

# Specifičnosti sigurnosti pri izvlačenju drvnih sortimenata forvarderom

---

**Sabolić, Matea**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*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:128:777240>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



**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

Matea Sabolić

# **Specifičnosti sigurnosti pri izvlačenju drvnih sortimenata forvarderom**

Završni rad

Karlovac, 2017.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Profesional undergraduate study of Safety and Protection

Matea Sabolić

**Safety particularities of extracting wood  
assortments by forwarders**

Finalpaper

Karlovac, 2017.

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

Matea Sabolić

# **Specifičnosti sigurnosti pri izvlačenju drvnih sortimenata forvarderom**

Završni rad

Mentor:

Marko Ožura, v.pred.

Karlovac, 2017.



**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/ specijalistički studij: sigurnost i zaštita  
(označiti)

Usmjerenje: zaštita na radu

Karlovac, 2017.

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Matea Sabolić

Matični broj: 0415613076

Naslov: SPECIFIČNOSTI SIGURNOSTI PRI IZVLAČENJU DRVNIH SORTIMENATA  
FORVARDEROM

Opis zadatka: U završnom radu treba uvodno opisati općenite karakteristike stroja, tehnike rada samog forvardera te u kombinaciji sa harvesterom. Treba analizirati podatke o ispitivanju buke i vibracije tijekom rada na stroju. Završni dio napisati u obliku vlastitog zaključka obrade i analiziranja podataka.

Prilikom pisanja rada treba pravilno citirati literature svih izvora i služiti se referentnim stručnim i znanstvenim člancima.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Srpanj, 2017.

Kolovoz, 2017.

20. rujna 2017.

Mentor:

Marko Ožura, v.pred.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

**SAŽETAK:**

U području hrvatskih nizinskih šuma za skupljanje i privlačenje drvnih sortimenata primjenjuje se poseban oblik primarnoga transporta drva, za koji je znakovita potpuna odignutost tereta (oblovine) od tla, pri čemu se koriste forvarderi. Forvarderi su samopogonjena vozila namijenjena pomicanju stabala ili njegovih dijelova koji drvo izvoze utovarno u tovarnom prostoru vozila iz šumskog bespuća do pomoćnoga stovarišta, odnosno šumske ceste. Prvi forvarderi imali su četiri kotača, po dva na svakom dijelu gdje su svi kotači bili pogonski. Poslije se prvo stražnji most zamjenjuje s bogi ovjesom, a nakon njega i prednji. U današnje vrijeme za forvardere se može reći da su dosegli maksimum u svom razvoju, međutim još uvijek postoje neke stvari koje se mogu doraditi, promijeniti i na kraju krajeva poboljšati.

**Ključne riječi:** nizinske šume, forvarderi, bogi ovjes

**ABSTRACT:**

In the area of Croatian lowland forests, a special form of primary wood transport is applied as a means of gathering and pulling wood assortments. For the mentioned transport a complete lift of the cargo (round logs) from the ground is significant, for which forwarders are used. Forwarders are self powered vehicles intended for moving trees or their parts, carrying the loaded timber in the vehicle's cargo compartment from the forest wastelands to the auxiliary depot, i.e. forest road. The first forwarders had four wheels, two on each part where they were drive wheels. Later on, the rear axle was first replaced by a bogie suspension, and after that, the front axle. Nowadays, it is safe to say that forwarders have reached the peak of their development, however; there are certain things that can be developed further, altered, and in the end, improved.

**Keywords:** lowland, forwarders , bogie suspension

**SADRŽAJ:**

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA .....	I
SAŽETAK.....	II
SADRŽAJ.....	III
1. Uvod .....	1
1.1. Forvarderi u Hrvatskoj.....	4
2. Općenite karakteristike stroja – forvarder JOHN DEERE 1710 D .....	7
2.1. Dimenzije i masa forvardera .....	9
3. Tehnike rada.....	10
3.1. Tehnike rada forvarderom .....	11
3.2. Tehnike rada u kombinaciji sa harvesterom .....	13
3.3. Ergonomske parametri pri radu harvestera i forvardera .....	18
4. Nizinske šume.....	20
4.1. Izvoženje.....	22
5. Zaštita na radu.....	23
6. Oštećivanje dubećih stabala.....	25
7. Ocjena indeksa kotača.....	27
8. Hrvatske šume.....	33
8.1. Proizvodnja drvnih sortimenata .....	34
8.2. Privlačenje drvnih sortimenata .....	34
8.3. Prijevoz drvnih sortimenata .....	34
8.4. Prodaja drvnih sortimenata.....	34
9. Zaključak .....	36
10. Literatura .....	38
11. Popis priloga .....	39

## 1. Uvod

Šumarstvo je grana gospodarstva i znanost koja se bavi uzgojem, njegom, zaštitom i iskorištavanjem šuma. Predmet su njezine djelatnosti šuma i šumsko tlo, šumski proizvodi te drvni proizvodi finalne potrošnje i tzv. sporedni proizvodi šuma, zaštitne djelatnosti te djelatnosti vezane uz rekreaciju i poboljšanje okolišnih vrijednota krajolika.

Najvažniji je instrument šumarske politike zakon o šumama. Njegova je bitna značajka restriktivnost i zabrana krčenja, paljenja i neplanske sječe. Zakon propisuje načine na koje se šuma smije iskorištavati, posječeno drvo izvlačiti, s propisima i obvezama plaćanja poreza od strane vlasnika šume. [1]

Eksploatacija šuma, odnosno proces proizvodnje šumskih sortimenata sastoji se od dvije sastavnice: sječe i izrade stabala te transporta izrađenih drvnih sortimenata.

Transport drvnih sortimenta se dijeli na primarni transport te sekundarni ili daljinski transport.

Primarni transport podrazumijeva pomicanje izrađenih drvnih sortimenata od mjesta izrade (panja) do pomoćnog stovarišta. Pod sekundarnim ili daljinskim transportom podrazumijevamo prijevoz drvnih sortimenta od pomoćnog stovarišta do mjesta njihove daljnje prerade.

S obzirom na radno sredstvo kod primarnog transporta razlikujemo privlačenje traktorima, izvoženje forvarderima te iznošenje žičarama.

Od početka mehaniziranja radova u hrvatskom šumarstvu tijekom 50-ih godina prošlog stoljeća, najčešći način primarnog transporta u brdskim područjima je privlačenje drva traktorima.



U početku su se prvenstveno rabili poljoprivredni traktori opremljeni šumskim vitlima te zaštitnim okvirima. Prednost opremanja traktora vitlima je njihovo kretanje samo po traktorskim vlakama čime se smanjuje oštećenje šumskog tla i mladih stabala.

Traktor sa postavljenim vitlom na zadnjem kraju ne mora zauzeti položaj uz posječeno stablo ili izrađene drvne sortimente prilikom formiranja tovara, jer radom vitla postoji mogućnost privitlavanja stabla, debla ili drvnog sortimenta od mjesta sječe i izrade do traktora na vlaci. [2]

U današnje vrijeme vozila koje se primjenjuju za primarni transport drva u nizinskim šumama (drvo se ne vuče po tlu, već se kotura – izvozi na kotačima) uglavnom su specijalna šumska vozila – forvarderi i traktorske ekipaže.

Forvarderi se primjenjuju kao radno sredstvo za izvoženje drva u sječinama glavnoga prihoda drva (oplodne sječe), dok se u sječinama prethodnog prihoda (prorede) koriste traktorski skupovi (ekipaže).



Slika 1. Izvoženje drva forvarderom

(izvor: <https://www.deere.com/en/forwarders/1110g-forwarder/>)

Upotreba tih vozila uvjetuje sortimentu metodu izradbe drva zbog ograničene duljine njihova utovarnog prostora.

Slabak (1983) navodi da je privlačenje drva najznačajnija i najskuplja sastavnica pridobivanja drva te kao ključnu dvojbu smatra pitanje da li drvo vući po tlu ili izvoziti na kotačima.

Sever (1980) spominje da se uvođenjem specijalnih šumskih vozila omogućilo i uvođenje novih tehnoloških procesa u polufazi privlačenja drva.

Izravne štete koje se javljaju na šumskim tlima izazvane su zbijanjem čestica tla prolaskom vozila, njegovim premještanjem te prodorima kotača u tlo posebno kod njegove ograničene nosivosti.

Šumska vozila postaju sve većih masa, a razlozi su u zahtjevima za povećanjem proizvodnosti te njihove primjene i trajnosti (Rieppo i dr. 2002)

Da bi tlo zadržali u prirodnom stanju, nužne su promjene u planiranju, ali i izvođenju postupaka pridobivanja drva, što se može postići ograničavanjem kretanja vozila po pogodnim oblicima mreže sekundarnih šumskih prometnica.

Površina je gaženja značajan parametar oštećenja šumskog tla pri izvoženju drva forvarderima (Poršinsky 2005) koji se kreću po površini sječne jedinice utovarujući izrađene drvne sortimente.

Kod metode CLT (engl. Cut-to-length) i sortimentne metode izradbe drva posljedica je manje oštećivanje tla iz razloga, što se kod navedene metode općenito smatra da se drvo izvozi na kotačima (forvarderom) pri čemu se tlo oštećuje samo voznim sustavom vozila u odnosu na privlačenje drva skiderom gdje se tlo oštećuje i voznim sustavom, a i izvučenim drvom (Rummer 2002).

Landford i Stokes (1995) zaključuju da privlačenje skiderima primjenom stablovine metode izradbe uzrokuje veći udio gaženja površine te veće zbijanje tla u odnosu na izvoženje sortimenta metodom izrađenog drva forvarderima. [3]

## 1.1. Forvarderi u Hrvatskoj

Prvi forvarderi imali su četiri kotača, po dva na svakom dijelu gdje su svi kotači bili pogonski. Poslije se prvo stražnji most zamjenjuje s bogi ovjesom, a nakon njega i prednji.

