

Povijesni razvoj sječe i izradbe drva u Republici Hrvatskoj

Sabolić, Klara

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:165213>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-01**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ
ŠUMARSTVO

KLARA SABOLIĆ

POVIJESNI RAZVOJ SJEČE I IZRADBE DRVA U REPUBLICI
HRVATSKOJ

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB (RUJAN, 2021.)

Zavod:	Zavod za šumarske tehnike I tehnologije
Predmet:	Pridobivanje drva I
Mentor:	Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky
Asistent - znanstveni novak:	-
Student (-ica):	Klara Sabolić
JMBAG:	0068232793
Akad. godina:	2020/2021
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 24.9.2021.
Sadržaj rada:	Slika: 13 Tablica: 1 Navoda literature: 21
Sažetak:	<p>Sječa stabala smatra se najstarijom ljudskom djelatnosti.</p> <p>Povijesni razvoj sječe i izradbe drva u hrvatskom šumarstvu dijeli se na tri vremenska razdoblja.</p> <p>Prvo razdoblje traje do uvođenja motornih pila lančanica (do 1960. godine), a karakterizira ga težak fizički rad, uporaba ručnih alata (ručne pile, sjekire,..) te mala razina proizvodnosti.</p> <p>Drugo razdoblje započinje sa uvođenjem motorne pile lančanice (od 1960. godine). S pojavom motornih pila povećava se proizvodnost sječe i izradbe drva te se pojavljuju profesionalne bolesti (vazoneuroze, bolesti sluha).</p> <p>Treće razdoblje započinje s pojavom strojne sječe i izradbe drva harvesterom u hrvatskome šumarstvu (od 2000.godine). Upotrebom harvestera, dodatno se povećava proizvodnost i smanjuju jedinični troškovi sječe i izradbe drva, te se humanizira rad uz rješavanje krize ponude radne snage.</p>

	IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI	OB FŠDT 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 29.04.2021.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 24.9.2021. godine

vlastoručni potpis

Klara Sabolić

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. RAZDOBLJE DO UVOĐENJA MOTORNIH PILA LANČANICA (DO 1960. GODINE).....	3
3. RAZDOBLJE OD UVOĐENJA MOTORNIH PILA LANČANICA (OD 1960. GODINE).....	7
4. RAZDOBLJE POJAVE STROJNE SJEČE I IZRADBE DRVA HARVESTEROM (OD 2000. GODINE).....	15
5. ZAKLJUČAK.....	20
6. LITERATURA.....	22

1. UVOD

Sječa i izradba drva, prva je faza pridobivanja drva. Pridobivanje drva je proces proizvodnje drvnih sortimenata, tj. slijed međusobno povezanih i ovisnih radnji i postupaka pri proizvodnji drva, a čine ga sječa i izradba te transport drva (Poršinsky 2005).

U ovom radu fokus će biti na prvoj fazi pridobivanja drva. Sječa (rušenje) stabala obuhvaća cijeli niz postupaka koji se trebaju izvesti na pravilan i siguran način, kako bi se stablo bez opasnosti i štete dovelo iz dubecćeg (stojećeg) položaja na tlo (Krpan 1992). U prošlosti se prvo provodila sjekikom, a kasnije ručnim pilama dok 60-ih godina 20-og stoljeća uvode se i motorne pile lančanice kao alat koji će olakšati prvu fazu.

Kako bi se izvela na što sigurniji način, potrebno se pridržavati određenih postupaka prije samog rušenja stabala. Potrebno je očistiti pridanak i okolicu stabla, obraditi žilište, odrediti smjer rušenja, izraditi zasjek te potpiliti stablo uz ostavljanje prelomnice.

Uz sječū, u prvu fazu pridobivanja drva spada i izrada, a to je proces u kojem se posječeno stablo pretvara u drvne sortimente. Ona uključuje kresanje grana, razmjeravanje debla, prikrajanje, trupljenje, preuzimanje i obilježavanje drva. Uz izradbu drva vezane su i metode izradbe, koje određuju oblik drva koji se doprema (privlači) na pomoćno stovarište (stablovna, deblovna, sortimentna).

Moglo bi se reći kako je šumarstvo u nas stoljetna djelatnost. Kao početak možemo uzeti datum, 16. siječanj 1762. godine jer je tad austrougarska carica Marija Terezija zabranila izvoz drva iz naših krajeva (spadali smo pod Vojnu krajinu) i tako zaustavila „pustošenje šuma“ (Pernar 2016.). Također, naredila je da se šume „opišu i u nacрте narišu“ što je dovelo do prve inventure i karte šuma ovih područja (Pernar 2016). Tome su prethodili datumi od 16. do 23. veljače 1765. godine kada je osnovana prva uprava šuma u Karlovačkom generalatu, a s njezinim osnivanjem, osnovane su i prve šumarije koje su bile u Oštarijama, Krasnu (postoji i danas) i Petrovoj gori (Pernar 2016). S osnivanjem prvih šumarija, donose se i prve zakonske odredbe. Prvi zakon o šumama objavljen je 22. prosinca 1769. godine pisan na hrvatskom jeziku i smatra se najvažnijim spisom u povijesti hrvatskog šumarstva (Pernar 2016).

Nakon tog povijesnog trenutka počelo se donositi mnogo važnijih zakona o šumama za naše šume, a i samo šumarstvo. Jedni od tih su zakoni iz 1852. i 1894. godine. Zakon o šumama koji je donesen 3. prosinca 1852. godine propisivao je da s niti jedno šumsko zemljište ne

smije oduzeti niti pretvoriti u drugu kulturu te je time ozakonjeno načelo potrajnosti (Anić i dr. 2012). Zakonom iz 1894. godine pokušalo se ukloniti propuste iz zakona 1852. godine. Tako se prvim dijelom zakona iz 1894. koji je izašao 22. siječnja utvrdila šumarsko – tehnička služba pri političkoj upravi u Kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji (Krpan 2013). Drugi dio zakona izašao je 26. ožujka te se njime propisala organizacija stručne uprave i gospodarenja (Krpan 2013). Krpan (2013) opisuje kako Matić i Topić (2011) ističu da se šumarstvo na našim područjima počelo razvijati s počecima razvoja obrazovanja i znanosti na području šumarstva.

S godinama su izlazile dopune postojećih zakona, a to je pratilo i spajanje šumarija u šumska gospodarstva, a samo neka od njih su „Josip Kozarac“ iz Nove Gradiške, „Mojica Birta“ iz Bjelovara, „Varaždin“ iz Varaždina, „Zagreb“ iz Zagreba, „Delnice“ , „Dalmacija“ iz Splita i dr.

