



**Tehnologije i mehanizacija
za transport i preradu šumskog ostatka**

Tehnologije i mehanizacija za transport i preradu šumskog ostatka

Naslov originala: Tehnologije i mehanizacija za transport i preradu šumskog ostatka

Autor: Vojislav Milijić, *dipl.ing.šum.*, FORAGROBIO CC d.o.o.

Izdavač: Resurs centar Majdanpek

Trg oslobođenja 19, Majdanpek 19250

MB: 17506820

Tipaž: 300

Prvo izdanje

Majdanpek 2013.

Publikacija nastala u okviru projekta „Izgradnja kapaciteta za formiranje Nacionalne asocijacije za biomasu SERBIO“ uz pomoć Ambasade Kraljevine Norveške.

Sadržaj

1. ŠUMSKI OSTATAK	5
2. MEHANIZACIJA ZA TRANSPORT I PRERADU ŠUMSKOG OSTATKA	7
2.1. Mašine za seču	7
2.2. Mašine za izvlačenje drveta	10
2.3. Mašine za iveranje drveta	14
2.4. Mašine za utovar, manipulaciju i transport drvene sečke	15
3. METODE TRANSPORTA I PRERADE ŠUMSKOG OSTATKA	18
3.1. Vrste i metode seče i izrade stabala	18
3.2. Transport i prerada šumskih ostataka	19
4. LITERATURA I IZVORI	23

1. ŠUMSKI OSTATAK

Šumski ostatak ili šumska biomasa predstavlja drvo koje ostaje u šumi ili na šumskom stovarištu posle izrade konvencionalnih sortimenata – tehničkog, ogrevnog ili industrijskog drveta. U šumski ostatak spadaju grane, ovršci, delovi stabla koji su izbačeni pri krojenju drveta komadi drveta koji se ne mogu iscepati, rašlje, panjevina i podrast. Najčešće dimenzije šumskog ostatka su ispod 7 cm. U proseku 10% do 15% od ukupne zapremine koja se poseče u šumi predstavlja šumski ostatak. U Srbiji nakon seče i izrade tehničkog i ogrevnog drveta, ostane i do 550,000 m³ šumskog ostatka.

Pored korisnih funkcija vezanih za kruženje materije u prirodi i obogaćivanje zemljišta, šumski ostatak ima i štetne efekte kao što je ometanje postupka prirodnog obnavljanja, povećan rizik od šumskih požara, biljnih bolesti ili povećanje potencijala za prenamnoženje štetnih insekata. Uz to šumski ostatak predstavlja značajan izvor sirovine za proizvodnju energije, što je posebno izraženo poslednjih godina, obzirom na povećane zahteve za energijom i na ograničene mogućnosti za povećanje stepena korišćenja šuma.

Korišćenje šumskog ostatka nije samo pitanje tehničkih mogućnost već isplativosti, naročito u brdsko-planinskim područjima u kojima postoji kombinacija velikog nagiba terena, ograničeno učešće drveta koja se seče u ukupnoj zapremini i zahtevima mera nege šuma. Ova problematika je posebno izražena u privatnim šumama, u kojima uz navedene faktore mala veličina poseda i količina drveta predstavlja faktor koji dodatno povećava troškove izvlačenja šumskog ostatka.



Sl.1 Šumski ostatak

U Srbiji je korišćenje šumskog ostatka veoma ograničeno i vezano je uglavnom za seče obnavljanja i ravne terene ili za korišćenje ostatka pri primeni metode izvlačenja delova stabala i krošnji. Šumski ostatak se najčešće izvlači nakon čistih seča topola, bagrema ili sanacija požarišta kada je potrebno izvršiti ponovno pošumljavanje terena. Takođe ovaj ostatak se koristi i nakon seča u hrastovim šumama, u blizini naselja gde ga lokalno stanovništvo koristi za ogrev.

Ipak ovaj način korišćenja ostatka najčešće je vezan za manuelno sakupljanje i improvizovani transport. Javlja se i korišćenje šumskog ostatka nakon seče četinara i ponekad nakon prorednih seča u bukovim šumama. U svetu, najveće iskustvo sa korišćenjem šumskog ostatka imaju Finska i Švedska, a značajne količine koriste se i u Nemačkoj, Francuskoj, Poljskoj i Austriji. Sve veće količine šumskih ostataka koriste se i u Sloveniji i Hrvatskoj.

Iako šumski ostatak ima upotrebnu vrednost njegova mobilizacija i korišćenje vezano je ili za visoke troškove njegovog transporta ili za mogućnosti stvaranja oštećenja u šumi prilikom transporta šumskog ostatka sa ostalim sortimentima pri transportu celih stabala.

