

EKSPLOATACIJA ŠUMSKIH SORTIMENATA

Sinković, Nino

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:329904>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-13**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu
Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Nino Sinković

PRIDOBIVANJE ŠUMSKIH SORTIMENATA

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2022

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Nino Sinković

ACQUISITION OF FOREST ASSORTMENTS

FINAL PAPER

KARLOVAC, 2022

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Nino Sinković

PRIDOBIVANJE ŠUMSKIH SORTIMENATA

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Prof. Marko Ožura, v.pred.

Karlovac, 2022.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij: Sigurnos i zaštita
Usmjerenje: Zaštita na radu, 2022

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Nino Sinković

Matični broj: 0415611042

Naslov: Pridobivanje šumskih sortimenata

Opis zadatka:

Uvodno opisati razvoj šumarstva na međimurskom području i problematiku. U središnjem dijelu navesti tehnike i opasnosti te rizike pridobivanja šuma. Na kraju rada napisati vlastiti zaključak. Koristiti ćemo stručnu i znanstvenu recenziranu literaturu i pravilno citirati sve izvore.

Zadatak zadan:
07/2022

Rok predaje rada:
09/2022

Predviđeni datum obrane:
09/2022

MENTOR:
Prof. Marko Ožura, v.pred

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

SAŽETAK

Tema ovog završnog rada jest eksploatacija šumskih sortimenata. U njemu je opisana važnost drvnih sortimenata za čovjeka kroz povijest. Navedene su metode same eksploatacije te je prikazna i opisana mehanizacija korištena od samih početaka do današnjice.

Eksploatacija šuma podrazumjeva pripremu i micanje drva iz šume do mjesta uporabe.

Čine je nekoliko radnih faza: sječa i izradba, privlačenje te transport do korisnika ili kupca.

Opisani su sustavi kojima se vrši današnja eksploatacija drvnih sortimenata te njihove prednosti i nedostaci. Navedeni su podaci drvene mase i ustroj šumarstva u Republici Hrvatskoj te je opisana povijest šumarstva u Međimurju sa naglaskom na poznatu šumarsku obitelj Husić.

SUMMARY

The topic of this final work is the exploitation of forest assortments. It describes the importance of wood assortments for man throughout history. The methods of exploitation itself are listed, and the mechanization used from the very beginnings to the present day is shown and described. Forest exploitation includes the preparation and movement of wood from the forest to the place of use.

It consists of several work phases: felling and production, hauling and transport to the user or customer. The systems by which today's exploitation of wood assortments is carried out and their advantages and disadvantages are described. Data on wood mass and the organization of forestry in the Republic of Croatia are given, and the history of forestry in Međimurje is described, with an emphasis on the famous forestry family Husić.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. Kratka povijest lugara i lugarnica grofova Feštetića i Šumarije “Slavonija” d.d.	2
2.1. POVIJEST EKSPLOATACIJE DRVNIH SORTIMENATA.....	6
3. Šumarstvo u Republici Hrvatskoj.....	7
3.1. Pridobivanje drvnih sortimenata.....	10
4. Mehanizacija u svrsi pridobivanja drvnih sortimenata	13
4.1. Motorna pila lančanica	13
4.2. Adaptirani poljoprivredni traktor	15
4.3. Šumski traktor – Skidder.....	16
4.4. Forvarder	18
4.5. Harvester	19
4.6. Šumska žičara.....	20
4.7. Helikopter.....	22
5. Izradba i obrada drvnih sortimenata	23
5.1. Kresanje grana.....	24
5.2. Razmjeravanje i prikrajanje debla	25
6. Sustavi pridobivanja drvnih sortimenata	27
6.1. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (MOTORNA PILA – TRAKTORSKA EKIPAŽA)	27
6.2. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (MOTORNA PILA – FORVARDER)	28
6.3. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (MOTORNA PILA – VUČENA ŽIČARA).....	29
6.4. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (MOTORNA PILA – KAMIONSKA ŽIČARA)	31
6.5. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja 1-metarskog ogrjevnog drva	32
sortimentnom metodom (MOTORNA PILA – POLJOPRIVREDNI TRAKTOR)	32
6.6. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva poludeblovnom metodom (MOTORNA PILA – ADAPTIRANI POLJOPRIVREDNI TRAKTOR).....	33
6.7. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva poludeblovnom metodom (MOTORNA PILA – SKIDER MASE < 5 t)	34
6.8. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva poludeblovnom metodom (MOTORNA PILA – SKIDER MASE > 5 t)	35
6.9. Visoko mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva stablovnom metodom (MOTORNA PILA – KAMIONSKA ŽIČARA)	37

6.10. Visoko mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva polustablovnom metodom (FORVARDER – IVERAČ)	38
6.11. Potpuno mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (HARVESTER – FORVARDER)	39
6.12. Potpuno mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (HARVESTER S VITLOM – FORVARDER S VITLOM)	41
7. ZAKLJUČAK	43
8. LITERATURA	44
9. PRILOZI	45
9.1 POPIS SLIKA:	45
9.2 POPIS TABLICA	47

1.UVOD

Iskorištavanje šuma (eksploatacija šuma), rad u šumi koji obuhvaća izradbu, iznošenje, tovarenje drvnih sortimenata kao i sve potrebne prethodne radove u gospodarenju šumama. U pozitivnom smislu iskorištavanje šuma istoznačnica je za potrajno (održivo) gospodarenje šumom. U negativnom značenju termin se rabi za štetan način iskorištavanja šuma (nekontrolirana i nestručna sječa šuma na velikim površinama), koji ne vodi brigu o potrajnom gospodarenju, očuvanju stabilnosti i bioraznolikosti šuma.

Poznato je da su se za vrijeme i nakon svjetskih ratova, ne samo u Hrvatskoj nego i europskim i drugim zemljama, šume bezobzirno eksploatirale krčenjem radi dobivanja poljoprivrednih zemljišta, zarade, izgradnje ili razvoja industrije. Rad na iskorištavanju šuma specifičan je jer se odvija na razmjerno velikom, otvorenom prostoru, pod nepovoljnim klimatskim uvjetima (glavna je sezona rada zimi), na teško prohodnu, obraslu terenu, daleko od naselja i uz nedostatak putova i cesta. Odvija se u skupinama od 2 do 5 radnika.

Prilagođen je specifičnostima iskorištavanja šuma (rušenje stabala, kresanje grana, guljenje kore, trupljenje, izvlačenje, tovarenje i sl.). Do 1960-ih izvlačenje drva obavljalo se gotovo isključivo konjskom spregom i samaricom. Postupno su se počeli koristiti zglobni i adaptirani poljoprivredni traktori. Značajan je napredak bio šumski zglobni traktor, poznat pod nazivom Ecotrac, koji je uzak, ali snažan, i ne pravi u šumi štete. Uz njega se koristi i harvester.



Slika [1]:Prikaz upotrebe životinja u eksploataciji



Slika [2]: Prikaz upotrebe forvardera drvnih sortimenata

2. Kratka povijest lugara i lugarnica grofova Feštetića i Šumarije “Slavonija” d.d.

Uz pojam šuma vezano je i zanimanje lugara. Lugar dolazi od riječi “lug” što znači šumica ili gaj. Lugar je zanimanje čuvanja i njegovanja šuma (šumar). Još u 13. stoljeću, za vrijeme grofova Čaka, Buzata, Domaša i drugih, bile su poznate nepregledne šume u Međimurju koje su sa svojom bogatom florom i faunom tvorile jedinstveni ekosustav u ovom dijelu Europe. Šume u Međimurju bile su, vjerojatno, ostatak nekadašnje europske prašume i dio bujne, raskošne, panonske hrastove šume. Kako su se mijenjali gospodari u Međimurju, tako su i šume prelazile u ruke raznih vlastelina. U 16. i 17. stoljeću vlasnici šuma su bili grofovi Zrinski, a od 1791. do 1923. grofovi Feštetići. Godine 1923. Šumarija “Slavonija” d.d. iz Zagreba kupuje međimurske šume od grofa Eugena Feštetića. Te šume je Šumarija između dva svjetska rata dala posjeći. Uništila je gotovo sve, tako da je do danas ostalo svega oko deset posto šuma u Međimurju. Još u 19. stoljeću se u Europi pojavila veća potražnja hrastovog drveta pa su u svrhu čuvanja i eksploatacije šuma Feštetići dali izgraditi u Međimurju nekoliko šumarskih domova (lugarnica) i jednu oberjagariju (nadšumariju) u Domašincu. Lugarnice su bile izgrađene u Gornjem Hrašćanu, Hlapičini, Novom Selu na Dravi, Orehovici, Podnovi u Muršćaku,

Od prašume do Regionalnog parka Mura-Drava Žiškovcu i drugdje. Danas su uglavnom porušene sve lugarnice osim one novovjeka u Žiškovcu. U okolici Žiškovca su u davniini šume indirektno uzurpirali iz naroda razni grofovi i svećenstvo. Prema kazivanju gospođe Eve Vugrinec iz Žiškovca, u Žiškovcu je bila između dva rata franjevačka lugarnica, a lugar je bio Andrija Matoša s obitelji. U socijalističkoj Jugoslaviji je to imanje franjevcima oduzeto, a stara lugarnica srušena. Šumarija Čakovec je godine 1959. na starim temeljima izgradila novu lugarnicu čiji je lugar bio Stjepan Topličanec. U današnjoj Republici Hrvatskoj šume su ponovno vraćene franjevcima, a lugarnica čeka novu sudbinu. Zahvaljujući tome što su mi dva pradjeda i djed bili lugari grofova Feštetića, a kasnije i Šumarije „Slavonija“ d.d., imam više spoznaja o lugarima i šumarskom domu Orehovica, šumarskom domu Podnova u Muršćaku blizu Letinskog mosta te (nadšumariji) u Domašincu.

OBITELJ HUSIĆ

Krajem 19. stoljeća u Šumarski dom Orehovica se, sa svojom obitelji, doselio lugar Ladislav Husić (1861.-1931.). Ladislav (Laci) i žena mu Katarina, r. Matijaš (1868. 1954.), plemićkog podrijetla po majci, zajedno sa svojih sedmero djece doselili su (u Šumarski dom Orehovica) iz mađarskog mjesta Brežnice (Berzenci) iznad Gole u Podravini.



Slika [3]: Obitelj Husić (cijela obitelj bez najstarijeg sina Stjepana)

Prema nekim indicijama preci Ladislava Husića su u Mađarsku doselili još u 16. stoljeću kao Hrvati iz Gradske kraj Ljubuškog u Bosni i Hercegovini. Pobjegli su pred Turcima jer se nisu htjeli islamizirati. Ladislav je imao prednost pri zapošljavanju u grofovskoj službi jer je govorio i mađarski i hrvatski jezik što mu je omogućavalo lakšu komunikaciju s mještanima i grofovskim službenicima. Osim toga, postojala je i manja mogućnost familijarnosti s mještanima te zloupotreba službenog položaja, danas bismo rekli – sukob interesa. Ladislav je

bio omiljen u Orehovici i okolnim selima jer je imao veliki senzibilitet za sirotinju koju je pomagao u prehranjivanju divljim patkama, zečevima, fazanima i visokom divljači.

Ladislav je revno čuvao šumu Orehovečki lug od lovokradica i drvokradica, organizirao čišćenje i prohodnost šume te nadzirao kompanije (šumska radilišta) za izradu hrastovih dužica za bačve, pragove za željezničke pruge i raznu građu. Za vrijeme grofa Feštetića, eksploatacija šume je bila kontrolirana te se uglavnom sjeklo manje od godišnjeg prirasta šume. Nakon godine 1923. kada je vlasnik međimurskih šuma postala Šumarija „Slavonija“ d.d. iz Zagreba, počela je nemilosrdna sječa šuma pa i one u Orehovečkom lugu. U toj šumi, između ostalih stabala, rasla su dva hrasta gorostasa, pravi „metuzalemi“ kojima je narod dao biblijska imena: Adam i Eva. Ironija sudbine je htjela da je njihovu sječju morao organizirati lugar Ladislav Husić koji ih je desetljećima pazio. Legendarni hrast Adam bio je star oko 500 godina. Njegovo deblo je iz šume vuklo sedamnaest pari volova, a po cesti do pilane šest pari konja! Poprečni presjek pri krošnji bio je preko dva metra, a na poprečnom presjeku debelim je slovima ispisano ime Adam što govori o autentičnosti priče.

Kako su se nizali godovi na hrastu **Adamu**, tako su se nizali i događaji u Međimurju. Poprečna pila je pilila 1925. godine posljednje godove kada se hrast Adam najprije nagnuo, a zatim uz prasak lomio okolne drveće, da bi gotovo u trenutku gromoglasno udario o tlo. Ono što je priroda stvarala 500 godina, ljudi su srušili u trenutku. U svakom slučaju hrast Adam je ponos orehovečkim, međimurskim i hrvatskim hrastovim šumama. Eva pak je doživjela istu sudbinu kao i hrast Adam. Završili su negdje na europskom tržištu. Adam je bio na polovini života jer hrast može živjeti oko **1000 godina**, a toliku mu je potrebno za prirodno propadanje. Dakle, stjecajem okolnosti doživio je prijevremenu „smrt“. Zakoni prirode i društva su neumoljivi. Heraklit je bio rekao: – **Panta rei**. (sve teče, ili sve je prolazno). Sve je podložno dijalektici prirode. Čovjek s puškom na deblu Adama je sam Ladislav Husić. Samo je krošnja Adama dala 42 metra kubična drva, a hrast je bio obavijen bršljanom debljine oko dvadesetpet centimetara. Legendarni hrast Adam je posječen 1925. godine, a zahvaljujući lugu Husiću i njegovim potomcima sačuvana je originalna fotografija i usmena predaja.



Slika [4]: Ladislav kod porušenog stabla „Adam“ (na slici drži pušku)



Ladislav Husić
1861-1931.



Stjepan Husić
1888-1963.