Krajem 1990. godine, točnije 4. prosinca, donesena je izmjena i dopuna Zakona o šumama iz 1983. godine. Njime je propisano da su šume i šumska zemljišta na teritoriju Republike Hrvatske u državnom vlasništvu, osim onih koja su u privatnom vlasništvu (Krpan 2013). Tako je organizacijska struktura podijeljena na šumarije, uprave šuma i direkcije kojoj je sjedište u Zagrebu. Državne šume dane su na upravljanje Javnom poduzeću Hrvatske šume p.o. koje će 2002. godine koje će postati trgovačko društvo Hrvatske šume d.o.o. sa sjedištem u Zagrebu te sa 16 uprava šuma podružnica i 169 šumarija (Krpan 2013).



Slika 1. Prikaz sječe stabala ručnim pilama

(Izvor: <https://www.samoostro.hr/2018/06/22/povijest-hrvatskog-sumarstva/>)

2. RAZDOBLJE DO UVOĐENJA MOTORNIH PILA LANČANICA

(DO 1960. GODINE)

Ovo razdoblje u hrvatskom šumarstvu započelo je prije otprilike tri stoljeća kada su se pojavile prve pilane. Prva pilana otvorila se na području Vrbovskog, a nakon toga i u Fužinama. Te pilane nazvane su pilane potočare jer su za svoje pokretanje koristile snagu vode. Pojavom parnog stroja, postupno su odlazile u zaborav. Tako su nastale parne pilane s kojima kod nas započinje obrada bukovog drva (Krpan 1992).

Iz piljene građe proizvodili su se bordonali (glavna, nosiva greda) od jele i bili su dužine od 8 do 16 metara. Uz bordonale, cijepala se i šindra te se proizvodio drveni ugalj, potaša – kalijev karbonat koji je nekada je bila među najvažnijim industrijskim kemikalijama (Krpan 1992).

Usporedno s radom pilana, u 19. stoljeću na području Gorskog kotara tamošnji stanovnici počeli su proizvoditi proizvode od drva kao što su; barila, čuture, kolovrate, zdjele, sita, košare, grablje i razne druge proizvode s kojima su se koristili u svakodnevnom životu. Na drugom dijelu zemlje, u Slavoniji se počela proizvoditi hrastova dužica koja se koristila u proizvodnji bačava za konjak/ pivo (Krpan 1992). Kako su se ljudi sve više zainteresirali za proizvodnju raznih predmeta od drva, to je drvo trebalo odnekud i dobiti. To stanje opisuje nadšumar Karlo Kos 1847. godine kao :“Neizcrpljivo mnoštvo hrvatskih šumah sve ide na manjak, dapače ih je mnogih mjestih sasvim ponestalo, dočim se drvah sve više potrebuje, a cijena im sve to više skače. Veliki diel šumah je okrčen i pretvoren u oranice i livade; što još ima šumah steže se sve više na gorske priedjele i na neplodna zemljišta. Al i ovdje je gora strašno proriedjena, dapače ima čitavih kosah goletnih; jer što više narod raste, to se više šume sieče. Zato visoke šume nestaje i buduć da se slabo tko brine za pomladak, to se i malo vidi mladikovine, a ponajviše se šume pretvaraju u šumarje i grmlje. Moramo priznati da se kod nas slabo tko stara za budući naraštaj, da se u obće slabo i poznaje cijena i vriednost šumah; nego se običnim smatraju samo kao uzgredica , kao stvar male cijene. Skrajnje je dakle vrieme da se i kod nas zavede umno šumarenje, ako nećemo da sasvim zateremo našu goru.“ (Krpan 1992).

Tako je tadašnju drvnu industriju počela pratiti i adekvatna sječa i izradba drva, ali i sam transport drva. Zbog toga se pojavljuje pojam industrijske sječe koji se zadržao sve do polovice 20-og stoljeća (do 1953-e godine). Ona se provodila u vlastitoj izvedbi jer su kupci

kupovali stablo na panju, a u izvedbi drvnoindustrijski poduzeća bila je od 1945-e do 1953-e godine. Nakon 1953-e godine, sječu u potpunosti preuzimaju šumska gospodarstva. Preuzimanjem sječe od strane šumarske struke, ukinut je pojam industrijske sječe (Krpan 1992).

Za razliku od danas, ljudi koji su radili u šumi na poslovima sječe i izradbe drva koristili su ručne pile kod rušenja stabala. Rušenje stabala, od radnika je zahtijevalo izdržljivost kao i iznimnu fizičku snagu. Najpoznatije pile kojima su se koristili bile su dvoručne pile – čavlarice i amerikanke (Krpan 1992). Osim pila, upotrebljavala se i sjekira kojih je bilo više. Jedna sjekira se upotrebljavala za sječu tvrdog i mekog drva (nazivale su se kranjica, urhorka, slavonska, malarina i dr.), druga se pak koristila kod obaranja, treća kod čišćenja debla od grana. Te su sjekire bile teške od 0,4 do 3,0 kg (Krpan 1992). Danas se one koriste kod zabijanja klinova i ostalih pomoćnih poslova kod sječe i izrade. Uz sjekire koristili su se bat i klinovi.

Nakon sječe ta je debla trebalo nekako privući iz šume, a za to se koristila animalna snaga (volovska i konjska sprega). Zbog takvog načina transporta, najviše se koristila sortimentna metoda izradbe drva kako bi životinje (konji i volovi) koje su se koristile mogle izvući drvo iz šume, a da se ne preoptereće. Kako bi se olakšao transport drva, 1925. godine započinje proizvodnja traktora prilagođenih za rad u šumi. Tako je prvi traktor proizveden u Švedskoj, a za područje Jugoslavije i primjene specijaliziranih šumskih traktora uzima 1968. godina (Konciner 1988).



Slika 2. Povijesni prikaz privlačenja drva animalnom vučom

(Izvor: <https://www.samoostro.hr/2018/06/22/povijest-hrvatskog-sumarstva/>)

Osim toga koristilo se plavljenje i splavarenje vodom (transport drvnih sortimenata koji su bili međusobno povezani u splav te su se kretali nizvodno) kao i iznošenje ljudskom snagom. Tako se transport drva obavljao sve do 20-og stoljeća kada se pojavljuju uskotračne šumske željeznice koje olakšavaju i omogućuju transport veće količine drva u odnosu na prethodne načine koji su bili fizički iscrpljujući i slabije produktivni. Nakon pojave uskotračnih šumskih željeznica u transportu drva počinju sudjelovati i kamioni koji se uvode između prvog i drugog svjetskog rata. Na taj se način sustav transporta drva sve više mehanizirao dok je sustav sječe i izradbe drva ostao nepromijenjen dugi niz godina (Krpan 1992).

