

Razvoj tehnologije i tehničkih sredstava u pridobivanju drva s obzirom na posebnosti šuma i šumarstva u Republici Hrvatskoj

Željko Tomašić

Nacrtač – Abstract

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 sortimentna metoda sječe i izradbe. Na nagnutim terenima drvo se u oplodnim i selektivnim sječama (prebor), gdje se u većini slučajeva primjenjuje (polu)deblovna 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)deblovna 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.

Ključne riječi: posebnosti gospodarenja, razvoj strojeva, tehnološki razvoj, sječa i izradba drva, privlačenje, daljinski transport

1. Uvod – Introduction

Razvoj tehničke sastavnice hrvatskoga šumarstva, kao i ostalih, započinje prije gotovo dva i pol stoljeća s razvojem šumarstva kao struke, odnosno ustrojem prvih organiziranih oblika šumarske službe na području današnje Hrvatske (Matić 2011). Poseban pečat tomu razvoju daje uvođenje mehaniziranih sredstava u gospodarenje šumama 50-ih godina prošloga stoljeća kada su u sječi i izradbi uporabljene prve motorne pile kojima su rukovala dvojica radnika (one su se tada

pokazale neprikladne za rad pa su u samo tri godine potpuno uklonjene iz proizvodnje). Tek desetljeće poslije (1960–1961) nastupio je drugi pokušaj mehaniziranja sječe i izradbe motornim pilama (kojima radi jedan radnik), s tim da je ovaj put uspješno proveden te traje sve do današnjih dana, samo se u proizvodnju uvode poboljšane i suvremenije inačice tih strojeva. Također su vrlo značajne i sedamdesete godine prošloga stoljeća kada su uporabljeni prvi specijalizirani šumski strojevi za privlačenje drva (Bedžula i Slabak 1974).

Prije nego što su uvedena na naše prostore, spomenuta tehnička sredstva bila su razvijana u skladu s uvjetima rada i svekolikom situacijom u zemljama gdje su nastajala, a pretežno su bila prilagođena posebnoj namjeni za rad u šumarstvu tih zemalja. Nakon uvođenja u naše šumarstvo ta su se tehnička sredstva i metode pridobivanja drva postupno počeli prilagođavati ovdašnjim uvjetima gospodarenja, podneblja i terenskih prilika u smislu njihove daljnje specijalizacije, najčešće brojnim tehničkim prilagodbama »uvezenih« strojeva, ali i razvojem domaćih, izvornih rješenja.

Danas se vrhunska tehnika namijenjena za rad u šumarstvu općenito sve više specijalizira te je i sam izbor za određenu namjenu i uvjete rada znatno olakšan. Međutim, uvođenjem nove tehnike najčešće rastu sve cijene koje ovodobno poslovanje u šumarstvu naših prostora sve manje može pratiti. Kako bi se izbjegli ili umanjili nepovoljni učinci porasta ulaznih troškova proizvodnje zbog nemaloga porasta cijena proizvodnih sredstava, u traženju izlaza hrvatsko šumarsko inženjerstvo opredijelilo se za mogućnosti sadržane u vlastitom znanju, kadrovima, inovacijama, razvojnim poboljšanjima te potencijalima domaćih proizvođača. Ekonomska računica, osim samih cijena strojeva koji se na ovaj način »rađaju« u Hrvatskoj, mora obuhvatiti i ukupnost učinka domaćega proizvoda i njegove dodane vrijednosti.

Cjelokupni dosadašnji razvoj šumarske tehnologije i tehničke sastavnice u hrvatskom šumarstvu odvijao se u uskoj sprezi strukovne znanosti, operative i poduzetnika te pod okriljem nadležnih državnih institucija.

2. Posebnosti hrvatskih šuma i šumarstva kao utjecajni čimbenici razvoja tehnologije i mehaniziranih sredstava u pridobivanju drva – *Specific features of forests and forestry in Croatia as factors affecting the development of machinery and wood harvesting technology*

Temeljna je posebnost šumskoga fonda Republike Hrvatske visok udio zastupljenosti tzv. prirodnih šuma u odnosu na njihovu ukupnu površinu, što ju svrstava u sam vrh zemalja Europe. Za prirodne šume u Hrvatskoj, osim njihova podrijetla, odnosno načina obnove, glavno je obilježje pojavnost klimatogenih šumskih biljnih zajednica s autohtonim vrstama drveća koje se nalaze u tzv. zadnjem stadiju progresivne sukcesije. Takve šumske sastojine imaju optimalnu strukturu i postižu najveće općekorisne i gospodarske vrijednosti,

a razvijaju se na staništima oblikovanim u ovisnosti o lokalnim uvjetima podneblja, pedološkim, orografskim i biotskim prilikama (Matić 2009).

Sljedeća značajna posebnost šumskih sastojina u Republici Hrvatskoj jest činjenica da se ovdje na razmjerno malom prostoru izmjenjuje velika neujednačenost prirodnih uvjeta (razvedenost i visinska slojevitost, vrste tla, vodotoci, klimatske i meteorološke prilike i značajke, vegetacijski pokrov i dr.) kao skup najrazličitijih ekoloških čimbenika koji izravno i neizravno utječu na stvaranje brojnih prirodnih staništa šumskih sastojina i drugih životnih zajednica.

Prema načinu gospodarenja šume u Republici Hrvatskoj dijele se na jednodobne (regularne) i raznodobne (preborne), a prema načinu postanka dijele se na šume visokoga (sjemenjače) i niskoga uzgojnoga oblika (panjače), degradirane oblike šumskih sastojina (šikare, šibljaci, makije, garizi) te kulture i plantaže. Zemljopisni položaj uvjetuje podjelu šuma u Republici Hrvatskoj na kontinentalne šume i šume na kršu (koje su pretežito smještene uz sredozemni pojas uz Jadransko more i u njegovu zaleđu, ali i u dijelovima unutrašnjosti, poput onih u Lici, a obilježava ih njihov sastav s degradiranim oblicima šumskih sastojina). S obzirom na namjenu šume se u Republici Hrvatskoj dijele na gospodarske, zaštitne i šume s posebnom namjenom.

Jedna od posebnosti hrvatskih šuma i šumarstva kao utjecajni čimbenik na razvoj tehničkih sredstava za pridobivanje drva, koju treba također spomenuti, a koja nije ništa manje važna od navedenih posebnosti, odnosi se na omjer šumovlasništva: državno i privatno. Vlasnička struktura šuma i šumskoga zemljišta od završetka Drugoga svjetskoga rata pa sve do danas zadržala se više ili manje nepromijenjenom, s odnosom oko 80 % državno, a 20 % privatno. Danas se situacija donekle mijenja s povratom nekadašnjim vlasnicima, ali ne značajno. Bitno je napomenuti da su privatni šumoposjedi (i danas) veoma rascjepkani i usitnjeni, s prosječnom veličinom manjom od 3 ha (Avdibegović i dr. 2010), te se na njima nisu mogle primjenjivati odgovarajuće najpovoljnije metode uzgoja, uporabe i zaštite šuma i dr. Nedostatna izobrazba šumoposjednika o gospodarenju šumom i sklonost odbiru za sječu stabala veće kakvoće (tzv. pozitivna selekcija) zbog zadovoljenja »osobnih« i »hitnih« potreba i danas je značajno prisutna, što također svakako utječe na kakvoću i strukturu tih šuma. I odnos prema privatnomu vlasništvu u društvenom uređenju nakon Drugoga svjetskoga rata na prostorima bivše Jugoslavije bio je puno nepovoljniji nego prema društvenomu vlasništvu koje je nakon osamostaljenja Republike Hrvatske postalo državno vlasništvo koje je obuhvatilo i državne šume. Sve je to utjecalo na razvoj

Tablica 1. Ovodobne temeljne metode rada u pridobivanju drva u Republici Hrvatskoj prema Krpanu i dr. 2003, dopunjeno i prilagođeno tablici Tomašić 2012.**Table 1** Current basic methods of harvesting operations in Croatia by Krpan et al 2003, amended and customized to the Table Tomašić 2012