Jedan od prvih forvardera



Slika 2. Jedan od prvih forvardera [14]

Današnji forvarder



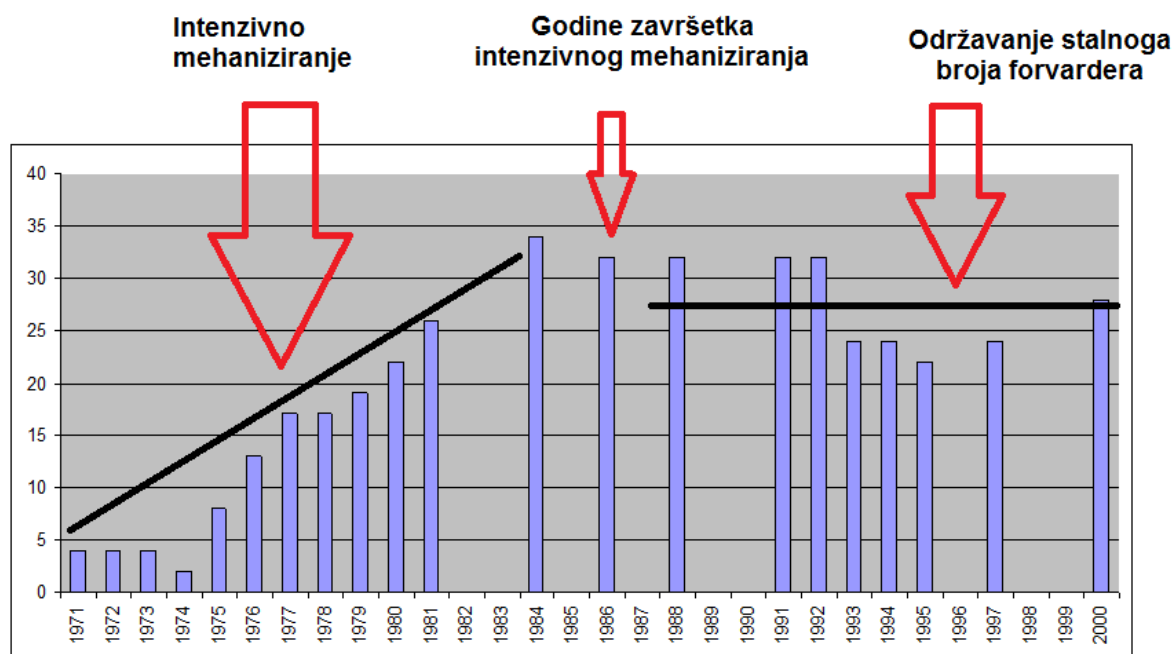
Slika 2. Današnji forvarder [14]

Krajem 70-ih pa sve do polovice 80-ih godina forvarderi bivaju sve više usavršavani jer se u njih umjesto dotadašnje hidrodinamičko-mehanička ugađuje računalom upravljana hidrodinamičko-mehanička transmisija.

Kabine na strojevima s vremenom su bile sve više ergonomski povoljne.

Današnji se forvarderi konceptijski ne razlikuju od onih od prije pola stoljeća, ali što se tiče okolišne pogodnosti, humanizacija rada i automatike, uvelike su uznapredovali i s punim se pravom mogu nazvati vrhunskom tehnologijom šumarstva.

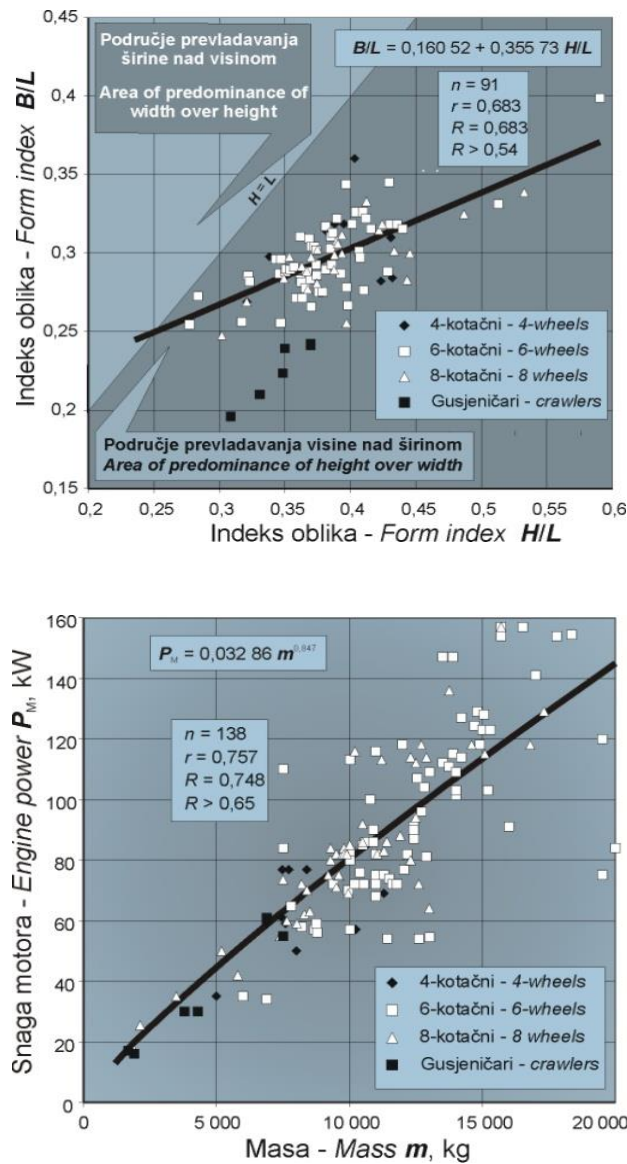
U današnje vrijeme za forvardere se može reći da su dostignuli maksimum u svom razvoju, međutim još uvijek postoje neke stvari koje se mogu doraditi, promijeniti i na kraju krajeva poboljšati. [4]



Slika 3. Broj forvardera u Hrvatskoj [14]

## Neke morfološke značajke forvardera

Morfološka raščlamba pokazuje da familija forvarderskih vozila ima jasno izražene zajedničke značajke!



Slika 4. Indeksi oblika i Ovisnost masa - snaga motora [14]

## 2. Općenite karakteristike stroja – forvarder JOHN DEERE 1710 D

Forvarderi su samopogonjena vozila namijenjena pomicanju stabala ili njegovih dijelova koji drvo izvoze utovarno u tovarnom prostoru vozila iz šumskog bespuća do pomoćnoga stovarišta, odnosno šumske ceste. [5]

U današnje vrijeme za forvardere se može reći da su dosegli maksimum u svom razvoju, međutim još uvijek postoje neke stvari koje se mogu doraditi, promijeniti i na kraju krajeva poboljšati. [4]

### Osnovne tehničke karakteristike forvardera

Motor:	John Deere
Model:	6081 H
Snaga:	160.3 W
Moment sile:	1099.6 Nm
Izmjerena snaga:	2000 rpm
Pomak:	8.1 L
Izmjereni moment sile:	1300 rpm
Broj cilindara:	6
Usis:	turbina

### Operativni

Operativna masa 8WD:	19499.9 kg
Kapacitet goriva:	181.7 L
Hidraulični sustav tekućine:	189.3 l
Radni napon:	24 V
Amperaža alternatora:	140 amps
Prednja/zadnja veličina gume:	750 x 26.5 / 750 x 26.5

### Prijenos

Tip:	hidrostatičko/ mehaničko
Broj brzina za kretanje naprijed:	2
Broj brzina za kretanj unatrag:	2
Maksimalna brzina:	23 km / h

### Hidraulika

Tip pumpe:	
Kapacitet protoka:	210.1 L/ min
Pritisak otpusnog ventila:	23 993.7 kPa

### Kabina

Težina tereta:	17000.6 kg
Teretni prostor:	5.4 m <sup>2</sup>

### Dizalica

Tip:	Timberjack CF 8 8
Dužina:	8500 mm
Bruto zakretni moment podizanja:	151000 Nm
Bruto moment klizanja:	41000 Nm

