječno trajanje radnog vremena pri snimanju  
– *Average daily working time at time study*

STD – Standardna devijacija  
– *Standard deviation*

URV – Ukupno radno vrijeme (480 minuta)  
– *Total working time (480 min)*

## UVOD – INTRODUCTION

Radovi na proredama sastojina čine značajan dio svih radova u šumarstvu Hrvatske u pogledu uzgoja, zaštite, uređivanja i iskorišćivanja šuma. Na tim radovima zaposlena je većina radnika u šumarstvu i angažirana su znatna sredstva za rad.

Dokorašnja istraživanja problematike proreda u nas bila su većinom u znaku bioloških istraživanja. Stoga na ovom području imamo, u svjetskim mjerilima, značajne rezultate (De k a n i ć 1985; M a t i ć 1989). Tehnička komponenta proreda tek je u posljednja dva desetljeća predmet brojnih parcijalnih istraživanja. Rezultati takvih istraživanja ne daju cjelovita rješenja tako da su kod primjene u praksi izostali očekivani učinci. Iz tih se razloga 1986. godine počelo kompleksno istraživati problematika šumskih radova u proredama. Projekt je okupio stručnjake iz područja uzgoja, zaštite i iskorišćivanja šuma, mehanizacije šumarstva, otvaranja sastojina, organizacije rada i ergonomije te stručnjake iz područja ekonomike u šumarstvu. Ciljevi istraživanja bili su unapređenje organizacije rada i upotrebe tehničkih i drugih sredstava pri radu, odnosno, u širem smislu, smanjenje troškova proizvodnje u proredama.

### RACIONALIZACIJA RADA PRI SJEČI I IZRADI DRVNIH SORTIMENATA WORK RATIONALIZATION IN FELLING AND PRIMARY WOOD CONVERSION

Zbog neosporno središnjega mjesta u šumarskoj proizvodnji proučavanje sječe i izrade drvnih sortimenata (*sječa i izrada*) započelo je mnogo ranije od proučavanja transporta drva. To je uvjetovalo i bolje poznavanje ove problematike. Na racionalizaciju rada pri sječi i izradi drva značajno su utjecali primjena i razvoj strojeva i uređaja u svim fazama iskorišćivanja šuma.

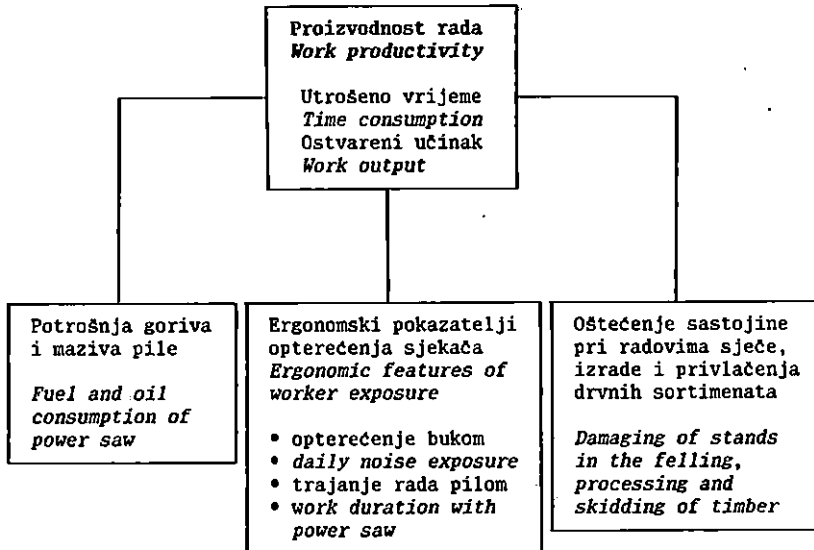
Pri sječi i izradi drva racionalizacija pridonosi skraćenju ljudskoga rada, koji je fizički težak, pun statičkih opterećenja, opasan i mukotrpan. Iako je prepiljivanje mehanizirano, sve ostale operacije valja obaviti ručno. Velik udio ručnoga rada pri izradi drva potrebno je nadomjestiti strojevima. Postojeća rješenja koja povećavaju mehaniziranost rada na sječini u našim uvjetima i načinu gospodarstva ili nisu primjenjiva ili ne daju zadovoljavajuće efekte. To vrijedi i za većinu srednjoevropskih zemalja. Zbog toga se pošlo drugim putovima – izradom sortimenata s manjim udjelom ručnoga rada i premještanjem dijela operacija na pomoćno stovarište.

Sve do početka 80-ih godina tehnologija iskorišćivanja šuma, a i industrijska prerada drva temeljena je na krupnoj tehničkoj oblovinu. Nove spoznaje o uzgoju i uređivanju šuma (De k a n i ć 1985) i s tim u vezi konkretni zahtjevi za intenzivnim zahvatima u mladim sastojinama, uz naraslu potražnju drva, potakli su interes za iskorišćivanje drva u mladim sastojinama.

Danas se u zemljama s razvijenim šumarstvom proredama dobiva više od 50% drva od ukupne proizvodnje tokom cijele ophodnje. Prema *Matićevim* (1985) navodima u Jugoslaviji proredama dobivamo svega 20% drva, u Hrvatskoj 27%, a u Sloveniji 35%. *To mičić* (1986, 1988) navodi da je sječivi etat u proredama u stalnom porastu. U šumskom gospodarstvu »Mojica Birta« Bjelovar (*Gospodarstvo*) u proredama se godišnje siječe oko 517 000 m<sup>3</sup> drva, što čini 61% sječivoga etata. Ti se radovi obavljaju na 81% od ukupno predviđenih sječivih površina. Isti autor zapaža da se povećanjem opsega sječa u proredama smanjuje *srednje kubno stablo* (SKS) od 0,52 m<sup>3</sup> u 1969. na 0,41 m<sup>3</sup> u 1984. godini.

## SJEČA I IZRADA DRVA U PROREDAMA MLADIH SASTOJINA FELLING AND WOOD CONVERSION IN THINNING OF YOUNG FOREST STANDS

Pri sječi i izradi u mladim sastojinama izražene su brojne specifičnosti, osobito u pogledu karakteristika predmeta rada i sastojinskih prilika. Najznačajnije karakteristike mladih sastojina su velik broj stabala s malom količinom drva i velikom gustoćom sječivih i ostalih nedoznačenih stabala u gustom potpunom sklopu. To u ovakvim uvjetima čini sječju bitno složenijom od dovršne sječe ili sječe u kasnim proredama sastojina. Razmjerno drukčije djelovanje sastojinskih uvjeta i predmeta



Slikal. Istraživani činitelji sječe i izrade drva i njihovo međudjelovanje

Fig. 1. Work factors studied at felling and primary wood processing and their interactions

rada na način izvođenja rada i opterećenje radnika uzrokuju nove ovisnosti i zakonitosti između osnovnih činitelja u radnom procesu. Ti su činitelji prikazani na slici 1.

**Ciljevi istraživanja.** Istražiti različite organizacijske oblike (*načine*) radnog procesa sječe i izrade drva u proredama mladih sastojina. Utvrditi veličine izabranih činitelja rada i analizirati njihove odnose. Definirati veze i zakonitosti između istraživanih činitelja rada. Nadalje, cilj je usporediti načine u pogledu izabranih činitelja te značajnost razlika ocijeniti statističko-matematičkim metodama. Da bi se udovoljilo ciljevima istraživanja, u radu će se dati zaključci u vezi sa:

- iskorištenošću radnoga vremena
- omjerom efektivnoga (*čistoga*) i neproduktivnoga (*općeg*) vremena,
- količinom i strukturom ostvarenih radnih učinaka,
- proizvodnošću rada izraženom u m<sup>3</sup>/dan, stabala/dan i min/m<sup>3</sup>,
- trajanjem rada sjekača s motornom pilom i izloženosti buci,
- povezanošću potrošnje goriva i maziva s načinom izrade drva,
- obujmom i strukturom oštećenja sastojine pri obaranju, izradi i privlačenju drvnih sortimenata.

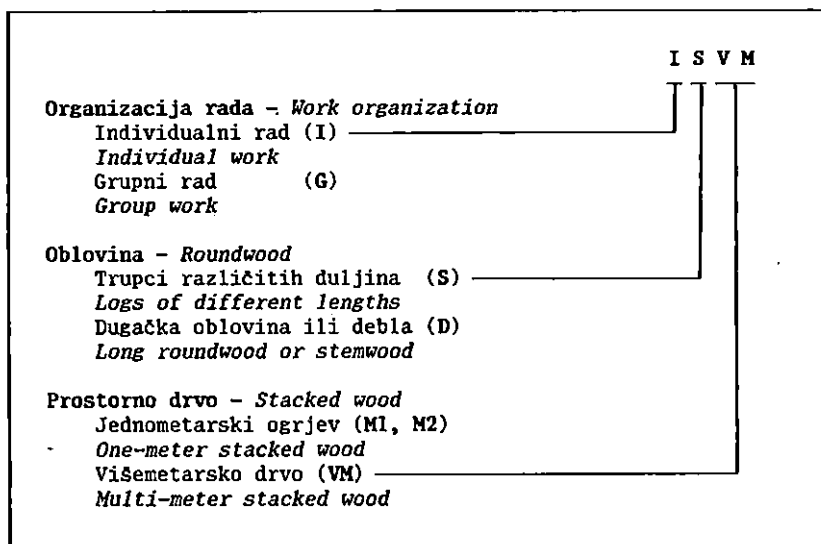
## OBJEKT, METODE I SREDSTVA RADA OBJECT OF WORK, WORK METHODS AND WORK FACTORS

Terenska istraživanja su obavljena na području Šumskoga gospodarstva »Mojica Birta« Bjelovar. U *Gospodarstvu* se prorede sastojina obavljaju u više organizacijskih oblika sječe i izrade na različitim stupnjevima razvijenosti. U našem istraživanju pojedina metoda rada bila je definirana organizacijom ljudi i sredstva na radilištu, sredstvom privlačenja i vrstom sortimenata koji su privlačeni ili iznošeni. Obuhvatile su se ove varijante činitelja rada:

Organizacija rada	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Individualni rad</i></li><li>• <i>Grupni rad</i></li></ul>
Privlačenje	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Animalno (konji)</i></li><li>• <i>Mehanizirano</i></li></ul>
Tehničko drvo	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Oblovina</i></li><li>• <i>Debla, poludebla</i></li></ul>
Prostorno drvo	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Jednometarski ogrjev</i></li><li>• <i>Višemetersko industrijsko drvo.</i></li></ul>

Budući da su radne operacije sječe, izrade i privlačenja drva bile međusobno isprepletene u grupnom radu i da su se obavljale istodobno, dio istraživanja obuhvatio je obje radne faze.

Radi jednostavnijeg praćenja istraživanja, svakom je načinu sječe, izrade i privlačenja drva pridružena prepoznatljiva oznaka. Struktura i značenje oznaka prikazani su na slici 2.



Slika 2. Oznaka načina rada

Fig. 2. Working method's symbol

## OPIS NAČINA RADA PRI SJEČI, IZRADI I PRIVLAČENJU DRVA

### DESCRIPTION OF WORKING PROCESS IN FELLING, PRIMARY CONVERSION AND SKIDDING OF WOOD

**ISM 1** – Izrada oblovine i jednometarskog prostornog drva individualnim radom – privlačenje i iznošenje konjima  
 Individual work at felling and primary wood conversion  
 Horse-drawn skidding of roundwood of different lengths  
 Skidding of 1 m long firewood by sumpter-horses.

Sječa i izrada drva vremenski je odvojena od privlačenja drva. Tehnička oblovina se izvlači konjskom zapregom, a jednometarsko ogrjevno drvo iznosi konjima do pomoćnoga stovarišta.

**ISM 2** – Izrada oblovine i jednometarskoga prostornog drva individualnim radom – privlačenje traktorom  
 Individual work at felling and primary wood conversion – Skidding of roundwood by adapted agricultural tractor – Skidding of 1 m long firewood by adapted agricultural tractor with suitable board and adapted agricultural tractor with a trailer

Sječa i izrada drva vremenski je odvojena od privlačenja drva. Tehnička oblovina privlači se adaptiranim velikoserijskim traktorom. Ogrjevno drvo se iznosi na dasci do traktorske vlake, gdje se pretovaruje u jednoosovinsku prikolicu i izvozi do pomoćnoga stovarišta.

**ISVM** – Izrada oblovine i višemetarskoga industrijskog drva individualnim radom – privlačenje traktorom  
Individual work at felling and primary wood conversion – Skidding of roundwood and 4 m long pulpwood by adapted agricultural tractor

Sječa i izrada drva vremenski je odvojena od privlačenja drva. Tehnička obloovina i višemetarsko drvo duljine 4, 8 ili 12 metara privlače se istovremeno adaptiranim velikoserijskim traktorom.

**GSVM** – Izrada oblovine i višemetarskoga industrijskog drva grupnim radom – privlačenje traktorom  
Felling, primary conversion and skidding are a simultaneous chain-system work – Skidding of logs and pulpwood of different lengths by adapted agricultural tractor

U ovom načinu rada primijenio se lančani sustav rada pri sječi, izradi i privlačenju drva (*grupni rad*). Tehnička obloovina i višemetarsko drvo bilo je privlačeno istovremeno adaptiranim velikoserijskim traktorom.

**GDVM** – Izrada debala i višemetarskoga industrijskog drva grupnim radom – privlačenje traktorom  
Felling, primary conversion, skidding are a simultaneous chain-system work – Skidding of stemwood by adapted agricultural tractor – Power saw operator converts logs and pulpwood at road-side storage place.

Primijenio se grupni rad pri sječi, izradi i privlačenju drva. Izrađeni sortimenti su se privlačili adaptiranim velikoserijskim traktorom.

Sječu i izradu drva obavili su isti radnici u približno jednakim sastojinskim i terenskim prilikama za svih 5 načina rada.

## OBJEKT ISTRAŽIVANJA WORK SITE OF INVESTIGATION

Istraživanja su obavljena tokom 1987. i 1988. godine u odjelu 26 gospodarske jedinice **Novigradska planina** na sjevernim obroncima Bilogore. To je područje jednodobnih mješovitih šuma bukve, hrasta kitnjaka i graba. Sastojine su imale 47 godina. Sklop je potpun. Drvena zaliha iznosila je 155 m<sup>3</sup>/ha. Na 1 ha dolazi približno 750 stabala. U sastojini su postojale traktorske vlake. Srednja udaljenost privlačenja iznosi 350 m. Prosječna udaljenost između doznačenih stabala iznosila je 12 m. Teren je brdovit, izraženo ispresijecan strmim jarcima u smjeru sjever-jug s rasponom nagiba između 10 i 40 stupnjeva.

U sastojini je bilo doznačeno 5429 stabala ili 1618 m<sup>3</sup> bruto drva. Intenzitet doznake bio je 25 m<sup>3</sup>/ha ili 16% od drvene zalihe. Prosječni prsni promjer doznačenih stabala bio je 20 cm, a srednje kubno stablo 0,27 m<sup>3</sup>. Posječeno, izrađeno i privučeno bilo je 1348 m<sup>3</sup> drva sljedeće strukture: oblovine 37%, jednometarskoga ogrjevnog drva (M) 37% i višemetarskoga prostornog drva (VM) 26%. Elemente (A – ploština pojedinog sječnog odsjeka, BDS – broj doznačenih stabala, SPP srednji prsni promjer doznačenih stabala) i strukturu doznačenoga drva po načinima rada prikazuje tablica 1.

Podaci o doznačenim stablima za sječu

Tab. 1.

*Data of marked trees for felling*

Način rada <i>Working methods</i>	Ploština odsjeka <i>Area</i>	Broj stabala po hektaru <i>Number of tree per ha</i>	Srednji prsni promjer <i>Average DBH</i>	Doznačeno drvo <i>Volume of marked trees</i>
	<i>ha</i>	<i>tree/ha</i>	<i>cm</i>	<i>m<sup>3</sup>-cu.m.</i>
ISM1	11,10	1242	21	422
ISM2	12,87	1016	20	318
ISVM	15,57	1299	20	391
GSVM	10,21	879	18	210
GDVM	10,00	993	19	277
<i>Σ-Total</i>	59,75			1618

UPOTREBLJENA SREDSTVA ZA RAD  
 UTILIZED TOOL EQUIPMENT

Sječa i izrada drva obavljena je motornim pilama lančanicama *Stihl 038 AVE i Echo 650 EVL*, snage motora 3 kW, duljine vodilice 40 cm i mase od 6 do 7,5 kg.