Slika [5]: Ladislav Husić i njegov najstariji sin Stjepan Husić

2.1. POVIJEST EKSPLOATACIJE DRVNIH SORTIMENATA

- Već paleolitski čovjek izrađuje od drva oružje za obranu i lov, a u neolitskom gradi sojenice i čunove. Iz starog Egipta poznata je izrada furnira, rezbarstvo i intarzije, a stari Grci vršili su poliranje, bojanje i štitu drva. U doba feudalizma najveća količina drva upotrebljava se za građevni materijal, nastambe i brodove. Ipak sva ta djelatnost nema razmjera i karakteristike industrije. Počeci mehaničke prerade drva nastaju pojavom pilana. Prvu pilanu u Hrvatskoj podigli su Pavlini u Crikvenici (1428. god.), a zatim Zrinski u Čabru (1651. god.). Pilane zatim niču u velikom broju po Gorskom Kotaru i to do 1874. godine na vodeni, a od tada i na parni pogon. Naime te, 1874. godine podignuta je prva veća pilana na parni pogon u Lokvama s kapacitetom od 15000 m³ četinjača i 5000 m³ bukovine.
- Razvoj mehanizacije šumarstva u direktnom je odnosu sa otkrićima, spoznajama i dostignućima u svijetu. Ponajviše se odražava nakon otkrića različitih metala poput: željeza, bakra i drugih legura. Velike promjene unijelo je otkriće parnog stroja krajem 18. i tijekom 19. stoljeća te nakon toga snažan razvoj motora s unutrašnjim sagorjevanjem sredinom i krajem 20. stoljeća. Utjecaj na razvoj novih inovacija i ideja unijeli su svjetski ratovi.
 - Povijesni razvoj započinje korištenjem animalne snage i jednostavne sjekire od kamena koja je pronađena u špilji kod Abbevilla u Francuskoj prije 500 tisuća godina, pa sve do današnjih dana gdje koriste visoko - tehnološki strojevi kao što su harvester i forvarvarder. Vidimo veliki tehnološki napredak u mehanizaciji u šumarstvu koji radnicima omogućuje lakši i jednostavniji rad te koji se u šumarskom žargonu zna nazivati : "5E - ekološki, ergonomski, ekonomski, energijski, estetski". Mehanizacija u šumarstvu u uskoj je svezi s pridobivanjem drva iz šume te je uključena u radove rasadničarske proizvodnje.



Slika [6]: Brončana sjekira s čahurom, oko 800. pr.Kr.



Slika [7]: Prikaz primitivne kamene sjekire

3. Šumarstvo u Republici Hrvatskoj

Analizom podataka iz navedenih Šumskogospodarskih osnova područja mogu se ustanoviti promjene stanja šumskog fonda i provedeni zahvati u razdoblju od 1986. do 2022. godine kako državnih tako i privatnih šuma. Inače, prvi pisani dokument koji regulira odnos čovjeka i šume u Hrvatskoj pojavljuju se još u 12. stoljeću. Šumarstvo je u Hrvatskoj ustrojeno u drugoj polovici 18. stoljeća, u vrlo kratkom razdoblju. Počelo je prvom inventurom i kartiranjem šuma (1764), osnutkom prvih šumarija (1765. godine u gorskom području i 1773. godine u nizinskom području) i donošenjem prvog propisa sa zakonskom snagom (1769). Tim je zakonom uvedeno potrajno gospodarenje šumama u Hrvatskoj.

Radi lakšeg gospodarenja i kontrole provedenih radova, šume i šumska zemljišta na području RH podijeljena su na manja područja koja se nazivaju gospodarske jedinice, i to na 681 gospodarsku jedinicu državnih te 407 privatnih šuma. Njihove vanjske granice na terenu označene su bojom sa tri vodoravne crte. Gospodarske jedinice zatim se dijele na trajne osnovne jedinice gospodarske podjele šuma i šumskih zemljišta - odjele koji su na terenu označeni bojom i to brojem iznad dvije vodoravne crte. Odjeli su podijeljeni na odsjeke odnosno najmanje promjenjive jedinice gospodarske podjele čije su granice na terenu označene bojom i to malim slovom abecede i jednom vodoravnom crtom.



Slika [8]:Prikaz označivanja šumarskih jedinice



Slika [9]: Prikaz označivanja šumarskih jedinica

Za svaku gospodarsku jedinicu izrađuje se poseban šumskogospodarski plan, a osim šumskogospodarske osnove područja Republike Hrvatske, šumskogospodarski planovi su: Osnove gospodarenja gospodarskim jedinicama, Programi za gospodarenje gospodarskim jedinicama na kršu, Programi za gospodarenje šumama šumoposjednika i Programi za gospodarenje šumama posebne namjene. Svaki elaborat šumskogospodarskog plana sastoji se od tri osnovna dijela i to: tekstualnog, tabličnog i kartografskog. Tekstualni dio elaborata, koji se naziva Uređajni zapisnik, sadrži deset poglavlja u kojima se za područje gospodarske jedinice opisuje dosadašnja organiziranost šumarstva, povijest radova na uređivanju šuma, orografske i hidrografske prilike, geološka podloga i tlo, klima, stanje šumskih zajednica, stanje na zaštićenim područjima, stanje ugroženih i strogo zaštićenih vrsta, a detaljno se obrađuju područja obuhvaćena ekološkom mrežom Natura 2000 i općekorisne funkcije šuma. Ukupna površina šuma i šumskih zemljišta u RH iznosi 2 759 039 ha, što čini 49,3% kopnene površine države. Od toga je 2 097 318 ha u vlasništvu RH, dok je 661 721 ha u vlasništvu privatnih šumoposjednika. Glavninom šuma u vlasništvu države gospodari javni šumoposjednik Hrvatske šume d.o.o. (2 024 461 ha).

Osnovna podjela šuma i šumskog zemljišta obuhvaća sljedeće kategorije:

- a) Obraslo šumsko zemljište, s površinom 2 492 676 ha, što je 90% ukupne površine šuma i šumskog zemljišta, odnosno, 44,5% kopnene površine Republike Hrvatske, što je ujedno i šumovitost
- b) Neobraslo proizvodno šumsko zemljište, s površinom 199 147 ha, što je 7% ukupne površine šuma i šumskog zemljišta, odnosno, 3,6% kopnene površine Republike Hrvatske
- c) Neobraslo neproizvodno šumsko zemljište, s površinom 24 956 ha, što je 1% ukupne površine šuma i šumskog zemljišta, odnosno, 0,4% kopnene površine Republike Hrvatske

d) Neplodno šumsko zemljište, s površinom 42 260 ha, što je 2% ukupne površine šuma i šumskog zemljišta, odnosno, 0,8% kopnene površine Republike Hrvatske

Osım po vlasništvu, šume razvrstavamo i prema njihovoj namjeni. Prema Zakonu o šumama šume po namjeni mogu biti gospodarske, zaštitne i šume s posebnom namjenom.

GOSPODARSKE – uz očuvanje i i unapređenje njihovih općekorisnih funkcija koriste se za proizvodnju šumskih proizvoda

ZAŠTITNE – u prvom redu služe za zaštitu zemljišta, voda, naselja, objekata i druge imovine

ŠUME S POSEBNOM NAMJENOM – zaštićeni dijelovi prirode(strogi rezervati, nacionalni parkovi, posebni rezervati, spomenici prirode, značajni krajobrazi, park-šume)

- šume i dijelovi šuma registrirani za proizvodnju šumskog sjemena (sjemenske sastojine)

- šume namijenjene znanstvenim istraživanjima

- šume za potrebe obrane RH

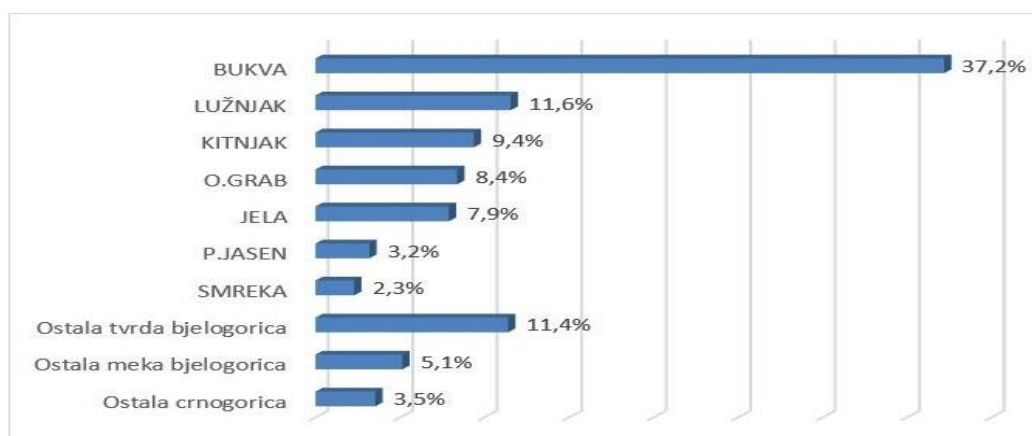
- urbane šume

- šume za potrebe utvrđene posebnim propisima.

Tablica 1. Šume i šumska zemljišta prema vlasništvu i namjeni

Vlasništvo	NAMJENA			UKUPNO
	Gospodarska	Zaštitna	Posebne namjene	
	ha			
Državne šume - HŠ d.o.o.	981 665,33	650 631,34	392 163,95	2 024 460,62
Državne šume - ostali	721,21	0	72 136,33	72 857,54
Ukupno državne šume	982 386,54	650 631,34	464 300,28	2 097 318,16
Privatne šume	443 422,92	181 464,48	36 833,49	661 720,89
UKUPNO	1 425 809,46	832 095,82	501 133,77	2 759 039,05

Tablica 2. Prikaz drvene zalihe prema vrsti drveća u Republici Hrvatskoj



3.1. Pridobivanje drvnih sortimenata

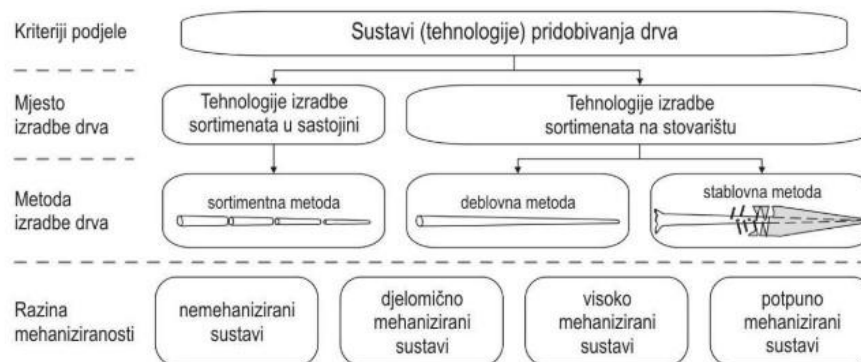
Pridobivanje drva je gospodarska grana šumarstva koja se bavi proizvodnjom drvnih sortimenata. Pod drvnim sortimentima se pritom podrazumijeva tehničko drvo (oblo ili → tehnička oblovina, tesano i cijepano), drvo za kemijsko iskorištavanje (→ kemijska preradba drva) i → ogrjevno drvo. Pridobivanje drva je dio eksploatacije (iskorištavanja) šuma, koja obuhvaća i sve ostale (sporedne ili sekundarne) šumske proizvode.



Slika [10]: Prikaz faktora za odabir tehnologije eksploatacije

Postupci proizvodnje su međusobno povezani i ovisni te ih čine pripremni radovi, sječa i izradba, nakon čega slijedi transport drva. Sječa obuhvaća niz operacija kojima se stablo dovodi iz dubjećega položaja na tlo. Sječom se šume njeguju i obnavljaju (pomlađuju) dok se izradbom drva uporabljivi dijelovi srušenoga stabla (deblo, dio krošnje) pretvaraju u šumske sortimente, tj. proizvode. Ovisno o razini mehaniziranosti sječa i izradba drva mogu biti: ručna (ručnim alatima), ručno-strojna (motornom pilom lančanicom) i strojna (strojnim sječnim sustavima) (→ šumski strojevi). Transport drva podrazumijeva micanje stabala ili dijelova stabala iz šume (od mjesta sječe) do krajnjega korisnika (prerađivača drva). Transport drva sastoji se od: primarnog transporta drva (privlačenje drva po šumskoj sastojini) i sekundarnog, odn. daljinskog transporta drva (cestovnom, željezničkom ili mrežom vodnih puteva). Odabir tehnologije (sustava) pridobivanja drva za pojedinu sječnu jedinicu ovisi o terenskim uvjetima, klimatskim prilikama i značajkama šume (sastojine), postojećoj prometnoj infrastrukturi (javnoj i šumskoj), tehnološkim te društvenim ograničenjima i ulogama te financijskim mogućnostima.

⇒ sustav pridobivanja drva obuhvaća postupke, metode izradbe drva te strojeve i alate koji se koriste prilikom eksploatacije neke sječne jedinice



⇒ sječa i izradba te transport drva, u prošlosti su bili vremenski odvojeni, dok se danas najčešće izvode istovremeno

Slika [11]: Sustavi pridobivanja drva

Tehnološki procesi pridobivanja drva (1)

- ⇒ pojedini sustavi pridobivanja drva mogu se prikazati na različite načine
- ⇒ Löffler (1989) koristi za prikaz sustava pridobivanja drva model matrice, s obzirom na mjesto izvođenja (sastojina, linija privlačenja drva, šumska cesta) pojedinog postupka pridobivanja drva

postupci	sastojina	traktorska viaka	šumska cesta
Sječa stabla			
Kresanje grana			
Razmjeravanje i prikrajanje debla			
Trupljenje debla i preuzimanje drva			
Sakupljanje drva			
Privlačenje drva			

Slika [12]: Tehnološki procesi pridobivanja drva

4. Mehanizacija u svrsi pridobivanja drvnih sortimenata

Na razvoj tehnologije i strojeva u pridobivanju drva u Republici Hrvatskoj osobito utječu čimbenici vezani uz posebnosti u načinu gospodarenja šumama. Iznimno važna značajka našega šumskoga pokrivača jest visok udio prirodnih šuma u ukupnoj šumskoj površini, što predmnijeva i veću zahtjevnost te složenost postupaka njihove obnove i njege.

Sječa i izradba drva nije visoko mehanizirana, već se uglavnom primjenjuje ručno-strojna metoda (motorne pile). Privlačenje je drva većinom mehanizirano, a izbor strojeva i metoda privlačenja najviše ovise o načinu gospodarenja, vrstama sječe, nagnutosti terena i terenskim preprekama. Kod oplodnih sječa u ravničnim predjelima drvo se najčešće izvozi forvarderima, dok se kod proreda u nizinama drvo izvozi traktorskim ekipažama, a ponegdje se i privlači po tlu adaptiranim poljoprivrednim traktorima s vitlima i malim prorednim skiderima.