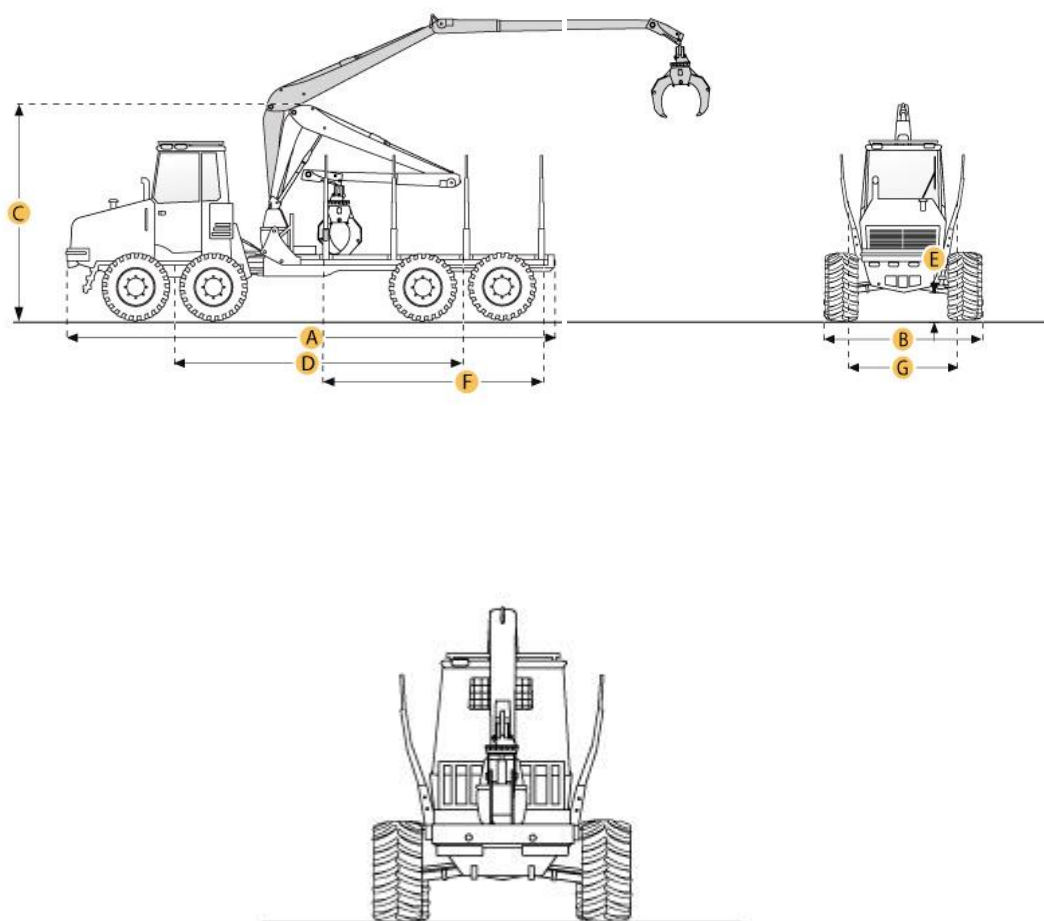
### Dimenzije

Duljina:	10850 mm
Širina kotača:	3190 mm
Visina do vrha dizalice:	3900 mm
Međuosovinski razmak kotača:	5900 mm
Razmak od tla između osovina:	730 mm
Duljina kabinskog prostora:	5560 mm
Širina kabinskog prostora:	2950 mm



## 2.1. Dimenzije i masa forvardera

- A. Duljina: 10850 mm
- B. Širina kotača: 3190 mm
- C. Visina do vrha dizalice: 3900 mm
- D. Međuosovinski razmak kotača: 5900 mm
- E. Razmak od tla između osovina: 730 mm
- F. Duljina kabinskog prostora: 5560 mm
- G. Širina kabinskog prostora: 2950 mm [6]



Slika 5. Dimenzije i masa forvardera [6]



### 3. Tehnike rada

Kretanje strojevima u šumi dopušteno je samo po unaprijed obilježenim ili izgrađenim šumskim putovima (vlakama).

Susjedna stabla uz vlak u je potrebno adekvatno zaštititi od oštećenja.

Strojevima treba upravljati tako da ne dolazi do oštećenja susjednih stabala.

Uvijek se mora voditi računa o težini tereta i nosivosti terena.

Pretovarivanjem dolazi do prekomjernog sabijanja tla, a također se oštećuje žilje i korijenje okolnih stabala. [7]



Slika 6. Kretanje šumskim putovima

(izvor: <https://www.google.hr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.loggingon.net%2Fuserfiles%2Fimage%2Fnews%2FLogging-on-2015%2FAugust-2015%2FAugust2%2FKomatsu-830-forwarder-discontinued.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.loggingon.net%2Fkomatsu-discontinues-its-830-forward>)

### 3.1. Tehnike rada forvarderom

#### Sakupljanje

Forvarder se kreće po bespuću koristeći zamišljenje ili unaprijed određene izvozne puteve zbog smanjenja gaženja.

Gaženje – površina zbijenog tla. za vrijeme dizalice blokiran poprečni zglob.



Slika 7. Sakupljanje [14]

#### Izvoženje

Bogi sustav smanjuje naginjanje tovarnog dijela- bolja bočna stabilnost.

Visoki tovar = visoko težište.

Polugusjenice zbog smanjenog zbijanja tla.

Skretanje pomoću uzdužnog zgloba, a njihanje između prednjeg i stražnjeg dijela omogućuje poprečni zglob.



Slika 8. Izvoženje [14]

### Istovar – slaganje

Pri istovaru vozač forvardera vrši i sortiranje.



Slika 9. Istovar – slaganje [14]

### 3.2. Tehnike rada u kombinaciji sa harvesterom

Pri sortimentnoj metodi izradbe stabla se obaraju, krešu se grane i izrađuju različiti sortimenti prema važećim normama na mjestu sječe (kod panja). U današnje je doba sječa i izradba ručno-strojna, s primjenom motornih pila ili potpuno mehanizirana. Drvo se, izrađeno sortimentnom metodom, po bespuću izvozi forvarderom, iako je moguća primjena i ostalih sredstava privlačenja drva po tlu i zraku. Osnovna je značajka sortimentne metode izradbe drva njena primjenjivost pri svim uzgojnim zahvatima (prorede, oplodne sječe, preborne sječe).

Sustav mehaniziranog pridobivanja kratkog drva zasniva se na grupnom radu jednozahvatnoga harvestera i forvardera usklađenih proizvodnih mogućnosti. Harvester izvodi sječu stabala, kresanje grana, trupljenje debla, mjerenje sortimenata i njihovo slaganje u hrpe, koje će forvarder utovariti i izvesti do pomoćnoga stovarišta. Određen sortimentnom metodom izradbe drva (cut to length), skupni rad harvestera i forvardera, predstavlja zaokruženu cjelinu kojom se rješava sječa i izradba kratke oblovine, privlačenje do pomoćnog stovarišta, a u određenim slučajevima i daljinski transport drva.



Slika 10. Harvester i forvarder [5]

Strojna sječa i izradba drva harvesterom, zamijenjuje teški ljudski i za život opasan ručno-strojni rad motornom pilom. Osim navedenoga, ciljevi mehaniziranja ove sastavnice pridobivanja drva su: podizanje proizvodnosti, sniženje troškova



produkcije, uljudivanje rada te izbjegavanje krize ponude radne snage za radu iskorištavanju šuma (Krpan 2000).

Harvesteri su vozila za kretanje po bespuću, čija je osnovna namijena obaranje stabala i izradba kratkog drva kraj panja (Drushka i Konttinen 1997). Kellog i dr. (1993) određuju harvester kao stroj za sječu, kresanje grana, prevršivanje te trupljenje stabala na mjestu sječe. Konstrukcijski se proizvode kao jednozahvatni i višezahvatni strojevi. U današnje doba, proizvode se i kombinirani harvesteri, tzv. harvarderi koji pored sječe i izradbe stabala, obavljaju izvoženje drva do pomoćnog stovarišta.



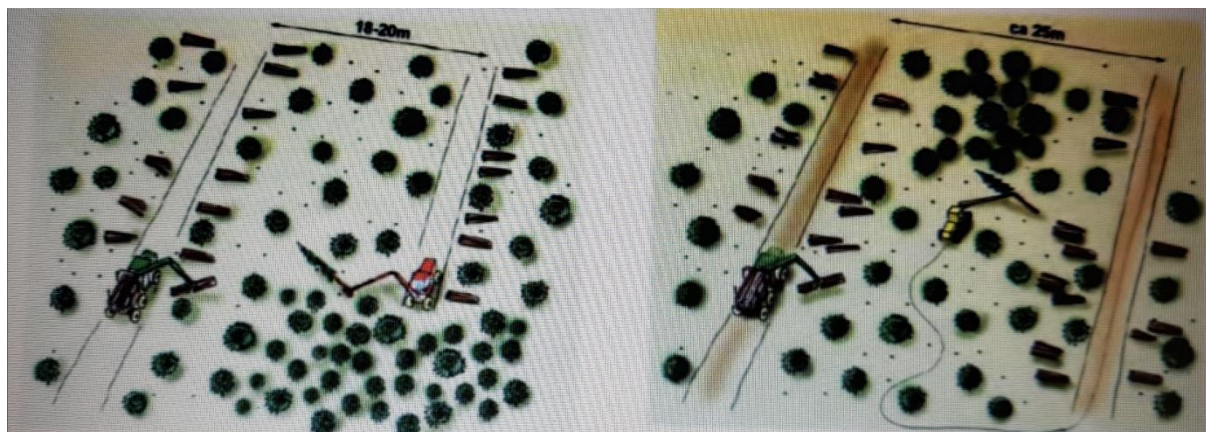
Slika 11. Harvester [5]

Šasija harvestera se sastoji od dva odvojena okvira. Prednji dio vozila (kabina, hidraulična dizalica sa sječnom glavom) i stražnji (pogonski motor) spojeni su zglobno, s mogućnošću gibanja u vodoravnoj i uspravnoj ravnini. Harvesterom se upravlja preko zgloba, promjenom kuta prednjeg i stražnjeg dijela vozila u vodoravnoj ravnini, što omogućavaju najčešće dva hidraulična cilindra. Kod harvestera s više od četiri kotača na prednju 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 njegovu povećanu stabilnost prilikom obaranja stabla.

Računalni sustav harvester kontrolira rad sječne glave, izmjeru stabla, donošenje odluke o mjestu trupljenja u svrhu polučenja najveće iskoristivosti debela, odnosno o izradbi sortimenata zadanih dimenzija prema zahtjevima kupaca. Korištenje računala, GIS-a i bežične razmjene podataka u sustavu strojne sječe pridonose racionalizaciji rada unutar cijeloga procesa pridobivanja drva.

Pri sječi stabala harvesterom provodi se kontrolirano obaranje, kod čega dolazi do izražaja smanjivanje oštećivanja preostalih stabala u sastojini. Stabla s debelim i pod malim kutom u odnosu na deblo položenim granama, koje ometaju rad harvestera, okresat će se motornom pilom. Takav način rada kao i ograničenje čistih sječa na manjim ploštinama (od 0,5 do 3 ha u Austriji, do 4 ha u Poljskoj) ne ograničava primjenu harvestera, ali značajno utječe na organizaciju i rentabilnost rada, kao i na veličinu šteta u sastojini (Moskalik i Paschalis 1999).