Na kraju krajeva treba spomenuti ono najvažnije, a to je koliko se sjeklo tada. Zabilježeno je da se nakon drugog svjetskog rata u Hrvatskoj sjeklo više od 6,0 milijuna m³ bruto volumena godišnje. Najveći intenzitet sječe je bio 1945. i 1950. godine kada se posjeklo 6,97 milijuna m³. Taj intenzitet počinje opadati 1953. godine (Krpan 1992).

Ovo razdoblje ponajprije obilježava upotreba ručnih alata (pile, sjekire,..) što je rezultiralo teškim fizičkim radom, ali i niskom razinom proizvodnosti sječe i izradbe drva.

Kako je vrijeme prolazilo, tako su ljudi dolazili na ideju kako da si olakšaju mukotrpan rad sječe i izradbe drva. Razmišljalo se koji bi to alat bio koji će olakšati taj posao, a ujedno i povećati proizvodnost sječe i izradbe te smanjiti količinu ljudskog rada. Tako se krajem ovog razdoblja došlo do izuma motorne pile lančanice koje su na početku bile izuzetno velikih dimenzija, mase, a i teško prenosive te su bile ovisne o nekom vanjskom izvoru za pokretanje (generator, vanjski motor s unutarnjim izgaranjem,..). Zbog njihove mase i nespretnosti u radu, težilo se proizvodnji manjih i laganijih motornih pila koje bi se lako prenosile i s kojima bi upravljao samo jedan radnik što je dovodilo do povećanja sigurnosti pri radu. Tako se na području tadašnje Jugoslavije, 1945. godine, nakon rata, pokušalo uvesti u rad 2000 pila za dva radnika, ali nisu pokazale očekivane rezultate te su ubrzo nestale (Krpan i Poršinsky 2006).



Slika 3. Povijesni prikaz sječe i izradbe drva (Izvor: Krpan 2013)

Na slici je prikazan proces sječe i izradbe drva slavonskih hrastovih šuma 19-og stoljeća te prikazuje koliko je tadašnji šumski rad bio mukotrpan.

3. RAZDOBLJE OD UVOĐENJA MOTORNE PILE LANČANICE (OD 1960. GODINE)

S primjenom mehanizacije u šumarstvu pokušalo se povećati proizvodnost, a smanjiti broj radnika na poslovima sječe kao i smanjiti troškove po jedinici proizvoda što je više moguće. Prije svega njom se htjelo smanjiti umor radnika kako ne bi često dolazilo do ozljeda.

Početak 1960-ih počinje proces mehaniziranja sječe i izradbe drva motornim pilama s kojom može rukovati jedan radnik. To su bile motorne pile lančanice Stihl BLK i Stihl Contra. S početkom uvođenja motornih pila, počinje se javljati i potreba za edukacijom radnika.



Slika 4. Motorna pila Stihl BLK

(Izvor: <https://vintagechainsawcollection.blogspot.com/2013/10/stihl-blk.html>)



Slika 5. Stihl Contra (Izvor: Kranjec i Poršinsky 2011)

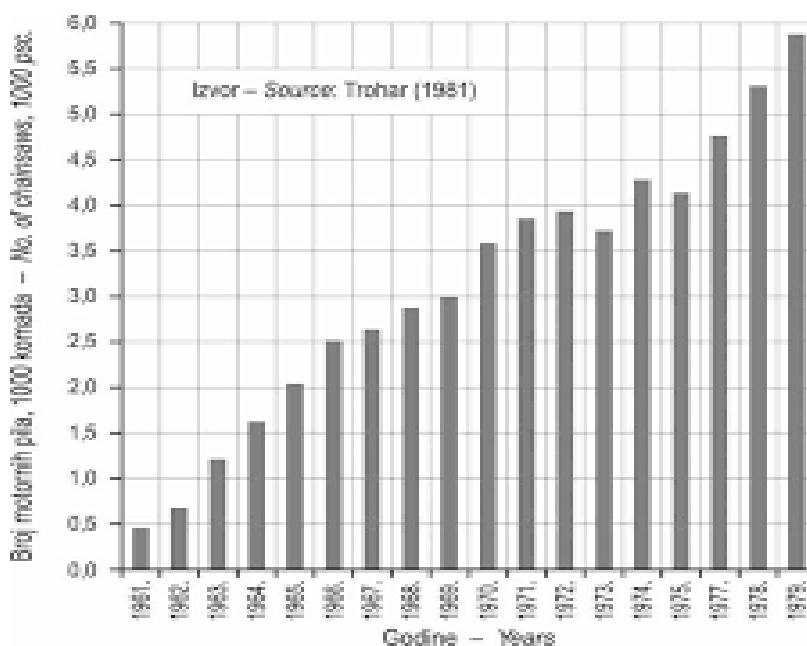
Stihl Contra bila je prva pila s izravnim prijenosom. Pod tim se nazivom prodavala u Europi dok se u Americi prodavala pod nazivom Lightning. Imala je motor obujma cilindra 106 cm^3 koji je pri 7000 min^{-1} razvijao 6 KS, a 9 KS pri 6500 min^{-1} . Također imala je automatsko podmazivanje lanca. Bila je teška 12 kg te je mogla imati najkraću vodilicu duljine 43 cm, dok je najdulja iznosila 83 cm. S njom je ostvaren pomak s ručne na ručno – strojnu sječu i izradbu u Hrvatskoj. Uz nju je u tome sudjelovala i motorna pila Stihl BLK (kompaktna, lagana pila s Ottovim motorom) koja je bila teška 11 kg s motorom koji je razvijao 3,5 KS (Kranjec i Poršinsky 2011).

Isto tako s pojavom motornih pila javljaju se određeni problemi koji su vezani uz organizaciju rada s obzirom na veličinu radne grupe koje rade samo jednom motornom pilom, rješavanje opskrbe rezervnim dijelovima uz obrazovanje servisnih mehaničara, nepostojanju normativa što dovodi u pitanje plaće radnika te pojava profesionalnih bolesti – vazoneuroze, oštećenje sluha (Kranjec i Poršinsky 2011).

Zbog pojave profesionalnih bolesti, javlja se potreba za proizvodnjom osobnih zaštitnih sredstava pri radu. Danas se kod sječe i izradbe moraju koristiti zaštitna kaciga, zaštitna mrežica koja je pričvršćena za kacigu kao i antifoni. Za zaštitu ruka, koriste se antivibracijske rukavice. Isto tako potrebno je i zaštitno odijelo koje će zaštititi radnika od ozljede. Ono ima ušivenu mrežicu kojoj je uloga da zaustavi lanac motorne pile. Ne smije se zaboraviti niti na šumarske čizme ili cipele koje imaju zaštitnu kapicu kao i gumu protiv proklizivanja (Pravilnik o zaštiti na radu u šumarstvu „Narodne novine“ broj 10/86).