| Faza rada <i>Work phase</i> | Način – <i>Method of:</i> a) izradbe – <i>processing</i> b) privlačenja – <i>extraction</i> c) transporta drva – <i>wood transport</i> | Način rada <i>Operating mode</i> | Sredstvo <i>Machinery</i> | Posebni zahtjevi <i>Special requirements</i> | Nagib <i>Slope</i> |
|---|---|--|--|--|---|
| Opodne sječe – nizina, prevladavajuća vrsta hrast kao najvrednija vrsta <i>Seeding cuts – lowland area, oak prevails as the most valuable species</i> | | | | | |
| a) Sječa i izradba <i>a) Felling and processing</i> | Sortimentno <i>Cut to length method</i> | Ručno-strojni <i>Manual/machine</i> | Motorna pila – <i>Chain saw</i> | | Ravnični ili blago nagnuti tereni <i>Lowland or mild-inclined terrains</i> |
| b) Privlačenje <i>b) Extraction</i> | Izvoženje na kotačima <i>Extraction on wheels</i> | Mehanizirano <i>Mechanized</i> | Forvarder – <i>Forwarder</i> | Povoljna nosivost tla <i>Favourable soil strength</i> | |
| c) Daljinski prijevoz <i>c) Long distance transport</i> | Prijevoz na kotačima <i>Transportation on wheels</i> | Mehanizirano <i>Mechanized</i> | Kamionski skup – <i>Truck</i> | | |
| Proredne sječe – nizina, prevladavajuća vrsta hrast kao najvrednija vrsta <i>Thinning cuts – lowland area, oak prevails as the most valuable species</i> | | | | | |
| a) Sječa i izradba <i>a) Felling and processing</i> | Sortimentno <i>Cut to length method</i> | Ručno-strojni <i>Manual/machine</i> | Motorna pila – <i>Chain saw</i> | | Ravnični ili blago nagnuti tereni <i>Lowland or mild-inclined terrains</i> |
| b) Privlačenje <i>b) Extraction</i> | Izvoženje na kotačima <i>Extraction on wheels</i> | Mehanizirano <i>Mechanized</i> | Traktorska ekipaža <i>Tractor equipage</i> | Povoljna nosivost tla <i>Favourable soil strength</i> | |
| c) Daljinski prijevoz <i>c) Long distance transport</i> | Prijevoz na kotačima <i>Transportation on wheels</i> | Mehanizirano <i>Mechanized</i> | Kamionski skup – <i>Truck</i> | | |
| Opodne i preborne sječe – prigorje, brdo, planina <i>Seeding and selection cuts – foothills, hills, mountains</i> | | | | | |
| a) Sječa i izradba <i>a) Felling and processing</i> | (polu)deblavno <i>Tree-length method</i> | Ručno-strojni <i>Manual/machine</i> | Motorna pila – <i>Chain saw</i> | | Srednje ili jače nagnuti tereni <i>Medium or higher-inclined terrains</i> |
| b) Privlačenje <i>b) Extraction</i> | Vuča po tlu <i>Skidding on soil</i> | Mehanizirano <i>Mechanized</i> | Skider – <i>Skidder</i> | | |
| c) Daljinski prijevoz <i>c) Long distance transport</i> | Prijevoz na kotačima <i>Transportation on wheels</i> | Mehanizirano <i>Mechanized</i> | Kamionski skup – <i>Truck</i> | | |
| Proredne sječe – prigorje, brdo, planina <i>Thinning cuts – foothills, hills, mountains</i> | | | | | |
| a) Sječa i izradba <i>a) Felling and processing</i> | Sortimentno <i>Cut to length method</i> | Ručno-strojni <i>Manual/machine</i> | Motorna pila – <i>Chain saw</i> | | Srednje ili jače nagnuti tereni <i>Medium or higher-inclined terrains</i> |
| b) Privlačenje <i>b) Extraction</i> | Vuča po tlu <i>Skidding on soil</i> | Mehanizirano <i>Mechanized</i> | Proredni skider, AP traktor <i>Thinning skidder, Adapted farm tractor</i> | | |
| c) Daljinski prijevoz <i>c) Long distance transport</i> | Prijevoz na kotačima <i>Transportation on wheels</i> | Mehanizirano <i>Mechanized</i> | Kamionski skup – <i>Truck</i> | | |

tehnoloških rješenja u pridobivanju drva do danas koji je uglavnom usmjeravan u materijalne i kadrovske resurse društveno-državnih institucija operative, snažno potpomognut dugogodišnjom neprekinutom suradnjom sa šumarskim znanstvenoistraživačkim ustanovama i njihovim znanstveno-stručnim potencijalom (Tomašić i dr. 2012). To koncentrirano znanje i ekonomski resursi svakako su bili velika prednost, »vjetar u leđa« i stalan korak naprijed u odnosu na opći razvoj šumarske tehnologije i tehničkih sredstava jer je organizirano šumarstvo kao gospodarska grana i subjekt do danas krasila stabilnost i postojanost što se tiče bitnih ekonomskih i ostalih pokazatelja.

Tako složeno okruženje, prepuno posebnosti u načinu gospodarenja, načinu postanka, namjeni, zemljopisnom položaju te obilježjima prirodnih uvjeta šumskih sastojina i u društveno-političkim odnosima i podjelama u Republici Hrvatskoj, u proteklom je vremenu utjecalo, ali i danas utječe na razvoj načina rada i tehničkih sredstava pri gospodarenju šumama i određuje smjerove razvoja cjelokupne tehničke sastavnice šumarstva.

Od svih nabrojanih čimbenika vezanih uz posebnosti šumskih sastojina koji značajno utječu na razvojne smjerove tehničke sastavnice hrvatskoga šumarstva, najvažniji je način gospodarenja, koji u sebi sadrži i sastojinske te prirodne (terenske) uvjete.

Počeci mehaniziranja šumskih radova na području današnje Republike Hrvatske sežu u davne pedesete godine prošloga stoljeća (1948) uvođenjem motornih pila za sječu i izradbu drva (Kranjec i Poršinsky 2011), odnosno početkom uporabe poljoprivrednih traktora za privlačenje i prijevoz drva, kada su mnogi dotad isključivo ručni radovi iz 0-toga prešli u 1. stupanj mehaniziranosti (Sever 1993). Iako je to bila na neki način prekretnica u dotadašnjem izvođenju šumskih radova zbog olakšanja tjelesnih opterećenja radnika, odnosno zamjene ručnoga rada radom uz pomoć mehaniziranoga sredstva, tada se još ne može govoriti o oblikovanju metoda izvođenja šumskih radova prilagođenih posebnostima načina gospodarenja i terenskih uvjeta jer su do izražaja dolazili brojni nedostaci upotrebljivanih strojeva zbog njihove neodgovarajuće prvotne namjene (Horvat i Tomašić 2003).

Začetak stvaranja odnosno oblikovanja današnjih metoda rada, koje uvažavaju obilježja sastojinskih i terenskih uvjeta pri gospodarenju šumama u Republici Hrvatskoj, može se smatrati sam kraj šezdesetih i početak sedamdesetih godina prošloga stoljeća kada se u hrvatsko šumarstvo uvode prvi specijalizirani šumski strojevi, skideri i forvarderi, namijenjeni vuči i izvoženju drva iz šume do stovarišta (Beđula i Slabak 1974).

Temeljne metode pridobivanja drva u Republici Hrvatskoj, koje u svom opisu također uključuju tehnička, mehanizirana sredstva (strojeve) pomoću kojih se posao obavlja te vrstu sječe (prihoda), Krpan i dr. (2003) definiraju upravo prema sastojinskim i terenskim uvjetima.

Na smjer razvoja i primjene metoda i tehničkih sredstava za rad u gospodarenju šumama koje se koriste u hrvatskom šumarstvu, kao što je i prije već navedeno, velik utjecaj imalo je, a i danas ima, gospodarenje prirodnim šumama, poglavito šumskim sastojinama hras-ta lužnjaka u nizinskim dijelovima zemlje, koje su i najvrednije. Mnogi znanstveni radovi koji su obrađivali ovu problematiku najčešće su potaknuti iz šumarske prakse od ljudi koji su se svakodnevno susretali s određenim poteškoćama pri terenskim radovima i koji su ih nastojali rješavati prema znanstveno potvrđenim spoznajama, jer pogreške u tako važnom području mogu biti nesagledive i nenadoknadle. Osim znanstvenoistraživačkih radova koji su izravno vezani uz samu tehničku sastavnicu i koji imaju značajke tzv. primijenjenih istraživanja, također su vrlo bitni i radovi razvojnih i fundamentalnih istraživanja jer se samo tako može upotpuniti slika o cjelovitom gospodarenju. Pravilna primjena neke metode, tehničkoga postupka ili stroja u gospodarenju šumom predmnijeva i poznavanje svih ostalih elemenata ili čimbenika vezanih uz to gospodarenje poput bioloških, ekoloških, gospodarskih, socijalnih i inih značajki.

Sječa i izradba te privlačenje drva dvije su faze rada u sklopu pridobivanja drva na čiji su tehnološki razvoj najviše utjecali osebujan način gospodarenja i prirodne osobitosti terenskih uvjeta u hrvatskom šumarstvu te se na neki način mogu izdvojiti kao karakteristične za ovo područje.

2.1 Sječa i izradba drva – *Felling and processing of wood*

Kao što se iz prikazane tablice 1 i slike 1 može vidjeti sječa i izradba drva nije potpuno mehanizirana, već se sastoji od ručno-strojnoga načina rada pomoću motorne pile kojom se obaraju stabla te oblikuju drvni sortimenti. Dorada se može sastojati i od ručnoga rada i rada ručnim alatom (cijepanje oblica te slaganje metarskoga drva). Razlog zašto se ta radna faza do danas u Republici Hrvatskoj nije potpuno mehanizirala (harvester) kao u velikom broju europskih zemalja leži upravo u posebnosti sastojinskih i terenskih uvjeta koji prevladavaju u hrvatskim šumama i s tim u vezi u načinu gospodarenja te u propisanim metodama rada.

Važni sastojinski čimbenik koji ograničava uporabu harvestera pri sječi i izradbi drva u našim uvjetima je sastav biljnih vrsta od kojih prevladava bjelogorica.