Privlačenje drva je obavljeno adaptiranim velikoserijskim traktorom *ZETOR 6945*, snage motora 47,5 kW i ukupne mase približno 3650 kg. Traktor je bio opremljen naletnom daskom i dvobubanjским vitlom *IGLAND Compact 5000/2H*. Za vrijeme privlačenja traktori nisu imali na kotačima lance. Izvoženje ogrjevnoga drva obavilo se adaptiranim velikoserijskim traktorom *TORPEDO TD 75064 special* i prikolicom *ŠP-3K*. Traktor ima motor snage 55 kW. Masa traktora je 3250 kg, a masa prikolice 310 kg.

Radnicima su bila osigurana propisana osobna zaštitna sredstva pri radu: odijelo, čizme, rukavice i šljemovi s mrežicom i antifonima. Radnici su redovito nosili zaštitna odijela, čizme i rukavice. Većina radnika nije stavljala šljemove ili ih je upotrebljavala bez mrežice i antifona.

RADNICI  
 WORKERS

Praćen je rad osmorice radnika ujednačenih po stručnosti, fizičkoj snazi, iskustvu i zalaganju. Prosječna starost radnika bila je 25 godina sa šestogodišnjim iskustvom na poslovima šumskog radnika. Ti su radnici desetodnevni specijalističkim obrazovanjem bili osposobljeni za rad na sječi i izradi.



## PLAN I SADRŽAJ ISTRAŽIVANJA METHODS, PLAN AND CONTENTS OF INVESTIGATION

Istraživanjem su obuhvaćeni:

- elementi radnog vremena,
- radni učinak,
- radni uvjeti,
- potrošnja goriva i maziva motornih pila,
- opterećenje radnika bukom,
- oštećivanje sastojine.

### ELEMENTI RADNOG VREMENA TIME ELEMENTS

Definicija ukupnoga radnog vremena – Definition of control time

Ukupno radno vrijeme pri sječi i izradi drva je vrijeme koje je radnik utrošio od ulaska u sječinu na početku rada do izlaska iz sječine nakon završetka rada. Tako utvrđeno radno vrijeme obuhvaća sve dijelove čistoga vremena (*efektivno vrijeme*) i sve prekide rada bez obzira na uzroke tih prekida – *opće ili dodatno vrijeme*.

Struktura čistoga vremena obuhvaća:

**Prijelaz do sječnog stabla (PRIJELAZ-SJEČA)** obuhvaća uzimanje alata, prijelaz do sječnog stabla i odlaganje alata.

**Stablovno vrijeme (STABLOVNO)** obuhvaća utvrđivanje smjera obaranja stabla, čišćenje okolice stabla, obradu žilišta, obaranje stabla, kresanje i uspostavljanje šumskog reda. Te smo aktivnosti snimali kao jednu cjelinu.

**Oslobađanje zapelih stabala (OSLOBAĐANJE)** obuhvaća sve zahvate oko oslobađanje zapeloga stabla. Završava kada stablo padne na tlo.

**Sortimentno vrijeme (SORTIMENTNA)** obuhvaća vrijeme izrade svih sortimenata na stablu.

U strukturi čistoga vremena razgraničeno je u svakoj operaciji trajanje rada motornom pilom (ČVsaMP) od trajanja rada bez motorne pile (ČVbezMP). Tako se utvrdilo trajanje rada pilom u pojedinoj grupi operacija i u ukupnom radnom vremenu.

Struktura prekida rada ili općih vremena obuhvaća:

**Pripremono-završno vrijeme (PZV)** obuhvaća vrijeme od ulaska u sječinu do dolaska na mjesto rada, tj. do prvoga sječnog stabla, odlaganje stvari, prijelaz do prvoga sječnog stabla, odlazak do mjesta za odmaranje i povratak, sakupljanje stvari i pripremu za odlazak s posla.

**Potrebni prekidi rada (PPR)** obuhvaćaju prekide rada zbog osobnih potreba radnika, održavanja alata i opreme, ulijevanja goriva i maziva, dogovora. Pri snimanju smo ova vremena razgraničili po uzrocima prekida rada.

**Nepotrebni prekidi rada (NEPOTREBNI PREKIDI)** obuhvaćaju neopravdane prekide rada zbog nepotrebnih razgovora, prekomjernih odmora, traženja zaboravljenoga alata itd.

**Slučajni gubici** obuhvaćaju prekide rada zbog ozljeda radnika, pružanja pomoći drugom radniku, prekide zbog nevremena...

Kod načina GSVM i GDVM pri grupnom radu radnika definirane su dodatne operacije u radnom vremenu.

**Kopčanje** obuhvaća razvlačenje užeta, uhrpavanje i vezanje komada u tovar pri privlačenju drva u grupnom radu.

**Prijelaz zbog grupnoga rada (PRIJELAZ-GR)** obuhvaća vrijeme prijelaza sjekača od trenutnog mjesta sječe do mjesta kopčanja i povratak na mjesto sječe.

**Prekidi zbog grupnoga rada (PREKIDI ZBOG GR)** obuhvaćaju sve zastoje u radu sjekača koji su posljedica čekanja u grupnom radu.

Kod načina GDVM pratili smo također rad sjekača na pomoćnom stovarištu. S tim u vezi definirali smo ove operacije u efektivnom vremenu:

**Otkopčavanje** obuhvaća vrijeme koje sjekač utroši na odvezivanje privučenog tovara.

**Prepiljivanje** obuhvaća sve zahvate koje radnik obavlja radi izrade ili dorade sortimenata.

**Ručno uhrpavanje** obuhvaća aktivnosti sjekača na pomoćnom stovarištu koje se odnose na ručno privlačenje onih komada koji se nalaze izvan dohvata kraka dizalice. Time su izbjegnuta prečesta premještanja dizalice na uhrpavanju i sortiranju sortimenata.

## DETALJNO SNIMANJE RADA DETAILED WORK STUDY

Detaljno mjerenje činitelja rada obuhvatilo je mjerenje vremena radnih operacija, mjerenje radnih učinaka te mjerenje faktora rada i uvjeta u kojima se radi.

## MJERENJE ČINITELJA RADA MEASUREMENT OF WORK FACTORS

Trajanje radnih operacija u strukturi radnoga vremena utvrdilo se metodom kronometrije. Upotrijebljeni su kronometri *Omega*. Primijenila se povratna metoda mjerenja vremena. Kronometri su imali minutni krug s centezimalnom podjelom. Točnost očitavanja vremena iznosila je 1/100 minute (*1 stotinka*). Kontrolna vremena očitavala su se sa sata s točnošću očitavanja od 1 sekunde.

Izmjerena vremena na terenu evidentirana su metodom kontiranja. Tako evidentirani podaci prikladni su za kompjutorsku obradu. Podaci su evidentirani u *snimački list*. Ostali izmjereni i procijenjeni elementi rada evidentirali su se u poseban obrazac – *prilog podacima jednodnevnog praćenja i mjerenja rada*.

Radni učinak koji su radnici ostvarivali pri sječi iskazan je oborenim stablima i izrađenim obujmom ( $m^3$ ) sortimenata – trupaca, tanke oblovine, ogrjevna drva ili višemetarskoga drva. Duljine oblovine (L) mjerile su se letvom s točnošću očitavanja od 1 dm. Najmanji srednji promjeri bez kore (DBK) bili su za trupce 25 cm, a za tanku oblovinu 16 cm. Promjere oblovine mjerili smo promjerkom u sredini duljine komada s točnošću očitavanja od 1 cm. Ogrjevno drvo izrađivalo se u oblice duljine 1 m. Oblice sa srednjim promjerom većim od 15 cm cijepane su u više komada. Ogrjevno drvo se slagalo u složajeve minimalne veličine 0,25 »prostornih metara«. Sadržaj ogrjevna drva utvrđivali smo mjerenjem obujma složaja i izražavali u kubnim metrima. Faktor za preračunavanje sadržaja drva u  $m^3$  nismo posebno

utvrđivali. Upotrijebili smo odnos 1 *prostorni metar* = 0,7 m<sup>3</sup> kojim se koriste pri poslovanju u *Gospodarstvu*. Neizrađeno oblo drvo i granjevina ostajali su u sastojini. U ukupnom radnom učinku prikazali smo ga kao **otpad**.

## UTVRĐIVANJE RADNIH UVJETA WORKING CONDITIONS

Čitav niz najrazličitijih uvjeta djeluje na proizvodnost rada pri sječi. Mi smo obuhvatili one najznačajnije – sastojinske i terenske uvjete. Sastojinski uvjeti definirani su ovim parametrima:

- količinom doznačenog bruto drva,
- očekivanom strukturom neto drva,
- srednjim prsnim promjerom doznačenih stabala,
- srednjim obujmom doznačenih stabala,
- brojem stabala po hektaru,
- brojem doznačenih stabala po ha (intenzitet doznake).

## POTROŠNJA GORIVA I MAZIVA MOTORNIH PILA FUEL AND OIL CONSUMPTION OF CHAIN POWER SAWS

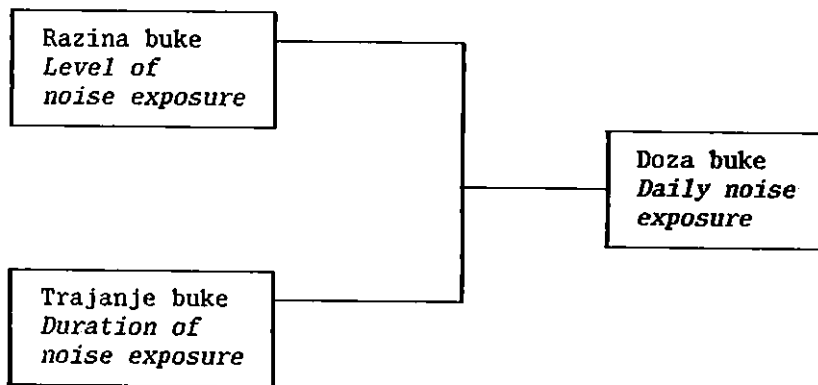
Prema Rebuli (1985) udio troškova za gorivo i mazivo pile iznosi 6–7% od ukupnih izravnih troškova sječe i izrade. Prema Vondri (1989) za sječu i izradu drva u društvenim šumama Jugoslavije utroši se godišnje približno 4900 tona goriva i oko 2380 tona maziva. U Hrvatskoj se utroši 1400 tona goriva i 700 tona maziva godišnje.

Mjerenje potrošnje goriva i maziva motorne pile pri sječi i izradi obavilo se baždarenim kanistrima. Na početku rada radnici su ulijevali gorivo i mazivo u prazne rezervoare. Na kraju radne smjene nepotrošeno gorivo i mazivo vraćeno je u kanistre. Razlika očitavanja na skali kanistra daje potrošnju goriva za izvršeni rad u radnoj smjeni. Potrošnja se očitavala s točnošću od 1 decilitra.

## OPTEREĆENJE RADNIKA BUKOM MOTORNE PILE DAILY NOISE EXPOSURE ON POWER SAW

Sječu i izradu drva radnik obavlja motornom pilom lančanicom. Pritom je izložen buci koja se po razini, frekvencijskom sastavu i prekidima mijenja tijekom dana bez ikakva pravila. Razina buke je tolika da pri stalnom djelovanju na radnikovo uho za vrlo kratko vrijeme uzrokuje oštećenje sluha, pa čak i gluhost. Prema Buhnjevićevim (1983) istraživanjima od 1520 pregledanih šumskih radnika kod 88% utvrđeno je oštećenje sluha. Kod 18% radnika ustanovilo se teško oštećenje sluha.

Za određivanje dnevnog opterećenja sjekača bukom mjerila se doza buke. Mjerenja su provedena dozimetrom. Mikrofon dozimetra pričvrstio se u blizini



Slika 3. Predodžba doze buke (prema Severu, 1989)

Fig. 3. Conception of noise exposure (by Sever, 1989)

sjekačeva uha. Upotrijebljena su dva tipa dozimetra proizvođača Bruel & Kjaer: B&K 4224 i B&K 4428.

Dozimetar mjeri ukupnu zvučnu energiju koju primi radnik tijekom radnoga dana. U dozimetar je ugrađen korekcijski filter koji određuje frekvencijsko područje dozimetra. Karakteristika filtra donekle odgovara frekvencijskim karakteristikama ljudskoga uha. Prema *Pravilniku o općim mjerama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama* upotrijebljen je filter A. Veličina koja se dobiva mjerenjem je razina buke. Uz jedinicu mjerenja označuje se i primijenjeni filter – dB(A).

## MATEMATIČKO-STATISTIČKA OBRADA PODATAKA PROCESSING OF THE RECORDED DATA

Matematičko-statistička obrada podataka obavljena je uz pomoć personalnog kompjutera. Obrada je provedena po ovim fazama:

- unošenje snimljenih podataka na medij kompjutera i stvaranje datoteka podataka za daljnju obradu,
- definiranje zahtjeva s obzirom na cilj i razinu pojedinih obrada,
- izbor metoda analize ili funkcija izjednačenja,
- izrada programskoga rješenja,
- izračunavanje traženih parametara,
- testiranje i analiza rezultata,
- zahtjev za dodatnim analizama ili dizajniranje izlaza.

Pri obradi podataka sječe i izrade drva jedinice obrade predstavljali su izmjereni podaci o trajanju operacija ili grupa operacija u danu.

Funkcijski modeli ovisnosti između pojedinih činilaca rada utvrdili su se primjenom linearne regresijske analize. Značajnost razlika testirala se prikladnim testovima.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA RESEARCH RESULTS

### ANALIZA RADNOG VREMENA ANALYSIS OF TOTAL WORKING TIME

Ukupno radno vrijeme praćeno je po načinima rada i razvrstano na sljedeći način:

- rad na sječi i izradi drva,
- primanje sortimenata,
- prekid rada zbog oborina.

Navedenu strukturu ukupnoga radnog vremena prikazuje tablica 2.

Rad na sječi i izradi drva obuhvaća čisto (efektivno) vrijeme i prekide rada (opća ili dodatna vremena). U svim načinima sječe najviše vremena otpada na samu sječū i izradu drvnih sortimenata – prosječno 82,3%.

Ukupno radno vrijeme pri sječi i izradi drva

Tab. 2.

*Total working time in the felling and wood processing*

Pokazatelji <i>Elements</i>	Način rada - <i>Working methods</i>					
	ISM1	ISM2	ISVM	GSVM	GDVM	$\Sigma$ -Total
Ukupno trajanje rada <i>Total working time</i>						
• dana-days	83	44	23	39	36	225
• sati-hours	623	322	250	258	119	1572
• $\Sigma$ - Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Sječa i izrada <i>Felling and wood processing time</i>						
• sati-hours	524	274	209	180	107	1294
• % od ukupnoga • % of total	84,11	85,09	83,60	69,76	89,92	82,31
Prekidi rada zbog oborina <i>Interruption of work due to rainfalls</i>						
• sati-hours	64	32	12	60	0	168
• % od ukupnoga • % of total	10,27	9,94	4,80	23,26	0	10,69
Primanje sortimenata <i>Work output measuring</i>						
• sati-hours	35	16	29	18	12	110
• % od ukupnoga • % of total	5,62	4,97	11,60	6,98	10,08	7,00

Najmanji dio ukupnoga radnog vremena odnosi se na primanje sortimenata – prosječno 7,0%. Pri sječi s individualnim radom radnika (ISM1, ISM2, ISVM) primanje sortimenata obavljali su u sječini poslovođa i dva radnika. Pri grupnom radu primanje sortimenata (GSVM, GDVM) obavili su na pomoćnom stovarištu poslovođa i pomoćni radnik.

Prekidi rada uzrokovani oborinama sudjeluju u ukupnom radnom vremenu s 10,7%.

Za sječu i izradu drva u odjelu 26a radnici su utrošili 225 radniko-dana ili 81,82;% od, po normama Gospodarstva, planiranoga vremena. Međutim, radnici su pritom izradili tek 91% očekivanih drvnih sortimenata.