Upravo iz ovih razloga razvijen je niz tehnologija za transport šumskih ostataka do mesta njihove prerade, što uz primenu adekvatne mehanizacije omogućava rentabilno korišćenje šumskog ostatka. U narednim poglavljima biće predstavljena mehanizacija koja se koristi za sakupljanje i transport šumskih ostataka kao i za dalju preradu.



Sl.2 Iveranje ostataka od seče u četinarskim šumama

2. MEHANIZACIJA ZA TRANSPORT I PRERADU ŠUMSKOG OSTATKA

Korišćenje šumskog ostatka podrazumeva korišćenje mehanizacije za seču, izvlačenje, sakupljanje, utovar, dalju preradu šumskog ostatka i prevoz proizvoda koji nastaju njegovom preradom. Za sve ove radne operacije postoji adekvatna mehanizacija.

2.1. Mašine za seču

U moderne mašine za seču stabla svrstavaju se:

- motorne testere;
- “harvesteri“
- “feler bančeri“
- kombajni za žetvu plantaža drvenaste biomase.

Motorne testere (Slika SI.3) su prenosive mehaničke testere koje pokreće dvotaktni motor. Koriste se za seču, obaranje i obradu stabala, kao i skidanje grana. Sastoje se iz pogonskog mehanizma, vodilice, lance i dodatnih delova koji služe za manipulaciju i povećanje bezbednosti rada motornom testerom, a to su ručke, razne kočnice i slično. Motorne testere masovno se koriste u svetu od pedesetih godina prošlog veka. I pored toga što se poslednjih decenija razvijeni složeniji samohodni mehanizmi za seču i obradu stabala, motorne testere su i dalje osnovna mašina za rad u šumi.

SI.3 Profesionalna motorna testera



Motorne testere imaju motore zapremine od 30 cm³ do 120 cm³, dužina mača im se kreće od 40 cm do 90 cm, dnevni učinak seče i izrade im varira od 0.8 m³ do 1.2 m³ u prorednim sečama ili od 2m³ do 2.5 m³ u sečama obnavljanja. Potrošnja goriva na sat iznosi od 0.6 l do 1 l. Nabavna cena novih motornih testera iznosi od 500 EUR do 1.500 EUR, a najpoznatiji proizvođači su: *Stihl, Husqvarna, Jonsereds, Oregon* i druge.

“Harvesteri” (Slika **Sl.4**) su motorizovana vozila sa uređajem koji vrši seču i obaranje stabala, skidanje grana i prerezivanje na željene dimenzije. Osnovni deo harvestera je procesorska glava koju pogoni hidraulika vozila na kome je povezana. Procesorska glava se postavlja na hidraulični kran da bi sa njome moglo da se manipuliše. Ovaj uređaj na sebi sadrži ruku za hvatanje stabla, valjke za pomeranje stabla i testeru na bazi lanca ili sečivo na bazi giljotine za prerezivanje stabla.

Sl.4: Harvester



Iako se harvesteri proizvode kao kompletna vozila sa točkovima ili gusenicama, postoji mogućnost povezivanja procesorske glave i sa drugim vozilima kao što su bageri, traktori, itd. Harvesteri su nastali u Skandinavskim zemljama i u upotrebu ulaze sedamdesetih godina prošlog veka. Predstavljaju veoma efikasne uređaje naročito u čistim sečama i na ravnom terenu mada postoje i manji harvesteri za rad u prorednim sečama, a maksimalan nagib zemljišta na kome harvesteri mogu da rade iznosi 35% za harvestere sa točkovima do čak 60% za harvestere sa gusenicama. Ograničavajući faktor za korišćenje harvestera su pored dimenzija stabala i ekonomski razlozi, mada je upotreba ovih mašina sve češća.

Maksimalni prečnik stabla koje se može preraditi harvesterom je 60 cm do 70 cm, produktivnost harvestera iznosi od 8 m³ do 20 m³ na sat dok je potrošnja goriva od 11 l do 16 l na sat. Nabavna cena harvestera na pogonskom vozilu kreće se od 300,000 EUR na više, u zavisnosti od karakteristika vozila na koji je montirana procesorska glava i složenosti i kapaciteta same procesorske glave, dok cena procesorske glave iznosi od 40,000 EUR pa na više. Najpoznatiji proizvođači harvestera su *John Deere* (ranije *Timberjack*), *Ponsee*, *Valmet*, *Kesla* i drugi.

Feler bančeri (Slika SI.5) su slično harvesterima, motorizovana vozila sa procesorskom glavom koja vrši obaranje stabla. Osnovna razlika između harvestera i feler bančera je ta što feler bančeri ne vrše skidanje grana i presecanje stabala na željene dimenzije. Sa druge strane feler bančeri imaju mogućnost da vrše presecanje više stabala, jer su opremljeni mehanizmom za sakupljanje i pridržavanje stabala dok istovremeno vrše seču na drugim stablima. Upravo ova karakteristika omogućuje njihovu primenu u efikasnoj proizvodnji drveta za energetske upotrebu. Slično harvesterima, osnovni deo feler bančera je procesorska glava na hidrauličnom kranu, koja sadrži klešta za hvatanje stabla, pomoćna klešta za pridržavanje isečenih stabala i testeru ili giljotinu za prerezivanje stabla.