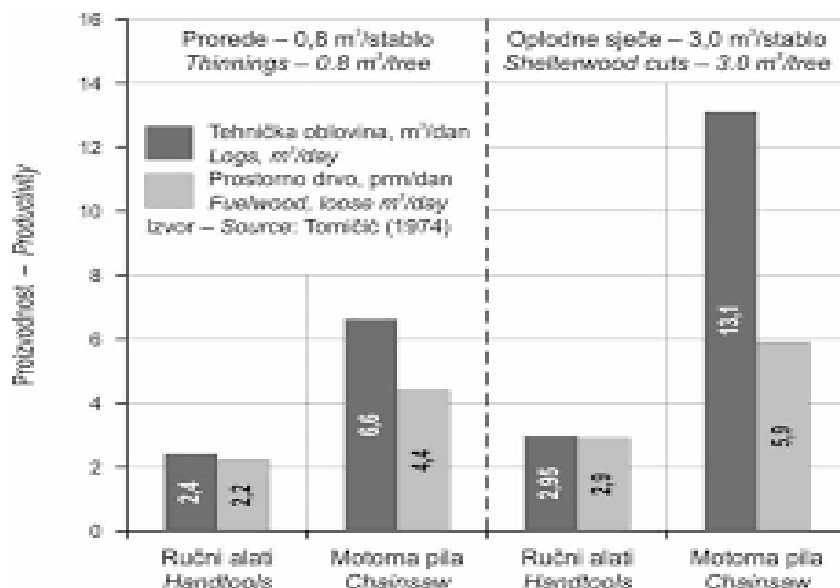
Osim osobne zaštitne opreme, važnu funkciju imaju i određeni dijelovi motorne pile koji moraju biti napravljeni na način kako bi spriječili mehaničke ozljede i smanjili buku i vibraciju. To su: obloga prednje ručke, hvatač lanca, kočnica lanca, amortizeri.

S godinama brojnost motornih pila raste (slika 6).



Slika 6. Grafički prikaz brojnosti motornih pila kroz godine (Kranjec i Poršinsky 2011.)

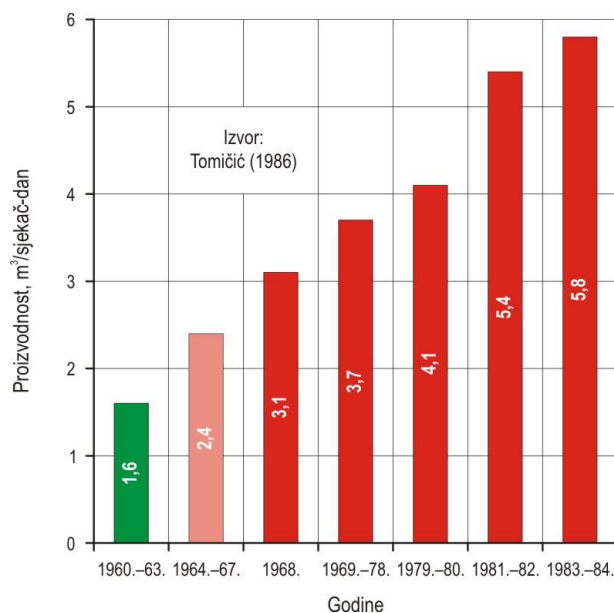
Pojavom motornih pila raste i proizvodnost u odnosu na razdoblja prije kada su se rabili ručni alati.



Slika 7. Grafički prikaz proizvodnosti (Kranjec i Poršinsky 2011)

Tomičić (1986) prikazuje dvadesetčetverogodišnje razdoblje proizvodnosti za šumsko gospodarstvo „Mojica Birta“ iz Bjelovara opisujući to kroz sedam podrazdoblja.

- ✚ U prvom razdoblju (1960.-1963.) prevladavaju ručni alati te se postepeno uvode motorne pile. Značajno je to da je proizvodnost vrlo niska.
- ✚ Drugo razdoblje (1964.-1967.) karakteristično je po tome što raste udio posječenog drva motornom pilom i radna grupa (3-8 radnika) radi s jednom motornom pilom.
- ✚ Treće razdoblje (1968.) je značajno po tome što je etata u potpunosti posječen motornim pilama. Sada je radna grupa sastavljena od 2 do 3 radnika i bitno je napomenuti da se tu počinju primjenjivati tehničke norme.
- ✚ Četvrto razdoblje (1969.–1978.), radnu grupu čine dva radnika i jedna motorna pila te su u cijelosti uvedene tehničke norme.
- ✚ Peto razdoblje (1979.– 1980.) je prepoznatljivo po tome što se uvodi izrada višemetarskog prostornog drva i nove norme, ali i po tome što se uvodi da jedan radnik radi s motornom pilom
- ✚ U šestom razdoblju (1981.–1982.) dva radnika sijeku 70% etata te tada započinje grupni rad. Udio višemetarskog drva počinje rasti.
- ✚ U sedmom razdoblju (1983.–1984.) raste udio višemetarskog prostornog drva. Dva radnika sijeku 40% etata.



Slika 8. Proizvodnost m³/sjekaču kroz razdoblja (Tomičić 1986)

Uvođenjem motornih pila, ali i strojeva za transport, dolazi do uvođenja novih metoda izradbi drva. Uz postojeću sortimentnu metodu, uvele su se deblovna, poludeblovna i stablovna metoda. Deblovnu se metodu počelo primjenjivati s pojavom zglobnih traktora – skidera. Za nju je karakteristično da se izradba sortimenata seli na pomoćno stovarište. Najčešće se primjenjuje na nagnutim terenima u oplodnim sječama jednodobnih šuma te prebornim sječama u prebornim šumama. Poludeblovnom metodom, nakon sječe i kresanja grana, deblo se trupi na dva do tri dijela i tako se transportira na pomoćno stovarište. Na taj se način želi smanjiti oštećivanje stabala koja će ostati nakon sječe, a i smanjuje se oštećivanje pomlatka i šumskog tla. Za stablovnu metodu je karakteristično da se cijelo stablo (i krošnja) transportira do stovarišta i onda se izrađivala oblovina, višemetarsko drvo, a krošnja se koristi u dobivanju šumske sječke. Ta se metoda izradbe drva ne primjenjuje u Republici Hrvatskoj. Metoda koja će se koristiti uvelike ovisi o terenskim čimbenicima, dostupnim sredstvima privlačenja.