Slika 1. Sječa i izradba drva motornom pilom

Fig. 1 *Felling and processing of wood by chainsaw*

Ona u vrijeme početka tzv. oplodnih sječa postiže poprilične dimenzije, što je iznimno nepovoljno za primjenu harvesteru uobičajenih veličina. Osobito je to izraženo kod tvrde bjelogorice poput hrasta i bukve, koji su ujedno i najznačajnije komercijalne vrste drva hrvatskih šuma, a čija je masa neusporedivo veća od one u crnogoričnim vrstama. Za velik promjer i masu takvih stabala nužno je osigurati harvestere s velikom sječivom glavom, koji razmjerno njezinoj veličini, odnosno promjeru i masi stabla, trebaju i sami imati velike dimenzije, snagu i masu. Tako veliki i teški strojevi nikako ne odgovaraju načinu gospodarenja prirodnom obnovom sastojina jer se pri njihovom radu uništava pomladak te prekomjerno opterećuje i gazi tlo, koje je u velikom broju slučajeva također i slabe nosivosti (nizinske šume, teška glejna tla). Ništa manja, a možda i značajnija ograničenja za potpuno mehaniziranje sječe i izradbe drva i uporabe harvesteru na našim prostorima predstavljaju sama biološka svojstva bjelogoričnih vrsta drveća vezana uz način razgranjivanja, pojavu snažnih i krupnih grana već od rane dobi, izraženo i nepravilno žilište debla, način komercijalnoga oblikovanja drvnih proizvoda (razvrstavanje u sortimentne razrede kakvoće), ali i propisan način mjerenja te otpreme drvnih sortimenata kupcima. Probleme vezane uz rašljivost stabala i njihov utjecaj na proizvodnost harvesteru jednim istraživanjem potvrđuju Vusić i Rukavina (2010).

Kao poteškoće i ograničenja za mehaniziranu sječu i izradbu drva kod oplodnih sječa na nagnutim terenima (tereni s 20 – 50 % uzdužnoga nagiba označeni su kao srednje nagnuti i strmi tereni, prema Mellgrenu (1980) i Bergu (1992) treba uzeti sve što je navedeno i za oplodne sječe u nizinama na ravničnim i blago nagnutim terenima uzdužnih nagiba od 0 do 20 % (prema istoj razredbi šumskih terena), samo što se ovdje mora pridodati još i nepovoljne utjecaje nagiba i terenskih prepreka.

Na područjima prebornoga načina gospodarenja sa selektivnim odabirom stabala za sječu, gdje ima i značajnih količina crnogorice, također postoje poteškoće za mehanizirani način sječe i izradbe zbog velikih dimenzija stabala koja se sijeku (u načelu najjača stabla), što je obilježje načina gospodarenja. I tu je nagib terena dodatna poteškoća jer se preborne šume prostiru gotovo isključivo na nagnutim terenima, a nepovoljan je čimbenik i često skučen razmak između stabala među kojima se stroj mora kretati jer se stabla za sječu »prebire« po sastojini.

Na drugoj strani, kod prorednih sječa u nizinskim (ravničnim) predjelima jednodobnih šuma glavni problem za rad harvesteru nisu dimenzije stabala, već uzak razmak između stabala koja nakon sječe ostaju u sastojini te navedene poteškoće vezane uz biološka svojstva vrste drva (razvijena korijenska zona, granatost) i načine oblikovanja proizvoda (izradba drvnih sortimenata prema razredima kakvoće – *buck to quality*). U starijim proredama, uz navedeno, i dimenzije stabala mogu ponovno pojačavati cjelokupan nepovoljan učinak.

Prorede u jednodobnim šumama brdskih terena (razvedenost i nagnutost) također nisu povoljne za mehaniziranu sječu i izradbu drva zbog već navedenih bioloških svojstava bjelogoričnih vrsta, načina izradbe drva, maloga razmaka između ostalih stabala te nagiba i terenskih prepreka, a kod starijih proreda i zbog dimenzija stabala.

Ipak, mehanizirana sječa i izradba pomoću jednozahvatnih harvesteru moguća je i isplativa i u hrvatskom šumarstvu, ponajprije na površinama koje zauzimaju kulture i plantaže crnogorice (smreka, bor), odnosno meke bjelogorice (topole, vrbe, johe). To je potvrđeno snimanjem i praćenjem mehanizirane sječe i izradbe jednozahvatnim harvesterom na navedenim terenima prije više od 10 godina zahvaljujući suradnji šumarske znanosti i operative. Tada je organiziran pokazni rad takva stroja u kulturi četinjača (2001), a godinu dana poslije provedeno je istraživanje te načinjena studija »Djelotvornost strojne sječe i izradbe u sastojinama tvrdih i mekih listača« (Krupan i Poršinsky 2002, Poršinsky i dr. 2004). Rezultati su istraživanja također

potvrdili iznesene poteškoće i ograničenja mehanizirane sječe i izradbe u šumama tvrde bjelogorice jer se dio poslova morao dodatno raditi i ručno-strojnim načinom (motorna pila). Danas, dva harvesteri u vlasništvu jednoga poduzetnika uslužno obavljaju mehaniziranu sječu i izradbu (i) za »Hrvatske šume« d.o.o. na određenim manjim šumskim površinama i s gotovo zanemarivim količinama (do 5 – 10 tisuća m³/god.), pretežno u kulturama crnogorice.

Ukupno uzevši, »Hrvatske šume« d.o.o. sječu i izradbu drva prosječno obavljaju s oko 60 % vlastitih kapaciteta, dok ostalih 40 % obavljaju poduzetnici i lokalno stanovništvo (slika 8).

2.2 Privlačenje drva – *Timber extraction*

Privlačenje drva, dio procesa pridobivanja drva, polufaza je transporta drva koja se većinom odvija po bespuću, a sastoji se od pomicanja dijelova stabala ili cijelih stabala od panja ili mjesta skupljanja do pomoćnoga stovarišta (Krpan 1992). Pri tome se drvo može privlačiti vučom po tlu, potpuno ili djelomice (poljoprivredni traktor, skider), izvoženjem na kotačima (forwarder) ili iznošenjem (žičara). Privlačenje je najsloženiji i vrlo skup dio pridobivanja drva, stoga je vrlo bitno njegovo optimiziranje i usklađivanje s ostalim dijelovima procesa.

Gospodarenje prirodnim šumama u Republici Hrvatskoj (obnova, njega i prorjeđivanje šumskih sastojina), poglavito gospodarenje hrastom lužnjakom u nizinskim, ravničnim područjima, koje počinje i završava prirodnom obnovom kao iznimno osjetljivom razvojnom fazom sastojine, najvažniji je utjecajni čimbenik oblikovanja načina privlačenja drva u hrvatskom šumarstvu. Hrast lužnjak pretežno se uzgaja u iznimno dugoj ophodnji od 140 godina tijekom koje se mlade sastojine u više navrata prorjeđuju, počevši od najranijih dobnih oblika, kada se pomladak i mladik njeguju, zatim od tzv. čišćenja guštika, a poslije se prorjeđuju u sklopu tzv. ranih i kasnih proreda. S oplodnom se sječom započinje desetak godina prije dobi propisane ophodnje, a sječa se provodi u tri sijeke: pripremni, naplodni i dovršni. Ustvari, ako se pravilno gospodari tim šumskim sastojinama, njega i obnova šuma hrasta lužnjaka, ove, u Hrvatskoj klimatogene i najvrednije vrste drveća, traju tijekom čitavoga razdoblja njihove ophodnje (Matić 1996).

2.2.1 Privlačenje drva na ravničnim terenima – *Timber extraction in flat terrain conditions*

Kako bi se što bolje zaštitio hrastov pomladak i vrlo osjetljivo, u velikom broju slučajeva slabo nosivo šumsko tlo (nizinski predjeli skloni poplavama), posječeno se drvo u oplodnim sječama iz šume do pomoćnih