SI.5: Feler bančer



Isto kao i kod harvestera postoji mogućnost kupovina feler bančera kao kompletnog vozila na točkovima ili gusenicama ili kupovina sama procesorske glave koja se može montirati na traktor, bager ili neko drugo vozilo u zavisnosti od potrebe. Feler bančeri imaju sličan kapacitet i potrošnju kao harvesteri, jedino je prečnik stabla koji se može poseći njima nešto manji do 40 cm. Cena procesorske glave za feler bančer kreće se od 15,000 EUR za glave namenjene malim dimenzijama stabala za proizvodnju energetskog drveta na više. Najpoznatiji proizvođači feler bančera su *John Deere, Ponsee, Valmet, Kesla, Pentin Paya* i drugi.

Kombajni za žetvu biomase (Slika SI.6) pojavljuju se devedesetih godina prošlog veka, a koriste se za kompletnu seču i preradu biomase u plantažama brzorastućih vrsta drveća.

SI.6: Kombajn za žetvu biomase



Kombajni za žetvu biomase slični su poljoprivrednim kombajnim a na sebi imaju dodatak pogodan za seču i mlevenje drvenastih biljaka, tako da drvena sečka izlazi kao krajnji proizvod prerade biomase kombajnim za žetvu. Cena novih adaptera za žetvu i mlevenje biomase za klasičan poljoprivredni kombajn iznosi od 40,000 EUR pa na više, a najpoznatiji proizvođači ovih uređaja su *Claas*, *John Deere*, *New Holland* i drugi.

2.2. Mašine za izvlačenje drveta

Mašine za izvlačenje drveta se koriste da izvrše transport posečenog stabla ili delova stabla od mesta seče i izrade do stovarište ili kamionskog puta. U šumarstvu se za izvlačenje koriste razna transportna sredstva od konja, preko točila sa vodom pa sve do žičara, na našim terenima najkorišćenije mašine za izvlačenje drveta su: adaptirani poljoprivredni traktori sa vitlom, skideri i forvarderi. Pored ova dva tipa mašina postoje i druga mašine čija upotreba u korišćenju šumskog ostatka raste, kao što su bandleri.

Adaptirani poljoprivredni traktori (Slika SI.7) mogu biti sa vitlom kada se koriste za vuču stabala od mesta seče do šumskog stovarišta ili bez vitla sa ili bez hidrauličnog kрана i prikolice kada se koriste za utovar i vožnju delova stabala kroz šumu. Cena novih traktora varira od 45,000 EUR do 80,000 EUR, a cena vitla varira od 3,000 EUR do 8,000 EUR, dok cena kрана i prikolice varira od 8,000 EUR do 20,000 EUR. Produktivnost traktora sa vitlom je 3 m³ do 8 m³ na sat sa potrošnjom goriva od 4 l do 8 l na sat. Produktivnost traktora sa dizalicama i prikolicom je od 5 m³ do 10 m³ na sat sa potrošnjom goriva od 5 l do 10 l na sat.



Sl.7: Poljoprivredni traktor adaptiran za rad u šumi

Skideri (slika **Sl.8**) su traktori specijalizovani za rad u šumi. Njih karakteriše zglob na sredini traktora koji mu omogućava olakšano manevrisanje. Takođe, težište šumskih traktora je pomereno u odnosu na poljoprivredne, a i svi točkovi su jednakih dimenzija tako da je povećana stabilnost traktora na strmim terenima. Ovi traktori imaju i ojačanu kabinu kojom se vozač štiti od opasnosti koje nosi prevrtanje. Skideri mogu biti sa vitlom kada se vitlom privlači stablo do traktora, a potom vuče do stovarišta ili sa kleštima, kada se stablo hvata kleštima i vuče do stovarišta. Skideri imaju kapacitet vuče do 15 m³ na sat, u zavisnosti od transportne distance, a njegova potrošnja na sat ide od 6 l do 10 l. Cena novih skidera ide od 120,000 EUR na više, a najpoznatiji proizvođači su *John Deere*, *Caterpillar*, *Tigercat* i drugi.