### Ostvareni radni učinci – Realized work output

U 225 radniko-dana u čitavom odjelu posječeno je ukupno 5400 stabala i izrađeno je svim načinima sječe ukupno 1348,46 m<sup>3</sup> neto drva. U neto drvu bilo je 37% tehničke oblovine, 37% višemetarskoga drva i 26% ogrjevnoga drva.

Strukturu radnoga učinka za pojedini način sječe i sumarno prikazuje tablica 3.

Iz tablice 3. vidi se da su znatna odstupanja u količinama izrađenog drva u odnosu na planirane.

Sumarno u čitavom odjelu u odnosu na planirane količine izrađeno je:

- 9% manje neto drva,
- 16% više oblovine,
- 27% manje ogrjeva,
- 14% manje sitnoga industrijskog drva,
- 9% više otpada.

*Pri izradi tankih stabala sjekač je sklon da ne izradi zadnji najtanji 4-metarski dio oblovine. Ovršak debla je često nepravilan i okružen brojnim isprepeltenim grančicama zbog čega njegova izrada zahtijeva mnogo vremena, a rezultira malim učinkom.*

Podaci o izrađenom drvu

Tab. 3.

*Data of cut wood*

Način rada <i>Working methods</i>	Tehnička oblovin <i>Roundwood</i>	Višemetarsko drvo <i>Multi-meter stacked wood</i>	Ogrjevno drvo <i>1-meter stacked wood</i>	Ukupno svih sortimenata <i>Total net volume of wood</i>	Otpad <i>Cuttings</i>
	m <sup>3</sup> - cu.m.				%
ISM1	129,64		233,70	363,34	13,9
ISM2	113,52		111,67	225,19	29,2
ISVM	148,32	160,51		308,83	21,0
GSVM	42,06	164,00		206,06	1,9
GDVM	70,04	175,00		245,04	11,5
<i>E-Total Plan</i>	503,58 434,00	499,51 580,00	345,37 471,00	1348,46 1485,00	16,7 8,2
<i>Index</i>	1,16	0,86	0,73	0,91	

## Analiza vremena sječe i izrade drva Control time analysis

Detaljno su snimljena 47 radniko-dana. Pritom su posječena 1452 stabala i izrađeno je približno 300 m<sup>3</sup> drva. To čini oko 20% ukupnoga vremena sječe i izrade drva u pokusu.

S obzirom na tok rada pri sječi i izradi između načina ISM1 i ISM2 ne postoje nikakve razlike. Budući da je riječ o istom načinu rada, u daljim analizama promatrat će se kao jedan način rada s oznakom ISM. Rad radnika na pomoćnom stovarišu pri GDVM analizirat će se odvojeno. Označen je oznakom PS.

Prosječno trajanje radnoga dana (*ostvareno radno vrijeme* – RDs) u danima detaljnih mjerenja iznosilo je od 350 minuta pri GSVM do 440 minuta pri ISM ili prosječno za sve načine 408 minuta.

Podaci o detaljnom snimanju nalaze se u tablici 4.

Iskorištenost radnoga vremena (I) izračunata je po formuli

$$I = \frac{DRs}{480}$$

Podaci o detaljnom snimanju sječe i izrade

Tab. 4.

*Data of a detail work study at wood felling  
 and primary processing*

Način rada <i>Working methods</i>	Veličina uzorka <i>Sample size</i>			RDs	$\frac{RDs}{480}$
	Dana <i>Days</i>	Stabala <i>Trees</i>	Radnika <i>Workers</i>	Minuta <i>min</i>	
ISM	16	257	8	440	0,92
ISVM	7	279	3	428	0,89
GSVM	12	547	6	402	0,84
GDVM	9	369	5	350	0,73
PS	3	-	2	393	0,82
<b><math>\Sigma</math>-Total</b>	<b>47</b>	<b>1452</b>		<b>408</b>	<b>0,85</b>

### Struktura radnoga vremena – Work place time structure

*Ostvarena struktura radnoga vremena* utvrđena je mjerenjem utroška vremena za izvršenje pojedine radne operacije ili grupe operacije. Da bi se osigurala usporedivost načina rada izračunali su se apsolutni iznosi trajanja radnih operacija u 8-satnom radnom danu po formuli

$$Tp(A) = Vs(A)RDs \cdot 480 \text{ (min)}$$

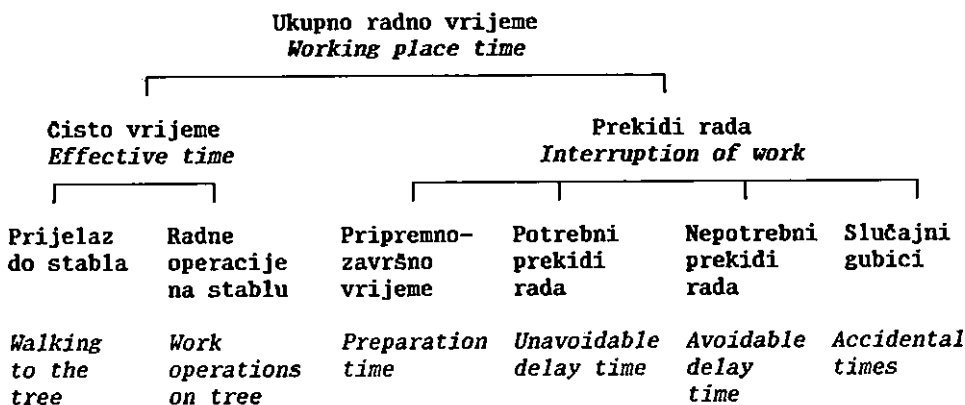
Simboli imaju ovo značenje:

$T_p(A)$  – trajanje operacije A u 8-satnom radnom vremenu, min

$V_s(A)$  – snimanjem utvrđeno trajanje operacije A u ostvarenom radnom vremenu, stotinki (cmin)

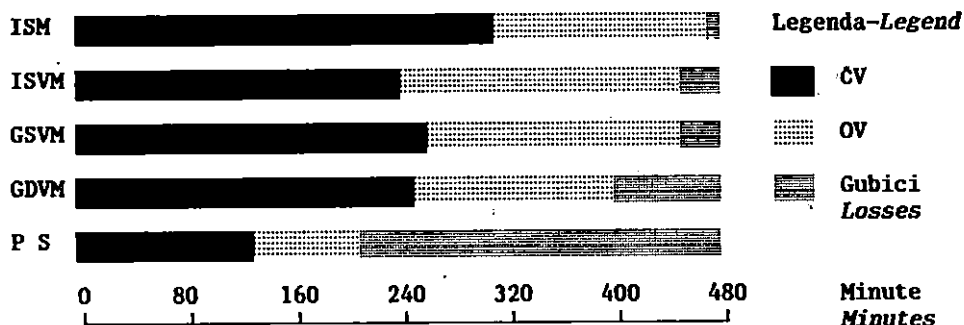
RDs – prosječno radno vrijeme pri snimanju, cmin

Rezultat ove transformacije je struktura 8-satnoga radnog dana koja se nalazi u tablici 5. i na slici 5.



Slika 4. Struktura dnevnoga radnog vremena pri snimanju.

Fig. 4. Structure of daily working place time



Slika 5. Struktura ukupnoga dnevnoga radnog vremena

Fig. 5. Structure of daily working place time



Struktura 8-satnoga radnog dana

Tab. 5.

Structure of standard working place time (480 min)

Radna operacija <i>Work operation</i>	Način rada - <i>Working methods</i>			
	ISM	ISVM	GSVM	GDVM
	min			
1 Prijelaz - sječa <i>Time of walking to the tree</i>	11	44	18	17
2 Prijelaz - GR <i>Time of walking due to binding and bundling in the group work</i>	-	-	2	1
A Prijelaz (1-2) <i>Total walking time</i>	11	44	20	18
3 ČVsAMP-stablovna <i>Stem time - felling, limbing (by power saw)</i>	41	128	42	82
4 ČVsAMP-oslobađanje <i>Time for freeing the hung-up trees (by power saw)</i>	13	6	2	1
5 ČVsAMP-sortimentna <i>Assortment time (by power saw)</i>	60	60	105	45
ČVsAMP (3-5)	114	194	149	128
6 ČVbezMP-stablovna <i>Stem time (manual)</i>	0	0	0	0
7 ČVbezMP-oslobađanje <i>Time for freeing the hung-up trees (manual)</i>	1	2	10	7
8 ČVbezMP-sortimentna <i>Assortment time (manual)</i>	187	0	1	0
9 ČVbezMP-kopčanje <i>Time for binding of logs</i>	-	-	86	94
ČVbezMP (6-9)	188	2	97	101
B Čisto vrijeme (3-9) <i>Effective time</i>	302	196	246	229

Tab. 5a. (nastavak-continue)

Struktura 8-satnoga radnog dana

Structure of standard working place time (480 min)

Radna operacija <i>Work operation</i>	Način rada - <i>Working methods</i>			
	ISM	ISVM	GSVM	GDVM
	min			
10 PZV <i>Preparation time</i>	36	49	52	42
11 Ppr-radnik <i>Personal delay time</i>	85	108	79	56
12 Ppr-sredstvo <i>Tools delay time</i>	26	40	36	16
13 Ppr-oštrenje lanca <i>Chain sharpening delay time</i>	6	13	3	4
14 Ppr-organizacija <i>Work delay time</i>	0	1	16	30
15 Ppr-ostalo <i>Delay time - other</i>	3	2	2	5
<b>C Opće vrijeme (10-15) <i>Delay time</i></b>	<b>156</b>	<b>213</b>	<b>188</b>	<b>153</b>
16 Prekidi zbog GR <i>Waiting due to chain system of work</i>	-	-	14	14
17 Nepotrebni prekidi <i>Avoidable delay time</i>	8	20	8	58
18 Slučajni gubici <i>Accidental time</i>	3	7	4	8
<b>D Gubici (16-18) <i>Losses</i></b>	<b>11</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>80</b>
<b>Normalno radno vrijeme <i>Standard working time</i></b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>

## Struktura radnoga vremena pri radu na pomoćnom stovarištu

### Work place time structure at road-side storage place

Ova se struktura utvrdila na osnovi trodnevnoga praćenja rada sjekača na pomoćnom stovarištu. Radnik je bio u sastavu grupe koja je istovremeno obarala, izrađivala i privlačila drvo. Grupu su činila 3 sjekača u sječini, 3 traktorista s 3 traktora s vitlom i sjekač na pomoćnom stovarištu. Prosječna udaljenost privlačenja iznosila je 230 metara. Na pomoćnom stovarištu dizaličar je sortirao i uhrpavao drva samohodnom dizalicom.

Trajanje radnih operacija u 8-satnom radnom danu izračunato je ranije navede navedenom transformacijom i prikazano u tablici 6.

Osnovni uzrok neočekivano velikih gubitaka vremena je vrlo nizak stupanj organizacije grupnoga rada. Radnik na pomoćnom stovarištu prečesto i predugo je ostajao bez drva za rad.

## Vrijeme prijelaza – Walking to tree time

*Izbor najkraćega mogućeg puta je kombinacija najkraćega, najprohodnijega, najsigurnijega i najlakše savladivoga smjera. Da li će radnik iskoristiti sve navedene prednosti na putu do sljedećega stabla, ovisi u prvom redu o njegovoj snalazljivosti, kondiciji i iskustvu.*

Pri detaljnom snimanju utvrđen je utrošak vremena za prijelaz od stabla do stabla. Duljine koje su radnici pritom prelazili nisu mjerene. Srednja teorijska udaljenost među doznačenim stablima iznosila je 12 metara

Trajanje prijelaza iznosi od 3,5% do 18,3% ili prosječno oko 8,5% čistoga vremena. Trajanje prijelaza bilo je prosječno 23 minute u danu. Prosječna brzina kretanja bila je 1,01 km/h. Razlike u trajanju prijelaza među načinima rada su slučajne ili su posljedica dnevnoga stanja podloge i utjecaja faktora čovjeka.

## Oslobađanje zapelih stabala – Freeing hung-up trees

Zapinjanje stabala javlja se u svim sastojinama, svim metodama rada i kod svih radnika. Ipak vrlo je rijetko u dovršnim i čistim sječama, a razmjerno redovito u prorednim sječama.

Odlučujući uzroci zapinjanja stabala u proredama mladih sastojina bili su:

- a.) velika gustoća doznačenih i nedoznačenih stabala u sastojini potpunoga sklopa,
- b.) relativno male dimenzije stabala s nedovoljnom masom krošnje koja bi pri padu oborila stablo na tlo.

Utvrđeno je trajanje oslobađanja za svako zapelo stablo. Odvojeno su praćeni zahvati oslobađanja koje radnik obavlja pilom od onih koje obavlja ručno.

Od ukupno 1452 psoječena stabla pri obaranju su zapela 422 ili 29%. U strukturi čistoga vremena sječe i izrade drva oslobađanje zapelih stabala sudjeluje s 3,9%.

*U ovakvim sastojinama problem obaranja naglašen je kod svakog stabla. Sjekač nastoji oboriti stablo bez zaustavljanja. Tome podređuje i smjer obaranja stabla, pri čemu rijetko vodi računa o smjeru privlačenja drva.*

Struktura radnoga vremena pri radu  
 na pomoćnom stovarištu

Tab. 6.

*Daily working time of operator at  
 road-side storage place*

Radna operacija-Work operation	min	%
ČVsaMP prerezivanje <i>transverse cutting</i>	112	
ČVbezMP otkopčavanje <i>unbinding</i>	14	
ČVbezMP ručno uhrpavanje <i>manual bundling</i>	8	
<b>Čisto vrijeme</b> <i>Effective time</i>	134	27,9 %
Pripremno-završno vrijeme <i>Preparation time</i>	13	
Potrebni prekidi rada <i>Unavoidable delay time</i>		
Zbog radnika <i>Personal rests</i>	41	
Zbog sredstva <i>Due to tools</i>	9	
Zbog oštrenja lanca <i>Due to chain sharpening</i>	11	
Ostalo <i>Other</i>	5	
<b>Opće vrijeme</b> <i>Delay time</i>	79	16,5 %
Prekidi zbog grupnog rada <i>Waiting due to chain system of work</i>	200	
Nepotrebni prekidi <i>Avoidable delay time</i>	64	
Slučajni gubici <i>Accidental time</i>	3	
<b>Gubici</b> <i>Losses</i>	267	55,6 %
<b>Normalno vrijeme</b> <i>Standard working time</i>	480	100,0 %

Prosječno zapinje 10 stabala u danu. Za oslobađanje tih stabala radnik utroši 11 minuta dnevno – 6 minuta oslobađanja motornom pilom i 5 minuta oslobađanja bez pile.

*S obzirom na utrošeno vrijeme za otkačivanja zapelih stabala može se zaključiti da usprkos povećanoj opasnosti radnici spretno i brzo oslobode takva stabla.*

*S psihološkoga gledišta zapinjanje stabla je izvanredna pojava – »incident« u toku radnoga procesa. Iako su zapinjanja, osobito u mladim sastojinama, neizbježna, a time i opravdana, sasvim je sigurno da ih radnici doživljavaju vrlo osobno – zacijelo više kao neuspjeh nego kao peh. Nastojeći prevladati izazvani negativan doživljaj, radnik poduzima sam i bez odgovarajućega alata različite, najčešće nepropisne postupke oslobađanja zaustavljenoga stabla. Karakteristike tih radnji su višestruko povećana opasnost za život radnika, narušavanje energijske stabilnosti organizma i niži stupanj iskorištenosti drva.*

## ANALIZA VREMENA I PROIZVODNOST RADA PRI SJEČI I IZRADI DRVA UTILIZED TIME ANALYSIS AND WORK PRODUCTIVITY AT WOOD FELLING AND PROCESSING

### Efektivno vrijeme – Effective time

Zbir stablovog i sortimentnog vremena u 8-satnom radnom danu čini *ukupno čisto vrijeme* (ČV). Prosječno dnevno ČV po načinima sječe prikazuje tablica 5.

U čistom vremenu razgraničilo se trajanje rada motornom pilom (ČVsaMP) od rada bez pile (ČVbezMP).