Danas se samo može posjeći stablo koje je doznačeno prema „Pravilniku o doznaci stabala, obilježavanju drvnih sortimenata, popratnici i šumskom redu („Narodne novine“ broj 71/19)“. Kako bi se sječa izvela na siguran način, prije početka je potrebno očistiti okolinu oko stabla. Ukoliko stablo ima izraženo žilište, potrebno ga je obraditi (formira se prvo vertikalni pa horizontalni rez). Zatim se radi zasjek koji se izvodi na onoj strani stabla u smjeru njegova rušenja te mu omogućava pad. Nakon toga se stablo potpili uz ostavljanje

prelomnice (2 do 6 cm širine). To je dio drvnih vlakana koji kod potpiljivanja ostaju nepotpiljeni, ali i osovina oko koje se padajuće stablo rotira. Zatim se zabijaju klinovi i navodi se stablo u pad. Važno je naglasiti da se stabla ruše u smjeru privlačenja drva ili u smjeru sekundarnih šumskih prometnica (traktorskog puta, vlake ili žične linije). Smjer rušenja ovisi o: terenskim čimbenicima, zaštiti pomlatka tijekom sječe, nedoznačenim stablima.

Kako bi se olakšao rad u šumi, krajem 60-ih godina prošloga stoljeća, u hrvatsko se šumarstvo uvode specijalizirani šumski strojevi koji su bili namijenjeni vući i izvoženju drva iz šume, a to su skider i forvarder. Tim postupkom može se smatrati da se oblikovala današnja metoda rada. S njihovom pojavom, faza privlačenja je mehanizirana, a u korist tome ide jedan citat iz časopisa „Mehanizacija šumarstva 1978“ gdje dipl. ing. Dimitrije Bura iznosi brojčane podatke o korištenju strojeva. Tako kaže da se te godine u Jugoslaviji koristilo 776 šumskih traktora (590 s kotačima, 22 s gusjenicama), 129 šumskih zglobnih traktora (skidera) te svega 26 forvardera (Bura 1978).

Najveći proizvođač šumskih traktora i forvardera u SFRJ bila je firma iz Beograda pod nazivom Industrija Mašina i Traktora poznatija pod skraćenicom IMT. Najpoznatiji traktori ovog proizvođača bili su IMT 560 dok je IMT 561 bio namijenjen da radi u prebornim, oplodnim i prorednim sječama (Konciner 1988)

Jedan od prvih ispitanih forvardera bio je Volvo BM 860. Forvarder je šumsko zglobno vozilo kojim se drvni sortimenti izvoze iz sječine. U nas je tek 1981. godine izašao prvi lokalni zglobno upravljani šumski traktor pod nazivom IMT 5132 koji je imao motor snage 120 kW.

Kao i u prošlosti, tako i danas, nositelj šumarske strojogradnje u Republici Hrvatskoj je tvrtka „HITTNER d.o.o.“ sa sjedištem u Bjelovaru u kojoj se proizvode skideri s vitlom.

Sječu i izradbu drva kao i radove privlačenja drvnih sortimenata smatramo jednim od opasnijih radova u šumarstvu za život i zdravlje radnika. U mehaničke opasnosti se ubrajaju nezaštićeni dijelovi stroja, padovi s visine ili u udubinu, padovi na ravnim dijelovima i dr.. Osim mehaničkih, postoje i biološke opasnosti – ugriz krpelja, zmija te raznih drugih insekata (Pravilnik o zaštiti na radu u šumarstvu, „Narodne novine“ broj 10/86).

Kako bi sam postupak sječe i izradbe bio što sigurniji, potrebno se pridržavati određenih mjera. Jedna od najvažnijih je ta da se prije početka sječe označe sjekačke linije (u jednoj

liniji može raditi samo jedan sjekač ili jedna sjekačka grupa koju čine dva radnika koji rade s jednom motornom pilom), koje moraju biti udaljene jedna od druge najmanje dvije visine dominantnog stabla. Ukoliko se sječa provodi na strmom terenu, linije je potrebno postavljati okomito na slojnicu terena, a sječu obavljati odozdo prema gore. Zatim je potrebno organizirati rad tako da radnik ne radi s motornom pilom duže od 4 sata na dan (može raditi 2 sata bez prekida ili 4 sata s prekidima). Također, ne smije se obavljati kada vladaju nepovoljne vremenske prilike – kada pada kiša, snijeg, temperatura zraka ispod -15°C, ako je teren poplavljen, tijekom oluja, poledice, slabe vidljivosti ili za vrijeme mraka (Pravilnik o zaštiti na radu u šumarstvu, „Narodne novine“ broj 10/86).

Prema Pravilniku o zaštiti na radu u šumarstvu („Narodne novine“ broj 10/86), potrebno je da sve motorne pile lančanice koje se koriste kod sječe i izradbe drva trebaju ispuniti uvjete propisane normativima. Uz to prije početka rada, radnik mora pilu pregledati i utvrditi da li je sigurna za rad (provjerava se lanac, vodilica, kočnica i hvatač lanca, ispušni lonac, ulje za podmazivanje lanca, filter za zrak).

Kod rada s motornom pilom, radnik je dužan:

1. zauzeti stabilan položaj u radu,
2. motornu pilu upaliti onda kad se sve osobe udalje najmanje dva metra od mjesta rada,
3. ukopčati lanac prije paljenja,
4. pilu staviti u pogon s isključenim lancem,
5. zategnutost lanca provjeriti onda kada je motor ugašen,
6. prije paljenja, motornu pilu očistiti od raznih nečistoća,
7. kod punjenja rezervoara gorivom, ne puši i ne koristi otvoreni plamen,
8. idući od jednog mjesta rada do drugog, pilu nositi s ugašenim motorom,
9. po završetku rada, vodilicu i lanac pile zaštititi navlakom (Pravilnik o zaštiti na radu („Narodne novine“ broj 10/86.).

U odnosu na prošlo razdoblje, u ovom razdoblju se značajno povećala proizvodnost (ovisi o volumenu stabla, sječnoj gustoći, vrsti drva, terenskim uvjetima te metodi izradbe drva) zbog upotrebe motornih pila lančanica, ali isto tako obilježava ga činjenica da se s upotrebom motornih pila lančanica javljaju profesionalne bolesti kao što su bolesti sluha, vazoneuroze.

4. RAZDOBLJE POJAVE STROJNE SJEČE I IZRADBE DRVA HARVESTEROM (OD 2000. GODINE)

Harvester je šumsko vozilo čija je namjena sječa i izrada drva. Ona se provodi harvesterskom glavom koja je opremljena lančanom pilom, noževima za kresanje grana, posmičnim valjcima i mjernim uređajima. Tijekom izradbe se mjeri duljina izrađene oblovine s preciznošću od 1 cm, a promjer s preciznošću od 1 mm.