Forvarderi (Slika **Sl.9**) su specijalizovana šumska vozila koja se koriste za nošenje stabala od mesta seče do šumskog stovarišta. Osnovna karakteristika forvardera je postojanje poluprikolice na koju se tovore stabla i hidraulične dizalice kojom se vrši utovar stabala. Forvarderi su posebno pogodni za čiste seče i ravnije terene, a najčešće se koriste u primeni sortimentne metode seče u kombinaciji sa harvesterima. Kapacitet utovara ide i do 20 tona, sa maksimalnom dužinom komada koji se tovore do 6 metara. Produktivnost na sat varira od 12 m³ do 20 m³, a potrošnja goriva varira od 7 l do 11 l na sar. Cena novih forvardera iznosi od 180,000 EUR do 270,000 EUR, a najpoznatiji proizvođači su *John Deere*, *Ponsee*, *Prentice*, *Logset* i drugi..



Sl.8: Skider



Sl.9: Forwader

Pored navedenih klasičnih mašina za izvlačenje koje se mogu koristiti za izvlačenje celih stabala, delova stabala ili šumskog ostatka, poslednjih godina pojavljuju se i mašine specijalizovane za transport šumskog ostatka ili pripremu šumskog ostatka za transport. Jedna od takvih mašina je i tzv. bandler koji sabija šumski ostatak i pravi valjkaste bale koje se kasnije mogu transportovati **forwaderima**. Na slici **Sl.10** prikazan je *John Deere* model bandlera.



Sl.10: Bandler

Pored bandlera postoje i druge mašine i uređaji korisni za izvlačenje biomase. Veoma je često da se ovi uređaji montiraju na rovokopače i ostale mašine sa hidrauličnim kranom. Tako se veoma često koriste **uređaji za vađenje panjeva** (Slika **Sl.11**) koji se montiraju na vozila sa hidraduličnim kranovima, a česta je i primena cepača na hidrauličnim kranovima, koji se koriste za **cepanje drveta** (Slika **S.12**) u svrhu prilagođavanja debiljne stabla daljoj preradi.



Sl.11: Uređaj za vađenje panjeva



Sl.12.: Cepač na hidrauličnoj dizalici

2.3. Mašine za iveranje drveta

Iverači su specijalizovane mašine koje vrše usitnjavanje drveta u drvenu sečku. Prema mobilnosti iverači mogu biti mobilni i stacionarni. Mobilni iverači se najčešće koriste za rad na šumskim stovarištima, dok su stacionarni vezani za fabrike u kojima postoji stalna potreba za drvnom sečkom, kao što su fabrike iverice, peleta i druge. Prema principu rada iverači mogu biti disk iverači ili bubanjski iverači. Disk iverači se sastoje od teških diskova na kojima je radijalno postavljeno dva do četiri noža. Bubanjski u sebi imaju veliki bubanj na kome je tangencionalno postavljeno do 12 noževa. Bubanjske iverači predstavljaju moderniji tip konstrukcije, veće su snage i proizvode homogeniji iver. Na slici **Sl.13** prikazan je mobilni bubanjski iverač na kamionu.



Sl.13: Mobilni iverač

Iverači su izmišljeni krajem 19-og veka, i imali su konstantnu primenu u proizvodnji drvnih ploča i celuloze. Sa porastom interesovanja za energiju iz drveta raste i upotreba iverača za preradu biomase, kada nastaju i mobilni iverači. Pored uređaja za iveranje drveta, iverači su sve češće opremljeni i hidrauličnim dizalicama za ubacivanje drveta u iverač, pokretnim trakama i izduvnim cevima za drvenu sečku, a ponekad su opremljeni i uređajima za cepanje drveta. Mobilni iverači mogu imati svoj motor ili mogu da budu povezani sa motorom pogonskog vozila.

U tabeli T-1 predstavljena je podela iverača prema veličini.

T-1: Podela i karakteristike iverača po veličini

Veličina	Snaga motora (kW)	Maksimalni prečnik drveta (cm)	Produktivnost (t/h)	Potrošnja goriva (l/h)	Pokretljivost Pogon	Vek trajanja u radnim h	Cena (EUR)
Mali	15-55	Do 20	2-3	5-8	Traktor	5,000	4,000 – 35,000
Srednji	30-500	30 - 50	7-15	10-14	Traktor	7,500	15,000 – 75,000
Veliki	240-550	50 i više	15-35	30-38	Kamion, traktor ili samohodni, sopstveni motor	10,000	50,000 – 800,000

Po veličini iverači se dele na male, srednje i velike, u zavisnosti od kapaciteta, pogonske snage i prečnika drveta koji trebaju da savladaju. U zavisnosti od veličine zavisi i mobilnost iverača i pogon.

Srednji i mali iverači se najčešće vezuju za traktor i pogone preko kardanskog vratila, dok veliki iverači mogu biti pogonjeni pomoću traktora, kamiona, a mogu imati i sopstveni motor iako se nalaze na drugom vozilu. Postoje i samohodni mobilni iverači. Najpoznatiji proizvođači iverača su: *Jenz, Bruks-Klöckner, Komptech, Mus-Max, Pezzolato, Kesla, Bandit, Morbark* i drugi.