U takvim se uvjetima primjenjuje se sortimentna metoda sječe i izradbe. Na nagnutim terenima drvo se u oplodnim i selektivnim sječama (prebor), gdje se u većini slučajeva primjenjuje (polu)deblobna metoda sječe i izradbe, privlači srednjim i teškim skiderima. U prorednim se sječama na nagnutim terenima za privlačenje koriste proredni skideri, ali i adaptirani poljoprivredni traktori s vitlima te prilagođeni žično-transportni sustavi u njihovoj kombinaciji (minižičare). Pri tome je važno napomenuti da se u oplodnim sječama na nagnutim terenima (polu)deblobna metoda pri sječi i izradbi drva i skideri za privlačenje gotovo isključivo primjenjuju zbog nemogućnosti uporabe forvardera u takvim uvjetima. Isti je uzrok i zašto se u proredama na nagnutim terenima rabe skideri i AP traktori umjesto traktorskih ekipaža, iako se primjenjuje sortimentna metoda u sječi. Daljinski se transport gotovo u potpunosti obavlja kamionskim prijevoznim jedinicama čije glavno ograničenje predstavlja zakonska regulativa dopuštenoga opterećenja prometnica.

4.1. Motorna pila lančanica

Motorna pila lančanica je prijenosna mehanička pila kod koje rezanje obavljaju rezni zubi pričvršćeni na rotacioni lanac koji se okreće uzduž vodilice. Lanac dobiva pogon pomoću spojke koja prenosi mehaničku energiju dobivenu od strane motora na lančanik na kojem je

vezan lanac. Najviše se koriste za rezanje drva ali i za pogon priključnih strojeva (rezači metala i kamena, škare za živice i sl.).

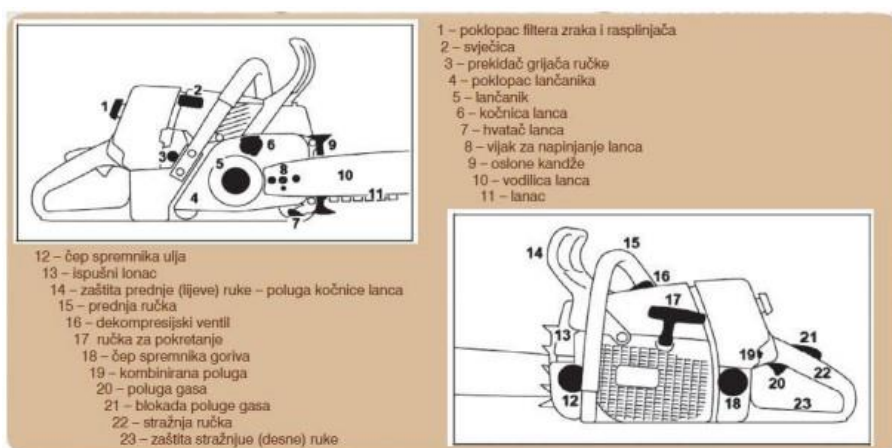
Primjenju se u :

- drvnoj industriji
- šumarskoj industriji
- građevinarstvu
- poljoprivredi

Početak razvoja i izum koji karakterizira motorne pile lančanice je izum reznoga lanca. Počeci ideje reznog lanca koji se kreće po vodilici seže još u 19. stoljeće, kada je u SAD-u, 1858. godine, Harvey Brown patentirao "beskrajni sekcijski mehanizam za piljenje" točnije, preteču reznog lanca. Ali ideja je ostala na papiru jer još uvijek nije postojao uređaj koji bi lanac pokrenuo dovoljno brzo za piljenje drva. Nakon neuspjeha Brownova patenta, 1860. godine A. Ransome izrađuje parnu pilu sa oštricom istovjetnu onoj ručnih pila. Frederick L. Magaw patentira 1883. godine poboljšane rezne zube lanca koji nisu bili povezani samo spojnicama nego su se nadovezivali jedan na drugi pomoću utora i ispupčenja na njihovim krajevima. Sve su to bili patenti reznog lanca kojih je bilo na desetke u drugoj polovici 19. stoljeća, ali nijedan od njih nije razjasnio pitanje pokretanje lanca i za to potrebnog izvora snage. U Kaliforniji, R.L. Muir 1910. godine je predstavio motornu pilu lančanicu s čeličnom vodilicom koju je pokretao Ottov ili električni motor. Prvu, uvjetno rečeno, prenosivu pilu lančanicu izumio je Šveđanin A.V. Westfelt 1919. godine nazvanu Sector. Charles Wolf iz Oregona, 1920. godine patentira i počinje proizvoditi prvu komercijalnu uspješnu prenosivu pilu lančanicu, električnu pilu Wolf. Njemačka tvrtka E. Ring za koju su u to vrijeme bili osnivači A. Stihl i E. Larp na Wolfov izum odgovara proizvodnjom prve potpuno prenosive pile lančanice s Ottovim dvotaktnim motorom. 1944. godine američka tvrtka IEL razvija prototip prve motorne pile za jednoga rukovatelja naziva Beaver (hrv. dabar).



Slika [13]: Prikaz motorne pile „Beaver“



Slika [14]: Dijelovi motorne pile

4.2. Adaptirani poljoprivredni traktor

Uporaba poljoprivrednih traktora predstavlja početak mehaniziranog privlačenja drva. U početku su poljoprivredni traktori korišteni bez ikakvih prilagodbi za privlačenje drva jednostavnim prihvatnim napravama, ali s vremenom se, zbog tehničkih zahtjeva za izvođenje radova privlačenja drva, dodatno opremaju zaštitnim konstrukcijama i vitlima (adaptirani poljoprivredni traktor).

Adaptacija poljoprivrednog traktora podrazumijeva ugradnju osnovne ROPS, FOPS i OPS zaštite, zaštitne konstrukcije tj. zaštitne mreže na prozorima traktorske kabine, dodatnih utega na prednjem dijelu traktora, zaštitnih pojaseva, odgovarajućeg sustava kočenja. Adaptirani se poljoprivredni traktor pokazao kao izuzetno nestabilno vozilo pri privlačenju drva, i to zbog nepovoljnog rasporeda opterećenja po osovinama (kod praznog traktora 1/3 mase na prednjoj osovini, a 2/3 na stražnjoj).

Navedeni neravnomjeran raspored masa dodatno se povećava ugradnjom vitla na stražnjem kraju traktora, 17 a da bi se on izjednačio, na prednji dio traktora obično se ugrađuju utezi. Pri privlačenju drva, prevelika opterećenja na stražnjoj osovini uzrokuju poremećaj uzdužne stabilnosti traktora i smanjenje njegove vučne sposobnosti.



Slika [15]: Adaptirani poljoprivredni traktor

4.3. Šumski traktor – Skidder

Početak 60-ih godina prošlog stoljeća skidderi se prvi put koriste u šumarstvu Kanade i Norveške (Sever, 1980), a njihova primjena u Hrvatskoj započinje 1968. godine. Osnovne značajke svih šumskih zglobnih traktora su zglobno upravljanje, sva četiri pogonska kotača, opterećenje prednje osovine na oko 2/3 ukupne mase praznog skidera (Sever i Horvat, 1990). Raspodjela mase skidera je potrebna zbog načina rada i osiguranja potrebne uzdužne stabilnosti skidera. Pri privlačenju drva, odignuti dio tovara se oslanja na zadnji dio skidera te se dinamička opterećenja prednje i stražnje osovine izjednačavaju ili su ovisno o položaju drva u tovaru, veličini tovara i nagibu terena, opterećenja na zadnjoj osovini veća nego na prednjoj. Granični tovar koji će skidder moći privlačiti je određen dopuštenim opterećenjem zadnje osovine, kutem uzdužne stabilnosti i ostvarivanjem vučne sile preko kotača (Horvat, 1990). Navedene tehničke značajke skidderima omogućuju bolju kretnost i bolje radne značajke u uvjetima eksploatacije šuma u usporedbi s adaptiranim poljoprivrednim traktorima. U Hrvatskoj se za privlačenje drva prvenstveno upotrebljavaju kotačni skidderi

opremljeni šumskim vitlom. Skideri prilikom rada u šumskoj sječini ne silazi sa šumske ceste, odnosno traktorskog puta ili vlake, nego pomoću vitla i sajle privitlava stabla, debla ili drvene sortimente od mjesta sječe i izrade do skidera.

Skideri su prema normi ISO 6814:2000, revidirano prema 6814:2009 (Machinery for forestry – Mobile and self-propelled machinery – Terms, definitions and classification) definirani kao šumski zglobni samohodni strojevi za privlačenje stabala ili dijelova stabala. Prema načinu zahvata stabala ili dijelova stabala prilikom privlačenja, skideri se mogu razvrstati na:

- skidere s vitlom (cable skidder),
- skidere s kliještima (grapple skidder),
- skidere s kliještima i kranom (clambunk skidder).



Slika [16]: Skidder sa vitlom



Slika [17]: Skidder sa kliještima



Slika [18]: Skidder sa kliještima i kranom

4.4. Forvarder

Forvarderi predstavljaju tehnološki iskorak u odnosu na traktorsku ekipažu. Oni su specijalna, zglobno upravljana, šumska vozila, namijenjena prikupljanju i izvoženju drva po traktorskim putevima i vlakama te šumskom bespuću, a za koje je karakteristično izvoženje oblovine na kotačima, tj. čitav je teret odignut od tla. U pravilu se koriste kao dio sustava pridobivanja drva sortimentnom metodom, često u kombinaciji s harvesterima, a kod nas su uobičajeno sredstvo rada u kasnim prorjedama i dovršnim sjekovima u nizinskim šumama, ali u djelomično mehaniziranim sustavima pridobivanja drva gdje se sječa i izrada obavljaju motornim pilama lančanicama.

Upravo iz razloga što se oblovina izvozi na kotačima, forvarderi se smatraju okolišno pogodnijim strojevima s obzirom na utjecaja na tlo u usporedbi sa skiderima. Forvarderi su nastali povezivanjem traktora i poluprikolice; sastojali su se od dva dijela (okvira) međusobno povezanih zglobom. Prvi forvarderi imali su četiri kotača, po dva na svakom okviru gdje su svi kotači bili pogonski. Kasnije se stražnji most zamjenjuje bogi ovjesom, a nakon njega i prednji. Krajem 70-ih pa sve do polovice 80-ih godina forvarderi su sve više usavršavani jer se u njih, umjesto dotadašnje hidrodinamičko-mehaničke transmisije, ugrađuje računalno upravljana hidrostatsko-mehanička transmisija. Kabine na strojevima s vremenom su bile sve više ergonomski povoljne. Razvojem računala i računalne tehnologije 90-ih godina mehanički su se sustavi preko hidrauličnih sastavnica prilagođavali upravljanju pomoću ručica na

upravljačkom sjedalu čime su se još više poboljšale ergonomske značajke cijeloga stroja (Pandur 2009). Današnji se forvarderi ne razlikuju od onih od prije pola stoljeća, ali što se tiče okolišne pogodnosti, humanizacije rada i automatike, uvelike su napredovali i s punim se pravom mogu nazvati vrhunskom tehnologijom u šumarstvu.



Slika [19]: Forvarder tvrtke „Timberjack“

4.5. Harvester

Harvesteri su vozila za kretanje po bespuću, čija je osnovna namjena obaranje stabala i izrada kratkog drva kraj panja (Drushka i Kontinen, 1997). Kellog i sur. (1993) određuju harvester kao stroj za sječu, kresanje grana, prevršivanje te trupljenje stabla na mjestu sječe. Prema izvedbi voznog sustava harvesteri se dijele na kotačne, gusjenične i hodne harvestere. Kotačni harvesteri mogu biti četverokotačni, šesterokotačni i osmerokotačni.

Šasija se harvestera sastoji od dva odvojena dijela. Prednji i stražnji dio vozila spojeni su zglobovima, s mogućnošću gibanja u vodoravnoj i okomitoj ravnini. U jednoj izvedbi na prednjem dijelu šasije se nalaze kabina i hidraulična dizalica sa harvesterom glavom, a na stražnjem pogonski motor. Druga izvedba na prednjem dijelu šasije ima kabinu i pogonski motor, a na stražnjem dijelu hidrauličnu dizalicu sa harvesterom glavom. Harvesterom se upravlja preko zgloba, promjenom kuta prednjeg i stražnjeg dijela vozila u vodoravnoj ravnini, što omogućavaju dva hidraulična cilindra. Kod harvestera sa više od četiri kotača na prednju (ili stražnju) osovinu se ugrađuje bogi most, kod kojega su po dva kotača smještena jedan blizu drugoga, u tzv. tandem rasporedu. Primjena bogi mosta omogućava amortiziranje vozila pri kretanju po površinskim preprekama bespuća, ali i povećanu stabilnost prilikom obaranja stabla (Krpan i Poršinsky, 2004). Prilikom obaranja i manipulacije sa oborenim

stablom na harvester djeluju sile koje ga žele prevrnuti, zbog toga su harvesteri strojevi velikih dimenzija i velike mase.