Kod čistih sječa, harvester se kreće slobodno po sječini, dok druge vrste sječa (prorede, preborne) zahtijevaju infrastrukturu. Vlake širine 3,5 do 4 metra harvester si tijekom rada prosijeca na određenim međusobnim razmacima (Sambo 1999). Najjednostavniji međusobni razmak je 20 m, pri kojem harvesteri s hidrauličnom rukom dohvata 10 m, krećući se po vlaki, mogu dosegnuti i oboriti sva stabla. Kod ovakvog načina rada, harvester okresane grane polaže pred kotače vozila, čime poboljšava nosivost podloge odnosno smanjuje oštećenje tla na vlakama. Sustav je i okolišno prihvatljiv jer važna hranjiva ostaju nakon sječe u sastojini, čime se potiče stvaranje humusa i povećavaju hranidbene mogućnosti staništa (Meek 1993, Ward i Lyons 2001). Ukoliko je razmak vlaka veći, rad harvestera kombinira se s ručno-strojnom sječom ili se pri radu harvester kreće po površini između vlaka.



Slika 12. Sheme rada harvestera i forvardera u skupnom radu [5]

Pri izvoženju sortimenata forvarderima, moguće je razvrstavanje i slaganje obloga drva u visoke složajeve uz rubove šumskih cesta, što smanjuje potrebu za prostranim pomoćnim stovarištima. Izvoženjem drva smanjuje se mogućnost oštećenja i zadržava čistoća (blato, kamenje) sortimenata u odnosu na vuču drva traktorima po tlu. U odnosu na ručno-strojnu sječu i izradbu stabala te privlačenje drva zglobnim traktorima vučom drva po tlu, rad harvesterom i forvarderom spada u okolišno prihvatljivije tehnologije proizvodnje obloga drva (Andersson 1994, Richardson i Makkoncn 1994).

Učinkovitost harvestera kreće se u širokom rasponu od 5,5 do 30 m<sup>3</sup> po pogonskom satu rada (Bensch i Urbaniak 2001). Na učinak harvestera djeluje sječna gustoća tj. broj doznačenih stabala po jedinici površine. Osim sječne gustoće na njegov učinak i troškove snažno djeluje zakon obujma komada, jer se njegov učinak s porastom prsnog promjera sječnoga stabla, odnosno obujma stabla povećava (slika 2) uz istodobno smanjivanje troškova rada (Tufts 1997, Bulley 1999, Meek 2000). Zbog izrazitog utjecaja obujma stabla na proizvodnost jednozahvatnoga harvestera, razvijene su sječne glave za obaranje više tanjih stabala u jednom zahvatu (Peltola i Papunen 2001). Proizvodnost forvardera pri ovoj tehnologiji nije toliko utjecana dimenzijama stabala, jer su sortimenti izrađeni od više tanjih stabala složenih u jednu hrpu. Tako složeno drvo, čak i malih pojedinačnih dimenzija, omogućuje veću učinkovitost dizalice forvardera (Krpan 1992, Porsinsky 2002). Ipak duljina sortimenata ima velik utjecaj, jer je zamjetan pad proizvodnosti kod oba stroja u slučaju velikoga udjela prostornoga drva duljine 2,5 m (Pulkki 2001). Iz tog se razloga

nastoji izrađivati trupce i prostorno drvo u što većim duljinama (do 7 m). Najveći promjer zahvatanja sječne glave (70 cm) ograničava uporabu harvesteru pri obaranju stabala većih dimenzija (Bručić 1997), dok građa stabala listača te reljefne prilike djeluju na smanjenje učinkovitosti (Krpan 2000). U srednjoj Europi harvester se koristi u proredama listača, ali mu je učinkovitost u odnosu na rad u četinjačama manja za oko 25 % (Pausch 1999). Smatra se kako je primjena harvesteru u bjelogoričnim sastojinama vezana samo za zimsko razdoblje. To se povezuje s mogućim povećanim oštećenjima sastojine koja nastaju pri primicanju krošnjatih oboreni bukovi stabala. U pravilu potrebni su nešto teži strojevi za sječu i izradbu relativno tanjih stabala listača.

Glavni nedostatak jednozahvatnoga harvesteru je njegova složenost zbog koje vozači moraju biti vrhunski obučeni. Obuka je vozača skupa i može trajati do dvije godine, dok vozač u cijelosti ne ovlada rukovanjem strojem. Ipak, kroz nekoliko mjeseci većina vozača stječe zadovoljavajuća znanja i vještine (H o s s 2001).

Jedan je od osnovnih zadataka mehaniziranja oslobađanje ljudi od teškog, zamornog i opasnog šumskog rada. Fizičko opterećenje pri radu harvesterom neuporedivo je manje nego pri radu motornom pilom. Zapravo se rukovatelj u suvremenim strojevima vrhunske strojarske i računalne tehnologije nalazi u ugodnom okruženju klimatizirane kabine i upravljačke ploče, lišen svih neugodnih vanjskih utjecaja. Unatoč smanjenju fizičkog opterećenja i ugodnoga, ergonomski riješenog okruženja radnoga mjesta, vozači pate od psihičkoga opterećenja. Smatra se da ono nastaje zbog čestog ponavljanja jednostavnih radnji uz trajni visoki stupanj usredotočenosti i osjećaja osamljenosti, u ipak skučenom prostoru kabine. Rješenja se traže u izmjeni radnih aktivnosti. Nakon tri sata upravljanja harvesterom vozač se na primjer prebacuje na rad motornom pilom ili se izmjenjuje s vozačem forvardera. [5]



### 3.3. Ergonomski parametri pri radu harvesterera i forwardera

Buka u radnom okolišu raste s povećanjem primjene tehničkih rješenja te postaje neprihvatljiva mnogostruko prekoračujući dopuštene granične vrijednosti sigurnosti i zdravog rada.

Trend potpunog mehaniziranja pridobivanja drva harvesterskom tehnologijom zahtjeva procjenu ergonomskih čimbenika radnih aktivnosti te utjecaj strojnog rada na prirodni okoliš. Cilj je pokazati potrebu za mehaniziranjem procesa pridobivanja i prijevoza drva u šumarstvu s obzirom na velike mogućnosti napretka u području učinkovitosti, ekologije te sigurnosti i zaštite zdravlja na radnom mjestu.

Analizom rezultata mjerenja buke harvesterera i forwardera utvrđena je razlika od oko 4 dB. Mjerenja ekvivalentna razina buke harvesterera u radu iznosila je 69,9 dB, a forwardera u radu 74 dB. Razlika se može objasniti učestalijim i bržim kretanjem forwardera tijekom rada u odnosu na harvester. Dakle, veće su brzine rada i snaga motora forwardera, što uzrokuje veću razinu buku od one izmjerene u kabini harvesterera.

Potrebno je naglasiti da nisu prekoračene dopuštene granice vrijednosti buke na radnom mjestu određene aktualnim zakonski okvirima. Najveća dopuštena razina buke u kabini harvesterera i forwardera iznosi 80 dB i ni u jednom slučaju nije prekoračena.

Brz je tehnološki razvoj omogućio proizvođačima da smanje razinu buke u harvesterima i forwarderima ispod dopuštenih graničnih vrijednosti te tako smanje izloženost radniku mogućih oštećenja sluha.

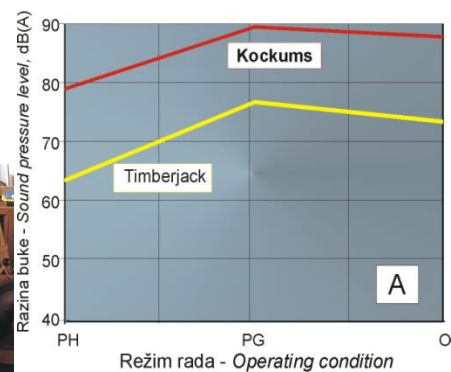
Svaki proizvođač nastoji smanjiti štetne utjecaje radnih strojeva na psihičko i fizičko zdravlje radnika.

Analiza rezultata mjerenja provedenih na području Vojnih šuma i posjeda Malacky dokazuje pogodnost harvesterske tehnike s ergonomskog stajališta, posebice s

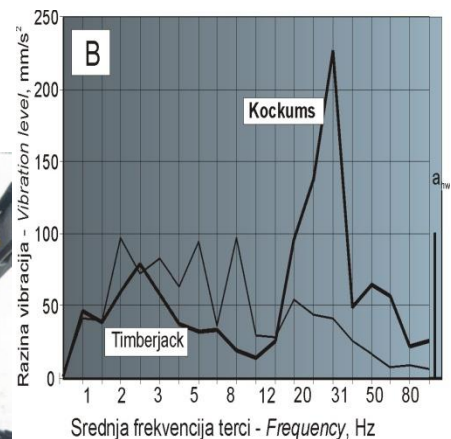
obzirom na buku, jer radnika opterećuje u puno manjoj mjeri nego motorna pila ili zglobni traktor.

Razina buke tijekom rada motornom pilom i zglobnim traktorom uvelike nadmašuje dopuštene granične vrijednosti i može voditi oštećenju sluha. Također je važno utvrditi i utjecaj ostalih čimbenika, kao što su neuropsihološko opterećenje i vibracije.