2.4. Mašine za utovar, manipulaciju i transport drvene sečke

Pored mašina za transport i preradu šumskih ostataka veoma su značajne i mašine za utovar, manipulaciju i transport drvene sečke, kao osnovne prerađevine na bazi šumskih ostataka. Transport drvene sečke od mesta iveranja na šumskom stovarištu do centralnog stovarišta ili krajnjih kupaca najčešće se obavlja **kamionima sa prikolicama** koje imaju mogućnost samoistovara, kao što su: prikolice sa pokretnim podom, ili kiper prikolice. Takođe moguća je primena i **kontejnera** za tzv. rol kiper kamione (Slika S-12). Ovi kontejneri omogućavaju da se drvena sečka proizvodi i u samoj šumi ili na traktorskim vlakama koje su nedostupne za pristup kamionima. Uz pomoć kontejnera sečka se od mesta iveranja može traktorom ili forvarderom dopremiti do kamiona i nastaviti transport kamionom na dalje.



Sl.14: Kontejner za drvnu sečku

Primena odgovarajućih prikolica najviše zavisi od karakteristika šumskog puta, a pri transportu važi pravilo da je najisplativije napraviti maksimalan mogući i dozvoljen tovar i izbeći eventualne pretovare. Za transport drvene sečke na veće distance najčešće se koriste prikolice sa pokretnim podom (Slika **Sl.15**).



Sl.15: Prikolica sa pokretnim podom

Njihov kapacitet tovara iznosi do 100 m³, što podrazumeva utovar do 24 tone drvene sečke, obzirom na ograničenje težine vozila od 40 tona na javnim putevima. Osnovna karakteristike prikolica sa pokretnim podom jeste mogućnost samoistovara pokretanjem poda, a pogodne su i za klasičan šleperski transport kao i transport svih vrsta rasutih materija.

Iako svi veći iverači imaju izduvne cevi kojom mogu tovariti drvenu sečku u kamione nakon mlevenja, zbog brzine utovara kao i zbog manipulacije na stovarištima pri preradi šumskog ostatka veoma često se koriste **telehendleri** (Slika **Sl.16**). Telehendleri su utovarne mašine sa teleskopskim kranom i utovarnom kašikom. Ova karakteristika omogućuje podizanje tovara na visinu koja omogućuje utovar u kamione bez uspostavljanja improviziranih rampi za utovar. Najpoznatiji proizvođači telehendlera su: *Claas, Manitou* i *JCB*.



Sl.16: Telehandler tovari drvenu sečku u prikolicu sa pokretnim podom

3. METODE TRANSPORTA I PRERADE ŠUMSKOG OSTATKA

Metod transporta šumskih ostataka zavisi od vrste i metoda seča koje se primenjuju kao i karakteristika šumskih puteva, ekonomskih i tržišnih uslova zavisi i način dalje prerade šumskih ostataka.

3.1. Vrste i metode seče i izrade stabala

Dve osnovne **vrste seča** šuma su: seče nege i seče obnavljanja. U zavisnosti od starosti šume seče nege mogu biti: seče osvetljavanja, čišćenja i proredne seče, a seče obnavljanja mogu biti oplodne seče kada se podmladak drži pod privremenom zasenom matičnih stabla i čiste seče, kada se vrši seča svih ili većine stabala u šumi. Postoje i prebirne seče kada se zahvatima u šumi istovremeno vrše i seče nege i seče obnavljanja uz održavanje prebirne strukture sastojine.

Osnovna karakteristika **seča nege** je da se vrši selekcija stabala budućnosti i vađenje stabala koja su lošijeg kvaliteta. Sa aspekta korišćenja šuma seče nege podrazumevaju manje količine drveta koja se seče i ograničenu pokretljivost mehanizacije kroz šumu, zbog stabala koja ostaju. Takođe, vrednost drvnih proizvoda koji se dobijaju sečama nege je niska, obzirom da se radi o stablama malih dimenzija ili lošijeg kvaliteta. Sve ovo otežava ekonomske efekte prorednih seča, pa često one nisu ekonomski isplative, ali obzirom na značaj ovih seča za kvalitetan razvoj stabala koja ostaju, česte su subvencije države za njihovo sprovođenje. Isplativost izvlačenja šumskih ostataka nakon prorednih seča je uslovljena adekvatnim izborom metode transporta.

Osnovna karakteristika **seča obnavljanja** je da se njima vrši obnavljanje šume, bilo ono prirodno ili veštačko. Sa aspekta korišćenja šuma pri sečama obnavljanja iskorišćava se kompletna drvna masa u jednom ili više zahvata, što podrazumeva velike količine drveta, velikih dimenzija i dobrog kvaliteta. Uz to je pri ovim sečama mogućnost kretanja mehanizacije kroz sečinu povećana, jer dolazi do uklanjanja velikog broja stabala. Takođe pri ovim sečama dolazi do velike koncentracije šumskog ostatka, često je uklanjanje šumskih ostataka obavezno, a ekonomska isplativost izvlačenja šumskih ostataka je veća nego kod prorednih seča.