Slika [20]: Harvester tvrtke „Komatsu“ – na kotačima



Slika [21]: Harvester tvrtke „Tigercat“ – na gusjenicama

4.6. Šumska žičara

Osnovna karakteristika šumskih žičara je najmanje dva užeta, od kojih se jedno koristi za vuču tereta a drugo za nošenje tereta. Prema Trzesinowskom (1998) dijelimo ih na žičare sa jednim, dva, tri, četiri, pet i više užadi, a prema istom funkcionalno imamo: nosivo uže, vučno uže, povratno uže, uže za dizanje, pomoćno uže, uže za vezivanje tereta, uže za sidrenje i stabilizaciju, te višenamjensko uže. Prema Dykstra i Henrich (1996) karakteristike šumskih žičara su slijedeće :

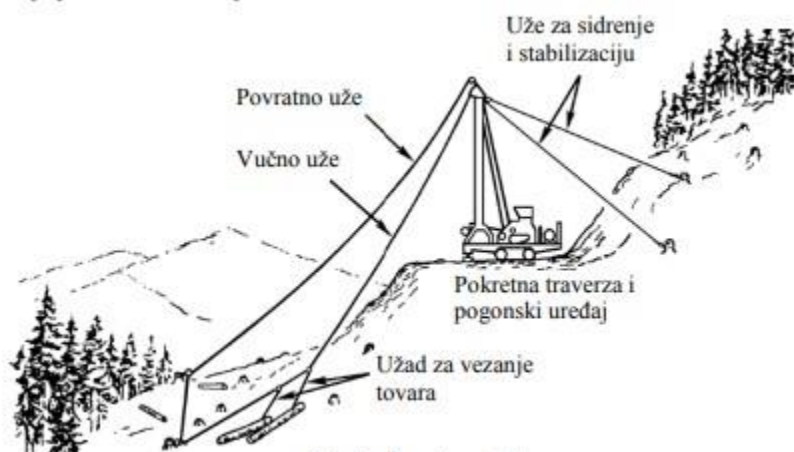
- Nosivo uže je cijelom svojom dužinom izdignuto od tla te predstavlja trasu žičare spajajući dva ili više oslonaca. Oslonci su obično stubovi (prirodni i vještački), stabla, panjevi ili odgovarajuća sidrišta.

- Iznošenje drva vrši se pomoću kolica koja se kreću po nosivom užetu. Oblovina koja se iznosi vješa se na kolica. - Izvlačenje užeta za vezivanje do tovara omogućuje neki dodatni uređaj.

- Pri iznošenju drva oblovina je u potpunosti ili djelimično izdignuta od tla što onemogućava ili smanjuje devastiranje tla i oštećenje mladica duž trase žičare. - Pogonski uređaj se ne kreće po tlu kao što je to slučaj kod drugih postupaka iznošenja drva (izuzev helikopterom).

Kriteriji podjele:

- **smjer privlačenja:** nizbrdo, uzbrdo, bez obzira na smjer nagiba
- broj užadi: 1, 2, 3, 4
- **pomičnost nosivoga uža:** žičare s nepomičnim nosivim užetom, žičare sa spuštajućim nosivim užetom, žičare s pokretnim nosivim užetom
- **duljina žične linije:** žičare kratkih trasa (< 300 m), žičare srednje dugih trasa (od 300 do 800 m) te žičare dugih trasa (od 800 do 2000 m)
- **nosivost:** lake žičare (2,5 t), srednje teške žičare (1,5 – 2,5 t), teške žičare (>2,5 t)
- **broj lukova nosivog uža:** jednolučne, višelučne □ **pokretnost:** stacionarne (vlastiti pogonski motor), mobilne (koriste pogon drugoga sredstva rada – kamiona, traktora)



Slika [22]: Šumska vučenica



Slika [23]: Šumska žičara

4.7. Helikopter

Iznošenje drva helikopterom je najbrža ali i najskuplja metoda privlačenja drva, 8 puta skuplja od privlačenja traktorima te 4 puta skuplje od iznošenja žičarama. Primjenjuje se na nepristupačnim (neotvorenim) i zaštićenim terenima (nacionalni parkovi) te u situacijama kada treba trenutačno i brzo privući drvo bez obzira na troškove (vjetroatrovanje, gradacije insekata).



Slika [24]: Transport stabla upotrebom helikoptera

5. Izradba i obrada drvnih sortimenata

Izradba drva je postupak transformacije upotrebljivih dijelova srušenoga stabla (deblo, dio krošnje) u šumske sortimente.

Šumski sortiment – određena vrsta nekoga (šumskog) proizvoda, trgovački artikl, utvrđen normom (standardom), uzancom (trgovačkim običajem) ili kupoprodajnim ugovorom.

Šumski sortimenti određeni su: vrstom drva, oblikom poprečnog presjeka, dimenzijama, načinom izradbe (tesanjem, cijepanjem, piljenjem) te kakvoćom (greške drva).

Izradba drva sastoji se od:

- kresanja grana,
- razmjeravanja i prikrajanja debla,
- trupljenja debla
- preuzimanja drva
- uspostave šumskoga reda

SORTIMENTNA METODA

- svi se proizvodi izrađuju kod panja, i takvi se privlače do pomoćnog stovarišta

STABALNA METODA

- nakon obaranja cijelo stablo se privlači na pomoćno stovarište; kod modificirane stabalne metode sitna granjevina se okreše kod panja

DEBALNA METODA

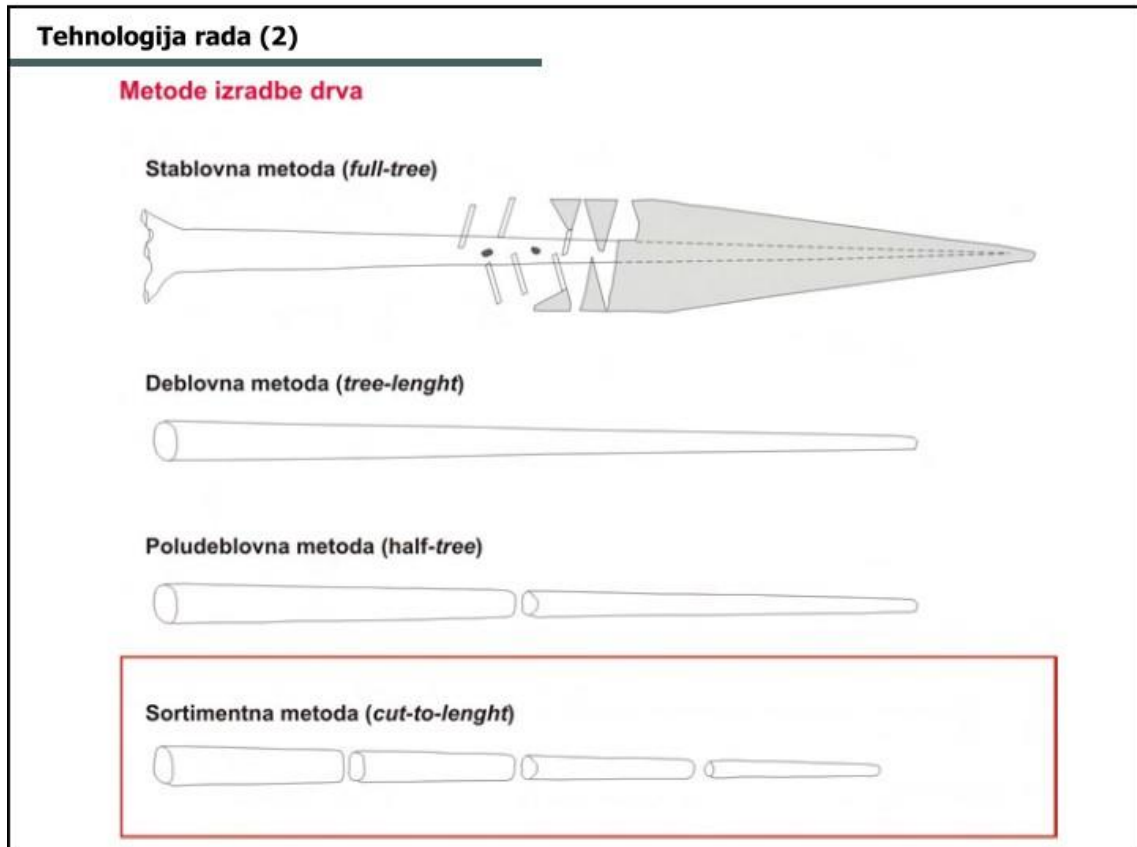
- nakon sječe odvoji se deblo od krošnje; deblo se privlači na pomoćno stovarište, a proizvodi iz krošnje izrađuju se kod panja

METODA UTOVARNIH DULJINA

U sječini kod panja ili na pomoćnom stovarištu izrađuju se trupci u duljinama pogodnim za utovar u kamione i prikolice ili poluprikolice (ova metoda primjenjuje se kod jele i smreke te izradbe industrijskog drva u proredama).

METODA IVERANJA

Posječena ili neposječena stabla se strojno usitne u iverje. Iveranje oborenih stabala ili djelova stabala može se provesti na različitim mjestima: u sastojini, na vlaci, na pomoćnom stovarištu pa i na glavnom stovarištu, pokretnim ili stacionarnim strojevima.



Slika [25]: Metode izradbe drva

5.1. Kresanje grana

- odsjecanje grana (ili njihovih ostataka) u razini plašta debla (tangentno)
- s obzirom na utrošak vremena – značajan postupak koji ovisi o granatosti stabla (omjer duljine krošnje i visine stabla)
- kresanje listača – deblje i nepravilno raspoređene grane
- granu treba odsjecati suprotno od strane na koju je nagnuta da bi se izbjeglo uklještenje vodilice motorne pile
- kresanje se grana uvijek započinje od debljeg kraja debla



Slika [26]: Kresanje grana

5.2. Razmjeravanje i prikrajanje debla

- razmjeravanje debla – premjeravanje debla sa ciljem utvrđivanja njegove ukupne duljine i uporabljivosti za izradu tehničke oblovine
- prikrajanje – određivanje mjesta trupljenja, složen i odgovoran posao, o kojem ovisi kvalitativna i kvantitativna iskorištenost stabla, a samim time i ukupna vrijednost svakoga stabla

VRSTE PRIKRAJANJA:

1. Prema ugovoru (poznati kupac)
2. Prema normama (nepoznati kupac)

Pikrajanje treba započeti uvijek od debljeg kraja iz nekoliko razloga:

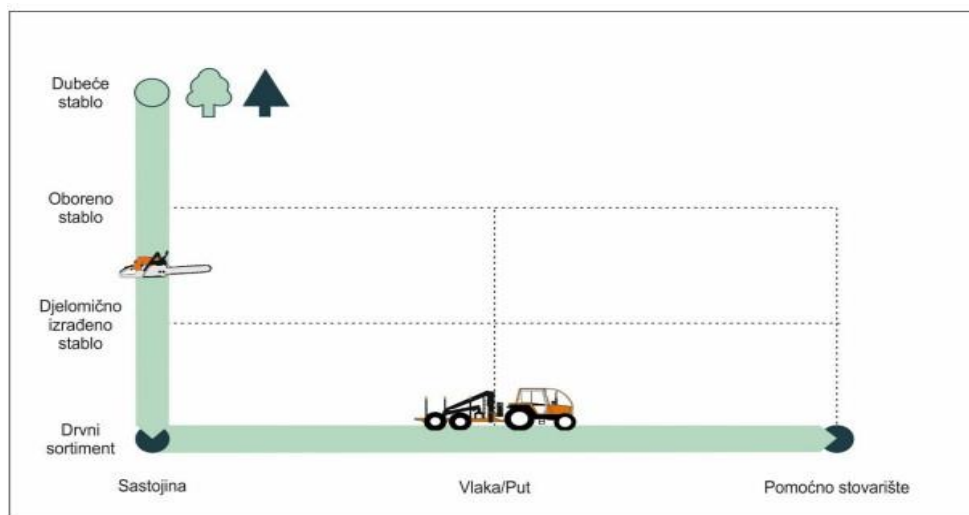
- 1) najčešće najkvalitetniji “najvredniji” dio debla,
 - 2) najčešće i najvećeg kvantitativnog udjela u obujmu stabla,
 - 3) jedino mjesto na kojem je drvo “otvoreno” gdje se mogu vidjeti greške “u drvu”
- razdvajati dijelove stabla jednolike kakvoće
 - razdvajati zdravo od (na)trulog drva ravne dijelove debla
 - razdvajati od zakrivljenih od ravnih dijelova debla izrađivati što dulju oblovinu zakrivljene dijelove debla prikrajati u “kraćim” duljinama, jer se na taj način smanjuje visina luka, odnosno zakrivljenost oblovine
 - listače prikrajati u vrhu luka (“koljenu”) – (točci promjene smjera zakrivljenosti)

- razdvajati jedre “punodrvne” od nejedrih “mišorepih” dijelova debla
- razdvajati kvrgave od nekvgavih dijelova debla izrađivati “kombinirane” sortimente po kakvoći – čime se smanjuje broj rezova, ali i mogućnost raspucavanja drva
- po mogućnosti prikrojiti deblo preko “kvrge” ili neke druge greške, čime greška pada u područje nadmjere duljine (ako je nadmjera duljine ugovorena)

6. Sustavi pridobivanja drvnih sortimenata

6.1. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (MOTORNA PILA – TRAKTORSKA EKIPAŽA)

Sustav se zasniva na sječi stabala i izradbi obloga drva ručno-strojnim radom primjenom motornih pila lančanica kojima se sjeku stabla, krešu grane i trupe debla te izvoženju izrađenih drvnih sortimenata (trupci i višemetarsko prostorno drvo) traktorskom ekipažom. Traktorske ekipaže često su opremljene vitlom za sakupljanje drva, a sakupljeno drvo utovaruje se hidrauličnom dizalicom. Optimalna organizacija sustava postiže se vremenskom i prostornom integracijom sječe i izradbe te izvoženja drva skupnim radom.