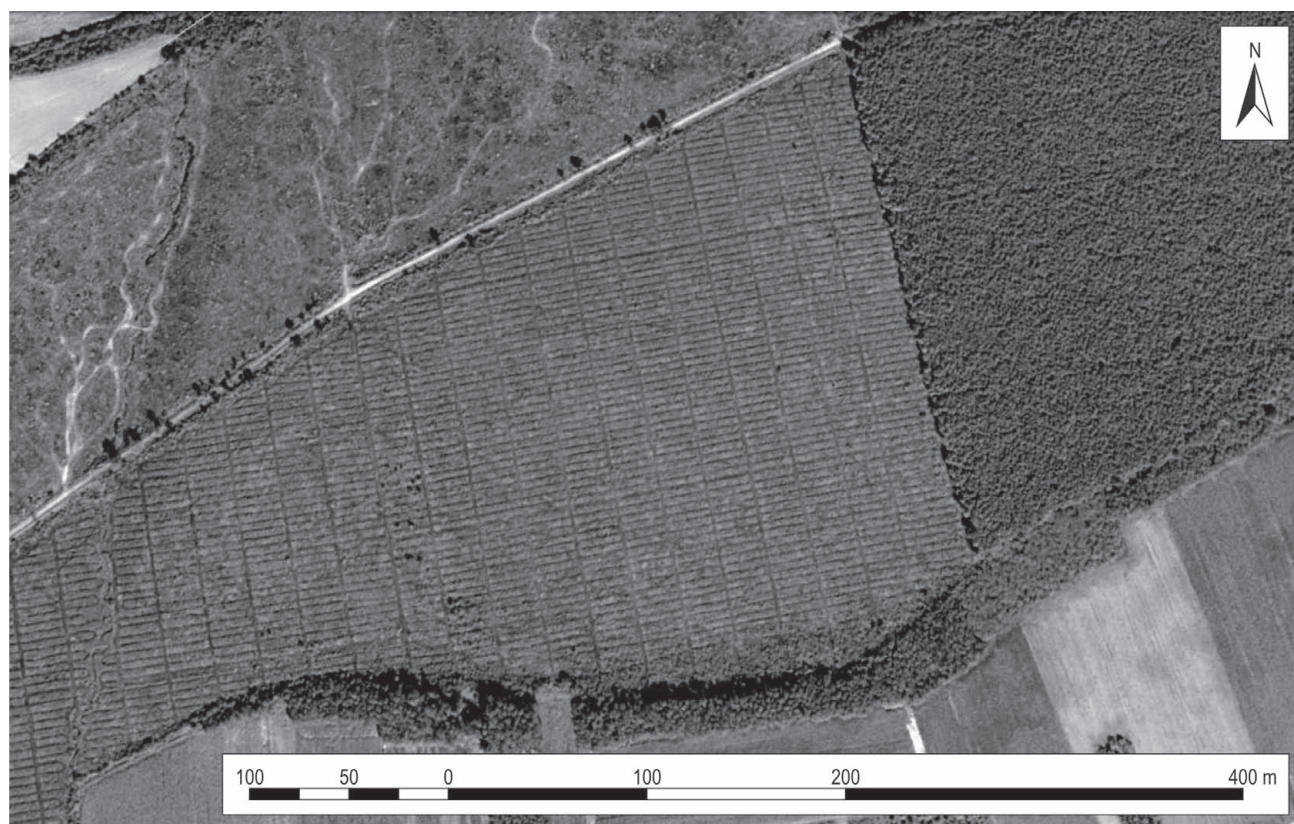


Slika 2. Rad forvardera u oplodnoj sječi hrasta lužnjaka

Fig. 2 Forwarder operation in regeneration cut in pedunculate oak forest

stovarišta najčešće izvozi na kotačima (forvarderi) umjesto vučom po tlu pri kojoj se, nerijetko, u značajnijoj mjeri oštećuje postojeći pomladak i samo tlo (slika 2).

Ovo se načelo preslikalo i na privlačenje u prorednim sječama lužnjakovih šuma, gdje se otišlo još i korak dalje: mehanizirano sredstvo kojim se drvo izvozi na pomoćno stovarište ne mora ulaziti niti prolaziti proizvodnom površinom sastojine (sječine), već se kreće samo po prosekama, uz uporabu vitla za prikupljanje drva. Navedenim unaprijeđenim načinom privlačenja u opisanim uvjetima iskoristila se primijenjena metoda obnove i njega mlade sastojine koja se sastoji od izradbe sustava mreže uzgojnih staza i izvoznih putova (slika 3). Cilj je unaprjeđenja da se sredstvo za privlačenje, u ovom slučaju traktorska ekipaža, kreće isključivo načinjenim putovima (prosjekama) koji okružuju proizvodne dijelove sastojine. Posječeno se drvo utovaruje dizalicom s izvoznoga puta, a stroj ne ulazi u sastojinu, tako da ne dolazi do gaženja ni oštećivanja tla i preostalih stabala. Traktorska se ekipaža sastoji od traktora s vitlom, hidraulične dizalice za utovar i istovar s većim dosegom i poluprikolice s tovarnim prostorom za drvo. Ako pojedini komad izrađenoga drva nije u doseg dizalice, vitlom se privuče u doseg te zatim utovaruje na (polu)prikolicu. Natovarena se ekipaža do pomoćnoga stovarišta kreće najprije užim, a zatim širim, izvoznim putovima i prosjekama. Jedna od novijih traktorskih ekipaža koja je razvijena kao domaće rješenje u UŠP Vinkovci – ekipaža »Formet«, nastala suradnjom hrvatske šumarske znanosti, operative i poduzetništva, ustvari je modifikacija postojećih strojeva i tehničkih sastavnica (sklo-



Slika 3. Mreža prosjeka kod primijenjene tzv. francuske metode uzgoja u UŠP Vinkovci

Fig. 3 Forest road and trail network with »French method« applied in Forest Administration Vinkovci

pova) radi njihova poboljšanja i prilagodbe uvjetima gospodarenja i radnomu okruženju (slika 4).

Takav se način privlačenja drva iz prorednih sječa na ravničnim terenima uglavnom primjenjuje na području UŠP Vinkovci. U ostalim se dijelovima Hrvatske drvo iz prorednih sječa na ravnim i/ili blago nagnutim terenima, osim traktorskim ekipažama, također privlači i prorednim skiderima te adaptiranim poljoprivrednim traktorima, što je nepovoljnije, ali je opravdano ako se ti strojevi koriste i na većim nagibima čime se povećava njihovo ukupno vrijeme iskorištenosti. Pri uporabi takvih sredstava treba se obaviti posebno kvalitetna priprema rada kako bi se umanjili mogući nepovoljni učinci vuče drva po tlu. Najvažniji dio te pripreme rada mora obuhvatiti zemljovidno i terensko označivanje izvoznih putova kojima se strojevi za privlačenje trebaju kretati. Tako se može značajno smanjiti prekomjerno gaženje po čitavoj površini sječine. Osim toga, po potrebi, uz te se izvozne putove također moraju zaštititi pojedina stabla (barem ona najkvalitetnija) koja su vrlo često podložna značajnomu oštećivanju, bilo kotačima traktora i/ili vučenim teretom. To se, nažalost, u velikom

broju slučajeva ne radi te se nerijetko dosta oštećuju ostala stabla i tlo. Jasno je da je mogućnost rada na »vinkovački način« u tim uvjetima privlačenja ovisna i o načinu uređenosti sastojina s obzirom na izvedbu mreže šumskih prosjeka.

2.2.2 Privlačenje drva na nagnutim terenima – *Timber extraction in steep terrain conditions*

I privlačenje na nagnutim terenima također ima svoja posebna obilježja, vezana uz način gospodarenja, glavnu vrstu drveća kojom se gospodari te sveukupnost sastojinskih i terenskih prilika. Navedeni brojni čimbenici i složeni uvjeti odrednice su primijenjenih metoda sječe i izradbe drva, a time i načina te izbora sredstva za privlačenje. Općenito uzevši, sukladno tablici 1, pri oplodnim i prebornim sječama, a iznimno i u nekim slučajevima kasnih proreda kada to i ostali uvjeti dopuštaju, u sastojinama na nagnutim, strmijim terenima rabi se poludeblovna ili deblovna metoda sječe i izradbe proizvodnjom tzv. dugoga drva. Razlog je tomu težnja da se, ponajprije tamo gdje to dopušta geometrijski i prostorni raspored odnosno razmak između preostalih dubećih stabala u sastojini (oplodne



Slika 4. Rad ekipaže »Formet« na izvoženju drva iz proredne sječe po izvoznoj prosjeci, tzv. »šljukarici«

Fig. 4 Operation of a »Formet« assembly used for timber extraction after thinning on a forest trail called »šljukarica«

sječe, kasne prorede) ili gdje se sijeku sva preostala stabla (konačni sijekovi), nakon sječe može primijeniti način privlačenja drva veće proizvodnosti (zakon obujma komada), a da se istodobno ne naruše biološko-ekološki uvjeti gospodarenja te zdravstveno i estetsko stanje sastojina. U takvim uvjetima rada duljina privlačenoga drva nije neka ozbiljnija opasnost za oštećivanje stabala i sastojine, ali ako je ukupna masa sredstva za privlačenje i teret prevelika, može biti jako štetna za šumsko tlo i/ili prometnicu. Stoga je važno odabrati odgovarajući način privlačenja i izabrati najpovoljnije sredstvo. U nas se u oplodnim sječama i kasnim proredama na nagnutim terenima za privlačenje najčešće rabe teži specijalni zglobni šumski traktori – skideri. Vrlo značajno domaće rješenje za rad u navedenim uvjetima jest šumski zglobni traktor Ecotrac 120, skider mase oko 7 t koji je od samih početaka razvijan zajedničkom suradnjom i potporom hrvatske znanosti (Šumarski fakultet u Zagrebu), struke (»Hrvatske šume« d.o.o.), države (Ministarstvo znanosti i tehnologije) i poduzetnika (Hittner d.o.o.) Pri njegovu razvoju korištena su doslovce sva dosadašnja terenska iskustva temeljena na radu postojećih strojeva u danim uvjetima, njihove uočene prednosti i nedostaci, podaci o svojstvima postojećih šumskih prometnica, načinu gospodarenja šumama te postavljeni ciljevi tehničkih značajki koje mora zadovoljiti ovaj domaći proizvod.

U izuzetnim slučajevima, kada to i ostali uvjeti omogućuju (blaža nagnutost, primijenjena sortimentna metoda sječe i izradbe i dr.), za privlačenje u tim uvjetima služe i ostali strojevi koji su na raspolaganju, poput forvardera, prorednih skidera te adaptiranih

poljoprivrednih traktora, ali i žično-transportnih sustava. Pri tome valja napomenuti da se pri utvrđivanju kapaciteta (planiranje) i normi rada tih strojeva (obračun učinaka i plaća) moraju uzeti u obzir njihove stvarne mogućnosti odnosno ograničenja vezana uz neodgovarajuću primjenu.