Udio rada pilom u ukupnom čistom vremenu uzet je kao *stupanj mehaniziranosti rada* (SM).

$$SM = \frac{\text{ČVsaMP}}{\text{ČV}}$$

Trajanje rada pilom među načinima rada uspoređeno je t-testom.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}, \quad \begin{array}{l} \bar{X} - \text{prosječno dnevno trajanje rada pilom, min} \\ n - \text{radniko-dani} \end{array}$$

Na osnovi testiranja zaključili smo:

- Trajanje rada pilom pri ISVM značajno je veće u odnosu na ostale načine rada. Dnevno iznosi 196 minuta ili 41% URV. U ukupnom čistom vremenu sudjeluje s 99,5%.
- Pri izradi jednog metarskoga ogrjevnog drva (ISM) dnevno trajanje rada pilom iznosi 114 minuta ili 24% URV, što je statistički značajno manje u usporedbi s ostalim načinima.
- Kod grupnoga rada nema razlike u trajanju rada pilom između GSVM i GDVM. Kod oba načina to vrijeme iznosi približno 30% URV.

**Tab. 7.** Trajanje rada pilom i stupanj mehaniziranosti rada  
*Work duration of operator with power saw  
 and degree of mechanized work*

Pokazatelji <i>Elements</i>	Način rada - <i>Working methods</i>				
	ISM	ISVM	GSVM	GDVM	PS
ČVsaMP, min	114	194	149	128	112
ČV, min	302	196	246	229	134
Stupanj mehaniziranosti <i>Degree of mechanized work</i>	0,38	0,99	0,61	0,56	0,84

Udio ČVsaMP pri grupnom radu (GSVM, GDVM) iznosi 60,41% i 56,33% ČV i opravdava angažiranje radnika na operacijama bez pile. Promjenom radnoga mjesta u istom radnom danu sjekač obavlja i poslove kopčasa čime se rasterećuje rada motornom pilom. Iako izrađuje istovrsne sortimente kao i pri ISVM, vrijeme rada pilom je prepolovljeno.

Trajanje ručnoga rada pri izradi oblovine i jednometarskoga prostornog drva iznosi 188 minuta što je značajno veće u odnosu na ostale načine rada. Zbog značajnoga udjela ručnoga rada ovdje se utvrdio i najmanji stupanj mehaniziranosti rada (0,38).

Najveći stupanj mehaniziranosti rada (0,99) utvrdio se pri sječi i izradi oblovine i višemetarskoga drva individualnim radom; sjekač gotovo isključivo radi pilom. Tek 1% radnih operacija u čistom vremenu radnik obavlja ručno.

Pri grupnom radu sjekač je tokom dana angažiran i na operacijama privlačenja drva – uhrapava drvo, razvlači užad i vezuje teret. Trajanje ručnoga rada u danu pritom iznosi približno 100 minuta i znatno utječe na mehaniziranost rada radnika. Pri GSVM stupanj mehaniziranosti iznosi 0,61, a pri GDVM 0,56.

Rad na pomoćnom stovarištu uglavnom zahtijeva upotrebu pile. Čak 84% čistoga vremena otpada na rad pilom. Ostale aktivnosti u čistom vremenu radnik obavlja ručno. To se odnosi na otkopčavanje privučenog drva i ručno privlačenje oblovine ili višemetarskoga drva na dohvat kraka dizalice. Te aktivnosti traju prosječno 22 minute dnevno.

#### Komparativna analiza čistog vremena po načinima rada Comparative analysis of effective times between work methods

Praćeni načini usporedili su se u pogledu prosječnoga dnevnoga čistoga vremena iz tablica 5.i.6.

**Tab. 8.** Prosječno dnevno čisto vrijeme  
*Average of daily effective time*

Pokazatelji <i>Elements</i>	Način rada - <i>Working methods</i>				
	ISM	ISVM	GSVM	GDVM	PS
ČV, min	302	196	246	229	134
STD, min	25	30	40	23	45
ČV/URV, %	62,9	40,8	51,3	47,7	27,9

Praćeni načini usporedili su se u pogledu prosječnoga dnevnoga čistog vremena iz tablica 5. i 6.

Prosječno čisto vrijeme u 8-satnom radnom danu (ČV) i pripadajuće mu rasipanje (STD) te udio ČV u ukupnom radnom vremenu (URV) prikazali smo u tablici 8.

Očigledno je da se i bez provedenih testiranja sa sigurnošću može tvrditi da među pojedinim načinima postoje značajne razlike u pogledu ČV.

Da bi se utvrdilo da li postoje značajne razlike među načinima sječe i izrade s obzirom na ČV, testirane su razlike između prosječnih vrijednosti ČV metodom J. S. Turkeya koju je adaptirao Snedecor.

Testiranjem je dobiveno sljedeće:

Efektivno vrijeme rada najduže je pri ISM, prosječno 302 minute u danu što je značajno više u odnosu na ostale načine. Takva iskorištenost radnoga vremena objašnjava se uvježbanošću i iskustvom radnika pri dugogodišnjem radu tokom kojega su radnici dosegli vlastite optimume, odnosno najpovoljniji odnos između uložene energije i radnoga efekta. Pritom dosegnuta ravnoteža svih faktora u radu dopušta radnicima duže trajanje efektivnoga rada u danu. Pretpostavljamo da pri ostalim načinima rada, koji su novijega datuma, većina radnika još uvijek nema izgrađene takve optimume.

Pri grupnom radu efektivno vrijeme čini približno polovinu ukupnoga radnoga vremena. Boljom organizacijom u grupnom radu taj bi udio mogao biti mnogo veći. Vremena čekanja pri grupnom radu (26 minuta pri GSVM, 80 minuta pri GDVM) potvrda su da uvjeti za to postoje.

Zabrinjava iskorištenost radnoga vremena sjekača na pomoćnom stovarištu. Trajanje čistog vremena iznosi 134 minute u danu ili tek 27,9% od URV. Pri snimanju rada utvrdili smo dnevne gubitke vremena u iznosu od 264 minute. Gubici uzrokovani niskim stupnjem organizacije grupnoga rada, zbog čega je radnik prečesto i predugo ostajao bez drva za rad, iznosili su čak 200 minuta. Ne bi valjalo čitavu organizaciju rada podrediti iskorištavanju radnika na PS, ali bi o tom trebalo voditi više računa pri projektiranju i planiranju broja ljudi i sredstava u grupnom radu.

U usporedbi s ostalim načinima pri ISVM utvrdio se statistički značajno manji iznos ČV u radnom danu. Trajanje ČV u iznosu od samo 196 minuta dnevno objašnjavamo pojačanim intenzitetom rada, što zahtijeva učestale i dugotrajne prekide rada, osobito za odmaranje radnika. To se ogleda i u strukturi radnog dana u kojoj ČV sudjeluje s 40,8% nasuprot općem vremenu i gubicima koji sudjeluju s 59,2%.

*S obzirom da trajanje dnevnoga odmaranja radnika također pokazuje značajnu ovisnost o vremenu rada pilom, smatramo da je stupanj mehaniziranosti i pokazatelj intenzivnosti rada.*

### **Rad sjekača u fazi privlačenja pri grupnom radu** The role of cutter at team work on wood felling and skidding

Dnevno angažiranje sjekača na privlačenju drva pri GSVM i GDVM obuhvaća:

- prijelaz sjekača od mjesta sječe do mjesta formiranja tovara ili kopčanja (Prijelaz-GR),
- uhrpavanje i kopčanje pri privlačenju (ČVbezMP-kopčanje).

U tom vremenu razgraničili smo vrijeme sakupljanja i uhrpavanja drva (uhrpavanje) od razvlačenja užeta i kopčanja (vezanje).

Dnevni rad sjekača na privlačenju iznosio je 88 minuta pri GSVM, odnosno 95 minuta pri GDVM. U strukturi tih iznosa vezanje sudjeluje s 60%, uhrpavanje s 39%, a prijelaz tek s 1%.

*Iskustvo sjekača je od presudne važnosti, posebno u grupnom radu. Iskusan sjekač usmjerava traktorista pri kretanju kroz sastojinu, planira količinu i sadržaj tereta pojedine ture.*

*U vremenu između dvaju dolazaka traktora većina sjekača isključivo obara i izrađuje stabla, a tek po dolasku traktora uhrpava drva. Pritom veliki broj neuhrpanih sortimenata onemogućava prilaz traktora do mjesta gdje sjekač priprema složaj za vuču.*

*Zbog tek djelomične usklađenosti sudionika pri grupnom radu planirani efekti nisu u potpunosti ostvareni. Sjekač nastoji, osim angažiranja na privlačenju, ostvariti radni učinak jednak onome koji bi ostvario radom isključivo na sječi i izradi. Razvijanje svijesti o zajedničkom radnom učinku, a posebno o drugim pogodnostima i efektima tako organiziranoga rada tek predstoji.*

### **Opće vrijeme pri sječi i izradi drva** Delay time at felling and primary wood conversion

Pri snimanju rada razvrstali su se prekidi rada, na temelju poznavanja radnoga procesa i subjektivne ocjene o karakteru prekida, na potrebne i nepotrebne prekide rada. U ukupno snimljenom vremenu na slučajne gubitke i nepotrebne prekide rada otpada 6,62%. Budući da su ta vremena po svom sadržaju nepotrebna ili slučajna, nisu ovdje posebno analizirana.

### **Pripremno-završno vrijeme – Preparation time**

Pripremno-završno vrijeme iznosi prosječno 44 minute ili 9,17% dnevno, bez značajnih razlika u njegovu trajanju među načinima sječe.

Vondra je (1989) pri znatno opsežnijim istraživanjima sječe i izrade drva utvrdio iznos PZV u rasponu od 5,4% do 10% u ukupnom radnom vremenu.



## Odmori radnika pri sječi i izradi drva Personal delay time at felling and primary wood conversion

Pri snimanju rada na terenu radnici su se u toku radnoga dana odmarali slobodno i spontano po svojoj želji.

Za svaki način rada utvrdilo se dnevno trajanje odmora radnika. U 8-satnom radnom danu to vrijeme iznosi od 42 minute pri radu na pomoćnom stovarištu do 108 minuta pri ISVM.

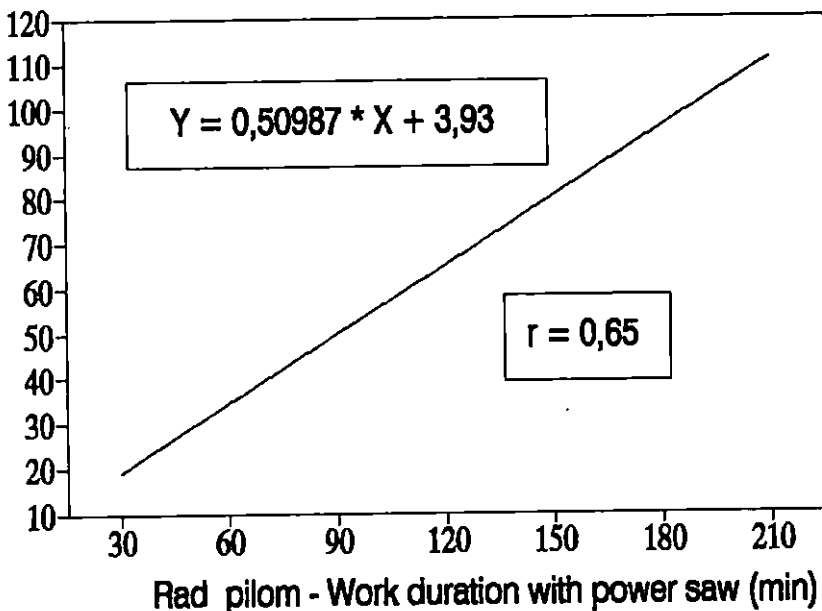
Odmori radnika čine približno 50% općega vremena pri individualnom radu (ISM, ISVM), odnosno 40% pri grupnom radu (GSVM, GDVM). Pri grupnom radu radnik je s promjenom radnoga mjesta (sjekač-kopčaš) mijenjao i karakter naprežanja, što je rezultiralo manjim utroškom vremena za odmaranje.

Osim izmjerenih odmora radnici su imali i »skriven« odmora. Njima su se koristili pri promjeni radnih operacija, predugim PZV vremenima i pri drugim prekidima rada. Na pomoćnom stovarištu, pri grupnom radu, radnik se odmarao između dvaju dolazaka traktora. To se vrijeme evidentiralo kao nepotrebno izgubljeno zbog organizacije rada (zbog nedostatka drva za rad). To je uzrok razmjerno malom trajanju odmora radnika na PS.

Istražila se ovisnost dnevnog trajanja odmora (Odmor) o vremenu rada pilom (ČVsAMP) u čistom vremenu (vidi graf. 1). Izračunati koeficijent korelacije iznosi 0,65, a utvrđenu vezu prikazuje jednadžba oblika

$$\text{Odmor} = 3,93 + 0,50987 \text{ ČVsAMP}, \quad \text{min}$$

### Odmor - Personal rest (min)



Graf 1. Ovisnost dnevnog odmora radnika o trajanju rada pilom  
Graph 1. Relation between personal rest and work duration by power saw

Duže trajanje rada motornom pilom zahtijeva i proporcionalno duže odmaranje. Svaka minuta rada pilom uvjetuje približno pola minute odmaranja radnika.

*Sjekač se redovito neracionalno odmara u toku rada. Rezultat je nejednačen režim rada s predugačkim intervalima rada pilom. Pritom snaga i koncentracija sjekača brže opadaju; povećava se broj zapelih i nedovršenih stabala.*

### Prekidi rada zbog motorne pile

Delay time due to power saw

Radnici su tijekom rada sami oštrili lanac i otklanjali manje kvarove pile. Lanac se oštrio bez skidanje s vodilice – ručno, turpijom, u sječini.

Dnevno trajanje prekida zbog pile utvrdilo se u rasponu od 20 minuta (4,2% URV) do 53 minute (11% URV). Iz tablice 5. vidimo da je najviše vremena za održavanje pile utrošeno pri ISVM (53 minute u danu), što je razumljivo jer je trajanje rada pilom pri ovom načinu značajno dulje u odnosu na ostale načine rada.

Radnik oštiri lanac prosječno dvaput na dan. Vrijeme jednog oštrenja iznosi oko 3 minute. Iznimno, pri radu na pomoćnom stovarištu sjekač oštiri lanac prosječno četiri puta i pritom utroši ukupno 8 minuta.

### Odnos čistoga i općega vremena

Ratio between effective and delay times

Za svaki način sječe utvrdio se iznos općeg vremena u ukupnom radnom vremenu (UVR). Apsolutni iznosi OV u 8-satnom radnom vremenu nalaze se u tablici 9. Ti se iznosi kreću u rasponu od 16% URV pri PS do 44% URV pri ISVM. Mali udio općeg vremena pri PS izlazi iz činjenice da se radnik odmarao, nalijevao gorivo, oštrio lanac u intervalima kada na pomoćnom stovarištu nije imao drva za izradu. Ti su se intervali evidentirali kao nepotrebno izgubljeno vrijeme zbog manjkavosti u organizaciji grupnoga rada. Pri GDVM to vrijeme čini 56% URV.

Opće vrijeme analiziralo se u ovisnosti o čistom vremenu na razini radnoga dana. Izračunate omjere OV/ČV prikazuje tablica 9.

Opće vrijeme pri sječi i izradi drva

Tab. 9.

*Delay time at felling and wood processing*

Pokazatelji <i>Elements</i>	Način rada - <i>Working methods</i>				
	ISM	ISVM	GSVM	GDVM	PS
OV, min	156	213	188	153	79
OV/URV, %	32,5	44,4	39,2	31,9	16,5
OV/ČV, %	49,8	88,8	70,7	61,9	58,9

Ti su se iznosi usporedili s Vođri n i m (1989) navodima koji je pri sječi i izradi približno 3500 stabala u jednodobnim šumama utvrdio sljedeće odnose općega i čistoga vremena:

- 43,8% od ČV pri izradi tehničke oblovine i jednometarskoga ogrjevnog drva,
- 77,9% od ČV pri izradi oblovine različitih duljina i višemetarskoga industrijskog drva.