Pored vrsta seča postoje i tri osnovne **metode seče i izrade stabala**: metod delova debala, metod celih stabala i sortimentna metoda. Metod **delova debala** podrazumeva seču stabala i odvajanje krošnje sa granama od debala, a ponekad i skraćivanje debala na više delova, zbog mogućnosti manipulacije. Nakon toga vrši se transport delova debala i njihovo definitivno prezivanje na željene sortimente na šumskom stovarištu. U kasnijoj fazi moguće je privlačenje šumskog ostatka. Pri ovom metodu obaranje stabala se vrši motornom testerom ili feller bančerima, a transport debala do stovarišta vrši se najčešće skiderima. Ova metoda se može upotrebljavati pri sečama nege i pri sečama obnavljanja. Ipak, zbog postojanja mogućnosti oštećenja živih stabala pri izvlačenju debala, postoje ograničenja za upotrebu ove metode, pre svega u smislu dužine komada koji se mogu izvlačiti.

Metod celih stabala podrazumeva seču stabla i vuču čitavog stabla do stovarišta na kome se vrši kasnija prerada u željene sortimente. Pri ovom metodu obaranje stabala vrši se motornom testerom ili feler bančerima, a vuča stabala vrši se skiderima. Metod celih stabala može prouzrokovati oštećenja na stablima i na zemljištu, te je primena ove metode ograničena na čiste seče i veštačko obnavljanje. Takođe ova metoda se primenjuje i pri sečama u plantažama brzorastućih vrsta ili pri seči bagremovih šuma. Metod celih stabala može se primenjivati i pri šematskim proredama u kulturama četinara sa stablima manjih dimenzija, jer uklanjanje celih redova drveća omogućuje nesmetano kretanje transportnih sredstava, a stabla malih dimenzija ne mogu značajno oštetiti živa stabla i zemljište.

Sortimentna metoda podrazumeva seču i izradu šumskih sortimenata na mestu obaranja stabla i njihov kasniji transport do šumskih stovarišta. Ova metoda je dominantna metoda u Srbiji i ostalim zemljama Evrope. Seča se može vršiti motornim testerama ili harvesterima, a izvlačenje se može vršiti traktorima, skiderima i forvarderima. Sortimentna metoda uzrokuje najmanja oštećenja na živim stablima i zemljištu, a upotrebljava se i pri sečama nege i pri sečama obnavljanja.

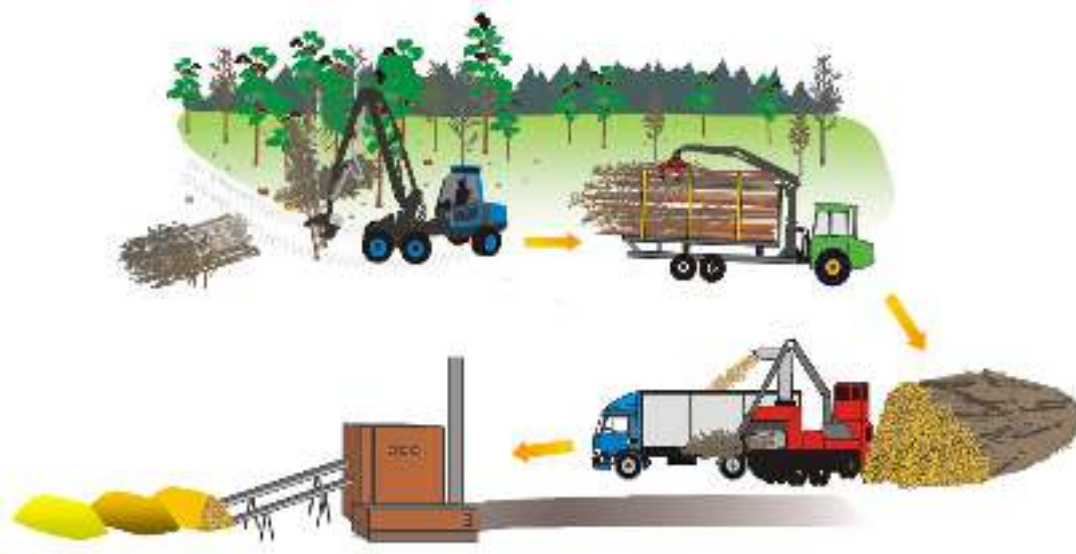
3.2. Transport i prerada šumskih ostataka

Način transporta i prerade šumskih ostataka direktno je zavistan od vrste i metoda seče kao i kvaliteta šumskih puteva. Obzirom na ograničena iskustva u Srbiji i okruženju u preradi šumskih ostataka ovde će biti predstavljeni metodi koji se najčešće koriste u Skandinavskim zemljama i Americi, a koje je moguće primeniti i u našim uslovima.