Slika [27]: Motorna pila – traktorska ekipaža

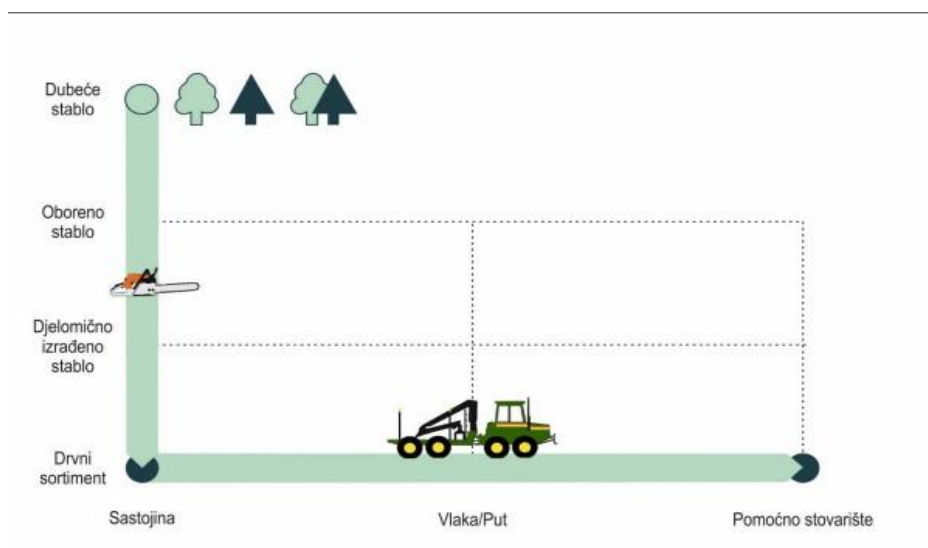
Ograničenja

Djelotvorna je primjenjivost sustava pridobivanja drva prvenstveno određena kretnošću traktorske ekipaže – uzdužnim nagibom terena od $\pm 10\%$ te njegovom izrazitom osjetljivošću na bočni nagib terena. Ovisno o stanju nosivosti podloge i prisutnošću površinskih prepreka (kamenitošću/stjenovitosti terena), moguća je njeno primjena i na manjim površinama radilišta uzdužnog nagiba $< 20\%$). Zbog sječe i izradbe drva motornom pilom, sustav nije ograničen dimenzijama stabala, već dimenzijama izrađene oblovine u slučaju kada njihova masa nadilazi podizni moment hidraulične dizalice traktorske ekipaže. Sustav je vrlo prikladan za pridobivanje drva iz tanjih stabala te radilištima sa nižim sječnim

gustoćama (prorede). Zbog mogućnosti kretanja traktorske ekipaže po javnim cestama pri premještanju sa jednoga radilišta na drugo, sustav je prihvatljiv za površinski mala i negrupirana šumska radilišta. 4 Uslijed mogućnosti razvrstavanja oblovine (vrste drva, klase kakvoće) pri istovaru i njenog slaganja u složajeve, sustav nema posebnih zahtjeva za prostorom pomoćnoga stovarišta. Sa stajališta obučenosti radnika, pored radnika sjekača, primjena traktorske ekipaže postavlja zahtjev za obučenim vozačem – dizaličarem. Primjenom skupnoga rada sustav ne zahtjeva pomoćnog radnika kopčaša (vezivanje tovara obavlja sjekač i/ili traktorist ovisno o odnosu normi vremena sječe i izvoženja drva u pojedinim sastojinskim i eksploatacijskim uvjetima). Prilikom izvođenja rada ovim sustavom pridobivanja drva, poželjna je rotacija radnih mjesta unutar skupine u cilju ostvarivanja povoljnih dugoročnih ergonomskih efekata.

6.2. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (MOTORNA PILA – FORVARDER)

Sustav se zasniva na sječi stabala i izradbi obloga drva ručno-strojnim radom primjenom motornih pila lančanica kojima se sjeku stabla, krešu grane i trupe debela te izvoženju izrađenih drvnih sortimenata (trupci i višemetarsko prostorno drvo) forvarderom. Sječa i izrada je vremenski i prostorno odvojena od izvoženja drva forvarderom, čime ovaj sustav nije prilagodljiv skupnome radu.



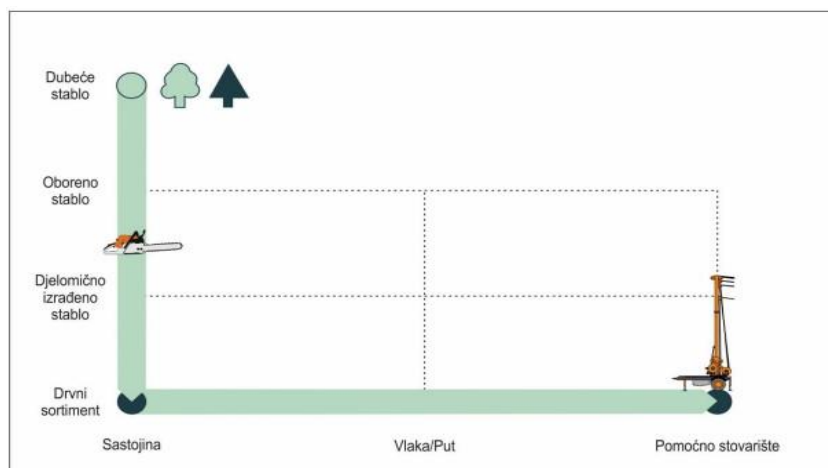
Slika [28]: Motorna pila - forvarder

Ograničenja

Djelotvorna je primjenjivost sustava pridobivanja drva prvenstveno određena kretnošću forvardera – uzdužnim nagibom terena od $\pm 20\%$ te njegovom velikom osjetljivošću na bočni nagib terena. Ovisno o stanju nosivosti podloge i prisutnošću površinskih prepreka (kamenitošću/stjenovitosti terena), moguća je njegova primjena i na manjim površinama radilišta uzdužnog nagiba $< 33\%$. Zbog sječe i izradbe drva motornom pilom, sustav nije ograničen dimenzijama stabala, već dimenzijama izrađene oblovine u slučaju kada njihova masa (veliki perci) nadilazi podizni moment hidraulične dizalice forvardera. Sustav je prikladan i za pridobivanje drva iz tanjih stabala te radilištima sa nižim sječnim gustoćama (prorede) uz prihvatljiv pad proizvodnosti forvardera, ali i radnika sjekača. Zbog potrebe za labudicom pri premještanju forvardera sa jednoga radilišta na drugo radilište, sustav je osrednje prihvatljiv za površinski mala i negrupirana šumska radilišta.^{29 6} Uslijed mogućnosti razvrstavanja oblovine (vrste drva, klase kakvoće) pri istovaru i njenog slaganja u visoke složajeve, sustav nema posebnih zahtjeva za prostorom pomoćnoga stovarišta. Sa stajališta djelotvornosti sustava, pored radnika sjekača, forvarder kao visokoproduktivno šumsko vozilo postavlja veliki zahtjev za posebno osposobljenim i iskusnim vozačem – dizaličarem. Sustav ne zahtjeva dodatnog pomoćnog radnika.

6.3. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (MOTORNA PILA – VUČENA ŽIČARA)

Sustav se zasniva na sječi stabala i izradbi obloga drva ručno-strojnim radom primjenom motornih pila lančanica kojima se sjeku stabla, krešu grane i trupe debla te iznošenju drva vučenom žičarom. Najčešće je sastavnica ovoga sustava i adaptirani poljoprivredni traktor, koji služi za: 1) premještanje vučene žičare s jedne na drugu trasu žičnih linija unutar istog šumskog radilišta, 2) premještanje vučene žičare s jednog na drugo šumsko radilište 3) uhrpavanje iznešenoga drva uzduž šumskih cesta. Inačica ovog sustava su i nošene šumske žičare (sličnih značajki kao i vučene), kod kojih je poljoprivredni traktor njihov nosač (trozglobna poteznica) te izvor pogona (izlazno vratilo). Vučene i nošene šumske žičare najčešće se proizvode kao gravitacijske šumske žičare, tj. dvoužetni žični sustavi (nosivo i vučno uže) te nisu pogodne za rad na ravnome terenu. Optimalna organizacija sustava postiže se vremenskom i prostornom integracijom sječe i izradbe te iznošenja drva skupnim radom.



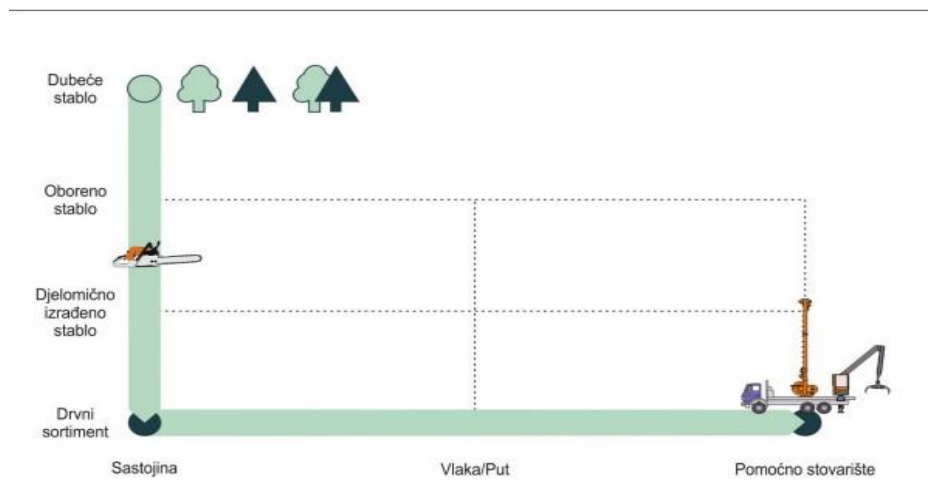
Slika [29]: Motorna pila – vučena žičara

Ograničenja

Djelotvorna je primjenjivost sustava pridobivanja drva prvenstveno određena, sječnom gustoćom (minimalno 0,5 m³ /m' trase žične linije), uslijed značajnih utrošaka vremena (de)montiranja trase žične linije. Terenski čimbenici izvođenja šumskih radova (nagib terena, nosivost podloge, površinske prepreke) nemaju značajan utjecaj na djelotvornost iznošenja drva vučenim žičarama.^{30 8} Zbog sječe i izradbe drva motornom pilom, sustav nije ograničen dimenzijama stabala, već dimenzijama izrađene oblovine u slučaju kada njihova masa nadilazi prekidnu čvrstoću nosivog uža, odnosno nosivost kolica (< 1 t). Zbog mogućnosti kretanja vučene žičare po javnim cestama pri premještanju sa jednoga radilišta na drugo, sustav je prihvatljiv za površinski mala i negrupirana šumska radilišta. Uslijed nemogućnosti uhrpavanja oblovine u složajeve te u cilju razvrstavanja oblovine (vrste drva, klase kakvoće) adaptiranim poljoprivrednim traktorom sustav zahtjeva dulja (razvučena) pomoćna stovarišta uz rubove šumskih cesta brdskog/gorskog područja. Sa stajališta obučenosti radnika, pored radnika sjekača, primjena vučene šumske žičare postavlja zahtjev za obučenim žičničarem, odnosno vozačem traktora. Primjenom skupnoga rada sustav ne zahtjeva dodatnog pomoćnog radnika kopčeaša (vezivanje tovара obavlja sjekač, a odvezivanje operater na žičari). Prilikom izvođenja rada ovim sustavom pridobivanja drva, poželjna je rotacija radnih mjesta unutar skupine u cilju ostvarivanja povoljnih dugoročnih ergonomskih efekata.

6.4. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (MOTORNA PILA – KAMIONSKA ŽIČARA)

Sustav se zasniva na sječi stabala i izradbi obloga drva ručno-strojnim radom primjenom motornih pila lančanica kojima se sjeku stabla, krešu grane i trupe debla te iznošenju drva stupnom kamionskom žičarom sa dizalicom i hvatalom. Stupne kamionske žičare najčešće se proizvode se četvero užetni žični sustavi (nosivo, vučno, povratno i podizno uže) te su pogodne za iznošenje drva bez obzira na smjer nagiba terena, ali i iznošenju drva na ravnome terenu. Ulogu postranoga sakupljanja drva vrši podizno uže. Sječa i izrada je vremenski i prostorno odvojena od iznošenja drva kamionskom žičarom, čime ovaj sustav nije prilagodljiv skupnome radu.



Slika [30]: Motorna pila – kamionska žičara

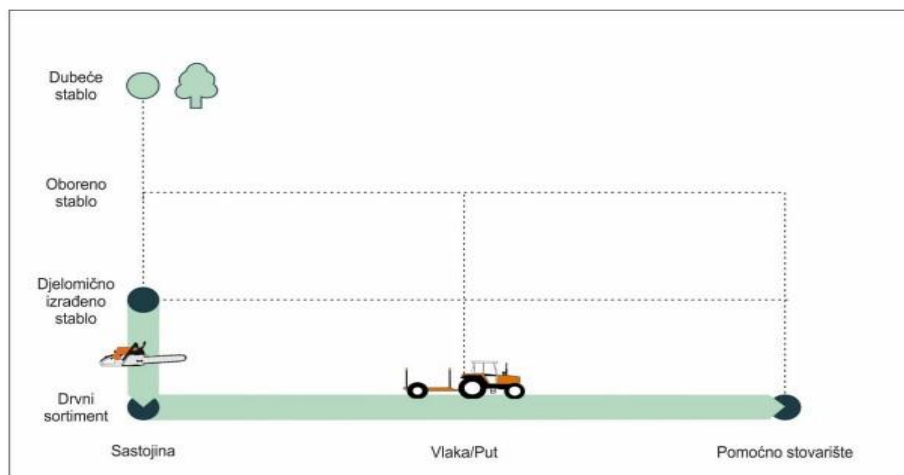
Ograničenja

Djelotvorna je primjenjivost sustava pridobivanja drva prvenstveno određena, sječnom gustoćom (minimalno 1 m³ /m' trase žične linije), uslijed izrazitih utrošaka vremena (de)montiranja trase žične linije. Terenski čimbenici izvođenja šumskih radova (nagib terena, nosivost podloge, površinske prepreke) nemaju značajan utjecaj na djelotvornost iznošenja drva. Zbog sječe i izradbe drva motornom pilom, sustav nije ograničen dimenzijama stabala, već dimenzijama izrađene oblovinu u slučaju kada njihova masa nadilazi prekidnu čvrstoću nosivog uža, odnosno nosivost kolica (< 3 t).³¹ 10 Opremanjem stupnih kamionskih žičara dizalicom sa hvatalom, omogućeno je u doseg hidraulične dizalice slaganje drva u složajevu, čime je otklonjen problem brzog zatrpavanja istovarnih rampi pomoćnoga stovarišta privučenom oblovinom. Iako kamionska žičara ima mogućnost kretanja po javnim cestama

pri premještanju sa jednoga radilišta na drugo, sustav nije prihvatljiv za površinski mala i negrupirana šumska radilišta uslijed multipliciranja vremenski zahtjevoga montiranja i demontiranja trasa žičnih linija, što je i osnovno ograničenje ovoga sustava pridobivanja drva. Sa stajališta djelotvornosti sustava, pored radnika kopčaša (oni su i sjekači koji su prethodno posjekli i izradili drvo), kamionska žičara kao visokoproduktivno sredstvo rada postavlja veliki zahtjev za posebno osposobljenim i iskusnim operaterom – žičničarem.