Pridobivanje drva u ranijim i srednjim (tanjim) proredama smatra se poslom koji se odvija u posebno osjetljivim prirodnim i sastojinskim uvjetima. Razmak je između stabala malen i često nedostatan za nesmetan prolaz i samih sredstava za privlačenje, a osobito u slučajevima vuče drva većih duljina. Pri tome se javlja stvarna opasnost od oštećivanja ostalih stabala i smanjenja njihove tehničke vrijednosti, nastanka bolesti te propadanja stabala, ali štete mogu biti i takva razmjera da čak dovedu u pitanje i njihov daljnji opstanak. Zbog takvih složenih i iznimno osjetljivih uvjeta rada u ranim se i srednjim proredama pri sječi i izradbi drva primjenjuje izradba kratkoga drva (sortimentna metoda). Za privlačenje drva u tim prilikama od mehaniziranih se sredstava traži da budu tehnički izvedena u skladu s posebno složenim zahtjevima (namjenska konstrukcija). U prvom redu od strojeva se zahtijeva da imaju malu masu i dimenzije kako bi se po sastojini mogli kretati neopterećeni i opterećeni privlačenim drvom, odnosno voziti uskim prometnicama (vlakama), a da pritom ne ugrožavaju okolišne i sastojinske elemente (okolišna pogodnost). Poznato je da pri privlačenju drva obujam oštećivanja raste sa snagom strojeva, stupnjem mehaniziranosti rada i duljinama privlačenih sortimenata. Manja i slabija sredstva za privlačenje uzrokuju manje oštećivanje sastojine (Martinić 1993).



Slika 5. Rad domaćega skidera Ecotrac 120 na privlačenju drva iz preborne sječe na nagnutom terenu

Fig. 5 Operation of a domestic skidder Ecotrac 120 used for timber extraction in selection felling on sloped terrain

Tehnička izvedba sredstava za privlačenje malih dimenzija uvjetovana je i značajkama mreže traktor-skih putova i vlaka koja je projektirana prema određenim gospodarskim zahtjevima, a čija se širina kreće između 2,5 i 3 m (Pičman i Pentek 2003).

Na drugoj strani poznata je činjenica da takvo tehničko sredstvo ima i manji kapacitet rada, što ograničava njegovu gospodarsku učinkovitost. Pri primjeni sortimentne metode drvo se prerezuje na više manjih dijelova, što se pri privlačenju odražava na mnogo veći utrošak vremena na skupljanje, privezivanje, odvezivanje, uhrpavanje i sortiranje, a tovari su manji, čime se smanjuje proizvodnost rada (zakon obujma komada). Dodatni problem ekonomske prirode pri radu u takvim uvjetima jest činjenica da je komercijalna vrijednost drvnih sortimenata (a time i gospodarski učinak privlačenja) ovdje značajno niža od privlačenja drva iz oplodnih i prebornih sječa, gdje su i razredi kakvoće, sukladno dobi i strukturi sastojina te vrstama drva koje se sijeku, mnogo viši.

Osim navedenih smanjenih gospodarskih mogućnosti tehničko-tehnoloških rješenja za privlačenje u proredama, tim su strojevima umanjene i mogućnosti zadovoljavanja nekih važnih ergonomskih značajki, osobito udobnosti rukovatelja (uža kabina) te sigurnosti i stabilnosti pri radu na nagnutim terenima koji kriju posebne opasnosti (Tomašić 2007). Ovdje se ipak treba podsjetiti i na mogućnost uporabe daljinski upravljenih vitala, čime bi se djelomično umanjio nepovoljan učinak uže kabine.

Navedeno posebno tehničko-tehnološko rješenje predstavlja očit primjer kako zahtjevni radni uvjeti povećavaju i složenost razvoja mehaniziranoga sredstva za rad odnosno izbor metoda rada primjerenih u tim uvjetima. Kako bi se postigli najbolji ukupni učinci, razvojno se rješenje mora uskladiti s brojnim ekonomskim i ekološkim ciljevima gospodarenja te istodobno biti prihvatljivo u odnosu na mnoge ergonomsko-sigurnosne zahtjeve. U navedenom primjeru nedostaju još samo zahtjevi energije i estetike da bi se zaokružila sintagma o famoznih 5E pri razvoju »idealnih« strojeva šumarske mehanizacije, a koje spominje Horvat 2000.

Sukladno navedenom, u uvjetima tanjih proreda šumskih sastojina na nagnutim terenima u hrvatskom se šumarstvu za privlačenje drva rabe proredni skideri i adaptirani poljoprivredni traktori s vitlom.

Zamisao o razvoju domaćega maloga skidera koji će moći prolaziti uskim razmacima između stabala i isto takvim putovima (vlakama) u prorednim sječinama, te da se pri tome značajno ne oštećuju ostala stabla, javila se kod ljudi koji su niz godina radili na privlačenju drva. U Hrvatsko su šumarstvo prvi skideri

uvvedeni u rad još krajem 60-ih godina prošloga stoljeća. Nadimak toga zamišljenoga šumskoga stroja »naš traktor« stvoren je tek u glavama ondašnjih šumara, a zadržao se sve do današnjih dana. Njegovo je temeljno značenje bilo: domaći stroj po mjeri naših uvjeta i načina rada te osebnosti gospodarenja našim šumama (Tomašić 2007).

Sam razvoj domaćega prorednoga skidera može se pratiti od sredine 80-ih godina prošloga stoljeća, kada su se stručnjaci nekoliko šumskih gospodarstava, Šumarskoga fakulteta i domaćega proizvođača malih poljoprivrednih traktora (»Tomo Vinković«) dogovorili o međusobnoj suradnji, zajedničkom financiranju i početku rada na projektnom zadatku njegove izradbe. U projektni zadatak bili su ugrađeni tehnički zahtjevi šumarske operative za izradbu i izvedbu glavnih konstrukcijskih elemenata i tehničkih značajki novoga stroja (Sever i Horvat 1985). Godine 1986. završen je projektni zadatak, a 1988. započinje proizvodnja maloga šumskoga zglobnoga traktora Ecotrac V u tvornici traktora u Bjelovaru.

Prvi strojevi nisu imali kabinu, već samo zaštitni okvir, stražnja daska nije bila pokretna (nemogućnost sidrenja) te su imali još nekoliko očitih nedostataka, ali su njihove manevarske sposobnosti i kretnost, zbog male širine i duljine, bili zadivljujući. Ugrađeno vitlo i vučne značajke tih strojeva bili su također na zadovoljavajućoj razini, osobito ako bi se usporedili s onim u adaptiranih poljoprivrednih traktora koji su dotad radili iste poslove. Nove su strojeve više nego dobro prihvatili rukovatelji strojevima, ali i prateće stručno tehničko osoblje. Ubrzo je na skider stavljena



Slika 6. Rad maloga domaćega skidera Ecotrac 55 na privlačenju drva iz proreda na nagnutom terenu

Fig. 6 Operation of a small sized domestic skidder Ecotrac 55 used for timber extraction after thinning on sloped terrain

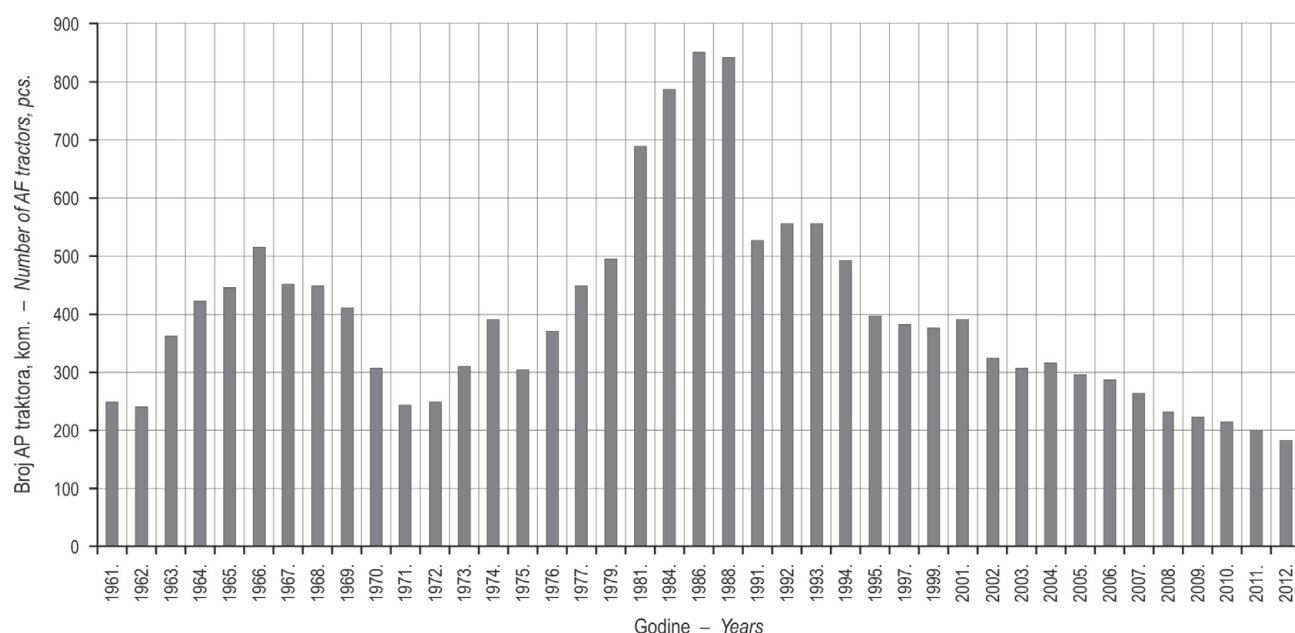
i kabina, što je još poboljšalo njegove tehničko-ergonomske značajke. Nažalost, unatoč svojevrsnoj »žudnji« iz prakse za novim primjercima tih strojeva, ratne i poratne godine uzrokovale su prestanak proizvodnje hrvatskih malih skidera i zatvaranje tvornice proizvođača.