Iako postoji niz varijacija u zavisnosti od mesta prerade u praksi se javljaju tri osnovna principu u sakupljanju i preradi šumskih ostataka:

1. transport šumskih ostataka do stovarišta nakon seče i izvlačenja celih stabala i iveranje stabala na stovarištu;
2. iveranje šumskog ostatka u šumi i transport kontejnera sa sečkom do kamionskog puta;
3. sakupljanje šumskih ostataka u svežnjeve i transport do mesta prerade.

Na slici **Sl.17** prikazana je šema korišćenja šumskih ostataka koja podrazumeva primenu metode celih stabala



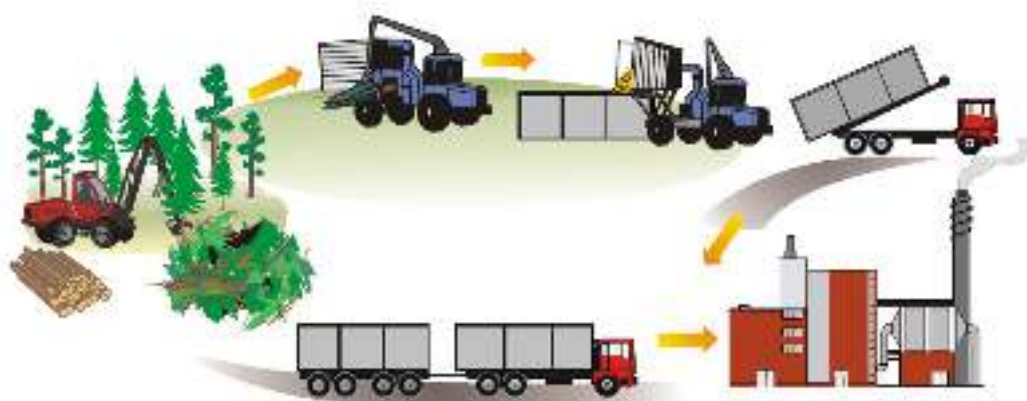
Sl.17: Transport celih stabala i prerada šumskog ostatka na stovarištu

Nakon seče motornom testerom ili feler bančerom, cela stabla se transportuju forvarderom ili se vuku skiderom do stovarišta na kamionskom putu. Na stovarištu se vrši prerada stabala u sortimente, a šumski ostatak se usitnjava mobilnim iveračima i utovara u kamione koji drvenu sečku transportuju do potrošača. Ova metoda se u Srbiji može primeniti nakon čistih seča, sanacija požarišta, kao i u sečama nege pri šematskim proredama četinarara ili sečama brzorastućih vrsta drveća. Ova metoda predstavlja najisplativiju metodu transporta šumskog ostatka, jer transport ostataka ne pravi nikakve dodatne troškove u odnosu na ostale sortimente koji se izvlače, a može se primeniti i na strmim i ravnim terenima. Pri primeni ove metode moguće je odložiti iveranje drveta, što omogućuje i dodatno sušenje materijala kao i fleksibilnost u planiranju proizvodnog procesa. Na slici **Sl.18** prikazan je složaj šumskog ostatka koji čeka dalju preradu na stovarištu. Šumski ostatak je prekriven najlonom da spreči prolazak vode u složaj.

Sl.18: Šumski ostatak na šumskom stovarištu



Na slici **Sl.19** prikazan je metod iveranja šumskog ostatka u šumi u kontejnere i dalji transport kontejnera sa drvnom sečkom do kamionskog puta.



Sl.19: Iveranje šumskog ostatka u šumi i transport sečke u kontejnerima

Ova metoda se primenjuje na sledeći način. Stabla se obaraju harvesterom i izrađuju se drvni sortimenti koji se dalje transportuju forvarderima do stovarišta na kamionskom putu. Harvester pri seči i izradi stabala grupiše šumski ostatak na veće gomile u skladu sa mogućnostima. Nakon izvlačenja komercijalni vrednijih sortimenata vrši se usitnjavanje šumskog ostatka uz pomoć mobilnih iverača na traktorima. Oni sečku izduvavaju u kontejnere koje prevoze traktorske prikolice ili forvarderi.