Radi usporedbe navodimo da u Švedskoj opće vrijeme iznosi 45% od ČV, u Austriji 56% od ČV, a u Njemačkoj 61% od ČV. Pritom u strukturi očeg vremena 80% otpada na odmor radnika, a tek 20% na ostale potrebne prekide rada.

Istražilo se da li su razlike odnosa OV/ČV među načinima rada statistički značajne. Razlike su se testirale testom proporcija po shemi »svaki način sa svakim«.

Nakon provedenog testiranja zaključilo se da među načinima rada postoje značajne razlike s obzirom na odnos OV/ČV. Pri izradi ogrjeva 1 sat ČV opterećen je s pola sata općeg vremena. Najnepovoljniji odnos tih vremena nalazimo kod izrade višemetarskoga drva i tehničke oblovine pri individualnom radu – na jedan sat ČV dolazi približno jedan sat općega vremena.

*Postotak općeg vremena određuje se iz strukture radnoga dana na osnovi dugotrajnog snimanja. Naše istraživanje ipak je bilo kratkotrajno. Prema tome, dobivene postotke općega vremena ne možemo smatrati definitivnim kao potpuno odgovarajućim i moramo ih prihvatiti s rezervom.*

## Proizvodnost rada pri sječi i izradi

### Work productivity at wood felling and processing

Pod proizvodnošću rada (PR) podrazumijeva se odnos između efekta rada (E) i utrošene energije za ostvarenje rada s efektom E.

Uz pretpostavku da se uložena energija troši prosječnom konstatnom intenzivnošću, kao mjerilo utroška energije uzeto je utrošeno radno vrijeme (t). Pritom se pokazatelj proizvodnosti rada izračunava po formuli

$$PR = \frac{E}{t}$$

Za svaki način sječe i izrade drva izračunala se proizvodnost rada (PR) po formuli:

$$PR = RDs/(SI/RU)$$

gdje je:

PR – proizvodnost rada, m<sup>3</sup>/d

RU – izrađeno neto drvo, m<sup>3</sup>

SI – utrošeno radno vrijeme za sječu i izradu, min

RDs – trajanje radnog dana pri snimanju, min.

Radi usporedbe rezultata utvrdila se proizvodnost rada pri ostvarenom dnevnom radnom vremenu (RDs) i u 8-satnom radnom vremenu (URV). Rezultate prikazuje tablica 10. Podaci o trajanju radnog vremena uzeti su iz tablice 4.

Kod izrade tehničke oblovine i jednometarskoga ogrjevnog drva (ISM) utvrdila se proizvodnost od 5,4 m<sup>3</sup>/d, što je čak 58% više od planirane proizvodnosti rada. Takav rezultat pripisujemo dosegnutom stupnju normalnosti rada pri ovom načinu. Pritom se trajno postiže najveći efekt uz najmanje vrijeme u jednakim ostalim uvjetima – predmet rada, oruđe za rad, radni uvjeti.

Tab. 10. Proizvodnost rada pri sječi i izradi drva  
*Work productivity at wood felling and processing*

Način rada <i>Working methods</i>	Ukupno - Total		Proizvodnost rada <i>Work productivity</i>
	Utrošeno vrijeme <i>Time consumption</i>	Izrađeno drvo <i>Work output</i>	
	<i>min</i>	<i>m<sup>3</sup>-cu.m.</i>	
ISM	47.880	588,5	5,9
ISVM	12.540	308,8	11,8
GSVM	10.800	206,1	9,2
GDVM	6.420	245,0	18,3

Kod načina u kojima se uz tehničku oblovinu izrađivalo višemetarsko drvo (ISVM, GSVM, GDVM) ostvarena prosječna proizvodnost je jednaka planiranoj (10,5 m<sup>3</sup>/d).

Odnos proizvodnosti rada između načina s VM i načina s M planiran je u iznosu 3:1. Na temelju izračunate proizvodnosti rada utvrdilo se da je taj odnos ostvaren u odnosu 2:1.

Ukoliko bi se uz postojeću strukturu radnog vremena dnevno radilo 480 minuta, radni učinak bi se povećao za približno 22%. Pri izradi dugačke oblovine i VM grupnim radom (GDVM) koeficijent iskorištenosti radnoga vremena iznosio je 0,73 (vidi tablicu 4). Potpunim iskorištavanjem radnoga vremena (480 minuta) približilo bi se očekivanom odnosu radnog učinka »VM:M = 3:1«.

Vrijeme po m<sup>3</sup> neto izrađenoga drva  
 Utilized time per felled and converted net volume m<sup>3</sup>

Istražili smo ukupno vrijeme za sječu i izradu uvjetnog m<sup>3</sup> sortimenta. Struktura takva m<sup>3</sup> sadrži, ovisno o načinu rada, različit udio tehničkog i prostornog drva.

Za utvrđivanje strukture vremena po m<sup>3</sup> ukupno snimljeno vrijeme (SI) razvrstalo se na sljedeća vremena:

- T1 – prijelaz do stabla, stablovno i sortimentno vrijeme, uhrpavanje i kopčanje (u grupnom radu)
- T2 – potrebni prekidi rada i pripremno-završno vrijeme
- T3 – nepotrebni prekidi rada i slučajni gubici

Utrošak pojedinoga vremena za 1 m<sup>3</sup> izrađenog drva (Tu) izračunao se po formuli:

$$T_u = \frac{SI}{RU} \quad (\text{min}/\text{m}^3)$$

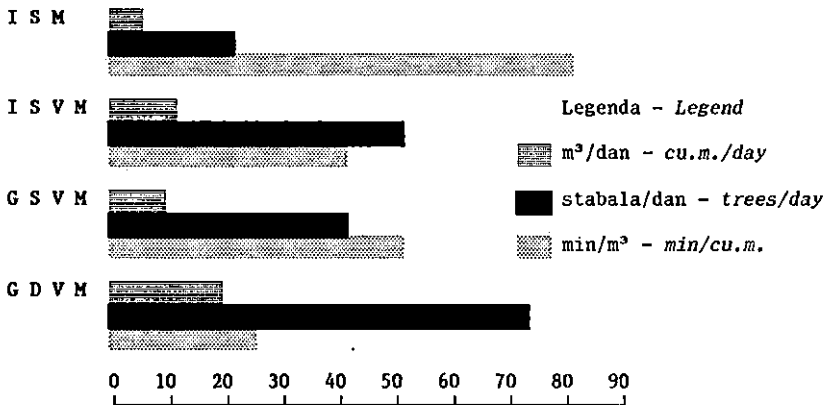
pri čemu je RU ukupno izrađeno drvo.

Gore iskazani utrošak vremena pri grupnom radu obuhvaća trajanje uhrpavanja i kopčanja. To vrijeme je dio T1 i iznosi 17 min/m<sup>3</sup> kod GSVM i 10 min/m<sup>3</sup> pri GDVM.

### Vrijeme po stablu - Utilized time per tree

Utrošak vremena za obaranje i izradu jednoga stabla (Ts) izračunao se po formuli

$$T_s = \frac{SI}{N}, \quad (\text{min/stablu})$$



Slika 6. Proizvodnost rada pri sječi i izradi drva

Fig. 6. Work productivity in the felling and wood processing

### Vrijeme rada po jednom stablu

Tab. 11.

### Time consumption per tree

Pokazatelji Elements	Način rada - Working methods			
	ISM	ISVM	GSVM	GDVM
Vrijeme rada na jednom stablu, min Time consumption per tree, min	21,2	9,7	12,3	6,5
Stabala na dan Trees per day	23	50	39	74

pri čemu je N broj posječenih i izrađenih stabala.

Na osnovi dobivenih rezultata izračunao se broj posječenih i izrađenih stabala u 8-satnom radnom vremenu ( $480/T_s$ ). Rezultate prikazuje tablica 11. i slika 6.

Prosječno posječeno stablo pri snimanju imalo je prsni promjer 20 cm i obujam  $0,27 \text{ m}^3$ . Za sječu i izradu takva stabla utrošeno je, ovisno o načinu rada, vrijeme u rasponu od 21 minute pri ISM do 6,5 minuta pri GDVM.

Značenje razlika s obzirom na vrijeme potrebno za sječu i izradu jednoga stabla među načinima rada ocijenjeno je *t-testom*.

Proizvodnost rada pri načinima s izradom VM statistički je značajno veća u odnosu na način s izradom M. Pri izradi dugačke oblovine i VM (GDVM) ostvarena je značajno veća proizvodnost u odnosu na ostale načine s izradom VM (ISVM, GSVM). Među ISVM i GSVM nisu se utvrdile značajne razlike u proizvodnosti rada.

### Utrošak goriva i maziva motornih pila Fuel and oil consumption of power saw

*Ukupno utrošeno gorivo i mazivo* za sječu doznačenoga drva utvrdilo se sumiranjem količina koje su sjekači preuzeli za izvršenje sječe. Te su se količine evidentirale po načinima rada. Planirane količine goriva i maziva utvrđene su na temelju obujma doznačenoga drva, vrste drveća i metode rada.

U odnosu na planirane količine utrošeno je 19% manje goriva i 20% manje maziva. Te razlike proizlaze iz činjenice da je izrađeno tek 91% planiranog neto drva i samo 73% od planirane količine jednogometarskoga ogrjevnog drva.

Potrošnja maziva iznosila je u prosjeku 50% od goriva. Gorivo i mazivo troši se u omjeru 2:1

### Neki pokazatelji potrošnje goriva i maziva po načinima rada Some features of fuel and oil consumption as to work methods

Mjerenjem potrošnje goriva obuhvatilo se 57 radniko-dana i 1600 stabala za četiri načina sječe. Pritom se mjerila potrošnja goriva i maziva, trajanje radnih operacija i dnevni radni učinak.

U našim analizama nije se vodilo računa o tipu pile. Pretpostavilo se da snimljeni podaci vrijede podjednako za obje pile. U istraživanjima potrošnje goriva koja su u više navrata obavili Tomanić i suradnici (1974, 1979, 1980, 1988) nisu dokazane statistički pouzdane razlike među tipovima pila, odnosno među kategorijama pila s obzirom na potrošnju goriva i maziva.

Prosječna dnevna potrošnja je aritmetička sredina dnevno utrošenih količina goriva i maziva pri pojedinom načinu sječe. Izračunati prosjeci odnose se na ostvareno radno vrijeme, te ostvarenu količinu i strukturu sortimenata. Podaci o dnevnoj potrošnji nalaze se u tablici 12.

Najveća potrošnja utvrdila se pri ISVM i GSVM – 2,4 i 2,6 L/d. Te su količine u izravnoj vezi s metodom rada i dnevnom trajanjem rada pilom. Kod ovih načina je pogonsko vrijeme rada pile najduže i čini 40% radnog vremena, odnosno 31% od dnevnoga radnog vremena.

Izračunati pokazatelji potrošnje goriva i maziva

Tab. 12.

Indices of fuel and oil consumption

Način rada <i>Working methods</i>	Dnevna potrošnja goriva i maziva <i>Daily consumption of fuel and oil</i>		Potrošnja po m <sup>3</sup> izrađenoga drva <i>Consumption per cu.m.</i>		Potrošnja u 1 satu rada motorne pile <i>Consumption per one hour power saw time</i>	
	Gorivo <i>Fuel</i>	Mazivo <i>Oil</i>	Gorivo <i>Fuel</i>	Mazivo <i>Oil</i>	Gorivo <i>Fuel</i>	Mazivo <i>Oil</i>
	L/d - L/day		L/m <sup>3</sup> - L/cu.m.		L/h - L/hour	
ISM	1,7	0,8	0,37	0,18	0,97	0,49
ISVM	2,4	1,2	0,25	0,13	0,80	0,41
GSVM	2,6	1,3	0,23	0,11	1,24	0,61
GDVM	2,3	1,2	0,21	0,11	1,37	0,67
PS	2,1	1,0	-	-	1,38	0,69

Unutar pojedinog načina sječe i izrade razlike u dnevnoj potrošnji goriva kreću se u rasponu 2:1. Analiza uzroka tih razlika prelazila je okvir našega istraživanja. Te se razlike mogu, samo djelomično, pripisati neujednačenosti režima rada pile u svim danima snimanja.

Potrošnja goriva i maziva po m<sup>3</sup> izrađenog drva utvrdila se za svaki način sječe kao kvocijent ukupno utrošenoga goriva i maziva i ukupno izrađenoga drva. Rezultate prikazuje tablica 13. Izračunati iznosi vrijede za ostvarene odnose sortimenata u strukturi radnoga učinka, odnosno za »složeni« m<sup>3</sup> drva.

Razlike u potrošnji goriva za izradu 1 m<sup>3</sup> drva među načinima rada bile su u rasponu 1,8:1. Te su razlike objektivne i potječu od različitih vremena izrade sortimenata, odnosno različite strukture »složenog« m<sup>3</sup> drva pri pojedinom načinu sječe i izrade drva.

Najveća potrošnja po m<sup>3</sup> drva utvrdila se pri izradi tehničke oblovine i jednometarskoga ogrjevnog drva. Tomu je uzrok velik udio ručnoga rada pri izradi ogrjeva, što rezultira relativno malim dnevnim učinkom kojim se tereti utrošeno gorivo i mazivo.

Za svaku radnu operaciju na stablu mjereno je vrijeme rada pilom. Suma tih vremena daje trajanje rada pilom u 8-satnom radnom danu – *pogonsko vrijeme motorne pile*. Potrošnja goriva i maziva u 1 satu pogonskoga vremena pile (Ppmp) izračunala se po formuli:

$$Ppmp(g,m) = U(g,m)/\check{C}vsMP \cdot 60, \quad (L/h)$$

gdje je U(g,m) dnevna potrošnja goriva, odnosno maziva.

U 1 satu pogonskoga vremena utrošak goriva bio je od 0,8 do 1,38 L, a maziva od 0,41 do 0,69 L, ovisno o vrsti sortimenata koji se pri pojedinom načinu izrađuju.

*Diskusija – Discussion*

*Analizom potrošnje za četiri načina sječe i izrade drvnih sortimenata utvrdilo se da postoje razlike među načinima rada s obzirom na utrošene količine goriva i maziva. Međutim, budući da se unutar pojedinoga načina utvrdilo značajno rasipanje*

*potrošnje goriva i maziva čiji uzroci nisu istraženi, bez novih analiza i većih uzoraka snimanja ne možemo zaključivati u kojoj su mjeri utvrđene razlike objektivne i posljedica načina rada.*

## IZLOŽENOST BUCI PRI SJEČI I IZRADI DRVA NOISE EXPOSURE OF WORKERS AT WOOD FELLING AND PROCESSING

Dosadašnja istraživanja pokazala su da osim tipa motorne pile na opterećenje bukom utječe tehnologija rada, sastojinske prilike i način izvođenja rada svakoga pojedinca. Neki načini rada su štetniji od drugih, kao što su i neke pile opasnije za sluh od drugih. Novije tehnologije rada (izrada duljih sortimenata, višemetarsko drvo i izrada sortimenata na pomoćnom stovarištu) izazivaju veće opterećenje sjekača bukom. Isto vrijedi i za sječu u sastojinama s tanjim stablima. Čak i kod iste tehnologije razlike u opterećenjima su veće od 3 dB(A), što znači približno udvostručeno opterećenje.

Lipoglavšek (1976) navodi da su pri istraživanju opterećenja bukom lakše pile (snage ispod 3 kW) uzrokovala općenito veća opterećenja radnika bukom od srednje teških pila.

### Dnevno opterećenje bukom – Daily noise exposure

Mjerenjima je obuhvaćeno 37 dana snimanja razine buke pri četiri načina sječe i pri radu sjekača na PS. Za svaki način rada utvrdila se prosječna dnevna razina buke i pripadajuća varijabilnost izražena standardnom devijacijom (STD). Izmjerena promjenljiva buka svedena je na *ekvivalentnu kontinuiranu razinu*.

*Karakteristike praćenih pila prikazuje tablica 13. Ova istraživanja nisu imala za cilj uspoređivati praćene tipove pila kao izvore mjerene buke. Za takvu usporedbu potrebna su opsežna i složena mjerenja u laboratorijskim i eksploatacijskim uvjetima.*

Ostvareno dnevno radno vrijeme (RDs) u razdoblju mjerenja buke utvrdilo se u rasponu od 384 minute pri GDVM do 437 minuta pri PS.