Navedeni čimbenici u značajnoj mjeri utječu na trajanje rada i odmora, zbog čega je važno održavati radnu disciplinu kako bi se izbjeglo ozljeđivanje radnika i profesionalne bolesti. Potrebna su daljnja istraživanja s naglaskom na ergonomiju, posebice opterećenje radnika bukom. [9]



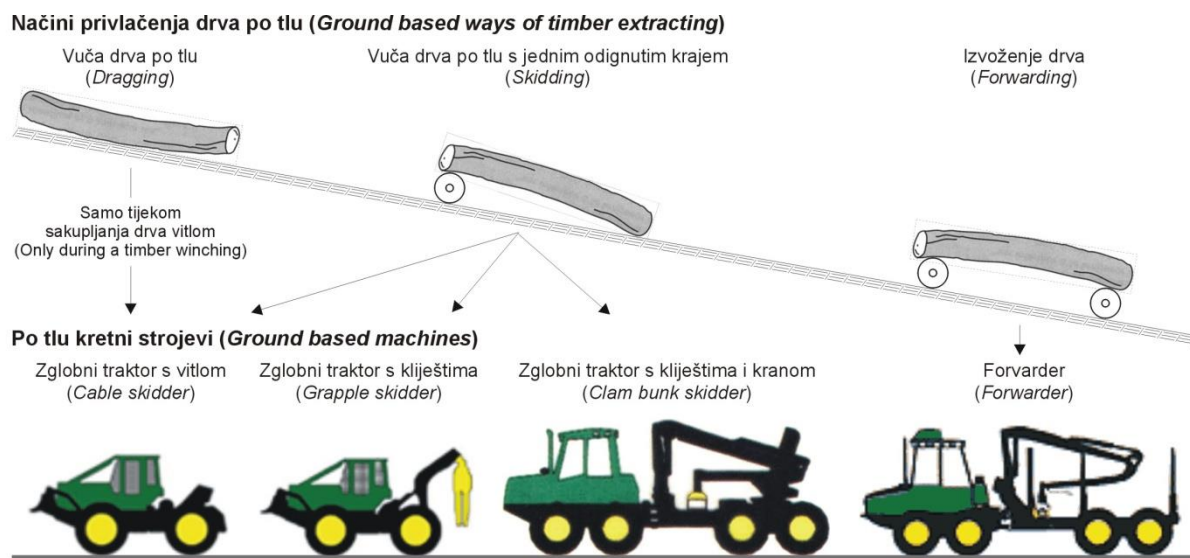
Slika 13. Buka u kabini [14]



Slika 14. Vibracije na sjedištu [14]

## 4. Nizinske šume

U području hrvatskih nizinskih šuma za skupljanje i privlačenje drvnih sortimenata primjenjuje se poseban oblik primarnoga transporta drva, za koji je znakovita potpuna odignutost tereta (oblovine) od tla, pri čemu se koriste forvarderi.



Slika 15. Načini privlačenja drva forvarderom

Forvarderi su samopogonjena vozila namijenjena pomicanju stabala ili njegovih dijelova koji drvo izvoze utovarno u tovarnom prostoru vozila iz šumskog bespuća do pomoćnoga stovarišta, odnosno šumske ceste.

Klasterskom analizom dobivena su tri razreda forvardera. To su laki, srednje teški i teški forvarderi.

Kao najvažniji čimbenik pri razvrstavanju pokazala se nosivost forvardera. Laki su nosivosti do 11 t, srednje teški od 11 do 14, a teški forvarderi imaju nosivost veću od 14 t.

U hrvatskom šumarstvu koriste se uglavnom srednje teški i teški forvarderi, dok se umjesto lakih forvardera koriste razne inačice traktorskih ekipaža.

Primjena izvoženja drva razumijeva sortimentnu metodu izradbe oblovine. Stoga su značajke tovara ( prosječan obujam komada i njegove dimenzije) posredno uvjetovane i prosječnim dimenzijama doznačenih stabala za sječu i izradbu.

Pri planiranju privlačenja drva, kao najzahtjevnijoj sastavnici pridobivanja drva, postavljaju se zahtjevi za poznavanjem prisutnih utjecajnih čimbenika određenog područja te njihova djelovanja na djelotvornost korištenih sredstava privlačenja drva.

Važniji utjecajni čimbenici izvoženja drva iz sječina hrvatskih nizinskih šuma svakako su srednja udaljenost privlačenja, nosivost podloge (tla), obujam prosječnog komada oblovine u tovaru, sječna gustoća te nosivost forvardera. [5]

## 4.1. Izvoženje

Pridobivanje drva glavnoga prihoda nizinskih jednodobnih šuma u Hrvatskoj zasniva se na sječi i izradbi drva motornim pilama lančanicama te izvoženju drva forvarderima koje je izrađeno sortimentnom metodom.

Pritom se rabe srednje teški (12-16 t) i teški (>16t) forvarderi, čija se masa s teretom kreće u rasponu od 25 do 40 t, a raspodijeljena je na tri ili četiri osovine.

Troosovinski (šestokotačni) forvarder opremljen je s dva veća kotača na prednjoj osovini te četiri manja kotača na stražnjoj, koja je izvedena kao udvojena, njihajuća (bogi) osovina.

Četveroosovinski (osmokotačni) forvarder opremljen je kotačima istih dimenzija na prednjoj i na stražnjoj bogi osovini vozila.

Bogi osovina, s kotačima u tzv. tandemskom rasporedu, povećava kretnost i stabilnost forvardera pri radu po šumskom bespuću.

Tla nizinskih šuma Hrvatske težega su mehaničkog sustava, a u uvjetima čestoga prekomjernoga vlaženja tijekom cijele godine smanjuje se njihova nosivost te se ona kao takva svrstava u osjetljiva šumska staništa. [ 10 ]

## 5. Zaštita na radu

Hrvatske šume d.o.o. kao poslovni subjekt ne može biti uspješan ako se ne brine za radnike i osobe na radu, za njihovu sigurnost i zaštitu zdravlja na radu, odgovarajuću radnu sredinu i radne uvjete.

Potreba provođenja zaštite na radu temelji se na postojanju rizika koje čine opasnosti, štetnosti i napori pri radu, a kojima su radnici izloženi u radnom procesu i vezani su uz rad, radno mjesto i radni okoliš.

Sigurnost i zaštita zdravlja na radu predstavljaju neizostavnu obvezu i odgovornost ne samo Uprave Društva i rukovodećih struktura, nego i svih onih koji se po bilo kojoj osnovi rada nalaze u sustavu Hrvatskih šuma d.o.o.

U 2016. godini uz suglasnost Uprave Društva, prijedloga i sugestija Službe zaštite na radu i stručnjaka zaštite na radu, preko Ovlaštenika poslodavca za provođenje mjera zaštite na radu, Povjerenika radnika za zaštitu na radu i radnika, izvršavane su sve propisane i preuzete obaveze koje proističu iz Zakona o zaštiti na radu, Zakona o zaštiti od požara i drugih propisa koji uređuju djelokrug zaštite na radu:

- U suradnji sa službama na terenu, redovno se održavaju sastanci Odbora zaštite na radu.
- Redovito se održavaju sastanci i koordinacije po Podružnicama.
- Putem okružnica, naputaka i zapisnika sa sastanaka Odbora ZNR te koordinacija, odnosno putem radničkog vijeća i skupova radnika, izvješćuju se svi zaposlenici o aktivnostima i stanju zaštite na radu. • Stručni suradnici Službe kontinuirano obavljaju osposobljavanja ovlaštenika i radnika, a naročito pred sezonu velikih poslova.
- Stalno praćenje izmjena i donošenja novih podzakonskih propisa kao posljedice izmjena Zakona o ZNR te operativna primjena istih.

- Sukcesivno se radi na usklađivanju sustava ZNR u HŠ d.o.o. sukladno novom Zakonu ZNR i objavljenim pravilnicima kroz naputke i preporuke (svi pravilnici koji proističu iz Zakona još nisu izrađeni i objavljeni).
- Procjene rizika se kontinuirano ažuriraju sukladno novom Pravilniku o izradi procjene rizika te su usklađena postupanja prema istim.
- Izrađeni su planovi evakuacije i spašavanja te su obavljene vježbe na svim UŠP.
- Pripremljeni su Plan evakuacije i spašavanja te Procjena rizika za upravnu zgradu Direkcije.
- Uspješno je obavljena nabava osobne zaštitne opreme i sredstava po grupama nabave te uvođenje nove OZO (cipele za- štitne visoke sjekačke i cipele za tehničko osoblje)
- Izrađen je prijedlog Pravilnika o testiranju na alkohol i druga sredstva ovisnosti na radnom mjestu u HŠ d.o.o. [11]

Tabela 1. Broj ozljeda u 2016.godini

<b>Godina</b>	<b>Broj ozljeda na radu</b>	<b>Broj profesionalnih bolesti</b>	<b>Broj smrtnih slučajeva</b>	<b>Broj izgubljenih dana zbog or (id)</b>	<b>Broj izrađenih jedinica po or (m3 /n)</b>
<b>2016.</b>	253	13	1	15.694	10.147

## 6. Oštećivanje dubećih stabala

Pri privlačenju drva, osim najčešćega zbijanja tla prolaskom vozila izgaženom šumskom površinom, šumsko stanište trpi in a drugi način, npr. Oštećuje se (ozljeđuju) dubeća stable, odnosno pomladak. Poznato je da pri privlačenju drva razina oštećenja raste s porastom dimenzija i mase strojeva, stupnjem mehaniziranosti rada i duljinama privlačenja oblovine (Abeels 1989, Martinić 1999).

Ozljeđivanje dubećih stabala razumijeva mehanička oštećenja na stablima pri radovima u šumi, čije se posljedice očituju smanjenjem zaštitne, socijalne i gospodarske funkcije šume. Najkritičnija oštećenja sastojina pri radovima pridobivanja drva nastaju u mladim sastojinama potpunog sklopa, na stablima gornje etaže, što neposredno utječu na daljni razvoj i trajnost višenamjenskih funkcija šume (Martinić 1991).

Obujam je oštećenja u uskoj vezi s radnim sredstvima (strojevi i oprema), kakvoćom organizacije rada, pogodnošću radnih metoda u danima terenskim i sastojinskim uvjetima te kakvoćom radne tehnike izvoditelja šumskih radova (Martinić 2000).

Oštećenja kore dubećih stabala zapravo su otvori na stablu kroz koje je ono pristupačno (otvoreno) zarazi mikoze, uzročnicima truleži drva. Gljive truležnice prehranjuju se drvom, tj. razgrađuju ga sustavom enzima u potrebna hranjive spojeve (Glavaš 1999). Osjetljivost stabala na ozljeđivanje kore i površina ozljeda ovisne su o vrsti drveća (debljina kore), odnosno o trenutku nastanka ozljeđivanja stable (razdoblje vegetacije ili mirovanja). Kod ozljeda kore  $<10 \text{ cm}^2$  ( $<100 \text{ cm}^2$ ) smanjena je mogućnost zaraze sporama gljiva jer stablo vrlo brzo kalusira nastalu ozljedu (Meng 1978).