6.5. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja 1-metarskog ogrjevnog drva sortimentnom metodom (MOTORNA PILA – POLJOPRIVREDNI TRAKTOR)

Sustav se zasniva na izradi jednog metarskog ogrjevnog drva iz neizrađenog krupnog drva (i granjevine do 3 cm s korom) preostalog nakon pridobivanja oblog drva te na izvoženju ogrjevnog drva poljoprivrednim traktorom s poluprikolicom. Izrada se obavlja ručno-strojno primjenom motornih pila lančanica, ručnih alata i traktorskih cjepača. S obzirom na korištene strojeve i veliko učešće ručnoga rada prilikom utovara i istovara ogrjevnoga drva (te uspostave šumskoga reda) sustav se može smatrati nisko mehaniziranim.



Slika [31]: Motorna pila – poljoprivredni traktor

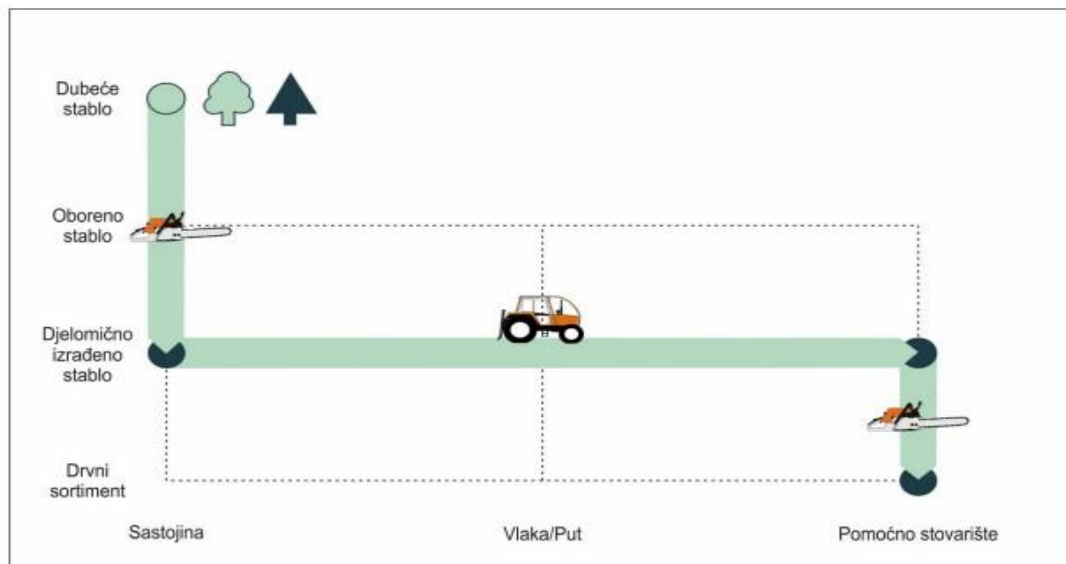
Ograničenja

Djelotvorna je primjenjivost sustava pridobivanja drva prvenstveno određena kretnošću poljoprivrednog traktora. Uslijed uobičajene integracije primarnog i daljinskog transporta drva, sustav nema posebnih zahtjeva za prostorom pomoćnoga stovarišta. S obzirom na

izostanak obaranja stabala nužna je elementarna obučenost izvoditelja radova za rukovanje motornom pilom i poljoprivrednim traktorom.

6.6 Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva poludeblovnom metodom (MOTORNA PILA – ADAPTIRANI POLJOPRIVREDNI TRAKTOR)

Sječa stabala i izradba obloga drva izvodi se ručno-strojnim radom primjenom motornih pila lančanica kojima se stabla sjeku, krešu se grane i trupe debla. Poludebla se privlače adaptiranim poljoprivrednim traktorom, a izrada drvnih sortimenata (trupci i višemetarsko prostorno drvo) se obavlja na pomoćnome stovarištu. Sječa i izrada su vremenski i prostorno integrirane s privlačenjem drva. Pridobivanje drva se obavlja skupnim radom.



Slika [32]:Motorna pila – adaptirani poljoprivredni traktor

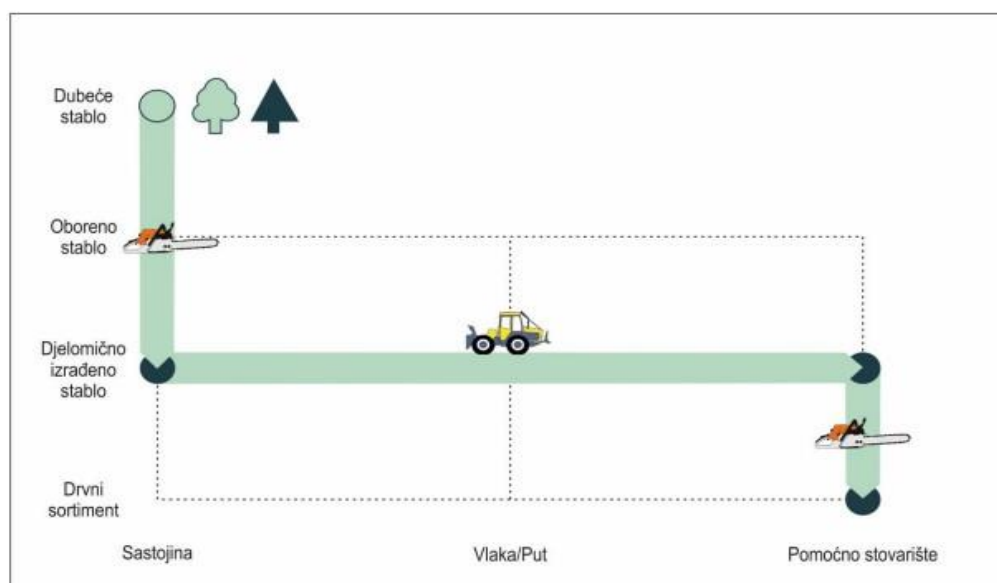
Ograničenja

Primjenjivost je sustava pridobivanja drva prvenstveno određena kretnošću adaptiranog poljoprivrednog traktora – uzdužnim nagibom terena od ± 10 (20) % te njegovom vrlo izrazitom osjetljivošću na bočni nagib terena. S obzirom na izvođenje sječe i izradbe drva motornom pilom, sustav nije ograničen dimenzijama stabala, već prvenstveno dimenzijama poludebala u slučaju kada njihova masa nadilazi vučnu silu adaptiranog poljoprivrednog traktora. Navedena se ograničenja prvenstveno manifestiraju pri korištenju sustava u za njega neprikladnim sječinama (oplodne sječe) u kojima je ipak moguć učinkovit rad sustava

(pa i učinkovitiji negoli u proredama), ali uz promjenu metode pridobivanja drva u sortimentnu s ciljem prilagodbe mase tovara te uz rizik povećanih kvarova traktora. Sustav je vrlo prikladan za pridobivanje drva iz tanjih stabala te radilištima sa nižim sječnim gustoćama (prorede). Uslijed nemogućnosti uhrpavanja 14 oblovine u složajeve te u cilju razvrstavanja oblovine (vrste drva, klase kakvoće) sustav zahtjeva dulja pomoćna stovarišta. Sa stajališta obučenosti radnika, pored radnika sjekača, primjena adaptiranog poljoprivrednog traktora ne postavlja preveliki zahtjev za posebno osposobljenim i iskusnim vozačem. Primjenom skupnoga rada sustav ne zahtjeva pomoćnog radnika kopčaća (vezivanje tovara obavlja sjekač i/ili traktorist ovisno o odnosu normi vremena sječe i privlačenja u pojedinim sastojinskim i eksploatacijskim uvjetima). Prilikom izvođenja rada ovim sustavom pridobivanja drva trebaju poželjna je rotacija radnih mjesta unutar skupine u cilju ostvarivanja povoljnih dugoročnih ergonomskih efekata.

6.7. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva poludeblovom metodom (MOTORNA PILA – SKIDER MASE < 5 t)

Primjenom motornih pila lančanica ručno-strojnim radom stabala se sijeku i izrađuje se oblo drvo. Poludebla se privlače skiderom, a izrada drvnih sortimenata (trupci i višemetarsko prostorno drvo) se obavlja na pomoćnom stovarištu. S obzirom na nužnu vremensku i prostornu integraciju sječe privlačenja i izrade sustav se optimalno organizira u obliku skupnoga rada.



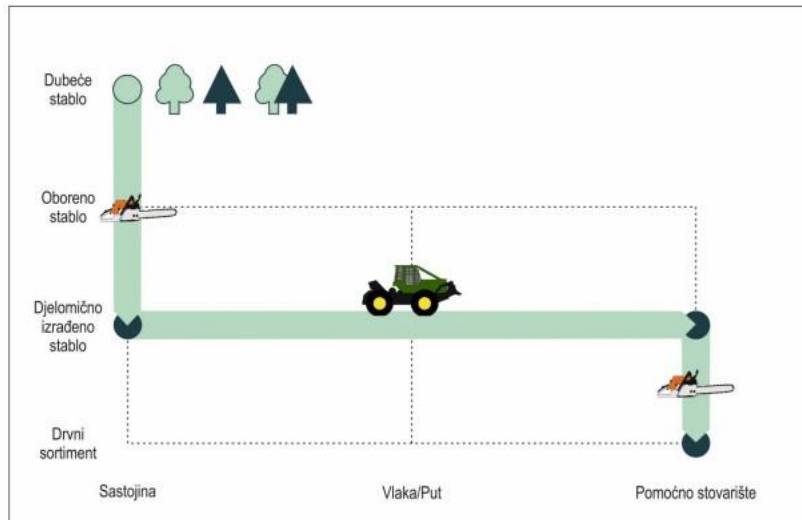
Slika [33]: Motorna pila – Skider Mase < 5t

Ograničenja

S obzirom na značajke skidera kao specijalnog šumskog vozila primjenjivost je sustava limitirana kretnošću vozila, no tek na uzdužnim nagibima terena preko $\pm 33\%$ uz osrednju osjetljivost na bočni nagib terena. S obzirom na primjenu motornih pila lančanica pri izvođenju sječe i izradbe drva, sustav nije ograničen dimenzijama stabala. Dimenzije stabala mogu predstavljati stanovito ograničenje sustava u slučaju primjene skidera mase < 5 t izvan optimalnog područja primjene (prorednih sječina), a u cilju povećanja godišnjeg iskorištenja strojeva (izvan perioda ljetne sječe). Stoga se u slučajevima kada dimenzije pojedinih poludebala rezultiraju masom tovara koja nadilazi vučnu silu skidera mora modificirati metoda izradbe drva u smjeru izrade sortimenata u sječini. No, u tehnološkom smislu pretpostavke učinkovitoga rada skidera nisu smanjene, jer se tovar skidera formira malim brojem komada u tovaru. Posebna se pažnja u navedenim situacijama mora posvetiti ograničavanju obujma (i mase) tovara u skladu s tehničkim specifikacijama 16 skidera, a u cilju izvođenja radova na siguran način i izbjegavanja kvarova skidera. Sustav je vrlo prikladan za pridobivanje drva iz tanjih stabala te radilištima sa nižim sječnim gustoćama. Usljed nemogućnosti uhrpavanja oblovine u složajeve te u cilju razvrstavanja oblovine (vrste drva, klase kakvoće) sustav zahtjeva dulja i prostranija pomoćna stovarišta. Obučenosti radnika u sustavu mora biti odgovarajuća s obzirom na mogućnosti rada u zahtijevnim eksploatacijskim uvjetima. Primjenom skupnoga rada sustav ne zahtjeva pomoćnog radnika kopčaća (vezivanje tovara obavlja sjekač i/ili traktorist ovisno o odnosu normi vremena sječe i privlačenja u pojedinim sastojinskim i eksploatacijskim uvjetima). Prilikom izvođenja rada ovim sustavom pridobivanja drva trebaju poželjna je rotacija radnih mjesta unutar skupine u cilju ostvarivanja povoljnih dugoročnih ergonomske efekata.

6.8. Djelomično mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva poludeblovnom metodom (MOTORNA PILA – SKIDER MASE > 5 t)

Stabala se sijeku primjenom motornih pila lančanica ručno-strojnim radom. Na isti se način izrađuje oblo drvo. Poludebla se privlače skiderom, a izrada drvnih sortimenata (trupci i višemetarsko prostorno drvo) se obavlja na pomoćnom stovarištu. Optimalna organizacija sustava postiže se vremenskom i prostornom integracijom sječe privlačenja i izrade u obliku skupnoga rada.