Proizvodnja je ipak nakon 10-godišnjega prekida, na zadovoljstvo šumarske operative, nastavljena 2000. godine, nakon dogovora stručnjaka iz »Hrvatskih šuma«, Šumarskoga fakulteta i novoga proizvođača iz Bjelovara. Otada je na skideru obavljeno niz preinaka i poboljšanja, što je u prvom redu rezultat izravnih prijedloga i zahtjeva iz prakse, ali su oni potekli i od stručnjaka »Hrvatskih šuma« i Šumarskoga fakulteta, pa i samoga proizvođača. To se ponajprije odnosi na ugradnju stražnje hidraulične sidrene daske, ugradnju nove ergonomske i sigurnosne kabine, poboljšanja na prednjoj dasci, poboljšanje značajki dvobubanjškoga vitla vučne sile od 35 kN, izvedbu automatske blokade središnjega zgloba i dr. Ukupna širina zadnje inačice ovoga skidera (Ecotrac 55) iznosi samo 1600 mm, što uz ukupnu duljinu od 4550 mm daje niski indeks oblika B/L (širina/duljina) od 0,35. S obzirom na vrijednost indeksa oblika razvidno je da je ovaj specijalni šumski zglobni traktor po svojim ključnim dimenzijskim svojstvima potpuno osebujan, u usporedbi sa skupinom skidera, ali i srednjih skidera. I samo ime Ecotrac u sebi nosi glavne temeljne značajke, odnosno kojim ciljevima teži. Iz slike 7 jasno je vidljivo da se broj

adaptiranih poljoprivrednih traktora od početka proizvodnje maloga prorednoga domaćega skidera (1988.) pa sve do danas stalno zamjetno smanjuje jer se ovaj specijalni šumski zglobni traktor sve više koristi za radove u uvjetima za koje je i načinjen.

I pri radu u ranim odnosno srednjim proredama, gdje se najčešće primjenjuje sortimentna metoda sječe i izradbe, postoji određena mogućnost uporabe sredstava za privlačenje koja nisu najpovoljnija za rad u takvim uvjetima, međutim ona je vrlo ograničena u usporedbi s prethodno opisanim slučajevima rada u prebornim i oplodnim sječama te kasnim proredama. U ranim i tanjim proredama rad srednjih i teških skidera te forvardera nije moguć po bespuću unutar sječine, dok je vožnja takvih strojeva po traktorskim putovima i vlakama uvjetovana širinom navedenih šumskih prometnica nižega reda.

U šumarstvu našičkoga područja za privlačenje drva u proredama na vrlo strmim terenima rabi se posebno prilagođena metoda žično-transportnih sustava privlačenja. Drvo se privlači na pomoćno stovarište primjenom sustava čelične užadi i kolotura ugrađenih na povišenu sidrenu dasku adaptiranoga poljoprivrednoga traktora (tzv. toranj). Početak je vučnoga pravca na tornju daske vitla, a drugi je kraj (nosivoga) užeta zajedno s koloturom ovješeno na odabranom jačem stablu, koje ujedno predstavlja i završetak vučnoga pravca. Jednim bubnjem vitla razvlači se tzv. nosivo uže koje je deblje (10 mm) te koje



Slika 7. Kretanje broja adaptiranih poljoprivrednih traktora u hrvatskom državnom šumarstvu u razdoblju 1961–2012.

Fig. 7 Trends in number of adapted farm tractors in state forestry of the Republic of Croatia in the period 1961–2012

na kraju vučnoga pravca obavlja stablo (zajedno s kolotutom), a ujedno ima i funkciju povratnoga užeta. Drugim bubnjem razvlači se tzv. vučno uže koje je tanje (8 mm) i na čijem se završetku nalaze lanci za vezivanje drvnih sortimenata. Pri tome važnu ulogu obavlja dvostruka kolotura (tzv. »vozičak« ili kolica) koja je kruto spojena s krajem nosivoga užeta, tako da gornja kolotura klizi po njem, uz njegovo otpuštanje, dok donja kolotura služi kao vodilica za vučno uže čijim se namatanjem privlači teret i za njegovu vožnju po žičnom pravcu do mjesta istovara (vuča tereta). Neopterećena se kolica vraćaju namatanjem nosivoga užeta te istodobnim otpuštanjem vučnoga. Vučni pravci mogu biti dugi i do 150 m, što ovisi o promjeru čeličnoga užeta (kapacitet namotaja bubnja), a od vučnoga se pravca, radi prikupljanja drva, vučno uže može lijevo i desno razvući i do 25 m (ukupan doseg, okomito na vučni pravac, do 50 m). Tako se drvo može skupljati do pomoćnoga stovarišta i bez izgrađenih traktorskih vlakova i na prilično strmim i nepristupačnim terenima gdje je inače i gradnja šumskih prometnica nižega reda, kao i samo pridobivanje, upitno. Pomoćna stovarišta za takav način privlačenja obično su ravni dijelovi na vrhovima nagnutih terena (bila) ili šumske prometnice smještene iznad površina sječina. Drvo se najčešće privlači uz nagib jer je time olakšan rad kopčasu pri bočnom razvlačenju užeta, vezanju tereta, kretanju po sječini i radi boljega i sigurnijega upravljanja teretom obloga drva (gravitacija).

Nedostatak je te metode što se sustav sastoji od pomalo »arhaičnih« sklopova, kao što su mehanički upravljano vitlo čiji optimalan rad zahtijeva dobru vještinu operatera (namatanje jedne strane vitla uz istodobno otpuštanje druge), neergonomsko sjedalo i kabina adaptiranoga poljoprivrednoga traktora, dodatna potreba razvrstavanja i razvlačenja s hrpa na koje se privlači drugim sredstvom za privlačenje i dr. Unatoč nedostacima takav način dobro funkcionira u području gdje se primjenjuje, ponajprije zahvaljujući razmjerno niskim troškovima mehaniziranoga sredstva i smanjenoj potrebi izgradnje šumskih prometnica nižega reda te s druge strane samoj upitnosti ostvarivanja ikakvih prihoda na spomenutim teškim terenima.

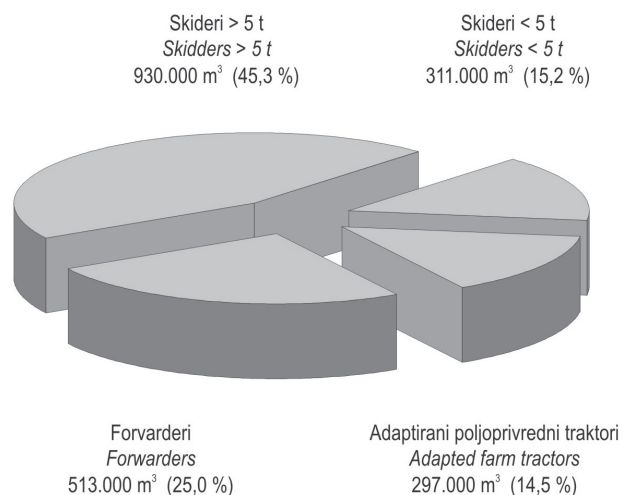
Iz slike 8 može se vidjeti da je pri gospodarenju državnim šumama većina količine drva koje se privlači sredstvima »Hrvatskih šuma« d.o.o. privučena skiderima većim od 5 t (45 %), zatim forvarderima (25 %), a podjednaka je količina privučena adaptiranim poljoprivrednim traktorima i malim prorednim skiderima (približno sa po 15 %). Ta razdioba ostvaraja privlačenja po strojevima, odnosno metodama privlačenja također upućuje i na činjenicu da se u nas u pridobivanju drva

uopće ne koriste šumske žičare, iako postoje određeni terenski i sastojinski uvjeti koji bi bili gotovo »idealni« za uporabu toga načina iznošenja drva.

Podaci o prosječnom udjelu u privlačenju drva pri gospodarenju šumama kojima gospodare »Hrvatske šume« d.o.o. u petogodišnjem razdoblju (2007–2011) prema izvršiteljima prikazani su na slici 9.

2.3 Daljinski prijevoz – Long distance transport

Daljinski prijevoz drva, iako važna dionica pridobivanja drva, istodobno vezana i uz značajne proizvodne troškove, najmanje je podložan utjecajima posebnosti i načina gospodarenja šumama u našim uvjetima (velik se dio obavlja izvan šuma). Sukladno toj činjenici, ali i zbog otvaranja tržišta i povećanja broja poduzetnika koji se bave tim poslovima, udio se vlastitih sredstava u daljinskom prijevozu drva »Hrvatskih šuma« d.o.o. stalno smanjivao od osnutka poduzeća koje gospodari šumama u vlasništvu Republike Hrvatske, ali i prije (Tomašić i dr. 2005, 2012). Udio vlastitih kapaciteta »Hrvatskih šuma« d.o.o. u daljinskom prijevozu drva u 2012. godini iznosi samo 13 % u odnosu na ukupnu isporuku drvnih sortimenata kupcima (podaci HsPro za 2012. godinu). Na slici 8, osim udjela u sječi i izradbi te privlačenju drva, prikazani su i podaci o prosječnom udjelu u daljinskom prijevozu drva u petogodišnjem razdoblju (2007–2011)



Slika 8. Prosječan godišnji učinak na privlačenju drva pri gospodarenju šumama kojima gospodare »Hrvatske šume« d.o.o. ostvaren vlastitim kapacitetima u razdoblju 2007–2011.