Ozljeđivanje stabala uzrokuje i pojavu raznih grešaka drva (promjena boje, zimotrenost, okružljivost, paljivost, raskaste tvorevine), koje smanjuju vrijednost buduće oblovine ( Filip 2001).



Pri istraživanju oštećenja dubećih stabala tijekom izvoženja drva forvarderom primijenjena je metoda koja je omogućila analizu strukturnih obilježja oštećenja (Tomanić i dr. 1989, Poršinsky i dr. 2004), što je obuhvatilo:

- vrstu štete (prelomljena i izvaljena stable, oštećena dubeća stabla)
- uzrok štete (udarac šasijom vozila, udarac hvatalom hidraulične dizalice)
- mjesto oštećenja dubećih stabala (korijen, žilište, pridanak, deblo, krošnja)
- vrstu oštećenja dubećih stabala (polomljene grane, polomljena krošnja, nagnječena i oguljena kora)
- veličinu oštećenja oguljene kore (ploština ozljede)

Istraživanje je oštećenja dubećih stabala pri izvoženju forvarderom provedeno u nizinskim lužnjakovim šumama gornje Posavine, i to u odsjeku 24b, Gospodarske jedinice Obreški lug, Šumarije Remetinec, Uprave šuma podružnice Zagreb.

Tijekom rada forvardera je ukupno oštećeno 30 stabala, odnosno ~2,5 stabala/ ha.

Pri radu forvarder nije prelomio ni izvalio ni jedno stablo, već je isključivo gulio koru s najosjetljivijih (korijen i žilište) i najvrednijih (pridanak) dijelova stabala. najčešće je oštećenje dubećih stabala kidanje kore zbog dodira stable s gumom kotača vozila (76%).

Stupanj oštećenosti pokazuje da je neznatno oštećeno 23,3% stabala (~0,6 stabala/ ha), teško oštećeno 60% stabala (~ 1,5 stabala/ ha), odnosno vrlo teško oštećeno 16,7 % stabala (~0,4 stabala/ ha).

Rezultati istraživanja, sa stajališta ozljeđivanja dubećih stabala, upućuje na povoljnost izvoženja drva forvarderom pred vučom drva skiderom u kasnim proredima, a primjenom lakših forvardera ( manjih gabaritnih dimanzija) u proredama dodatno bi se smanjio obujam oštećivanja stabala preostalih nakon sječe. [14]

## 7. Ocjena indeksa kotača

U radu je prikazano istraživanje indeksa kotača kao parametra koji opisuje okolišnu prihvatljivost međudjelovanja kotača vozila i tla tijekom privlačenja (izvoženja) drva u sastojini. Istraživanje je provedeno u nizinskoj šumi hrasta lužnjaka.

Poslije napludnog sijeka i izrade drva te tijekom i nakon njegova izvoženja mjerenjem su određeni:

- mase forvardera prijenosnom vagom,
- dimenzije guma i
- nosivost tla konusnim penetrometrom.

Na temelju ovih mjerenja izračunat je indeks kotača.

Okolišna pogodnost kretanja ovoga forvardera po bespuću ocijenjena je na temelju preporuka projekta EcoWood pomoću kvocijenta  $CI*NGP^1$ .

Šumska vozila zbog svog stalnog dodira s tlom te poglavito kretanja po sastojini predstavljaju opasnost oštećenja šume i šumskog tla. Ipak je ovo djelovanje najviše ograničeno na tlo, a tek kod nekih radova ili njihova dijela utječu i na vegetaciju. Pritom se razlikuju dva pojma:

- ⇒ gaženje tla, definirano kao dio površine po kojoj se kreću vozila u odnosu na ukupnu površinu sastojine,
- ⇒ sabijanje tla, određeno kao njegova obujamna deformacija.

Dok se na gaženje tla najviše može utjecati pripremom rada i drugim organizacijskim mjerama, na sabijanje tla odlučujući utjecaj imaju upravo značajke vozila i stanje tla.

U hrvatskim nizinskim šumama, koje karakterizira prekomjerno vlaženje tla, kako to navode Anić (2001) i Poršinsky (2005), za izvoženje drva se koriste specijalna šumska vozila, forvarderi, koji su uglavnom namijenjeni za izvoz drva pri oplodnim sječama tj. u zimskom razdoblju (1. listopada do 30. ožujka). Zbog značajne ukupne mase natovarenih forvardera (za srednje veliki forvarder do 30 tona) i često

nepovoljne nosivosti tla u zimskom periodu, mogu nastati oštećenja šumskoga tla, koja se manifestiraju deformacijom tla – kolotrazima te njegovim zbijanjem.

Indeks kotača je bezdimenzijski parametar (faktor) koji opisuje međudjelovanje opterećenog kotača i tla.

Šušnjar i drugi (2006) istražuju mogućnost korištenja indeksa kotača za procjenu okolišne pogodnosti forvardera. Za njegovo izračunavanje koriste teret teorijski, pravilno raspoređen u tovarnome prostoru forvardera, koji odgovara tehničkoj nosivosti forvardera te zaključuju:

- ⇒ "Indeks kotača definiran kao odnos između konusnoga indeksa tla i tlaka ispod kotača vozila, odnosno definiran kao faktor koji obuhvaća nosivost tla, opterećenja kotača te dimenzije i elastične značajke kotača, dobro je polazište za ocjenu okolišne pogodnosti kotačnih šumskih vozila za privlačenje drva.
- ⇒ Granična vrijednost indeksa kotača koja definira dobru kretnost vozila pokazala se i "oštrijim" kriterijem od one koju određuje granična dubina kolotruga.
- ⇒ Temeljni mjeriteljski problem pri određivanju indeksa kotača – mjerenje tlaka ispod kotača vozila – može se zadovoljavajuće riješiti primjenom nekoga od poluempirijskih izraza.
- ⇒ Analiza indeksa kotača kao parametra kojim se može procijeniti okolišna pogodnost šumskih vozila za privlačenje drva, treba se dalje nastaviti kvantitativnim povezivanjem istraživanja djelovanja vozila na tlo i sastojinu i indeksa kotača."

Prema tomu, jednostavnim mjerenjem konusnog indeksa te primjenom neprekomjerno kompliciranih poluempirijskih izraza, uz poznavanje raspodjele mase po osovinama vozila može se relativno brzo izračunati indeks kotače te na njegovu temelju ocijeniti okolišna pogodnost nekoga šumskoga kotačnoga vozila.

Ciljevi ovog rada su ustanoviti stvarnu raspodjelu težina (mase) po kotačima (osovinama) forvardera, odrediti tlak ispod kotača preko poluempirijskih izraza za izračunavanje tlaka ispod kotača, mjerenjem konusnog indeksa ( $C$ ) odrediti promjenu penetracijskih karakteristika tla uslijed povećanja opterećenja te na temelju

izračunatoga indeksa kotača procijeniti okolišnu pogodnost forvardera i to za slučaju realnoga privlačenja drva forvarderom nakon oplodnoga sijeka.

Objekt ovog istraživanja je forvarder Valmet 840.2.



Slika 16. Istraživani forvarder Valmet 840.2 u radu [13]

Jedna od važnih sastavnica ovoga istraživanja je određivanje karakteristika (dimenzija) guma forvardera.

Tabela 2. Prikaz modela i veličina guma istraživanih vozila

Pozicija kotača <i>Tyre</i>	Model gume <i>Tyre model</i>	Polumjer Radius <i>r</i>	Širina <i>Width</i> <i>b</i>	Progib <i>Deflection</i> $\delta$	Dodirna površina <i>Contact</i>
<i>Forvarder – Forwarder</i>					
Prednja –	NOKIAN TRS L - 2 600/65 -	0,78	0,601	0,05	0,469
Bogi –	NOKIAN TRS LS - 2 600/55	0,66	0,6	0,02	0,396

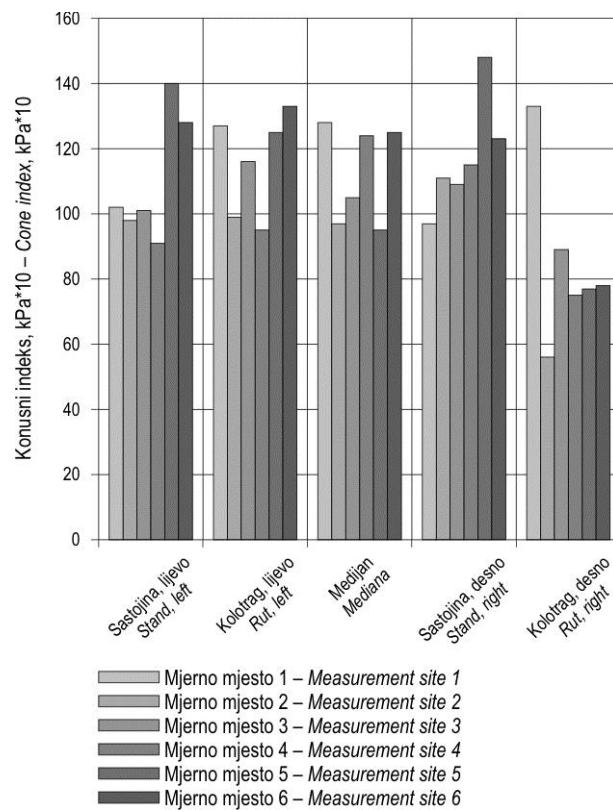
Nakon sječe i izrade forvarderom je izveženo iz odsjeka 6 tura. Ukupni obujam tovara mjeren standardnom šumarskom metodom iznosio je 74,52 m<sup>3</sup> oblog drva. Vaganjem forvardera opisanom metodom ustanovljena je ukupna masa prevezenoga drva od 68020 kg. Prosječna masa opterećenog forvardera je iznosila 27340 kg. Za prednji kotač izračunata je samo jedna vrijednost jer se masa na prednjoj osovini opterećenoga i praznoga forvardera neznatno razlikuju. Iz tablice razvidno je da za ispitivani forvarder najveći indeks kotača i najbolju kretnost ima njegov neopterećeni bogi sustav 19,82, a najlošiju kretnost opterećeni bogi sustav s indeksom kotača 9,01.