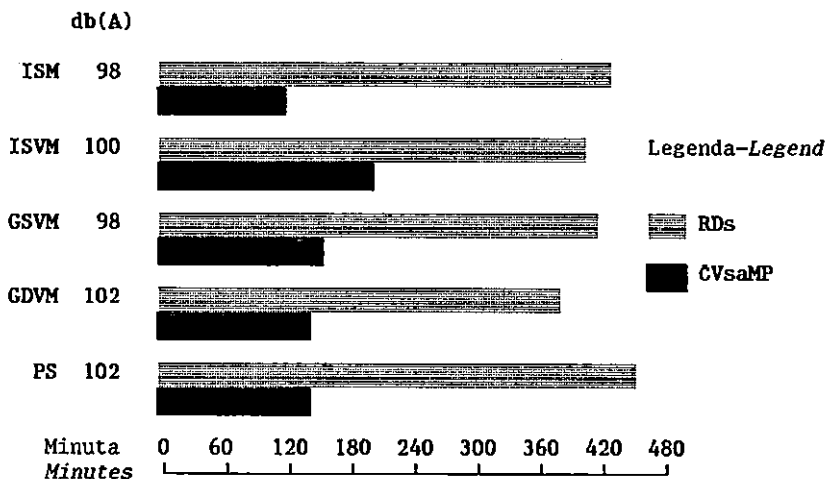
Podaci o motornim pilama

Tab. 13.

### Motorsaw features

Oznaka Type	Snaga motora Engine power	Duljina vodilice Sawblade length	Masa Weight
	kW	cm	kg
Stihl 038 AVE	2,95	40	7,5
Echo 650 EVL	3	40	6,0





Slika 7. Trajanje rada pilom i dnevno opterećenje radnika bukom

Fig. 7. Work duration and daily noise exposure of operator with power saw

Lipoglavšek (1976) je utvrdio da se pri preračunavanju prosječne razine buke s efektivnog vremena na 8-satno radno vrijeme umanjuje prosječna razina buke u pravilu za oko 2 dB(A). Uvažavajući tu tvrdnju, za sve istraživane načine rada prosječna razina dnevnog opterećenja sjekača bukom, u efektivnom vremenu, iznad je dopuštene granice od 90 dB(A) (slika 7).

Usporedila su se opterećenja bukom među načinima sječe i izrade drva. Upotrijebljen je t-test. Rezultati su sljedeći:

- Pri ISM bila je izmjerena buka od 98 dB(A), što je statistički značajno manje od buke pri ISVM, GDVM i PS.
- Pri grupnom radu (GSVM, GDVM i PS) nema značajnih razlika u pogledu dnevnoga opterećenja bukom. Pri ovim načinima rada radnici su izloženi buci od 97,8 dB(A) pri GSVM do 102,1 dB(A) pri GDVM.
- Najvećom dnevnom bukom opterećen je radnik pri debalnoj metodi u grupnom radu (GDVM). Utvrđena dnevna razina buke od približno 102 dB(A) statistički je značajno veća u odnosu na ISM i ISVM.
- Na pomoćnom stovarištu (PS) radnik je dnevno opterećen bukom od 101,9 dB(A), što je jednako utvrđenoj razini buke pri načinima s izradom višemetarskog drva (ISVM, GSVM i GDVM), a značajno više od prosječne dnevne razine buke pri sortimentnoj metodi s jednometarskim ogrjevom.

Kod svih načina sječe i izrade radnici su svakodnevno izloženi vršom opterećenju buke preko 140 dB(A). U 37 snimljenih dana takvo vršno opterećenje pojavilo se u 26 dana ili u 76% snimljenih dana. Ovim istraživanjima nije bilo moguće odrediti njihovu učestalost i trajanje.

Najveće dnevno opterećenje bukom od 105,5 dB(A) utvrdilo se pri radu radnika na pomoćnom stovarištu, a razmjerno najmanje od 95,8 dB(A) pri sječi i izradi oblovine i jednometarskog ogrjevnog drva. (ISM).

Većina standarda dopuštava maksimalno opterećenje sluha radnika u 8-satnom radnom vremenu od 90 dB(A) ili 100%. U našoj zemlji je na osnovi jugoslavenskog standarda (JUS) dopuštena razina buke od 90 dB(A), pri čemu postoji rizik da 3% izloženih osoba izgubi sluh. Da bi se zaštitio sluh svih radnika, razinu buke bi trebalo smanjiti na 85 dB(A), što je zasada izvedivo samo uz goleme troškove koje naša privreda ne bi mogla podnijeti.

### Trajanje rada pilom

#### Work duration of operator by power saw

Prema *Pravilniku o zaštiti na radu u šumarstvu (NN, br. 10/1986)* u jednom danu dopušten je neprekidni rad radnika pilom u trajanju od 120 minuta, odnosno rad pilom s prekidima u trajanju od 240 minuta.

Na osnovi kronometrijskoga snimanja 44 radniko-dana utvrdilo se za svaki način rada trajanje rada pilom u ostvarenom dnevnom radnom vremenu (RDs) i u projektiranom 8-satnom radnom vremenu (URV).

Za sve istraživane načine sječe dnevno trajanje rada sjekača motornom pilom je u dopuštenim granicama.

Rad pilom je najkraći kod sortimentne metode s izradom jednometarskoga ogrjevnoga drva i iznosi 114 minuta u 8-satnom radnom danu. Operacije slaganja i cijepanja ogrjevnoga drva koje radnik obavlja ručno skraćuju rad pilom i uvjetuju prekide u izloženosti buci.

U grupnom načinu rada sjekač razvlači vučnu užad, uhrpava i veže teret zbog čega prekida i skraćuje rad pilom. Pri grupnom načinu rada sjekač dnevno radi pilom 112 minuta (PS), 128 minuta pri GDVM i 149 minuta pri GSVM.

Radom pilom najviše je opterećen radnik pri izradi višemetarskog drva (ISVM) individualnim radom. U 8-satnom radnom vremenu čak 194 minute traju operacije pilom.

Dnevna doza buke i trajanje rada motornom pilom

Tab. 14.

*Daily noise exposure and work duration of operator with power saw*

Način rada <i>Working methods</i>	Veličina uzorka <i>Sample size</i>	Prosječna doza buke <i>Average noise exposure</i>	<i>STD</i>	Trajanje rada pilom <i>Work duration with power saw</i>
	Dani-Days	dB(A)		min
ISM	11	97,8	1,44	114
ISVM	10	100,2	1,19	194
GSVM	5	97,8	3,92	149
GDVM	6	102,1	1,41	128
PS	5	101,9	3,40	112

Pri ovom načinu rada sjekač može obarati i izrađivati stabla radeći samo pilom, tako da često bez odlaganja i gašenja pile izradi desetak i više stabala. Takav raspored razdoblja buke i razdoblja bez buke svakako je vrlo nepovoljan i znači povećanu opasnost za zdravlje radnika.

*Ako su razdoblja tišine u razdobljima buke dovoljno duga i dovoljno česta, uho se lako regenerira. Koliki moraju biti ti intervali, fiziolozi o tome nisu jedinstveni. Ukoliko su pri šumskom radu intervali bez buke dovoljno dugi i česti, štetnost zbog buke i izračunata prosječna razina dnevne buke je drukčija od buke koja tokom radnog dana utječe na uho industrijskoga radnika.*

### **Diskusija – Discussion**

Istraživanjem dvaju značajnih činitelja opterećenja radnika pri sječi i izradi drva utvrdilo se:

Bez obzira na način rada, prosječna razina buke u radnom danu je značajno iznad dopuštene granice od 90 dB(A). Posebno je zabrinjavajuća gotovo svakodnevna pojava vršnih opterećenja bukom od preko 140 dB(A).

Trajanje rada motornom pilom, za sve načine rada, unutar je granica dopuštenih Pravilnikom o zaštiti na radu u šumarstvu.

Međutim, to nije dovoljno da se radnik u potpunosti zaštiti od opasnosti.

*S obzirom na navedene rezultate nedvojbeno treba provesti mjere zaštite sluha radnika pri svim načinima rada. Štetnost djelovanja buke moguće je svesti u normalne granice inzistiranjem na primjeni propisanih osobnih zaštitnih sredstava (obavezna upotreba antifona pri radu), redovnim zdravstvenim pregledima te kontrolom ispravnosti i podešenosti pila. Značajno je da se te mjere mogu provesti odmah i bez novih ulaganja.*

## **‘OŠTEĆIVANJE SASTOJINE PRI SJEČI, IZRADI I PRIVLAČENJU DRVA FOREST STAND DAMAGE DURING FELLING, PRIMARY CONVERSION AND SKIDDING**

Oštećivanje sastojine pri šumskim radovima je predmet mnogobrojnih istraživanja, rasprava i različitih ocjenjivanja u zemlji i inozemstvu. Također su različita mišljenja, rezultati istraživanja i mjere koje se poduzimaju radi smanjenja oštećenja.

Autori koji su proučavali navedenu problematiku suglasni su da ne postoji mogućnost obavljanja šumskih radova bez oštećivanja sastojine i uza sve mjere njene zaštite. Pritom najkritičnija oštećenja nastaju u razvojnim fazama mladih sastojina potpunog sklopa. Takva oštećenja izravno utječu na dalji razvoj i trajnost višenamjenskih funkcija šuma. Kulušić (1990) upozorava na nerijetke slučajeve gdje procijenjena vrijednost šteta premašuje troškove privlačenja drva, a u nekim slučajevima i vrijednost dobivenog drva.

Navodi se da su najznačajniji činioci koji utječu na oštećivanje sastojina

- izbor metode rada i sredstva privlačenja,
- odnos čovjeka prema šumskom radu,
- radni uvjeti.

Pri izboru sredstva privlačenja najznačajniji su dimenzije, masa i snaga stroja te način iskorištavanja stroja pri radu. Manja i slabija sredstva privlačenja uzrokuju manja oštećivanja sastojine.

Obujam oštećenja u uskoj je vezi s prilagođenosti metoda rada, sredstava i organizacije rada konkretnim radnim uvjetima. Tako veličina oštećivanja raste s većom snagom strojeva, većom mehaniziranošću rada i većim duljinama privlačenih sortimenata.

Veličina oštećivanja i struktura šteta ovise i o tome da li je i koliko radnik osposobljen i motiviran da pri radu što manje oštećuje stabla, pomladak i šumsko tlo. Sjekač može kroz obuku savladati tehniku usmjerenog obaranja kojom se smanjuje broj zapelih i oštećenih stabala. Traktorist može izborom smjera privlačenja vitlom i pažljivom vožnjom pri punoj vući izbjeći brojna oštećenja.

Obujam oštećivanja sastojine i tla, s jedne, te troškovi rada, s druge strane izravno ovise o prirodnim faktorima terena i sastojine. Sastojinske prilike i konfiguracija terena najčešće su ograničavajući faktori primjene pojedinog sredstva ili metode rada.

### Ishodišta za utvrđivanje obujma oštećivanja Sources to determine size of damage

Pri oštećivanju sastojine najznačajnija su oštećenja na stablima. Većina autora (Ivanek & Krivec 1974, Krivec 1975, Ivanek 1976, Južnić, 1984, Tomanić i dr. 1989) drži da je broj mehanički oštećenih stabala dobar pokazatelj obujma oštećivanja sastojine. U pravilu se oštećenja tla i pomlatka smatraju ipak manje važnima.

Za utvrđivanje oštećenja u odjelu su izlučene i trajno obilježene 24 primjerne plohe 50 × 50 m. Ukupna površina primjernih ploha iznosila je približno 10% površine odjela. Oštećenja na stablima utvrđena su nakon završenih obaranja, izrade i privlačenja drva, tj. ukupno. O nedostacima i prednostima takva načina utvrđivanja oštećenaj pisali su Tomanić i dr. (1989).

Pokazatelji oštećenja bila su sljedeća obilježja oštećenih stabala: *gospodarska važnost, lokacija stabla, uzrok oštećenja, vrsta oštećenja, mjesto oštećenja, veličina oštećenja kore i stanje oštećenoga stabla*. Za svako oštećeno stablo utvrdili su se opći podaci i karakteristike oštećenja.

### Ukupna oštećenja – Total damage

Obujam oštećivanja iskazan je omjerom broja oštećenih (OS) i svih preostalih stabala (NS) na 24 primjerne plohe.

Pod ukupnim oštećenjem razumijevala su se sva oštećena stabla bez obzira na uzrok oštećenja i bez obzira na način sječe i privlačenja drva.

Nakon završenih radova na 24 plohe ostala su 5024 stabla. Oštećenja su utvrđena na 410 stabala. Pri izvršenim radovima bilo je oštećeno 8,2% preostalih stabala ili svako 12. stablo.

Otprilike svako posječeno stablo imalo je za posljedicu jedno oštećeno stablo. Utvrđena veličina ukupnih oštećenja potvrđuje rezultate drugih autora dobivene istraživanjem pri istim radovima i približno sličnim radnim uvjetima.

Najčešća su bila oštećenja kore žilišta i debla stabla u razredu od 10 do 100 cm<sup>2</sup> prignječene ili oguljene površine kore.

Približno 2/3 oštećenih stabala nalazilo se u sastojini. Uzrok su tomu ulasci traktora u sastojinu pri formiranju tovara, tako da su brojna oštećenja od privlačenja nastala izvan vlakla, u sastojini.

Radi usporedbe navodim veličine oštećenja koja su se pri sličnim radovima utvrdila u Sloveniji.

J u ž n i ć (1984) je u bukovim sastojinama, koje su imale 30–60 godina, utvrdio udio oštećenih stabala u iznosu 9,4% pri sortimentnoj metodi i 22,8% pri debalnoj metodi. U oba slučaja privlačilo se adaptiranim velikoserijskim traktorom IMT 558.

K r i v e c (1975) je pri sječi i privlačenju drva u proredama sastojina utvrdio 7% oštećenih stabala pri privlačenju adaptiranim velikoserijskim traktorom IMT 558; 6,9% adaptiranim velikoserijskim traktorom IMT 535, 8,7–9,6% s TIMBERJACK 205, 10,4% s KOCKUM 821, 7% oštećenih stabala pri privlačenju konjskom zapregom.

Pri sječi, izradi i privlačenju drva na Pohorju u bukovim sastojinama, koje su imale 50–60 godina, I v a n e k (1976) je utvrdio 15% oštećenih stabala kod privlačenja konjskom zapregom, 25,9% adaptiranim traktorom i 14,5% zglobnim traktorom.

### Glavna obilježja oštećenja – Main features of damage

Posljedice oštećivanja sastojine izravno ovise o brojnosti i strukturi oštećenja na stablima. Strukturu oštećenja na stablima, po glavnim obilježjima, prikazuje tablica 15.

### Analiza oštećenja po dijelovima radnog procesa Analysis of damage per work phase

Prema uzroku oštećivanja oštećena stabla bila su podijeljena na:

- a. stabla oštećena pri sječi i izradi drva i
- b. stabla oštećena pri privlačenju drva.

Od 410 oštećenih stabala pri svim načinima rada u fazi sječe i izrade oštećena su bila 192 stabla ili 3,8% od NS, a u fazi privlačenja 218 stabala ili 4,3% od NS. Privlačenje (53,2%) bilo je nešto češći uzrok oštećivanja nego sječa i izrada drva (46,8%). Brojnost oštećenja pri sječi posljedica je gustoće sastojine. Tijekom oslobađanja velikoga broja zapelih stabala (29%) nastala su brojna oštećenja.

Značajnost razlika u pogledu uzroka oštećenja testirana je Z-testom. Testom nisu utvrđene značajne razlike između obujma oštećenja uzrokovanih privlačenjem od onih uzrokovanih sječom.

Analizom oštećenja po dijelu radnog procesa pri kojemu su nastala zaključilo se sljedeće:

Oštećenja uzrokovana sječom i izradom drva imala su značajno teže posljedice nego ona pri privlačenju. Velik broj polomljenih i izvaljenih stabala uzrokovao je nepovratno uništenje 20,3% oštećenih stabala ili svakoga 5. oštećenoga stabla. S obzirom na gospodarsku važnost pri sječi su većinom oštećivana gospodarski manje važna stabla.