Fig. 8 The average annual timber extraction achieved by the company Croatian Forests Ltd. using its own capacities in the period 2007–2011

prema izvršiteljima (za šume kojima gospodare »Hrvatske šume« d.o.o.).

Daljinski transport drva u hrvatskom šumarstvu (neovisno o šumovlasniku) danas se gotovo isključivo odvija kamionskim jedinicama opremljenim hidrauličnim dizalicama za utovar i istovar. Najvažniji utjecajni čimbenik vezan uz posebnosti hrvatskoga šumarstva koji određuje značajke navedenih strojeva za daljinski prijevoz drva dimenzije su i težina drva koje se prevozi, odnosno pripadajuća zakonska ograničenja dopuštenih dimenzija prijevoznoga sredstva te opterećenja prometnica. Od tih se ograničenja treba izdvojiti ona najvažnija koja su izravno vezana uz te značajke, a to su:

- ⇒ Najveća dopuštena duljina vučnoga vozila s prikolicom (kamionski skup) ne smije prelaziti 18,75 m.
- ⇒ Najveće dopušteno opterećenje po osovini skupa vozila ne smije prelaziti 100 kN, odnosno dvostrukoj osovini 180 kN (uz razmak između osovina $d = 1,3 \text{ m} < d < 1,8 \text{ m}$).
- ⇒ Najveće dopušteno ukupno opterećenje kamiona s prikolicom iznosi 400 kN.

Kako je prije navedeno, veća težina tvrde bjelogorice kao najčešće vrste drveća koja se daljinski prevozi kupcu u Hrvatskoj i stroga zakonska ograničenja svakako imaju određen utjecaj na razvoj strojeva i opreme za taj posao u pridobivanju drva. Također se jedan dio utjecaja odnosi i na razmjerno nepovoljne uvjete rada i stanje naših šumskih prometnica. Ti su čimbenici razlog što su se strojevi za daljinski prijevoz (kamionski skupovi koji se sastoje od pogonskoga vozila, dvoosovinske prikolice ili poluprikolice te dizalice) razvijali tako da su jednim dijelom predimenzionirane neke njihove tehničke sastavnice. To se odnosi na snagu motora pogonskoga vozila, kapacitet tovarnoga prostora, pa i podiznu snagu dizalice, koji su povećani u odnosu na stvarne mogućnosti iskorištavanja (Tomašić i dr. 2005.).

Budući da se nema puno prostora u nastojanjima za povećanjem ukupne korisne prijevozne nosivosti, u posljednje se vrijeme sve više razmišlja o ugradnji lakšega materijala za šumarsku nadogradnju kamiona i prikolice, ali i o prijevoznim jedinicama bez dizalice (jedna dizalica na više prijevoznih jedinica), iako bi se time umanjila njihova neovisnost.

Organizacijsku kakvoću i snižavanje proizvodnih troškova unutar djelatnosti daljinskoga prijevoza, a time i ukupnu učinkovitost te dionice pridobivanja drva, nastoji se unaprijediti uvođenjem i primjenom nekih suvremenih informacijskih i komunikacijskih sustava temeljenih na mogućnostima koje pružaju tzv. »Fleet management sustavi« (FMS). Istraživanja vezana uz navedene sustave još su u tijeku, a osim kamionskih

jedinica daljinskoga prijevoza obuhvaćeni su i neki drugi strojevi koji rade na privlačenju drva (forwarderi) te strojevi šumskoga graditeljstva.

3. Zaključci – Conclusions

Visok udio prirodnih šuma te autohtonih i klimatogenih vrsta u Republici Hrvatskoj, njihova struktura, ekološka stabilnost te nemjerljiva vrijednost općekorisne i gospodarske uloge u životu stanovnika razlozi su za posebno zahtjevan način gospodarenja, osobito u vrijeme njihove obnove. Te se šumske zajednice razvijaju na staništima oblikovanim u ovisnosti o lokalnim uvjetima podneblja, pedološkim, orografskim i biotskim prilikama, što uzrokuje da se na razmjerno malom prostoru izmjenjuje velika neujednačenost prirodnih uvjeta.

Osim zemljopisno-prirodnih prilika i uvjeta ti su prostori u bližoj i daljnjoj povijesti pod utjecajem specifičnih društveno-političkih odnosa te kretanja vlasničke strukture šuma i šumskoga zemljišta te organiziranoga šumarstva koje datira još iz vremena od prije gotovo četvrt tisućljeća.

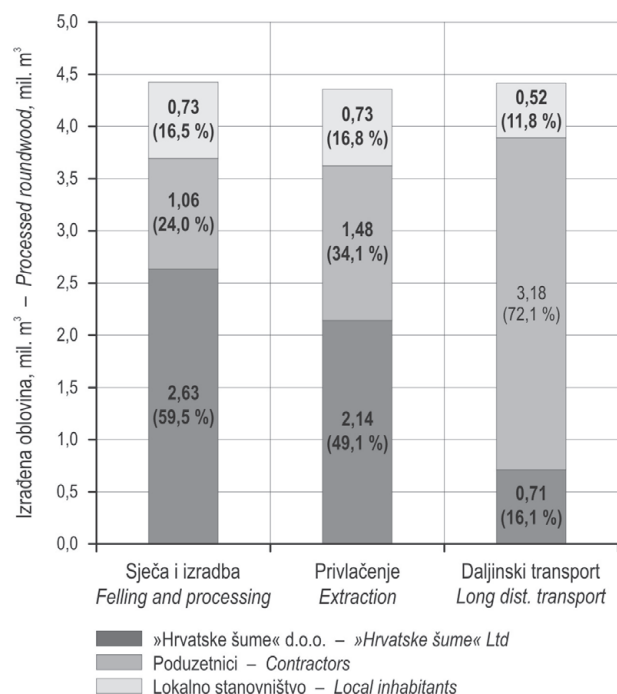
Posebnosti u načinu gospodarenja šumama zbog navedenih razloga značajno su u povijesti utjecale i danas utječu na razvoj tehničke sastavnice pri gospodarenju šumama, odnosno primijenjenih metoda i tehničkih sredstava za rad.

Velik dio utjecaja na razvoj tehnike i metoda pri gospodarenju šumama, osobito u pridobivanju drva, u nas je vezan uz dugoročnu i neprekinutu suradnju hrvatske šumarske znanosti i operative, gotovo isključivo u dijelu koji se odnosi na šume u društvenom i poslije u državnom vlasništvu u Republici Hrvatskoj.

Sam razvoj tehničke sastavnice pri gospodarenju šumama u razdoblju nakon Drugoga svjetskoga rata u Hrvatskoj kretao se u dva glavna smjera:

- ⇒ Razvoj vlastitih strojeva i opreme kao sastavnica posebno oblikovanih izvornih tehnologija za uvjete primjerene načinu gospodarenja šumama i uvjetima rada u Republici Hrvatskoj
- ⇒ Razvojna istraživanja postojećih tehnologija, strojeva i opreme radi poboljšanja njihove okolišne pogodnosti i prihvatljivosti, povećanja učinkovitosti, poboljšanja ergonomske i sigurnosne svojstava sredstava za rad, boljšega iskorištavanja energije te poboljšanja i prilagodbe uvjetima gospodarenja i radnomu okruženju.

Sječa i izradba drva nije u potpunosti mehanizirana, već se sastoji od ručno-strojnoga načina rada pomoću motorne pile kojom se stabla obaraju te oblikuju drvni sortimenti. Dorada se može sastojati i od ručnoga



Slika 9. Prosječna količina proizvedenih drvnih sortimenata u mil. m³ za razdoblje 2007. – 2011. s obzirom na fazu proizvodnje i izvršitelje

Fig. 9 The average amount of wood assortments produced (mil. m³) in the period 2007–2011 with respect to production phase and performers

rada i rada ručnim alatom (cijepanje oblica te slaganje kod izradbe metarskoga drva). Razlog zašto se ta radna faza do danas u Republici Hrvatskoj nije potpuno mehanizirala (harvester), za razliku od velikoga broja europskih zemalja s razvijenim šumarstvom, leži upravo u posebnosti sastojinskih i terenskih uvjeta koji prevladavaju u hrvatskim šumama te navedenim ograničenjima koja iz njih izlaze. Prostor za mehaniziranu sječu i izradbu drva pri gospodarenju šumama u Republici Hrvatskoj ipak postoji, što je potvrđeno u istraživanjima Šumarskoga fakulteta u Zagrebu, Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije pri pokusnom radu harvestera tijekom 2001. i 2002. godine kada su osim dobrih mogućnosti za rad harvestera u nekim našim uvjetima utvrđena i navedena ograničenja za primjenu te vrhunske tehnologije u pridobivanju drva (Krpan i Poršinskiy 2002).