Tabela 3. Vrijednosti indeksa kotača

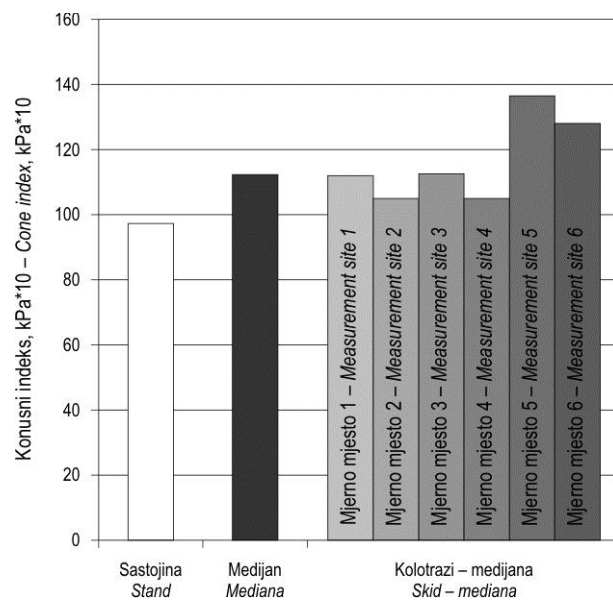
	<b>Prednji kotač Forvarder prazan/pun</b>	<b>Kotač bogi osovine Forvarder prazan</b>	<b>Kotač bogi osovine Forvarder pun</b>
<b>CI</b> -konusni indeks – <i>Cone index</i> , kPa	973	973	973
<b>G</b> -opterećenje kotača – <i>Wheel load</i> , kN	42,08	19,44	42,77
<b>A</b> -dodirna površina – <i>Contact area</i> , m <sup>2</sup>	0,469	0,396	0,396
Nominalni tlak na podlogu ( <b>NGP</b> ) – <i>Nominal ground pressure</i> , kPa	89,57	49,09	108,01
Indeks kotača – <i>Wheel numeric N<sub>k</sub></i> (Mellgren)	<b>10,86</b>	<b>19,82</b>	<b>9,01</b>

Iz tablice zapaža se da prednji kotači i kotač bogi osovine natovarenoga forvardera imaju nominalni tlak na tlo veći od 80 kPa i to za približno 10 % prednji kotač (89,57 kPa) te gotovo 40 % kotač bogi osovine (108,01 kPa). Na temelju EcoWood razredbe terena može se tvrditi da se na jako čvrstome tlu sastojine ( $CI = 973$  kPa) može očekivati kretanje prednjih kotača bez bitnih negativnih posljedica dok se za kotače bogi osovine natovarenoga forvardera to ne može tvrditi sa sigurnošću.

Ako se izračunaju indeksi kotača, tada se dobiva numerički parametar koji kvantitativno bolje opisuje kriterij kretnosti. Tako se prema izračunatim indeksima kotača (10,86 i 9,01) može s dovoljnom sigurnosti tvrditi da će posljedice kretanja prednjih kotača punog i praznog forvardera kao i kotača bogi osovine natovarenoga forvardera biti u prihvatljivim granicama. Bogi kotači praznoga forvardera s nominalnim tlakom od 49,09 kPa te indeksom kotača od gotovo 20 neće oštećivati tlo sastojine.



Slika 17. Vrijednosti konusnog indeksa (CI) na dubini od 15 cm [13]



Slika 18. Prikaz prosječnih vrijednosti konusnog indeksa (CI) [13]

Iz slika zapaža se da, bez obzira na broj prolaza forvardera, ne dolazi do značajnije obujmne deformacije šumskog tla tj. njegovoga zbijanja. Ova je činjenica suprotna očekivanjima, jer bi se konusni indeks kolotruga i sastojine trebao značajnije razlikovati i razlika bi se trebala povećavati s obzirom na broj prolaza forvardera. Ovu pretpostavku potvrđuje usporedba vrijednosti konusnih indeksa tla sastojine i tla u kolotrazimama na svim mjernim mjestima jer se ne zapaža bitno povećanje konusnih indeksa u kolotrazimama, kao i njihove dubine.

I ovim je putom potvrđeno očekivanje da će kretanje forvardera po ovako čvrstome tlu biti u prihvatljivim granicama doneseno na temelju nominalnih tlakova na tlo kao i pripadajućih indeksi kotača.

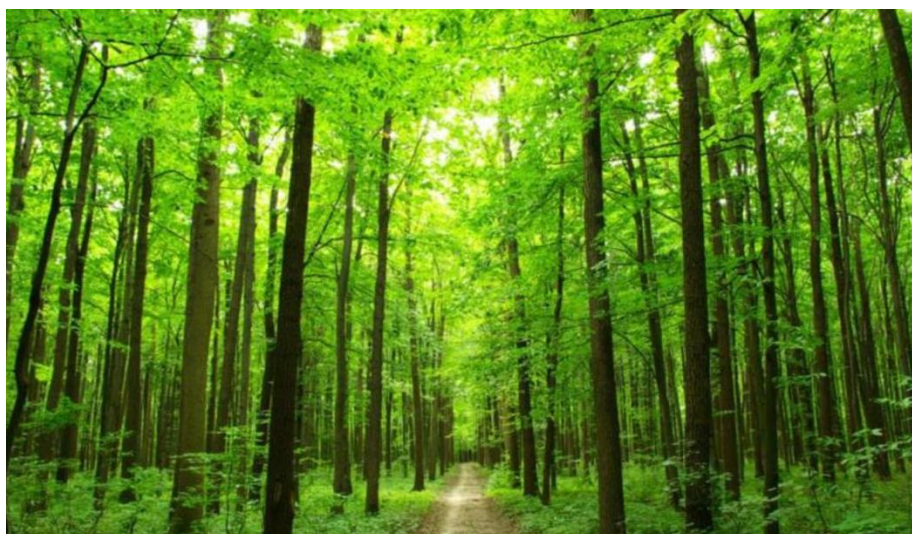
Dobivenu visoku vrijednost indeksa kotača ( $N_k > 6,25$ ) pa time i ocjena dobre kretnosti forvardera potvrđena je činjenicom da nije ustanovljeno znatno povećanje zbijanja tla niti nakon 6 prolazaka punog forvardera prosječne mase 27340 kg i isto toliko praznoga forvardera prosječne mase 16003 kg. S time u suglasju je i mala zapažena dubina kolotruga. [13]

## 8. Hrvatske šume

Obrasla šumska površina raspoređena se na 1,7 milijuna ha od čega sastojine visokog uzgojnog oblika zauzimaju 56 % površine, a ostale površine zauzimaju različiti degradacijski oblici šumskih biljnih zajednica. S ekonomskog i ekološkog gledišta najvažnije su gospodarske šume sjemenjača kojih ima 0,9 milijuna hektara i koje osiguravaju najvrjednije drvene sortimente, što omogućava i generiranje sredstva za ulaganje u biološku obnovu i zaštitu šuma na cjelokupnoj šumskogospodarskoj površini.

Hrvatske šume d.o.o. već 14 godina posjeduju FSC certifikat (Forest Stewardship Council) kao oznaku kvalitete naših šuma koja je posljedica kontinuirano dobrog gospodarenja hrvatskim šumskim resursima. FSC certifikat se obnavlja svakih pet godina, a trenutno važeći vrijedi do 2017. godine. Hrvatska je sa svojom 250 godina dugom tradicijom oduvijek bila regionalni lider u odgovornom gospodarenju šumama i uspješnom provođenju proizvodnih procesa.

Za običnog građanina, kupca drvnih proizvoda, zaštićeni FSC logotip znači da proizvod koji kupuje nije proizveden tako da su zbog njega žrtvovane šume te da on svojim potrošačkim postupkom nije pridonio nekontroliranoj eksploataciji šumskih resursa. [12]



Slika 19. Hrvatske šume



## **8.1. Proizvodnja drvnih sortimenata**

Udio sječe i izrade drvnih sortimenata vlastitim kapacitetima iznosi 48,5 %. Vanjski izvođači su u sječi i izradi sudjelovali sa 31,4 % što predstavlja porast za 7,5 % u odnosu na prethodnu godinu, samo izrada iznosi 11,0 % i vanjski izvođači (prodaja na panju) 9,1 %.

## **8.2. Privlačenje drvnih sortimenata**

U 2016. godini privučeno je 3.961.326 m<sup>3</sup> drvnih sortimenata. Udio izvršenih radova na poslovima privlačenja i izvoženja drvnih sortimenata vlastitim kapacitetima iznosio je 55,3 %, što predstavlja pad za 6,1 % u odnosu na prethodnu godinu. Vanjski izvođači su u ovim radovima imali udio 44,7 %

## **8.3. Prijevoz drvnih sortimenata**

Ostvarenje prijevoza drvnih sortimenata u svom ukupnom iznosu bilo je veće nego prethodne godine. Ukupno je u 2016. godini prevezeno 5.273.422 m<sup>3</sup> što je 6,7 % više nego u 2015. godini. Hrvatske šume d.o.o. svojim su kapacitetima prevezle 9,6 %, dok je udio prijevoza vanjskim izvođačima porastao za 3,5 % odnosno ukupno 85,1 %.

## **8.4. Prodaja drvnih sortimenata**

Hrvatske šume d.o.o. u 2016. godini ostvarile su prodaju od 5.291.364 m<sup>3</sup> drvnih sortimenata i za to ostvarile prihod od 1.658 milijuna kuna, što je u odnosu na plan prodaje 102,8 % u naturalnom i 105,76 % u financijskom dijelu.