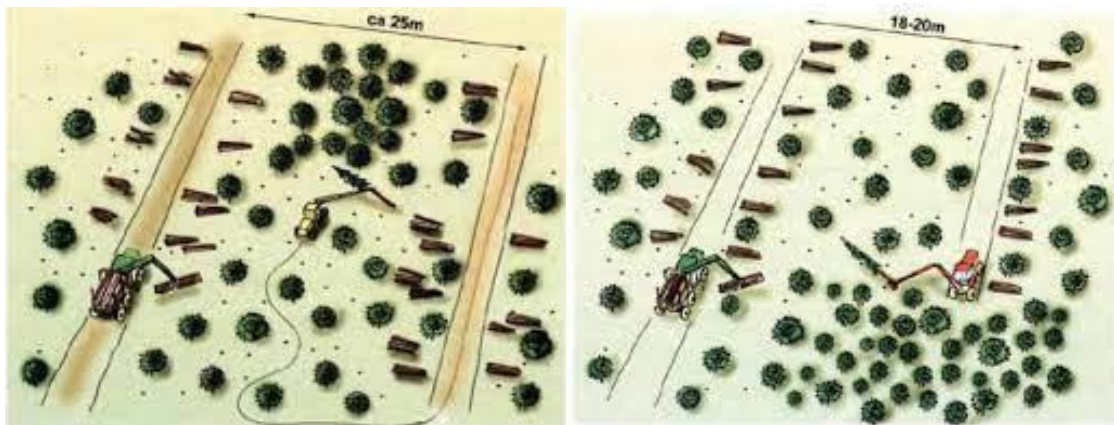
Njime se upravlja preko zgloba. Ako ima više od 4 kotača onda će na prednjoj osovini biti ugrađen bogi most (dva kotača jedan blizu drugog, tzv. tandem raspored) koji omogućuje veću stabilnost vozila prilikom rušenja, ali i olakšava njegovo kretanje po terenu (Krpan i Poršinsky 2001.).

Harvesteri za razliku od radnika sjekača imaju veliku proizvodnost. Ako se rade čiste sječe, oni se kreću po čitavoj sječini dok se kod drugih vrsta sječe prije ulaska harvestera u sječinu zahtjeva infrastruktura. U tim sječama potrebne su vlake širine do 4 metra po kojima će se stroj kretati – grane koje ostaju pri izradbi sortimenata, postavlja na sredinu vlake te se kreće po njoj i na taj se način smanjuje oštećivanje tla, a nakon sječe nije potrebna provedba šumskog reda (Krpan i Poršinsky 2001). Razmaci između vlaka iznose do 20 metara što je optimalan razmak u kojem on može dohvatiti stablo svojom dizalicom, a da pri tome ne silazi s vlake.



Slika 9. Harvester

(Izvor: <https://www.tigercat.com/>)



Slika 10. Shematski prikaz rada harvestera i forvardera (Krpan i Poršinsky 2004)

Ograničavajući čimbenik na terenu predstavlja mu nagib. Tako će s njegovim porastom pasti proizvodnost harvestera. Ukoliko se prekorači kritični nagib, može doći do njegova prevrtanja.

Prikrajanje debela može se vršiti ručno ili automatsko. Kod ručnog prikrajanja, vozač će odlučiti na kojem mjestu će se deblo trupiti dok kod automatskog prikrajanja sustav prema podacima izmjere donosi odluku gdje će se trupiti u cilju najveće iskoristivosti debela.

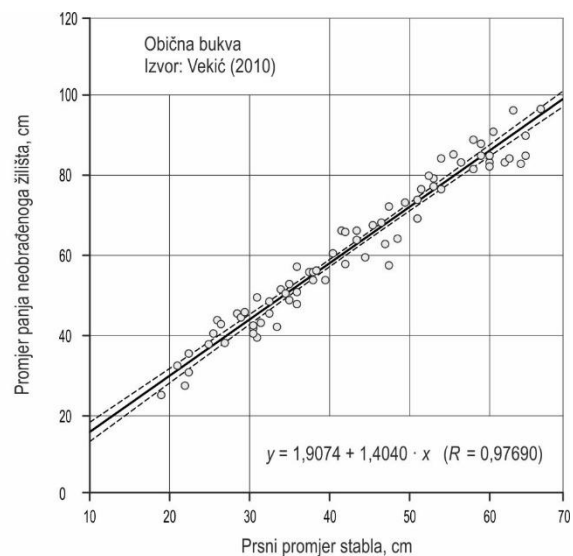
Njegova prednost je u tome što nije potreban veliki broj radnika kod klasiranja jer ima instaliran software koji će izračunati ukupnu masu, masu po sortimentima i vrstama, izvršiti klasifikaciju drvnih sortimenata dok će se volumen dobiti prema složenom Smailanovom izrazu (mjeri se promjer na početku i na kraju izrađenog sortimenta). Zbog svojih softwareski mogućnosti, javlja se šumarska logistika kojoj je cilj orjentiranost kupcu, brzi protok informacija, drva (racionalizacija prijevoza drva) i novca. Sam trošak logistike iznosi od 0,3 do 0,5 EUR/m³ (Poršinsky 2008).

Ne treba zanemariti činjenicu da je za upravljanjem jednozahvatnim harvesterom potrebno imati vozača koji je dobro obučen za rad sa njime. Ta obuka je jako skupa, a osposobljavanje može potrajati do dvije godine sve dok vozač ne savlada znanja za rukovanje strojem na ispravan način.

Početak 2000-e počelo se ozbiljnije razmišljati o uvođenju strojne sječe i izradbe drva. Povijesni trenutak zbio se 2001. godine kada se na području UŠ Ogulin na probnom radu pojavio jednozahvatni harvester TimberJack 1070 u 40-godišnjoj borovoj kulturi. Zatim se u rujnu 2002-e pojavljuje TimberJack 1270 u vrbovoj kulturi i u 80-godišnjoj sastojini bjelogorice na području uprave šuma Koprivnica i Bjelovar (Krpan i dr. 2004).

Utvrđeno je da mu značajne smetnje kod sječe crnogorice u nas stvara to što se sijeku stabla velikih dimenzija što je obilježje prebornog načina gospodarenja. Uz to javlja se i problem rada na velikim nagibima terena jer se preborne šume isključivo nalaze na njima. Još jedan nepovoljni faktor je dosta često mali razmak između stabala među kojima bi se harvester morao kretati jer se u preboru stabla za sječju „prebiru“ (Tomašić 2012).

S druge strane, u nizinama harvester nije prikladan za rad jer se ponovno javlja problem malog razmaka između stabala koja moraju ostati u sastojini nakon sječe. Uz to se javljaju i problemi granatosti stabala kao i izradba sortimenata po kakvoći, ali i problem većih prsnih promjera.