Privlačenje drva, koje je pod velikim utjecajem posebnosti gospodarenja prirodnim šumama Republike Hrvatske, na ravničnim terenima može se podijeliti na privlačenje u oplodnim sječama koje se najčešće obavlja izvoženjem na kotačima forvardera, te na privlačenje u prorednim sječama lužnjakovih šuma koje se obavlja izvoženjem pomoću traktorskih ekipaža, ali poneg-

dje i privlačenjem pomoću adaptiranih poljoprivrednih traktora s vitlima ili malih skidera.

U uvjetima nagnutih terena podjela privlačenja također se sastoji od privlačenja u oplodnim sječama, gdje se najčešće taj posao obavlja velikim skiderima, te na privlačenje u prorednim sječama gdje se koriste mali skideri, a ponegdje i adaptirani poljoprivredni traktori s vitlima te tzv. minižičare.

Daljinski prijevoz drvnih sortimenata u hrvatskom se šumarstvu danas gotovo isključivo odvija kamionskom jedinicom opremljenim hidrauličnim dizalicama za utovar i istovar. Najvažniji su utjecajni čimbenik vezan uz posebnosti hrvatskoga šumarstva koji određuje značajke navedenih strojeva za daljinski prijevoz drva dimenzije i težina drva koje se prevozi, odnosno pripadajuća zakonska ograničenja dopuštenih dimenzija prijevoznoga sredstva te opterećenja prometnica. Stoga se i najvažniji problemi tih poslova sastoje od nepovoljnoga odnosa kapacitiranosti strojeva i dopuštenih količina prijevoza (zakonski dopuštene veličine) koje određuju opterećenje prometnica prevoženim teretom. Najvažnije je pitanje razvoja sredstava za daljinski prijevoz: Kako povećati njihovu korisnu (dopuštenu) nosivost?

Razvoj tehnologija i tehničke sastavnice gospodarenja šumama u Republici Hrvatskoj, zbog činjenice da gospodarski subjekti koji provode to gospodarenje, nemaju vlastiti institut ni razvojna središta, u povijesti se, sve do danas, odvijao i odvija pod snažnim utjecajem plodonosne suradnje hrvatske šumarske znatnosti i prakse.

4. Literatura – References

- Avdibegović, M., N. Petrović, D. Nonić, S. Posavec, B. Marić, D. Vuletić, 2010: Spremnost privatnih šumoposjednika u Hrvatskoj, Srbiji i BiH na suradnju pri izgradnji i održavanju šumskih prometnica. *Šumarski list*, 134(1–2): 55–64.
- Bedžula, D., M. Slabak, 1974: Razvoj mehanizacije šumskih radova na području istočne Slavonije – stanje danas i perspektive. Zbornik o stotoj obljetnici znanstvenoga i organiziranoga pristupa šumarstvu jugoistočne Slavonije, JAZU, Centar za znanstveni rad Vinkovci, posebno izdanje, knjiga 1: 185–204.
- Berg, S., 1992: Terrain Classification System For Forestry Work. Forest Operations Institute »Skogsarbeten«, str. 1–28.
- Beuk, D., Ž. Tomašić, D. Horvat, 2007: Status and development of forest harvesting mechanisation in Croatian state forestry. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 28(1): 63–82.
- Horvat, D., 2000: Neke značajke šumskih strojeva nove generacije. Zbornik HAZU »Vrhunske tehnologije u uporabi šuma«, Zagreb, str. 65–84.

Horvat, D., Ž. Tomašić, 2003: Usporedba penetracijske značajke tla traktorske vlake i vučne značajke adaptiranoga poljoprivrednoga traktora. Glasnik za šumske pokuse, 40: 59–79.

Kranjec, J., T. Poršinsky, 2011: Povijest razvoja motorne pile lančanice. Nova mehanizacija šumarstva, 32(1): 23–37.

Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, Ž. Zečić, 2003: Studija o potrebnj veličini zglobnoga traktora (skidera) temeljem sastojinskih prilika glavnoga prihoda i primijenjene tehnologije. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–41.

Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2002: Djelotvornost strojne sječe i izradbe u sastojinama mekih i tvrdih listača. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za istraživanja u šumarstvu, Zavod za iskorištavanje šuma, Zagreb, str. 1–40.

Krpan, A. P. B., 1992: Iskorištavanje šuma. U: Đ. Rauš, ur., Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume p.o., Zagreb, str. 153–170.

Martinić, I., 1993: Neke činjenice u svezi sa šumskim radovima. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, 4: 321–330.

Matić, S., 1996: Uzgojni radovi na njezi i obnovi sastojina hrasta lužnjaka. U: D. Klepac, ur., Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. HAZU i »Hrvatske šume« p.o., Zagreb, str. 167–212.

Matić, S., 2009: Gospodarenje šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u promijenjenim stanišnim i strukturnim uvjetima. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Sekcija za šumarstvo, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, Zagreb, str. 1–22.

Matić, S., 2011: Međunarodna godina šuma u svjetlu 50-godišnje uske suradnje hrvatske šumarske znanosti i struke. Uvodnik, Croatian Journal of Forest Engineering, 32(1): 1–6.

Mellgren, P. G., 1980: Terrain Classification for Canadian Forestry. Canadian Pulp and Paper Association, str. 1–13.

Pičman, D., T. Pentek, 2003: Tehničke značajke sekundarnih šumskih prometnica u karakterističnim sastojinskim i stojbinskim uvjetima kao podloga za određivanje pogodnih dimenzija skidera. Znanstvena studija, Zagreb, str. 1–39.

Poršinsky, T., A. P. B. Krpan, I. Stankić, 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): 665–669.

Sever, S., 1993: Stanje i mogući razvoj mehanizacije u hrvatskom šumarstvu. Mehanizacija šumarstva, 18(1): 3–16.

Sever, S., D. Horvat, 1985: Šumski zglobni traktor snage oko 60 kW. Studija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–187.

Tomašić, Ž., Ž. Sučić, M. Slunjski, M. Polaćek, 2005: Ovodobno stanje prijevoza drva kamionskim skupovima u šumarstvu RH. Nova mehanizacija šumarstva, 26(11): 65–71.

Tomašić, Ž., 2007: Istraživanje tehničko-eksploatacijskih značajki skidera za prorede. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–316.

Tomašić, Ž., D. Horvat, M. Šušnjar, 2012: Cooperation of Croatian Forestry Science and Practice in Development of Forest Engineering Sector. Proceedings of 45th International Symposium on Forestry Mechanisation – FORMEC »Forest Engineering – Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment«, Dubrovnik, Croatia, October 8–12, 2012, str. 1–19.

Vusić, D., N. Rukavina, 2010: Utjecaj rašljivosti stabala crnoga bora na proizvodnost harvester. Nova mehanizacija šumarstva, 31(1): 37–43.

Abstract

Development of Technologies and Technical Means of Harvesting Operations with Respect to Specific Features of Forests and Forestry in Croatia

In Croatia the development of machinery and technology of wood production is particularly affected by specific features and characteristics of forest management. An exceptionally important feature of our forests is a high proportion of natural forests in the total forest area, which implies a more demanding forest management and more complex processes of forest regeneration and tending.

Felling and wood processing are not fully mechanized and motor-manual methods are usually applied (chainsaws). The main obstacles for further development of the felling and wood processing mechanization are present due to large size and weight of the wood, specific features of wood species and type of wood processing according to quality classes (cut to quality).

Wood extraction is mostly mechanized and the selection of machinery and technology largely depends on the felling method and terrain slope as well as on terrain obstacles. In regeneration fellings in lowland forests and flat terrains, wood is usually extracted by wheel equipped vehicles (forwarders). In thinnings of lowland forests, wheel equipped vehicles and tractors with trailers are also used, as well as adapted farm tractors with winches and small

thinning skidders. The short wood method is applied. On sloped terrain in regeneration and selective fellings, where long wood method is mostly applied, wood is extracted by heavy and middle sized skidders.

In thinnings on sloped terrains, small sized skidders are used for wood extraction, as well as adapted farm tractors with winches and adapted cable-supported transport systems.

In case of eligible conditions, some machines are used in activities outside their scope, thus considerably increasing the overall utilization.

Further transport is almost entirely carried out by truck units, and here the main constraints are the laws and regulations on permitted road loads. Therefore, a lot of effort is put into trying to increase the payload by using lighter materials for load-bearing parts of trucks and trailers. The possibility is also considered of loading and transporting wood assortments using truck units without cranes.

The organization and implementation of wood transport have been developed and improved and the overall production costs have been reduced due to the use of modern communication systems (e.g. FMS).

The most important features of the development of wood harvesting machinery and technology in the Croatian forestry can be characterized by two main trends (targets):

Develop our own machinery and equipment as a component of a specifically designed original technology suitable for forest management practices and working conditions in the Republic of Croatia.

Research and develop the existing technology, machinery and equipment aimed at improving environmental eligibility, efficiency, ergonomics, working tools safety and energy efficiency, as well as at improving and adapting to management and work conditions.

Keywords: forest management characteristics, specific natural condition, machinery, technology, felling and wood processing, extraction, wood transport

Autorova adresa – Author's address:

Dr. sc. Željko Tomašić
e-pošta: zeljko.tomasic@hrsume.hr
»Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
Direkcija Zagreb
Farkaša Vukotinovića 2
HR – 10 000 Zagreb

Primljeno (Received): 16. 10. 2012.
Prihvaćeno (Accepted): 10. 12. 2012.