Prema načinima prodaje u 2016. putem ugovora s domaćim drvoprerađivačima prodano je 1.985.542 m<sup>3</sup> odnosno 85 % ukupne prodaje trupaca. Na domaćim nadmetanjima realizirana je prodaja od 318.409 m<sup>3</sup> (13 %), a inozemni kupci ostvarili

su 17.804 m<sup>3</sup> (1 %). Na blagajni za osobne potrebe građana prodana je količina sirovine od 13.765 m<sup>3</sup> (1 %).

Prodaja putem ugovora vršena je na osnovu godišnjih i srednjoročnih Okvirnih ugovora koji su potpisani u prosincu prethodne godine s kupcima trupaca koji su se javili i zadovoljili kriterije dane u Javnom pozivu za prodaju trupaca.

Količine po kupcima za ugovor utvrđene su na način da se višem stupnju finalizacije proizvoda osigurava veća količina trupaca (kupci po članku 20.II.1 cjenika).

Tako se za proizvodnju namještaja kupcima osiguralo 100 % potrebnih količina, a proporcionalno stupnju finalizacije, kupci su ostvarivali pravo na rabat.

Za potrebe poduzeća u domeni primarne prerade drva, odnosno pilanama po ugovoru, količina trupaca je definirana na razini kupnje u prethodnom razdoblju (kupci po članku 20.II.2 cjenika), tako da se osigurala opstojnost istih.

Ovakvom prodajnom politikom u 2016. poticalo se drvoprerađivače i kupce prema većoj finalizaciji odnosno stvaranju veće dodane vrijednosti i zapošljavanju većeg broja radnika. [12]

Tabela 4. Struktura prodanih drvnih sortimenata po grupama sortimenta

<b>Sortiment</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>kn</b>
Trupci	2.335.520	1.145.133.824
Tanka oblovina	9.565	3.113.624
Prostorno drvo za preradu	587.856	106.294.499
Ogrjevno drvo	2.358.423	403.864.569
<b>ukupno</b>	<b>5.291.364</b>	<b>1.658.406.516</b>

## 9. Zaključak

Za vrijeme vožnje posebnu pozornost treba obratiti na uzdužnu i poprečnu stabilnost stroja.

Brzina vožnje mora biti prilagođena terenskim uvjetima kako se uslijed prekomjernih vibracija i trzanja ne bi ugrozilo zdravlje vozača (osobito kralježnica).

Ukoliko dođe do prevrtanja stroja potrebno je čvrsto uhvatiti za upravljač ili rukohvate u unutrašnjem dijelu kabine, a nikako ne iskakati iz stroja.

Obavezno se pridržavati dozvoljenog opterećenja i nosivosti stroja.

Zabranjeno je pretovarivati i preopterećivati stroj.

Prilikom popravka ili bilo kakve intervencije na stroju mora se isključiti motor.

Ukoliko dođe do zapadanja stroja na terenu, mora se obavijestiti neposredni rukovoditelj koji će donijeti odluku o načinu izvlačenja zapalog stroja.

Prilikom utovara stroj mora biti zakočen, a kod ekipaža koje imaju stabilizatorske poluge, dizalica se ne smije stavljati u pogon bez prethodnog stabiliziranja stroja.

Kod ekipaže koja nema stabilizacijske poluge (forvarder), mora se otkopčati s utovara lakših komada drveta kako ne bi došlo do podizanja kotača od tla.

Kod forvardera, prilikom utovara, mora biti uključena blokada poprečnog zgloba.

U uvjetima ograničene nosivosti terena na kotače je potrebno montirati polugusjenice.

Vozači u šumarstvu moraju voditi računa i o zaštiti okoliša, jer nemarnim odnosima prema okolišu mogu načiniti veliku ekološku štetu.

Za kvalitetno, uspješno i po zdravlje radnika sigurno obavljene radove privlačenja i prijevoza drveta najvažnija je dobra priprema rada, ispravan izbor sustava i sredstava rada, ispravna i sigurna sredstva rada i osposobljenost radnika.

Rukovoditelji strojevima u šumarstvu su izloženi fizičkim i fiziološkim opterećenjima, štetnim utjecajima buke, vibracija i lošim mikroklimatskim uvjetima.

Budući da rukovoditelj strojeva svoj posao uglavnom obavlja u sjedećem položaju, određeni segmenti tijela su posebno opterećeni (kralježnica).

Ergonomski izrađena sjedala u strojevima su od velikog značaja jer znatno smanjuju umor i tjelesna opterećenja.

Sjedala trebaju imati mogućnost podešavanja.

Opterećenje kralježnice se znatno povećava kad se vozač jako izvija.

Prilikom rukovanja strojem dolazi i do statičkog napora u leđima, ramenima i butnim mišićima.

Najefikasnije odmor od toga napora postiže se jednostavnim relaksirajućim vježbama. [12]

## 10. Literatura

- [1] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=60007> , pristupljeno 2017-08-14
- [2] [file:///D:/Downloads/zadatak1a\\_vitlo\\_skid%20\(5\).pdf](file:///D:/Downloads/zadatak1a_vitlo_skid%20(5).pdf), pristupljeno 2017-08-14
- [3] Pandur Z., Poršinsky T., Šušnjar M., Zorić M., Vusić D. : „Gaženje tla pri izvoženju drva forvarderom u sječinama hrasta lužnjaka“, Nova meh. šumar. 35 (2014) 23-34
- [4] Pandur Z., Vusić D., Papa I. : „Dodatna oprema za povećanje proizvodnosti forvardera“, Nova meh. šumar. 30(2009)
- [5] KR PAN P. B. A., PORSINSKY T. : „Djelotvornost strojne sječe i izrade u sastojinama tvrdih i mekih listača - 1. dio: Promišljanje struke o strojnoj sječi i izradbi drva“, Šumarski list br. 3-4, CXXVIII (2004). 127-136
- [6]<http://www.ritchiespecs.com/specification?type=&category=Forwarder&make=John+Deere&model=1710D&modelid=94829>, pristupljeno 2017-07-26
- [7] Upute za rad na siguran način pri privlačenju i prijevozu drveta, Zagreb, 2010.
- [8] Krpan A., Poršinsky T. : „Harvester Timberjack 1070 u Hrvatskoj (Harvester Timberjack 1070 in Croatia)“, Šumarski list br. 11 12, CXXV (2001), 619-624
- [9] Messingerova V., Martinusova L., Slančik M. : „Ergonomic parameters of the work of integrated technologies at timber harvesting“, Croatian Journal of Forest Engineering 26(2005)2 79-84
- [10] Poršinsky T., Stankić I., Bosner A. : „Djelotvorno i okolišno prihvatljivo izvoženje drva forvarderom temeljem analize nominalnoga tlaka na podlogu“, Znanstveni rad, Croat. j .for. engl. 32(2011)1
- [11] Hrvatske šume d.o.o., godišnje izvješće 2016., ISSN 1848-1515
- [12] Upute za rad na siguran način pri privlačenju i prijevozu drveta, Zagreb, 2010.
- [13] Zorić M., Pandur Z., Šantek Ž., Šušnjar M. : „Ocjena indeksa kotača kao pokazatelja okolišne pogodnosti forvardera“, Nova mehanizacija šumarstva: Časopis za teoriju i praksu šumarskoga inženjerstva, Vol. 32., No.1 Prosinac 2011.
- [14] Strojevi za transport drva izvan puteva - forvarderi
- [15] Poršinsky T., Ožura M. : „Oštećivanje dubelih stabala pri izvoženju drva forvarderom“, Nova meh. šumar. 27(2006) (41- 49)

## 11. Popis priloga

### POPIS SLIKA:

Slika 1. Izvoženje drva forvarderom .....	2
Slika 2. Jedan od prvih forvardera [14].....	4
Slika 3. Današnji forvarder [14] .....	4
Slika 4. Broj forvardera u Hrvatskoj [14] .....	5
Slika 5. Indeksi oblika i Ovisnost masa - snaga motora [14].....	6
Slika 6. Dimenzije i masa forvardera [6] .....	9
Slika 7. Kretanje šumskim putovima (izvor: <a href="https://www.google.hr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.loggingon.net%2Fuserfiles%2FImage%2Fnews%2FLogging-on-2015%2FAugust-2015%2FAugust2%2FKomatsu-830-forwarder-discontinued.jpg&amp;imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.loggingon.net%2Fkomatsu-discontinues-its-830-forward">https://www.google.hr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.loggingon.net%2Fuserfiles%2FImage%2Fnews%2FLogging-on-2015%2FAugust-2015%2FAugust2%2FKomatsu-830-forwarder-discontinued.jpg&amp;imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.loggingon.net%2Fkomatsu-discontinues-its-830-forward</a> ) .....	10
Slika 8. Sakupljanje [14].....	11
Slika 9. Izvoženje [14] .....	12
Slika 10. Istovar – slaganje [14] .....	12
Slika 11. Harvester i forvarder [5] .....	13
Slika 12. Harvester [5].....	14
Slika 13. Sheme rada harvestera i forvardera u skupnom radu [5].....	16
Slika 14. Buka u kabini [14].....	19
Slika 15. Vibracije na sjedištu [14].....	19
Slika 16. Načini privlačenja drva forvarderom .....	20
Slika 17. Istraživani forvarder Valmet 840.2 u radu .....	29
Slika 18. Vrijednosti konusnog indeksa (CI) na dubini od 15 cm.....	31
Slika 19. Prikaz prosječnih vrijednosti konusnog indeksa (CI).....	31
Slika 20. Hrvatske šume.....	33

### POPIS TABLICA:

Tabela 1. Broj ozljeda u 2016.godini .....	24
Tabela 2. Prikaz modela i veličina guma istraživanih vozila .....	29
Tabela 3. Vrijednosti indeksa kotača.....	30
Tabela 4. Struktura prodanih drvnih sortimenata po grupama sortimenta [12] .....	35