Tijekom sječe i privlačenja najučestalija su bila oštećenja žilišta stabla s time da je tijekom privlačenja broj oštećenja žilišta bio značajno veći u odnosu na sječū. Oštećenja debila su učestalija pri sječi. I ta je razlika statistički visoko značajna. U strukturi oštećenih stabala ona s oštećenjem krošnje sudjelovala su s 8,9%. To je značajno više od 1,7%, što je utvrdio I v a n e k (1976) u smrekovim sastojinama na Pohorju.

Tijekom privlačenja drva značajno češće su bila oštećivana, s gledišta gospodarske važnosti, korisna stabla. Udio stabala s oguljenom korom statistički bio je značajno veći pri privlačenju drva.

Glavna obilježja oštećenja

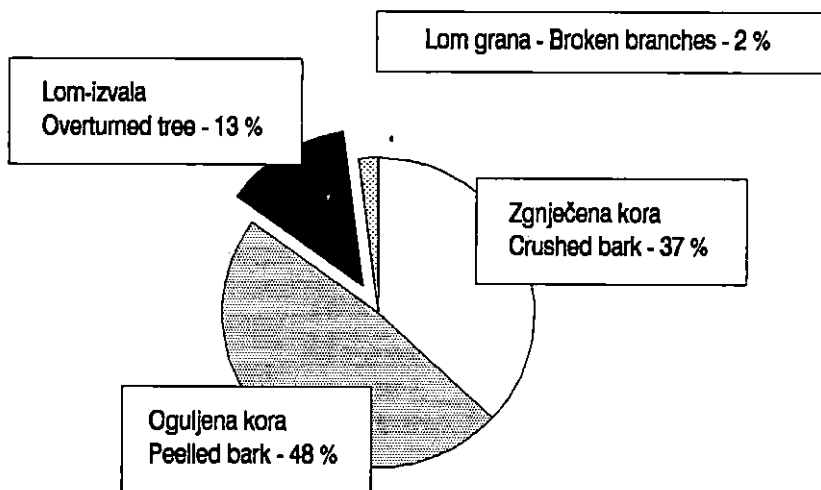
Tab. 15.

Main features of damage

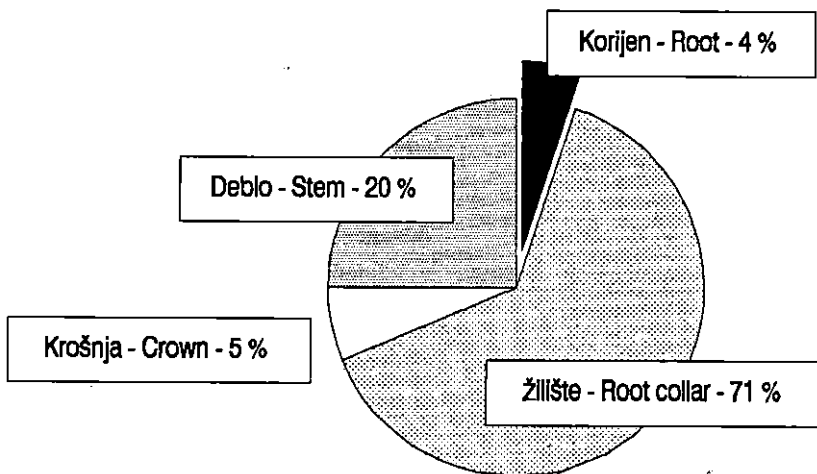
Obilježje oštećenja <i>Feature of damage</i>		OS	% NS	% OS
Uzrok oštećenja <i>Cause of damage</i>	Sječa i izrada <i>Felling</i>	192	3,82	46,83
	Privlačenje <i>Skidding</i>	218	4,34	53,17
Vrsta oštećenja <i>Kind of damage</i>	Lom-izvala <i>Overturned tree</i>	55	1,09	13,41
	Polomljene grane <i>Broken branches</i>	9	0,18	2,20
	Prignječena kora <i>Crushed bark</i>	151	3,01	36,83
	Oguljena kora <i>Peelled bark</i>	195	3,88	47,56
Lokacija oštećenog stabla <i>Location of damaged tree</i>	U sastojini <i>At stand</i>	252	5,02	61,46
	Uz vlak <i>At tractor haul</i>	158	3,14	38,54
Mjesto oštećenja na stablu <i>Position of damage on the tree</i>	Korijen <i>Root</i>	15	0,30	3,66
	Žilište <i>Root collar</i>	293	5,83	71,46
	Deblo <i>Stem</i>	81	1,61	19,76
	Krošnja <i>Crown</i>	21	0,42	5,12
Stanje oštećenog stabla <i>Condition of damaged tree</i>	Vrlo teško oštećeno <i>Very seriously damaged</i>	53	1,05	12,93
	Teško oštećeno <i>Seriously damaged</i>	26	0,52	6,34
	Neznatno oštećeno <i>Softly damaged</i>	331	6,59	80,73

Utjecaj načina rada na obujam oštećenja  
 Influence of work method on size of damage

Brojnost oštećenja po načinima rada i dijelovima radnog procesa prikazuje tablica 16. PSN je broj preostalih stabala pri pojedinom načinu rada.



Slika 8. Vrsta oštećenja  
Fig. 8. Kind of damage



Slika 9. Mjesto oštećenja na stablu  
Fig. 9. Position of damage on the tree

Oštećenja po načinima i fazama rada  
 Tab. 16. *Size of damage per working methods and work phase*

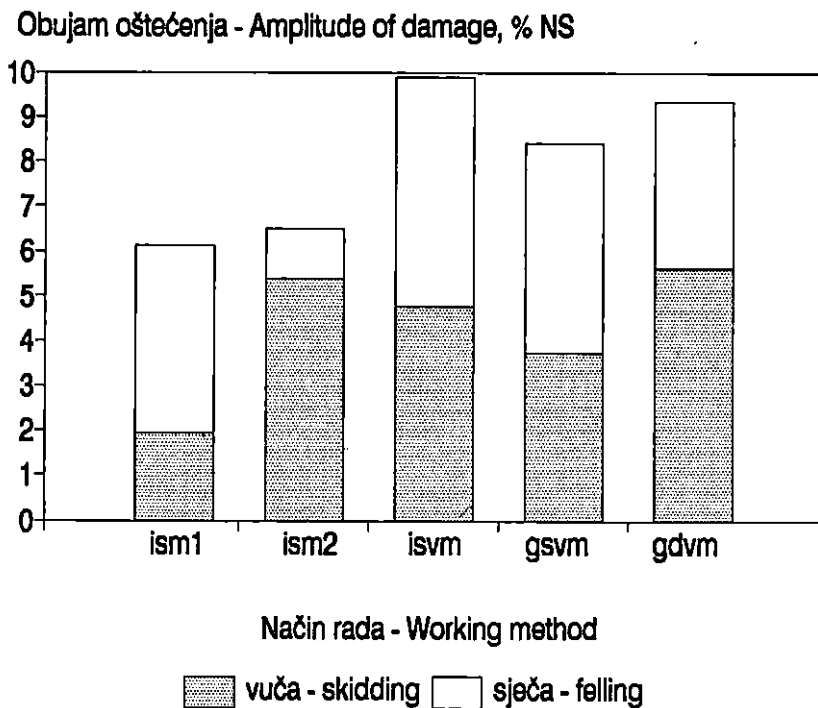
Način <i>Method</i>	PSN	Pokazatelj <i>Element</i>	Sječa <i>Felling</i>	Privlačenje <i>Skidding</i>	Zajedno <i>Total</i>
ISM1	827	OS	35	16	51
		% PSN	4,23	1,93	6,16
		% OS	68,63	31,37	100,00
ISM2	1134	OS	13	61	74
		% PSN	1,15	5,38	6,53
		% OS	17,57	82,43	100,00
ISVM	1303	OS	67	62	129
		% PSN	5,14	4,76	9,90
		% OS	51,94	48,06	100,00
GSVM	960	OS	45	36	81
		% PSN	4,69	3,75	8,44
		% OS	55,56	44,44	100,00
GDVM	800	OS	30	45	75
		% PSN	3,75	5,63	9,38
		% OS	40,00	60,00	100,00

Analizama se utvrdilo da način sječe i privlačenja drva utječe na veličinu oštećivanja. Između nekih načina dokazane su statistički značajne razlike u veličini oštećenja.

Privlačenje klasične oblovine konjskom zapregom i iznošenje jednometarskoga ogrjevnog drva konjima uzrokovalo je dvostruko manje oštećenja nego ostali načini privlačenja. Testiranje je pokazalo visoko značajnu razliku. Privlačenje dugačke oblovine i višemeterskoga drva ili čitavih debala adaptiranim velikoserijskim traktorom ZETOR 6945 uzrokovalo je statistički značajno veći obujam oštećivanja u poređenju s načinima s klasičnom tehničkom oblovinom i jednometarskim ogrjevnim drvom. Između načina s višemeterskim drvom nismo utvrdili značajne razlike.

Ukupna oštećenja pri GDVM bila su statistički značajno veća u odnosu na načine s izradom klasične oblovine i jednometarskoga ogrjevnog drva (ISM1, ISM2). Pri tom načinu rada utvrdilo se oštećenje svakoga 11. preostalog stabla. U odnosu na načine s izradom višemeterskog drva (ISVM, GSVM) nisu postojale značajne razlike.





Slika 10. Obujam oštećenja po radnim fazama i načinima rada  
Fig. 10. Size of damage per working methods and work phase

### Diskusija - Discussion

Pri svakoj sječi i privlačenju drva, čak i pri brižljivom radu nastaju na preostalim stablima oštećenja koja nije moguće izbjeći. Međutim, nastaju i ona oštećenja koje je moguće izbjeći pravilnim izborom sredstava i metoda rada, promjenom odnosa radnika i njihovih rukovodilaca prema šumi, prema radu i prema oštećivanju sastojine pri šumskim radovima.

Pri postojećoj tehnici formiranja tereta oštećenja moguće je značajno smanjiti izborom traktora manje mase, manjih dimenzija i bolje opremljenoga za privlačenje oblovine manjih dimenzija. Uz podjednaku proizvodnost rada oštećivanje sastojine i tla bilo bi značajno manje.

U približno jednakim sastojinskim i terenskim uvjetima obujam i struktura oštećivanja sastojine značajno ovise o izboru sredstava privlačenja, tehnici formiranja tovara i duljini privlačenih drvnih sortimenata.

### ZAKLJUČCI - CONCLUSIONS

Metodama znanstvene organizacije rada (studij rada, studij vremena) istražila se problematika sječe i izrade drvnih sortimenata u proredama mladih sastojina. Terenski radovi su obavljani u 47-godišnjoj sastojini kitnjaka, bukve i graba na Bilogori. Detaljno je mjeran rad pri četiri načina sječe i izrade drva tokom 47 radnih dana (272 radniko-dana). Pritom su bila posječena i izrađena 1542 stabla.

Već i jednostavne usporedbe pokazale su da postoje razlike među načinima u pogledu većine istraživanih činitelja rada. Pri sječi i izradi oblovine i jednometarskoga ogrjeva (ISM) utvrdila se proizvodnost od 5,4 m<sup>3</sup> u danu. Za načine gdje se osim oblovine izrađivalo višemetarsko drvo prosječna proizvodnost rada bila je 10,5 m<sup>3</sup>/dan. Taj je odnos posljedica razlika u mehaniziranosti rada i razlika u vremenu koje se utroši za izradu drvnih sortimenata pri pojedinom načinu rada.

Od ukupnoga trajanja radne faze sječe i izrade drva na čisto i opće vrijeme obaranja i izrade drvnih sortimenata otpada 82% ukupnoga radnog vremena. Primanje sortimenata čini 7%, a prekidi zbog oborina 11% ukupnog vremena.

Prosječno trajanje radnoga dana iznosilo je 408 minuta. Koeficijent iskorištenosti dnevnoga radnog vremena bio je 0,85. Ako bi radnici uz postojeću strukturu radnoga vremena dnevno radili 480, minuta radni učinak bio se povećao za približno 22%. Preraspodjelom nepotrebno izgubljenog vremena u korist čistoga i općega vremena moguće je povećati radne učinke za 2–20%.

Potvrdilo se u istraživanju rada pri sječi i izradi središnje mjesto pripada trajanju rada motornom pilom. To vrijeme diktira oblike i zakonitosti svih značajnih veza u radnom procesu. Trajanje odmora radnika neposredno ovisi o trajanju rada pilom. Pritom svaki sat rada motornom pilom zahtijeva približno 1/2 sata odmaranja.

Pri obaranju zapinje približno svako treće stablo. Za oslobađanje zaustavljenih stabala radnik utroši 11 min u danu.

Opće vrijeme iznosi, ovisno o načinu rada, od 50% do 89% u odnosu na pripadajuće čisto vrijeme. S gledišta proizvodnosti najpovljniji omjer čistoga i općeg vremena utvrđen je pri izradi oblovine i jednometarskoga prostornoga drva individualnim radom – 1 sat čistoga vremena opterećen je s 1/2 sata općeg vremena. U ostalim načinima taj je omjer nepovoljniji. Pri izradi oblovine i višemetarskoga industrijskog drva na 1 sat čistoga vremena dolazi približno 1 sat općega vremena.

Potrošnja goriva i maziva značajno ovisi o strukturi izrađenoga drva i trajanju rada pilom. Potrošnja po 1 m<sup>3</sup> drva obrnuto je proporcionalna proizvodnosti rada, odnosno opada s većim udjelom višemetarskoga drva u m<sup>3</sup> i većim duljinama sortimenata.

Za sve načine dnevno trajanje rada sjekača motornom pilom je u dopuštenim granicama. Međutim, opterećenje radnika bukom je značajno iznad dopuštenih 90 dB(A) ili 100 %.

Pri radovima sječe, izrade i privlačenja drva oštećeno je 8,2% stabala koja su ostala u sastojini poslije prorede. Pritom svako posječeno stablo ima za posljedicu jedno oštećeno stablo. Najčešća su oštećenja kore žilišta. Obaranjem se nepovratno oštećuje velik broj stabala (lomovi i izvale). Pri privlačenju su najčešća, po vitalnost stabla, lakša ili neznatna oštećenja. Obujam oštećenja raste s većom mehaniziranošću rada. Veličina i struktura oštećenja ovise o sredstvu privlačenja, načinu formiranja tereta i vrsti privlačenih sortimenata. U usporedbi s konjskom zapregom, privlačenje adaptiranim velikoserijskim traktorom uzrokuje dvostruko brojnija oštećenja.

Očigledno je da za istraživane radne uvjete adaptirani velikoserijski traktor ZETOR 6945 nije sasvim odgovarajuće sredstvo privlačenja. Trebalo bi ispitati agregate manjih dimenzija, manje mase i bolje opremljene za privlačenje oblovine manjih dimenzija.

Pri uvođenju novih tehnologija nužno je tražiti rješenja koja zadovoljavaju rastuće potrebe za povećanjem mehaniziranosti rada, a istovremeno ne zapostavljaju dugoročne ciljeve gospodarenja šumama.

Za pojedini način rada utvrdilo se sljedeće:

**ISM.** Zbog dugogodišnjega rada radnika ovim tradicionalnim načinom sječe i izrade drva povoljnija je struktura radnoga vremena u odnosu na ostale praćene načine rada. U 8-satnom radnom danu 63% čine operacije čistoga vremena. Opće vrijeme je 49,8% u odnosu na ČV. Pri ovom načinu sječe značajan je udio ručnog rada (188 min/d). Dnevno trajanje rada motornom pilom iznosi 114 min. Stupanj mehaniziranosti je nizak (0,38). Proizvodnost je dvostruko manja (21 min po stablu, ili 5,4 m<sup>3</sup>/d) u odnosu na ostale načine. U kombinaciji ovog načina sječe i iznošenja-privlačenja konjima utvrdili smo značajno manja oštećenja (6,2% NS) u odnosu na ostale načine rada gdje se privlačilo adaptiranim velikoserijskim traktorom.