Kontejneri se na dalje transportuju do kamionskog puta, gde se celi tovar na kamione koji ih transportuju do mesta potrošnje. Ovu metodu moguće je primeniti nakon seča obnavljanja i nakon prorednih seča. Ipak postoje ograničene mogućnosti dohvata svog šumskog ostatka u prorednim sečama. Ova metoda zahteva učešće većeg broja mašina, te je diskutabilna njena isplativost, a uglavnom se primenjuje u Skandinavskim zemljama gde postoje subvencije za prorede i proizvodnju drvene sečke. U poslednje vreme na bazi ove metode razvijene su i mašine koje predstavljaju kombinaciju manjeg harvestera i iverača koji nakon obaranja stabala i izrade sortimenata ubacuje šumski ostatak u iverač na sebi, a on samleveno drvo izduvava u kontejner koji sam nosi. Na ovaj način se smanjuje broj mašina uključenih u proces. U Srbiji je moguća primena ove metode pre svega pri mehanizova sečama obnavljanja topola.

Na slici **S-18** prikazan je metod sakupljanja šumskog ostatka u svežnjeve i njegovog transporta do mesta dalje prerade.



S-18: Sakupljanje šumskog ostatka u svežnjeve i transport do dalje prerade

Primena ovog metoda podrazumeva primenu bandler mašina kojima se nakon seče i izvlačenje vrednijih sortimenta vrši sakupljanje šumskog ostatka, njegovo gomilanje i vezivanje u svežnjeve. Na ovaj način povećava se masa šumskog ostatka koji se može dalje transportovati. Svežnjevi šumskog ostatka se na dalje transportuju forvarderima do stovarišta na kamionskom putu gde se ili iveraju ili se kao svežnjevi transportuju do krajnjeg potrošača ili mesta dalje prerade. Ovaj metod podrazumeva rad velikog broja mašina, te je njegova isplativost diskutabilna. Koristi se uglavnom u Skandinavskim zemljama i to ograničeno pri operacijama na velikim površinama uz subvencije za proizvodnju drvene sečke.

Pored navedenih metoda vezanih za korišćenje šumskog ostatka, postoje i metode žetve brzorastućih vrsta drveća. Oni uz pomoć specijalizovanih kombajna koji seku stabla, iveraju biomasu i istu tovaru na traktore sa prikolicama koji dalje transportuju drvenu seču.

4. LITERATURA I IZVORI

Kent, T., Kofman, D., Coates, E. 2011. Harvesting wood for energy: Cost-effective woodfuel supply chains in Irish forestry. COFORD.

Krajnc, N., Piškur, M., Klun, J., Premrl, T., Piškur, B., Roberk, R., Mihelič, M., Sinjur, I. 2009. Lesna goriva: Drva in lesni sekanci. Proizvodnja, standardi, kakovosti i trgovanje. Gozdarski inštitut Slovenije.

Kranjc, N. 2011. Wood Energy Technologies. Technical Report. FAO Partnership Programs – TCDC/TCCT - TCP/YUG/3201 (D)

Leinonen, A. 2003. Harvesting technology of forest residues for fuel in the USA and Finland. VTT Research Notes 2229.142 p.

Stampfer, K., Kanzian, C. 2006. Current state and development possibilities of wood chip supply chains in Austria. Croatian Journal of Forest Engineering 27(2006)2.

Wilkerson, E., Blackwelder, B., Perlack, R., Muth, D., Hess, R. 2008. A Preliminary Assessment of the State of Harvest and Collection Technology for Forest Residues. Oak Ridge National Laboratory. Tennessee.

http://agriculture.newholland.com/uk/en/WNH/news/Pages/2009_FR9000_news.aspx

<http://www.banditchippers.com/>

<http://www.bruks.com/>

<http://www.cat.com/equipment/skidders>

<http://www.cat.com/equipment/telehandlers>

Error! Hyperlink reference not valid.

http://www.deere.com/wps/dcom/en_US/products/equipment/harvesters/harvesters.page

http://www.deere.com/wps/dcom/en_US/products/equipment/forwarders/forwarders.page

http://www.deere.com/wps/dcom/en_US/products/equipment/skidders/skidders.page

<http://www.jcb.co.uk/products/Machines/Telescopic-Handlers.aspx>

<http://www.jenz.de/>

<http://www.jonsered.com/rs/>

<http://www.kesla.fi/en>

<http://www.komptechusa.com/usa/home.htm>

<http://www.logset.com/documents/key20130128151437/News/F-series%202008%20UK.pdf>

<http://www.morbark.com/home/home.htm>

<http://www.mus-max.at/>
<http://www.oregonproducts.eu/sr>
<http://www.pentinpaja.fi/fi/etusivu/>
<http://www.pezzolato.it/>
<http://www.ponsse.com/>
<http://www.prenticeforestry.com/machines/forwarders>
<http://www.rsbiomass.com/Fliegl%20Tornado%204000%20Wood%20Chip%20Blower.pdf>
<http://www.stilrbija.com/>
<http://www.stilrbija.com/>
<http://www.tigercat.com/index.php/Models-Overview/skidders.html>
<http://www.us.manitou.com/manitou/en/type/1-telehandler>
<http://www.valtra.com/24.asp>