Slika [34]: Motorna pil – skider mase > 5t

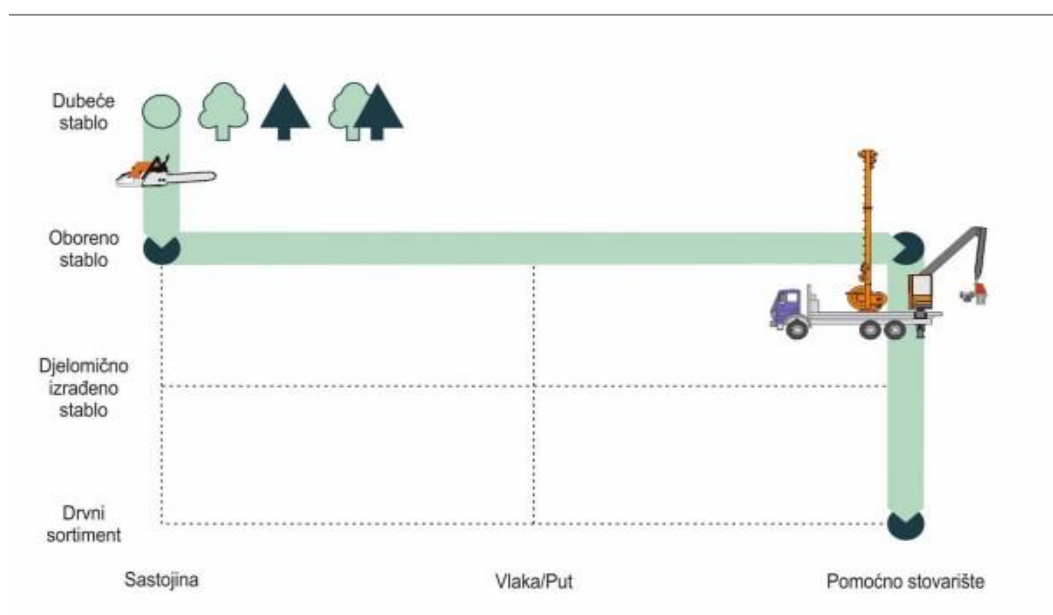
Ograničenja

S obzirom na značajke skidera kao specijalnog šumskog vozila primjenjivost je sustava limitirna kretnošću vozila, no tek na uzdužnim nagibima terena preko $\pm 33\%$ uz osrednju osjetljivost na bočni nagib terena. S obzrom na primjenu motornih pila lančanica pri izvođenju sječe i izradbe drva, te skidera mase > 5 t sustav nije ograničen dimenzijama stabala. Vučna sila skidera omogućuje privlačenje poludebala velike mase ostvarujući optimalan tovar sa malim brojem komada što sustav čini izrazito prikladnim za pridobivanje debelih stabala. Sječna gustoća nije limitirajući faktor u optimalnom području rada (oplođnim i prebornim sječinama) pa ni u slučajnom prihodu sve dok su dimenzije posječenih stabala dovoljne za formiranje tovara s jednog mjesta sakupljanja drva vitlom. Tanka stabala zajedno sa niskom sječnom gustoćom mogu predstavljati ograničenje sustava u slučaju primjene (s ciljem povećanja godišnjeg iskorištenja skidera) 18 izvan optimalnog područja primjene (u ranim proredama) koje se reflektira smanjenjem proizvodnosti. U prebornim je sječinama moguća primjena sustava modificiranjem metode rada u sortimentnu (s ciljem smanjenja šteta i pojednostavljenja organizacije rada) u slučajevima kada pojedini drvni sortimenti i/ili kombinirani trupci izrađeni u sječini svojim dimenzijama zadržavaju prednosti primjene poludeblovne metode (smanjenje broja komada u optimalnom tovaru skidera). U cilju pojednostavljenja organizacije rada trupljenje drvnih sortimenata može se provesti i neposredno prije otpreme. Uslijed nemogućnosti uhrpavanja oblovine u složajeve te u cilju razvrstavanja oblovine (vrste drva, klase kakvoće) sustav zahtjeva dulja i prostranija pomoćna stovarišta. Obučenosti radnika u sustavu mora biti odgovarajuća s obzirom na mogućnosti rada u zahtijevnim eksploatacijskim uvjetima. Primjenom skupnoga

rada sustav u pravilu ne zahtjeva pomoćnog radnika kopčasa (vezivanje tovara obavlja sjekač i/ili traktorist ovisno o odnosu normi vremena sječe i privlačenja u pojedinim sastojinskim i eksploatacijskim uvjetima), osim u slučajevim izrazito zahtjevnih terenskih prilika ili pri primjeni sortimentne metode. Prilikom izvođenja rada ovim sustavom pridobivanja drva, poželjna je rotacija radnih mjesta unutar skupine u cilju ostvarivanja povoljnih dugoročnih ergonomskih efekata.

6.9. Visoko mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva stablovnom metodom (MOTORNA PILA – KAMIONSKA ŽIČARA)

Sustav se zasniva na sječi stabala ručno-strojnim radom primjenom motorne pila lančanice te iznošenju, ali i izradbi drvnih sortimenata (trupci i višemetarsko prostorno, celulozno drvo) stupnom kamionskom žičarom sa dizalicom i procesorskom glavom. Ovaj visokomehanizirani sustav pridobivanja drva, tipičan je primjer racionalizacije proizvodnje obloga drva prvenstveno četinjača, uslijed spajanja iznošenja i izradbe drva u jedan postupak, što u konačnici povećava proizvodnost cijeloga sustava pridobivanja drva. Optimalna organizacija sustava postiže se vremenskom i prostornom integracijom sječe i iznošenja te izradbe drva skupnim radom. Stupne kamionske žičare najčešće se proizvode se četvero užetni žični sustavi (nosivo, vučno, povratno i podizno uže) te su pogodne za iznošenje drva bez obzira na smjer nagiba terena, ali i iznošenju drva na ravnome terenu. Ulogu postranoga sakupljanja drva vrši podizno uže.



Slika [35]: Motorna pila – kamionska žičara

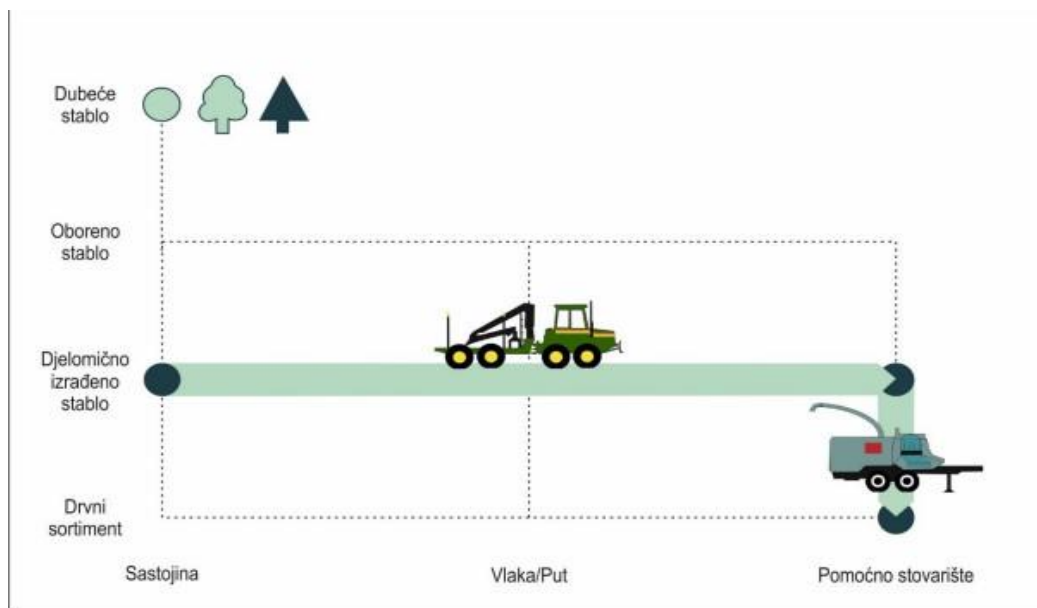
Ograničenja

Djelotvorna je primjenjivost sustava pridobivanja drva prvenstveno određena, sječnom gustoćom (minimalno 1 m³ /m' trase žične linije), uslijed izrazitih utrošaka vremena (de)montiranja trase žične linije. Terenski čimbenici izvođenja šumskih radova (nagib terena, nosivost podloge, površinske prepreke) nemaju značajniji utjecaj na djelotvornost iznošenja i izradbe drva stupnom kamionskom žičarom sa dizalicom i procesorskom glavom. Sustav je ograničen dimenzijama stabala, ne zbog sječe stabala motornom pilom, već njihovom masom uslijed stablovne metode izradbe drva, kada ona nadilazi prekidnu čvrstoću nosivog uža, odnosno mogućnostima procesorske glave. Iako primarno razvijen za pridobivanje drva 20 četinjača, sustav sa zadovoljivaćom proizvodnošću nalazi primjenu i u mješovitim sastojinama te listačama. Opremanjem stupnih kamionskih žičara dizalicom sa procesorskom glavom, omogućeno je u doseg hidraulične dizalice slaganje drva u složajeve, čime je otklonjen problem brzog zatrpavanja istovarnih rampi pomoćnoga stovarišta privučenom oblovinom. Uslijed primjene stablovne metode izradbe drva, šumski ostatak posječenih stabala ostaje uhrpan na mjestu izradbe drva na pomoćnome stovarištu, a nakon njegovog prosušivanja se usitnjava iveračem. Iako kamionska žičara ima mogućnost kretanja po javnim cestama pri premještanju sa jednoga radilišta na drugo, sustav nije prihvatljiv za površinski mala i negrupirana šumska radilišta uslijed multipliciranja vremenski zahtjevoga montiranja i demontiranja trasa žičnih linija, što je i osnovno ograničenje ovoga sustava pridobivanja drva. Sa stajališta djelotvornosti sustava, pored radnika sjekača koji isključivo ruši i kopča posječena stabla, kamionska žičara kao visokoproduktivno sredstvo rada postavlja veliki zahtjev za posebno osposobljenim i iskusnim operaterom – žičničarem. Žičničar osim upravljanja žičarom, odvezuje privučena stabla, upravlja i dizalicom sa procesorskom glavom, odnosno slaže i razvrstava izrađene drvne sortimente.

6.10. Visoko mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva polustablovnom metodom (FORVARDER – IVERAČ)

Sustav se zasniva na izvoženju neizrađenog krupnog drva i šumskog ostatka (najčešće u obliku ovršina) forvarderom i proizvodnje drvne sječke iveranjem prirodno prosušene uhrpane sirovine na pomoćnom stovarištu. U cilju omogućavanja dostatnog vremena prirodnog prosušivanja izrada (iveranje) nije vremenski integrirana s izvoženjem. Sustav se može smatrati i potpuno mehaniziranim pri radu u sječinama u kojima je provedena strojna sječa i izrada oblog drva harvesterom. U suprotnom, pravilnije ga je smatrati visoko

mehaniziranim sustavom (posebice kada je prije izvoženja nužno ručno-strojno pripremiti krošnje motornim pilama s ciljem većeg iskorištenja tovarnoga prostora forvardera).



Slika [36]: Forvarder – iverač

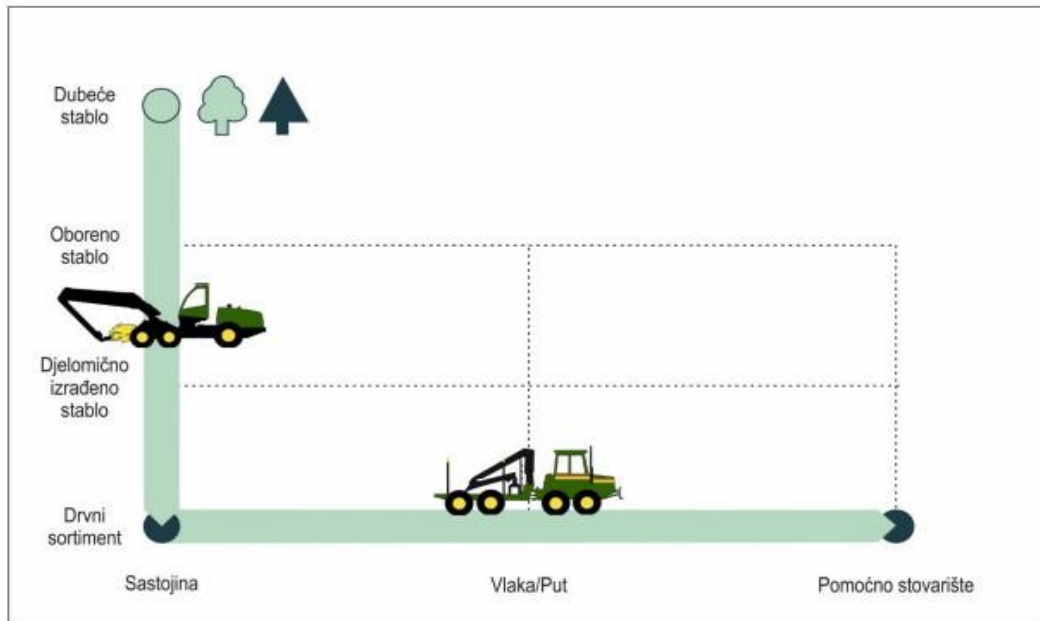
Ograničenja

Djelotvorna je primjenjivost sustava pridobivanja drva prvenstveno određena sječnom gustoćom; odnosno količinom neizrađenog krupnog drva i šumskog ostakta koji nakon pridobivanja oblog drva preostaje na površini sječine. Zbog potrebe za labudicom pri premještanju forvardera sa jednoga radilišta na drugo radilište te potrebnu koncentraciju dovoljne količine sirovine na pomoćnom stovarištu sustav nije prihvatljiv za površinski mala i negrupirana šumska radilišta. Unatoč mogućnosti uhrpavanja izvezene sirovine u visoke složajeve sustav zahtjeva prostrana pomoćna stovarišta na kojima je moguće organizirati iveranje direktno u poluprikolicu tegljačkoga skupa bez većih zastoja pri iveranju (zatvoreni proizvodni lanac). U cilju postizanja zadovoljavajuće učinkovitosti sustava (posebice pri iveranju) visokoproizvodna sredstva rada postavljaju veliki zahtjev za posebno osposobljenim i iskusnim dizaličarem. Sustav ne zahtjeva dodatnog pomoćnog radnika.

6.11. Potpuno mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (HARVESTER – FORVARDER)

Sustav se zasniva na skupnom radu harvestera na sječi i izradi stabala i forvardera na izvoženju oblog drva. Svi se radni zahvati obavljaju strojno. Sječa i izrada mogu biti

vremenski i prostorno odvojeni od izvoženja drva forvarderom, ali i integrirani pri čemu je nužno voditi računa o usklađivanju proizvodnih mogućnosti strojeva u sustavu s obzirom na eksploatacijske uvjete.