**ISVM.** Radnik radi gotovo isključivo motornom pilom (194 min/d). Čak 99% čistoga vremena otpada na radne operacije koje radnik obavlja pilom. Struktura radnoga vremena je razmjerno nepovoljna. Opće vrijeme čini 44% URV, odnosno 89% u odnosu na ČV. Proizvodnost rada bila je 10,5 m<sup>3</sup>/d (10 min po stablu). Opterećenje bukom i izloženost štetnim djelovanjima motorne pile ograničavajući su faktori, o kojima nužno valja voditi računa u primjeni ovoga načina. Ukupno je pri obaranju, izradi i mehaniziranom privlačenju oštećeno 9,9% NS.

**GSVM.** U toku dana sjekač, uz obaranje i izradu drva, priprema i vezuje tovar pri privlačenju drva. Te aktivnosti dnevno traju 88 minuta. Rad pilom i izloženost buci su skraćeni (149 min/d). Čisto vrijeme čini polovinu ukupnoga radnoga vremena, a opće vrijeme 39% URV, odnosno 71% u odnosu na ČV. Nepotrebno izgubljeno vrijeme uzrokovano nedovoljnom usklađenošću izvršilaca u grupnom radu iznosi 26 minuta dnevno. Proizvodnost je iznosila 7,7 m<sup>3</sup>/d ili 12 minuta po stablu. Pri obaranju izradi i mehaniziranom privlačenju drva oštećeno je 8,4% NS. Pri privlačenju drva oštećeno je 3,8% NS.

**GDVM.** U sječini sjekač u istom radnom danu obavlja i posao kopčaća. Dnevno angažiranje sjekača pri privlačenju drva iznosi 94 minute. Stupanj mehaniziranosti rada iznosi 0,56. Opće vrijeme je 62% u odnosu na ČV. Proizvodnost rada najveća je upravo pri ovom načinu rada. Ostvarena je proizvodnost od 13,4 m<sup>3</sup>/d (7 minuta po stablu). Iskorištenost sjekača na pomoćnom stovarištu je vrlo mala. Čisto vrijeme je iznosilo 134 min, a udio rada pilom u 84% ČV. Nepotrebno izgubljeno vrijeme iznosilo je 264 minute u danu. Pri radovima sječe i mehaniziranog privlačenja drva ukupno je oštećeno 9,4% NS, od čega na privlačenje otpada 5,6% NS.

*Istraživanja su pokazala da postoje značajne, dosad neiskorištene mogućnosti racionalizacije sječe i izrade. Ključ mobilizacije ovih rezervi nalazi se u stalnom nastojanju povećanja uspješnosti šumskog rada. Uvjet za uspjeh ovakvih nastojanja nesumnjivo leži u motivaciji svih zaposlenih u šumarstvu. Danas, čini se, motivacije ponestaje upravo kod onih odgovornih za podizanje razine šumskoga rada i kvalitete življenja zaposlenih u šumarstvu uopće.*

## LITERATURA – REFERENCES

- Aradi, D., Dević, M., Relja, Ž., Sever, S., Vojvodić, I., 1987: Pravilnici o zaštiti na radu SR Hrvatske (Provedeni propisi). CIP, Zagreb, str. 349–396.
- Bojanin, S., Sever, S., Tomičić, B., 1978: Komparativna istraživanja obaranja stabala, izrade i transporta jedno i višemetarskog prostornog drva bukve i hrasta. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 43.
- Bojanin, S., 1981: Veličine – činioci u radnom procesu eksploatacije šuma i njihovo mjerenje. Biblioteka mehanizacije br. 3 (prilog Mehanizaciji šumarstva 1–2), Zagreb, str. 13–22.

- Bubnjević, M., 1983: Učestalost prijevremene invalidnosti radnika u šumarstvu SR Hrvatske. Zbornik radova Savjetovana »Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi«, Opatija, str. 671-680.
- Doležal, B. 1984: Štete u šumi izazvane primjenom mehanizacije. Dokumentacija za tehniku i tehnologiju u šumarstvu, Beograd, str. 47.
- Eggert, J., 1989: Izložena šteta šumskih radnika štetnom djelovanju ispušnih plinova motorne pile. Mehanizacija šumarstva, god. 14, 5-6/1989, Zagreb, str. 123-124.
- FAO/ILO/IUFRO, 1983: Ergonomics applied to Forestry. Proceedings of the International Seminar, Vienna & Ossiach (Austria).
- Fries, J., 1976: Transport damage a yield losses. Dept. of Forest Yield Research, Stockholm, Res. Notes No. 40.
- Hadživuković, S., 1977: Planiranje eksperimenata. Privredni pregled, Beograd, str. 375.
- Hannelius, S., Lillandt, M. 1970: Damaging of Stand in Mechanized Thinning. Dept. Logging and Utilization of Forest Products, Res. Notes No. 4.
- Henich, D., 1981: Mjerenje buke i vibracija. Biblioteka mehanizacije br. 3 (prilog Mehanizaciji šumarstva 1-2), Zagreb, str. 161-180.
- Henich, D., Sever, S., 1983: Razvoj metoda mjerenja i utvrđivanja dozvoljenih granica izlaganja buci i vibracijama prenesenih putem ruke/šake. Zbornik radova Savjetovanja »Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi«, Opatija, str. 719-729.
- Henich, D., Sever, S., 1983: JUS M. K8.020 - naš prvi standard za ispitivanje motornih pila lančanica. Zbornik radova Savjetovanja »Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi«, Opatija, str. 691-702.
- Hilf, H. H., 1957: Arbeitswissenschaft. Carl Hanser Verlag, Munchen, str. 1-351.
- Ivanek, F., Krivec, A., 1974: Poškodbe v gozdu pri sečnji in spravili lesa. Gozdarski vestnik, vol. 10, Ljubljana, str. 1-60.
- Ivanek, F., 1976: Vrednotenje poškodb pri spravilu lesa v gozdovih na Pohorju. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti, Ljubljana, str. 194.
- Južnič, B., 1984: Poškodbe pri sečnji in spravilu lesa v bukovih drogovnjakih. Diplomski rad. Biotehniška fakulteta, Ljubljana. Str. 75.
- Kopf, E. U., 1976: Prediction of time consumption in logging. A IUFRO project on the application of work study in forestry, Stockholm, str. 34.
- Kraljić, B., Tomanić, S., 1979: Utvrđivanje proizvodnosti rada u šumarstvu. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 43.
- Krivec, A., 1975: Racionalizacija delovnih procesov v sečnji in izdelavi ter spravljanju lesa odvisnosti od delovnih pogojev in poškodb. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti, Ljubljana, str. 60.
- Leek, N. A., Schaafsma, A. H., 1978: Skidding in thinning: using a horse or tractor with hydraulic grapple? Ned. Bosb. Tijdschr. 50. str. 337-343.
- Lipoglavšek, M., 1977: Dnevno opterećenje sjekača s bukom motorne pile. Mehanizacija šumarstva, god. 2, 1-2, Zagreb, str. 35-48.
- Lipoglavšek, M., 1979: Ergonomija. Biotehniška fakulteta, Ljubljana.
- Lipoglavšek, M., 1983: Ergonomska svojstva radnih sredstava pri dobivanju šumskih proizvoda. Zbornik radova Savjetovanja »Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi«, Opatija, str. 681-686.
- Martinić, I., 1989: Novi matematički modeli za određivanje osnovnih činioca sječe i izrade drva u prebornim šumama. Rukopis predan u Šumarski list.
- Martinić, I., Vondra, V., 1989: Elementi planiranja i njihovo ostvarenje pri sječi i izradi drva. Mehanizacija šumarstva. God. 14, 1-2, Zagreb, str. 11-18.
- Matić, S., 1989: Intenzitet prorede i njegov utjecaj na stabilnost, proizvodnost i pomlađivanje sastojina hrasta lužnjaka. Glasnik za šumske pokuse, Šumarski fakultet, Zagreb, vol. 25. str. 261-276.
- Pranjić, A., 1986: Šumarska biometrika. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 204.
- Rebula, E., 1978: Određivanje potrebnog vremena sječe i izrade na osnovi doznačenih stabala. Mehanizacija šumarstva, god. 3, 5-6, Zagreb, str. 130-142.
- Rebula, E., 1985: Potrošnja goriva i maziva pri sječi i izradi drva, Mehanizacija šumarstva, god. 10, 5-6, Zagreb, str. 67-69.

- Samset, I., 1990: Some observations on time and performance studies in forestry. Norwegian Forest Research Institute, As, Norway. No. 43.5, str. 5-80.
- Sever, S., 1989: Iveranje i iverači. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 5.
- Sever, S., Horvat, D., Golja, V., Risović, S., 1989: Neki rezultati istraživanja potrošnje goriva na radovima proreda sastojina Mehanizacija šumarstva, god. 14, 3-4, Zagreb, str. 49-54.
- Sever, S., Horvat, D., Golja, V., Risović, S., 1989: Neke ergonomske pojave pri radu strojeva u šumarstvu obuhvaćene istraživanjima proreda sastojina. Mehanizacija šumarstva, god. 14, 1-2, Zagreb, str. 39-45.
- Silobričić, V., 1983: Kako sastaviti i objaviti znanstveno djelo. Jumena, Zagreb, str. 1-115.
- Snedecor, W. G., Cochran, W. G., 1971: Statistički metodi. Beograd, str. 1-511.
- Sundberg, U., Svanqvist, N., 1988: Potrošnja goriva - bolji pokazatelj stvarne cijene rada stroja od vremena. Mehanizacija šumarstva, god. 13, 5-6, Zagreb, str. 88-92.
- Štefančić, A., 1989: Komparativno istraživanje proizvodnosti rada, troškova proizvodnje i oštećivanja stabala primjenom deblvine i sortimentene metode rada u proredi sastojina. Mehanizacija šumarstva, god. 14, 5-6, Zagreb, str. 93-102.
- Tomanić, S., 1970: Utjecaj zamorenosti radnika na dnevnu i tjednu dinamiku proizvodnosti rada pri sječi i izradi drva. Šumarski list, god. 94, 3-4, Zagreb, str. 84-91.
- Tomanić, S., 1971: Normiranje rada pri sječi i izradi drva. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 82.
- Tomanić, S., 1974: Racionalizacija rada pri sječi, izradi i privlačenju drva. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 468.
- Tomanić, S., Hitrec, V., Terzin, V., 1974: Normativi utroška goriva i maziva pri sječi i izradi drva motornom pilom u ŠPP »Slavonska šuma« Vinkovci. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 70.
- Tomanić, S., Hitrec, V., Vondra, V., 1978: Sistem za određivanje radnog vremena sječe i izrade drva. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 443.
- Tomanić, S., Hitrec, V., Vondra, V., 1979: Analiza utroška goriva i maziva pri sječi i izradi drva motornom pilom u ŠG »Hrast« Vinkovci. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 19.
- Tomanić, S., Hitrec, V., Vondra, V., 1980: Potrošnja goriva i maziva pri sječi i izradi drva motornom pilom Stihl 045 AV u ŠG »Hrast« Vinkovci. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 18.
- Tomanić, S., 1982: Studij vremena pri sječi i izradi drva u prebornim šumama (Upute za terenske radove). Šumarski fakultet, Zagreb, str. 48.
- Tomanić, S., 1987: Kompleksna istraživanja organizacije proizvodnje u proredama sastojina. Mehanizacija šumarstva, god. 12, 11-12, Zagreb, str. 194-200.
- Tomanić, S., Vondra, V., Martinić, I., 1989: Oštećivanje sastojina pri šumskim radovima. Mehanizacija šumarstva, god. 14, 3-4, Zagreb, str. 65-72.
- Tomičić, B., 1984: Proizvodnja sitnog industrijskog drva za mehaničku i kemijsku preradu. Mehanizacija šumarstva, god. 9, 7-8, Zagreb, str. 147-157.
- Tomičić, B., 1986: Razvoj mehanizacije, tehnologije i organizacije rada u iskorišćivanju šuma u SG »Mojica Birta« u Bjelovaru. Šumarski list, god. 110, 1-2, Zagreb, str. 29-44.
- Trohar, V., 1981: Dvadeset godina korišćenja motornih pila u šumarstvu naše republike. Mehanizacija šumarstva, god. 6, 7-8, Zagreb, str. 217-232.
- Trohar, V., 1983: Smanjenje utroška goriva motornih pila. Zbornik radova sa savjetovanja »Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi«, Opatija, str. 387-408.
- Vondra, V., Martinić, I., 1988: Pogonsko vrijeme rada motorne pile pri sječi i izradi drva. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 15.
- Vondra, V., 1988: Delay Time Dependence on Work Methods at Cutting and Primary Wood Conversion (Ovisnost prekida rada o metodi rada pri sječi i izradi drva). Referat na Međunarodnom simpoziju »Developments on Work Studies in Forestry«, Solun, str. 8.
- Vondra, V., 1985: Teškoće mjerenja rada pri sječi i izradi drva. Referat sa Savjetovanja povodom 125 godina šumarske nastave u SR Hrvatskoj. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 8.
- Vondra, V., 1989: Utjecaj metode rada i ekološko-gospodarskog tipa šume na strukturu radnog vremena i proizvodnost rada pri sječi i izradi jelovine. Šumarski list, god. 113, 11-12, Zagreb, str. 603-615.
- Zdjelar, M., Gašpar, M., 1989: Primjena sredstava i mjera zaštite na radu pri sječi, izradi i privlačenju drvnih sortimenata. Mehanizacija šumarstva, god. 14, 3-4, Zagreb, str. 81-90.
- Zdjelar, M., 1990: Utjecaj metoda gradnje traktorskih vlakana na proizvodnost i ekonomičnost rada, oštećivanje stabala i naprezanje radnika. Mehanizacija šumarstva, vol. 15, 1/2, Zagreb.
- \*\* ŠG »Mojica Birta« Bjelovar, 1988: Analiza rada i proizvodnje iskorišćivanja šuma za 1987. godinu.

IVAN MARTINIĆ

## INTERACTIONS OF WORK METHODS, WORKING CONDITIONS AND WORK PRODUCTIVITY IN WOOD FELLING AND PROCESSING IN THINNING

### *Summary*

The following work factors have been studied for four methods of felling and processing of wood in thinnings:

- work productivity,
- fuel consumption of power saw,
- daily noise exposure of workers,
- tree damage in felling, primary wood conversion and skidding.

Field research was carried out in a 47-year-old montane mixed stand of sessile-flowered oak, beech and hornbeam on the Bilogora mountain. Detailed survey encompassed 1542 trees within 47 working days (272 workers-days).

In felling and conversion of roundwood and one-meter long firewood a productivity of 5,4 m<sup>3</sup> per day was established. With methods where also multi-meter long stacked wood were used, the productivity was 10,5 m<sup>3</sup> per day.

The production of roundwood and one-meter long firewood by individual work, 1 hour of efficient time was loaded with 1/2 hour of delay time. In the production of roundwood and multi-meter long stacked wood 1 hour of efficient time required nearly 1 hour of delay time. The required power saw time dictates the forms and laws of all significant links in a working process. Workers' resting time immediately depends on the duration of the work with the power saw; an hour's work with the power saw requires nearly 1/2 hour resting time.

The consumption of fuel and lubrication oil per 1 m<sup>3</sup> decreases with greater proportion of multi-meter stacked wood in m<sup>3</sup> of processed timber and longer wood assortments.

With all methods of felling and processing, daily work with power saw (99-164 min) was within the allowed limits. The average daily noise exposure of a worker was 100 db(A), which is considerably above the permitted 90 db(A) or 100%.

In felling, primary wood conversion and skidding of timber 8,2% of the remaining trees were damaged. About every cut tree entails another damaged tree. The hardest damage is done to the tree trunk bark. Uprooted and broken trees as a result of felling end in numerous irredeemably destroyed trees. The commonest damage in skidding was light or insignificant. The size of damage grows in proportion with higher mechanization. The size and structure of the damage depend on the skidding equipment, the way of forming the load and the art of hauled assortments. Compared with horse-drawn skidding, the one carried out with an adapted agricultural tractor caused twice as much damage.

*Key words:* felling, skidding, work study, work productivity, time consumption, fuel consumption of power saw, noise exposure of cutters, forest stand damage.

Received July 15, 1991  
Accepted October 16, 1991

Author's address:  
Ivan Martinić  
Faculty of Forestry  
41001 Zagreb, P. O. Box 178  
Croatia