Slika 11. Ovisnost prsnog promjera o promjeru panja neobrađenog žilišta (Vekić 2010)

U prethodnoj slici prikazana je ovisnost prsnog promjera o promjeru panja neobrađenog žilišta. Prije svega, valja napomenuti da se promjer mjeri na prsnoj visini (1,30 m). Harvester mjeri prvi promjer u žilištu debla koji kod listača (izraženo žilište) nije jednak onome na prsnoj visini. Tako stabla koja su promjera većeg od 40 cm, ograničavaju rad harvestera te je u sječi i izradbi tih promjera potrebna pomoć sjekača s motornom pilom. Takav rad se obavlja na način da vozač harvesterskom glavom primi stablo koje će se sječi, a radnik ga sječe motornom pilom. Takav način rada smatra se nesigurnim jer radnik radi u blizini stroja.

Na području gdje rade harvesteri često u kombinaciji s njima dolazi i forvarder koji izvozi izrađene drvene sortimente. Taj sustav je prvenstveno namijenjen za pridobivanje drva četinjača. Takvim sustavom rada, stovarišta su smanjena na kojima se sortimenti slažu po klasama što za posljedicu dovodi i do bržeg utovara sortimenata u kamionski skup.

Prednost sortimentne metode u odnosu na ostale je ta što se izrađeno drvo izvozi na kotačima (forvarderima) te se na taj način smanjuje oštećivanje tla u odnosu na privlačenje. Ako se pak izrađuje duga oblovina, onda će umjesto forvardera do pomoćnog stovarišta privlačenje obavljati traktori.

Generalno, u Hrvatskoj se harvesteri koriste:

- ✚ u oplodnim sječama (sijeku grab),
- ✚ konverzijama panjača u sjemenjače u sklopu šumarskih mjera ruralnog razvoja Republike Hrvatske,
- ✚ sanacijama požarišta u priobalnom području Republike Hrvatske,
- ✚ sanacijama jasenika zahvaćenih sušenjem (uzrok: *Chalara fraxinea*).

Javlja se problem kod mjerenje izrađene oblovine harvesterom. U hrvatskom šumarstvu kod mjerenja oblovine potrebno je na njezinoj sredini izmjeriti dva unakrsna promjera (zaokruženu na puni cm na niže) te njezinu duljinu u metrima (zaokruženu na puni dm na niže). Također, harvester ne prepoznaje greške drva što mu onemogućava bolje integriranje u hrvatskom šumarstvu. Razlog tome je zato što mjerni sustav harvestera nije usklađen s podzakonskim aktima. K tome još u prilog treba dodati nedostatak radne snage u hrvatskom šumarstvu.

IZVODITELJI	TIP HARVESTERA	GODINA PROIZVODNJE	MASA (kg)
IZVODITELJ 1	John Deere 1470D	2006	19770
	John Deere 1470D	2008	19770
	John Deere 1470D	2008	19770
	John Deere 1470D	2007	19770
	Komatus 951	2020	22620
IZVODITELJ 2	Komatus 941.1	2014	23500
IZVODITELJ 3	Valmet 911.3	2007	16900
IZVODITELJ 4	John Deere 1470E	2014	19770
	John Deere 1470D	2004	19770
IZVODITELJ 5	John Deere 1270G	2019	17500
	John Deere 1470D	2009	19770
IZVODITELJ 6	Valmet 941	2007	23500
IZVODITELJ 7	John Deere 1470D	2006	19770
IZVODITELJ 8	John Deere 1270E	2012	20500
IZVODITELJ 9	Komatus 911.4	2010	17610
	Valmet 911	2004	17300
IZVODITELJ 10	Timberjack 870	1999	13300
IZVODITELJ 11	John Deere 1470E	2010	19770
	John Deere 1170E	2010	17800
IZVODITELJ 12	Valmet 941	2008	23500
IZVODITELJ 13	Valmet 941	2005	23500
	John Deere 1470D	2005	19770
	Komatus 941.1	2013	23500
IZVODITELJ 14	John Deere 1270D	2003	19770
IZVODITELJ 15	Valmet 941.1	2004	23500
IZVODITELJ 16	John Deere 1470D	2008	19770
HRVATSKE ŠUME D.O.O.	LogsetH8	2020	19000
	Komatus 951	2018	22620
	LogsetH8	2021	19000
	Logset H8	2021	19000
IZVODITELJ 17	Komatus 911	2012	17610
IZVODITELJ 18	John Deere 1270D	2006	19770
	John Deere 1470D	2002	19770
	Komatus 931	2010	19610
IZVODITELJ 19	John Deere 1270G	2020	17500
	John Deere 1270E	2015	20500
	Sampo 1045	2010	9000
	John Deere 1070E	2009	14100
IZVODITELJ 20	John Deere 1270D	2008	17500

Tablica 1: Anketa istraživanja brojnosti harvesteru u Republici Hrvatskoj 2021.

Brojnost harvesteru u Republici Hrvatskoj varira. Prema gore navedenoj anketi vidljivo je da ih je velikim dijelom u privatnom vlasništvu. To pak dovodi do toga da do podataka o proizvodnosti (m³/godišnje) nije moguće doći iz jednog jednostavnog razloga, a to je da strojevi ne rade punim kapacitetom (osim onih koji su u vlasništvu Hrvatske šume d.o.o.).

Daljnijim napretkom razvoja harvesteru, proizveden je „Steep terrain harvester“ koji može ići do <70% nagiba terena. Uz njega je proizveden i harvarder („2 u 1“) koji obuhvaća značajke harvesteru i forvardera. Njegovom upotrebom, cilj je smanjiti troškove pridobivanja drva.



Slika 12. Gusjenični harvester

(Izvor: <https://bioenergyinternational.com/technology-suppliers/tigercat-launch-new-steep-terrain-tracked-harvester>)



Slika 13. Harvarder

(Izvor: <https://www.forestry.com/editorial/christer-lennartsson-done/>)

5. ZAKLJUČAK

U Republici Hrvatskoj, sječa i izradba drva se provodi ručno – strojnim radom. Izvodi se motornim pilama lančanicama uz pomoć raznih drugih alata kao što su sjekire, klinovi (plastični), okretači i dr.