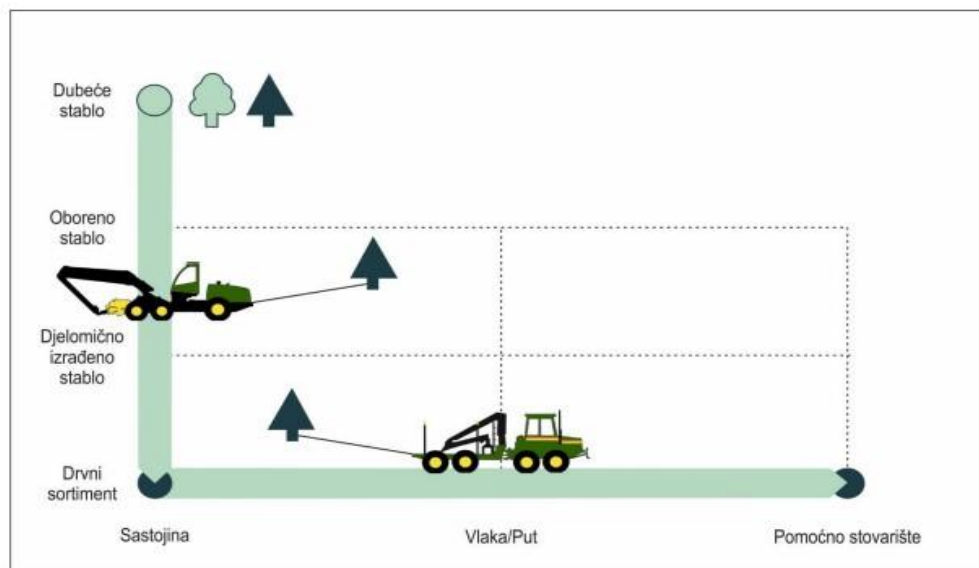
Slika [37]: Harvester - forvarder

Ograničenja

Primjenjivost je sustava pridobivanja drva prvenstveno određena mogućnostima harvesterke glave (sječni promjer i promjer kresanja grana) koje limitiraju primjenu u sječinama u kojima prevladavaju deblja stabla (promjera većeg od 50 cm). U slučaju pojedinačnih debljih stabala primjena je sustava moguća uz asistenciju sjekača. Kretnost forvardera limitirana je uzdužnim nagibom terena od $\pm 20\%$ te njegovom velikom osjetljivošću na bočni nagib terena. Sustav je izrazito prikladan za pridobivanje drva iz tanjih stabala s obzirom na mogućnost uhrpavanja izrađenih sortimenata prilikom izrade. Radilištima sa nižim sječnim gustoćama te površinski mala i negrupirana šumska radilišta nisu pogodna za primjenu sustava jer je pri premještanju strojeva nužno angažirati labudicu. Usljed mogućnosti razvrstavanja oblovine (vrste drva, klase kakvoće) pri istovaru i njenog slaganja u visoke složajeve, sustav nema posebnih zahtjeva za prostorom pomoćnoga stovarišta.⁴⁰ Sofisticirana sredstva rada postavljaju veliki zahtjev za posebno osposobljenim i iskusnim operaterima strojeva (posebice harvestera). Sustav ne zahtjeva dodatnog pomoćnog radnika, osim u slučaju nužnog angažmana radnika sjekača na obaranju stabala za harvester prevelikih dimenzija.

6.12. Potpuno mehanizirani sustav pridobivanja oblog drva sortimentnom metodom (HARVESTER S VITLOM – FORVARDER S VITLOM)

Sustav se zasniva na skupnom radu harvestera na sječi i izradi stabala i forvardera na izvoženju oblog drva. Svi se radni zahvati obavljaju strojno. Sječa i izrada mogu biti vremenski i prostorno odvojeni od izvoženja drva forvarderom, ali i integrirani pri čemu je nužno voditi računa o usklađivanju proizvodnih mogućnosti strojeva u sustavu s obzirom na eksploatacijske uvjete. Posebnost ovog sustava pridobivanja drva je opremanje harvestera i forvardera sidrenotrakcijskim vitlom u cilju proširivanja područja njihove kretnosti na terene uzdužnoga nagiba $< 50\%$. Sidreno-trakcijsko vitlo ugrađeno na stražnjem kraju forvardera i prednjem kraju harvestera, osim sidrenja šumskih vozila ima zadatak osiguranja njihove kretnosti na strmim terenima u trenucima kada oni ostaju bez potrebne vučne sile (trakcije). Posebnost harvestera i osam kotačnog forvardera koji se dodatno opremaju sidreno-trakcijskim vitlom za rad na strmim terenima je i žiroskopska-rotirajuća kabina te obavezna opremanje pneumatika polugusjenicama s ciljem povećanja kretnosti vozila, odnosno njihove bočne stabilnosti.



Slika [38]: Harvester s vitlom – forvarder s vitlom

Ograničenja

Primjenjivost je sustava pridobivanja drva prvenstveno određena mogućnostima harvesterke glave (sječni promjer i promjer kresanja grana) koje limitiraju primjenu u sječinama u kojima prevladavaju deblja stabla (promjera većeg od 50 cm). U slučaju pojedinačnih debljih stabala primjena je sustava moguća uz asistenciju sjekača. Kretnost

harvestera i forvardera sa sidreno trakcijskim užem, limitirana je uzdužnim nagibom terena od $< \pm 50 \%$ te njegovom velikom 26 osjetljivošću na bočni nagib terena. Navedenim, sustav nije pogodan za terene sa izrazitom stjenovitošću/kamenitošću, odnosno razvedenošću terena. Sustav je izrazito prikladan za pridobivanje drva iz tanjih stabala s obzirom na mogućnost uhrpavanja izrađenih sortimenata prilikom izrade. Radilištima sa nižim sječnim gustoćama te površinski mala i negrupirana šumska radilišta nisu pogodna za primjenu sustava jer je pri premještanju strojeva nužno angažirati labudicu. Uslijed mogućnosti razvrstavanja oblovine (vrste drva, klase kakvoće) pri istovaru i njenog slaganja u visoke složajeve, sustav nema posebnih zahtjeva za prostorom pomoćnoga stovarišta. Sofisticirana sredstva rada postavljaju veliki zahtjev za posebno osposobljenim i iskusnim operaterima strojeva (posebice harvestera). Sustav ne zahtjeva dodatnog pomoćnog radnika, osim u slučaju nužnog angažmana radnika sjekača na obaranju stabala za harvester prevelikih dimenzija

7. ZAKLJUČAK

Eksploatacijom šuma čovjek dobiva vrlo važnu sirovinu koja ima širok spektar primjene poput iskorištavanje drva za grijanje, korištenje drva kao građivni materijal, drvo kao materijal za različite alate, gradnja prijevoznih sredstava (brodovi) i ostalo. Zbog svakodnevnih opasnosti za život samih radnika u šumi ljudi su morali pronaći i odrediti sigurne metode i tehnike obaranja i transporta drvne mase. Ljudi su postepeno razvijali različite alate, strojeve i metode rušenja kako bi povećali produktivnost same eksploatacije te povećali nivo vlastite sigurnosti prilikom rada u šumi. Unatoč modernim tehnologijama poput harvesteri i dalje postoje tereni nepristupačni za strojeve. Zato su ljudska snaga i rad i dalje neophodni za sječu šuma te je zato potrebno stalno unapređivati zaštitu i sigurnost ljudi koji obavljaju takve poslove u šumarstvu.

8. LITERATURA

1. Benić, R., 1966: Iskorišćivanje šuma. Šumarsko-tehnički priručnik. Nakladni zavod Znanje, Zagreb 1966., 321-500.
2. Ugrenović, A., 1957: Eksploatacija šuma. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb 1957., 1-481.
3. 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.
4. <https://www.hrsume.hr/index.php/hr/ume/opcenito/sumeuhrv>, dostupno 11.09.2022.
5. <https://tehnika.lzmk.hr/pridobivanje-drva/>, dostupno 11.09.2022.
6. Kranjec, J., Poršinsky, T., 2011: Povijest razvoja motorne pile lančanice. Nova mehanizacija šumarstva, 32(1): 23-37.
7. Bosner, A., S. Nikolić, Z. Pandur, D., Benić, 2008: Razvoj i umjeravanje prijenosnoga sustava za mjerenje osovinskih opterećenja vozila – mjerenja na forvarderu. Nova mehanizacija šumarstva 29: 1–15.
8. Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2001: Harvester Timberjack 1070 u Hrvatskoj. Šumarski list 125(11-12): 619–624.
9. Poršinsky, T., I. Stankić, 2005: Prilog poznavanju iznošenja drva šumskim žičarama (A contribution to understanding timber yarding by forest skylines). Nova mehanizacija šumarstva 26: 39–54.
10. Slabak, M., 1983: Tehnologija iveranja u svijetu i kod nas. Mehanizacija šumarstva 8(7-8): 193–204.
11. Slabak, M., 1987: Rezultati primjene iverača u nizinskoj proredi. Korišćenje šumske biomase za energetiku; Mogućnosti proizvodnje i korišćenja u SFR Jugoslaviji, D. Bura (ur.). Jugoslovenski poljoprivredno šumarski centar – Služba šumske proizvodnje, Beograd, 229–238.
12. Šušnjar, M., 1998: Istraživanje ovisnosti nekih tehničkih značajki iverača morfološkom raščlambom. Mehanizacija šumarstva 23(3-4): 139–150.
13. Vusić, D., Ž. Zečić, Z. Turk, 2012: Productivity of chainsaw felling and processing in selective forests of Croatia. Proceedings of the 45th International Symposium on Forestry Mechanization »Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment«, T. Pentek, T. Poršinsky, M. Šporčić, (ur.), Dubrovnik (Cavtat), Forestry Faculty of Zagreb University, 1–7.
14. Vusić, D., 2013: Pogodnost sustava pridobivanja drvene biomase u smrekovoj šumskoj kulturi.
15. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–174.

9. PRILOZI

9.1 POPIS SLIKA:

Slika [1] : Prikaz upotrebe životinja u eksploataciji (<https://www.vintag.es/2014/06/vintage-photos-of-workhorse-in-past.html>)

Slika [2]: Prikaz upotrebe Forvadera drvnih sortimenata (<https://www.alamy.com/stock-photo/forwarder.html>)

Slika [3]: Obitelj Husić (https://www.medjimurska-priroda.info/wp-content/uploads/downloads/2013/04/Od_prasume_do_Regionalnog_parka_Mura-Drava.pdf)

Slika [4]: Ladislav kod porušenog stabla „Adam“ (https://www.medjimurska-priroda.info/wp-content/uploads/downloads/2013/04/Od_prasume_do_Regionalnog_parka_Mura-Drava.pdf)

Slika [5]: Ladislav Husić i njegov najstariji sin Stjepan Husić (https://www.medjimurska-priroda.info/wp-content/uploads/downloads/2013/04/Od_prasume_do_Regionalnog_parka_Mura-Drava.pdf)

Slika [6]: Brončana sjekira sa čahurom (<https://www.artfund.org/whats-on/events/2020/11/01/bronze-age-axe-casting-demonstration-and-qa>)

Slika [7]: Prikaz primitivne kamene sjekire (<https://depositphotos.com/113149156/stock-photo-ancient-stone-axe-isolated-on.html>)

Slika [8]: Prikaz označavanja šumarske jedinice (<https://www.hrsume.hr/index.php/hr/component/content/article/527-umarske-oznake-pomogle-u-spaavanju-nakon-pada-zrakoplova>)

Slika [9]: Prikaz označavanja šumarskih jedinica (<https://www.hrsume.hr/index.php/hr/component/content/article/527-umarske-oznake-pomogle-u-spaavanju-nakon-pada-zrakoplova>)

Slika [10]: Prikaz faktora za odabir tehnologije eksploatacije

Slika [11]: Sustavi pridobivanja drva

Slika [12]: Tehnološki procesi pridobivanja drva

Slika [13]: Prikaz motorne pile „Beaver“

<https://hrcak.srce.hr/file/123157>

Slika [14]: Dijelovi motorne pile

<http://www.gospodarski.hr/> 2015.

Slika [15]: Adaptirani poljoprivredni traktor

<https://www.traktorpool.com.hr/media/cms/serp/324/.jpg?width=720&quality=70&nocache=1>

Slika [16]: Skidder sa vitlom

<https://hr.puntomarinero.com/skidder-types-technical-characteristics-purpose/>

Slika [17]: Skidder sa kliještima

<https://agriline.net/-/sale/skidders/TIMBERJACK/350--21022211575692298300>

Slika [18]: Skidder sa kliještima i kranom

<https://www.agriexpo.online/prod/hsm-hohenloher-spezial-maschinenbau/product-182000-59408.html>

Slika [19]: Forvarder tvrtke „Timberjack“

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2b/Log_forwarder.jpg

Slika [20]: Harvester tvrtke „Komatshu“ na kotačima

<https://cdn.forestry.com/static/uploads/2017/05/komatsu-931xc-1440x960.jpg>

Slika [21]: Harvester tvrtke „Tigercat“ na gusjenicama

<https://bioenergyinternational.com/wp-content/uploads/sites/3/2017/05/TigercatLH822D.jpg>

Slika [22]: Šumska vučenica

https://tfb.ba/repozitorij/2/RIM/RIM2013/rim2013_028%20B%20-%200002%20-%20Mustedanagic%20Mesud_pdf_30.pdf

Slika [23]: Šumska žičara

<http://www.vannatabros.com/iron26.html>

Slika [24]: Transport stabla upotrebom helikoptera

<https://www.wikiwand.com/en/Heli-logging>

Slika [25]: Metode izradbe drva

Slika [26]: Kresanje grana

<https://gospodarski.hr/?s=kresanja+grana>

Slika [27]: Motorna pila – traktorska ekipaža

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%20_Sustavi.pdf

Slika [28]: Motorna pila – forvarder

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%20_Sustavi.pdf

Slika [29]: Motorna pila – vučena žičara

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%20_Sustavi.pdf

Slika [30]: Motorna pila – kamionska žičara

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%20_Sustavi.pdf

Slika [31]: Motorna pila – poljoprivredni traktor

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%20_Sustavi.pdf

Slika [32]: Motorna pila – adaptirani poljoprivredni traktor

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%20_Sustavi.pdf

Slika [33]: Motorna pila – skidder mase < 5t

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%20_Sustavi.pdf

Slika [34]: Motorna pila – skider mase > 5t

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%20_Sustavi.pdf

Slika [35]: Motorna pila – kamionska žičara

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%202_Sustavi.pdf

Slika [36]: Forvarder – iverač

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%202_Sustavi.pdf

Slika [37]: Harvester – forvarder

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%202_Sustavi.pdf

Slika [38]: Harvester sa vitlom – forvarder s vitlom

http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%202_Sustavi.pdf

9.2 POPIS TABLICA

Tab. [1]: Prikaz šume i šumska zemljišta prema vlasništvu i namjeni

<https://www.hrsume.hr/index.php/hr/ume/opcenito/sumeuhrv>

Tab [2]: Prikaz drvne zalihe prema vrsti drveća u RH

<https://www.hrsume.hr/index.php/hr/ume/opcenito/sumeuhrv>