Razlog tome što se sječa i izradba nije u potpunosti mehanizirala je ta da zbog naših sastojinskih, terenskih kriterija imaju veze sa načinom gospodarenja kao i propisanim metodama rada. Jedan od najvažnijih razloga je taj što kod nas prevladava bjelogorica koja pri kraju ophodnje doseže velike dimenzije što nije prihvatljivo za upotrebu harvester. Da bi se oni uveli u rad s bjelogoricom, ti bi strojevi trebali imati velike sječne glave koje bi odgovarale masi i promjeru tih stabala. Kako bi ta sječna glava trebala biti velika, tako bi i sam harvester trebao biti velikih dimenzija, snage i mase. Takvi strojevi bi uništili pomladak, prekomjerno gazili i uništavali tlo koje je ionako slabe nosivosti. Uz to se javlja i problem koji je teško riješiti, a to su biološka svojstva tih vrsta drveća koja su povezana s načinom razgranjenja krupnih grana, nejednoliko žilište debla. Osim bioloških javljaju se i problemi s razvrstavanjem drva u razrede kakvoće, ali i načini mjerenja i otpreme izrađenih sortimenata (Tomašić 2012).

Strojnomo sječom i izradbom drvnih sortimenata, smanjuje se fizičko opterećenje radnika u odnosu na rad motornom pilom. Radnik radi u boljim uvjetima (nema štetnih utjecaja buke, vibracije motorne pile) te je pošteđen izvanjskih vremenskih prilika. Uslijed takvog načina rada, kod radnika (vozača) javlja se značajna razina psihičkog opterećenja koje dolazi kao uzrok ponavljanja jednostavnih radnji. Kako bi se to izbjeglo, najčešće se vozači harvestera zamjenjuju sa vozačem forvardera kako bi promijenili radno okruženje. Također, vremenske neprilike, kao što je kiša, neće značajno utjecati na rad harvestera jer je radnik zaštićen u kabini.

Kako bi rad takvog stroja bio što isplativiji (s obzirom na nabavnu cijenu), stroj bi trebao raditi tijekom cijele godine, a ne povremeno.

U nas bi se strojna sječa i izradba drva efikasnije mogla primjenjivati na površinama kultura i crnogorice i brzorastućih listača (johove, jasenove sastojine), proredama bjelogoričnim sastojinama.

Kako bi se strojna sječa mogla primjenjivati u Republici Hrvatskoj, uvjet je da u doznaci određenog odjela nema stabala prsnog promjera većeg od 40 cm.

Za razliku od sječe, privlačenje drva je mehanizirano, a ovisno o tome koji će se strojevi i metode koristiti zavisi o vrstama sječa, terenskim prilikama kao i nagnutosti terena.

Za kraj, valja spomenuti da bi mehaniziranje sječe i izradbe drva povećalo proizvodnost dok bi se troškovi proizvodnje smanjili, ali i rješavanje krize ponude radne snage u šumarstvu. Riješio bi se problem pojave profesionalnih bolesti čiji nastanak uzrokuju vibracija i buka motorne pile.

6. LITERATURA

- 1) Anić, I., Meštrović, Š., Matić, S., 2012.: Značajni događaji iz povijesti šumarstva u Hrvatskoj. Šumarski list 3-4. 169 – 177.
- 2) Bura, D. 1978.: Stanje i perspective šumske proizvodnje mehanizacije seče i izrade šumskih sortimenata I kooperativna proizvodnja motornih pila u Jugoslaviji – „Stihl“ – „Kordun“, Nova mehanizacija šumarstva 1978.
- 3) WEB 1: <https://sales-machinery.hr/sumarska-oprema-40-1.html>
- 4) WEB 2:
<https://www.hrsume.hr/index.php/hr/ume/opcenito/povijestsum?showall=&start=3>
- 5) Konciner, D., 1988.: Traktor- IMT 561, Mehanizacija šumarstva. 1988.
- 6) Kranjec, J., Poršinsky, T., 2011: Povijest razvoja motorne pile lančanice. Nova mehanizacija šumarstva 32: 23 - 37
- 7) Krpan, A. P. B. 1992: Iskorišćivanje šuma. Šume u Hrvatskoj: 1-153
- 8) Krpan, A.P.B., 2013: Iz povijesti šumarstva. Akademija šumarskih znanosti, Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb.
- 9) Krpan, A.P.B., Poršinsky, T., 2001.: Harvester Tiberjack 1070 u Hrvatskoj. Šumarski list 125 (11-112): 619 – 624
- 10) Krpan, A.P.B., Poršinsky, T., 2002.: Proizvodnost harvestera Timberjack 1070 pri proredi kulture običnog bora. Šumarski list 126 (11-12):551- 561
- 11) Krpan, A.P.B., Poršinsky, T., 2004.: Djelotvornost strojne sječe i izradbe u sastojinama tvrdih i mekih listača – 2.dio: Djelotvornost harvestera u kulturi mekih listača. Šumarski list 128 (5 – 6): 233 – 244
- 12) Krpan, A.P.B., Poršinsky, T., 2004.: Djelotvornost strojne sječe i izradbe u sastojinama tvrdih i mekih listača – 3.dio: Djelotvornost harvestera u prirodnoj prorednoj sastojini tvrdih listača. Šumarski list128 (9-10): 495 – 508
- 13) Krpan, A.P.B., Poršinsky, T., 2004: Djelotvornost strojne sječe i izradbe u sastojinama tvrdih i mekih listača – 1.dio: Promišljanje struke o strojnoj sječi i izradbi drva. Šumarski list 128 (3 – 4): 127 – 136

- 14) Krpan, A.P.B., Poršinsky, T., 2006.: Proizvodnost sječe i izradbe drva u Hrvatskoj – ii dali nam je nužan tehnološki skok? Glasnik za šumske pokuse, Posebno izdanje 5: 515 – 527
- 15) Pernar, R., 2016: Šumarske karte i planovi – iz povijesti gospodarenja šumama hrvatske. Šumarski list: 100 – 103.
- 16) Poršinsky, T., Krpan A.P.B., Stanković, I., 2004.: Djelotvornost strojne sječe i izradbe u sastojinama tvrdih i mekih listača – 4.dio: Okolišna pogodnost strojne sječe u prirodnim sastojinama. Šumarski list 128 (11 – 12): 655 – 699
- 17) Pravilnik o zaštiti na radu u šumarstvu („Narodne Novine“ 10/86)
- 18) Tomašić, Ž., 2012: Razvoj tehnologije i tehničkih sredstava u pridobivanju drva s obzirom na posebnosti šuma i šumarstva u Republici Hrvatskoj. Nova mehanizacija šumarstva 33: 53 – 67.
- 19) Tomičić, B., 1986.: Razvoj mehanizacije, tehnologije i organizacije rada u iskorišćivanju šuma u Šumskom gospodarstvu „Mojica Birta“ Bjelovar. Šumarski list 110(1-2), 29-44.
- 20) Ugrenović, A., 1931.: Iskorišćivanje šuma. Tisak nadbiskupske tiskare. Zagreb. 10-225.
- 21) Vekić, M., 2010: Ovisnost prsnoga promjera i promjera panja obične bukve (*Fagus sylvatica* L.). Završni rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–25.