

# Organizacija rada i ocjena radnog položaja tijela rukovatelja forvardera i harvesterera

---

**Katuša, Stipe**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:302733>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**



*Repository / Repozitorij:*

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



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**  
**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**  
**TEHNIKE, TEHNOLOGIJE I MENADŽMENT U ŠUMARSTVU**

**STIPE KATUŠA**

**ORGANIZACIJA RADA I OCJENA RADNOG POLOŽAJA TIJELA**  
**RUKOVATELJA FORVARDERA I HARVESTERA**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, RUJAN 2019.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**

**ORGANIZACIJA RADA I OCJENA RADNOG POLOŽAJA TIJELA**  
**RUKOVATELJA FORVARDERA I HARVESTERA**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Tehnike, tehnologije i menadžment u šumarstvu

Predmet: Organizacija proizvodnje u šumarstvu

Ispitno povjerenstvo:      1. Prof. dr. sc. Mario Šporčić  
   2. Doc. dr. sc. Matija Landekić  
   3. Prof. dr. sc. Ivan Martinić

Student: Stipe Katuša

JMBAG: 2307993390114

Broj indeksa: 913/17

Datum odobrenja teme: 25.04.2019

Datum predaje rada: 20.9.2019

Datum obrane rada: 20.9.2019

**Zagreb, rujan 2019.**

## DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

<b>Zavod:</b>	<b>Zavod za šumarske tehnike i tehnologije</b>
<b>Predmet:</b>	Organizacija proizvodnje u šumarstvu
<b>Naslov rada na hrvatskom</b>	Organizacija rada i ocjena radnog položaja rukovatelja forvardera i harvesterera
<b>Naslov rada na engleskom</b>	Workplace organization and assessment of harvester and forwarder operators working posture
<b>Mentor:</b>	Prof. dr. sc. Mario Šporčić
<b>Komentor (pomoć pri izradi):</b>	Doc. dr. sc. Matija Landekić
<b>Student:</b>	Stipe Katuša
<b>JMBAG:</b>	2307993390114
<b>Akadska godina:</b>	2018/2019
<b>Mjesto, datum obrane:</b>	Zagreb, rujan. 2019.
<b>Sadržaj rada:</b>	Slike: 16 slika Tablice: 3 tablice Navoda literature: 34 navoda
<b>Ključne riječi:</b>	Organizacija rada, harvester, forvarder, OWAS, REBA
<b>Sažetak:</b>	Uvodno u diplomskom radu razmatra se organizacijsko-sigurnosni aspekt skupnog rada harvestera i forvardera, tehničke značajke i način rada. U središnjem dijelu rada navodi se problematika i cilj istraživanja. Ocjena i usporedba položaja tijela pri radu za rukovatelja harvestera i forvardera provedena je s ergonomskog kuta gledišta korištenjem softvera „ErgoFellow 3.0“ tj, dvije ergonomske metode: OWAS i REBA. Na temelju dobivenih rezultata, u poglavlju diskusija i zaključci, ističu se preventivne mjere za smanjenje detektiranog rizika po uzoru na dobru praksu skandinavskih zemalja.

---

„Izjavljujem da je moj *diplomski rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *Odabrali s padajućeg izbornika* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

---

*vlastoručni potpis*

*Stipe Katuša*

U Zagrebu, rujan 2019.

## **KAZALO TABLICA**

1. Vrsta obrazovanja vezana uz upravljanje mehanizacijom (Landekić i dr.).....3
2. Regrupirani stupnjevi rizika za REBA metodu.....15
3. Broj uzorkovanih i validnih položaja tijela rukovatelja sredstva rada.....16

## KAZALO SLIKA

1. Primjer uređaja za simulacijsko upravljanje šumskim strojevima .....	4
2. Primjer krivulje usavršavanja, šezdesetodnevna razina učinkovitosti (Purfust 2010)...	5
3. Odsjeci 14 b i 14 c, GJ „Bjelovarska Bilogora“ .....	8
4. Sheme rada harvesteri i forvardera u skupnom radu (Krpan i Poršinsky 2004).....	10
5. Harvester, Timberjack 1470D.....	11
6. Forvarder, Timberjack 1710D.....	12
7. Sučelje softvera te dvije primijenjene tehnike opažanja položaja tijela.....	13
8. Određivanje koda položaja tijela s OWAS metodom.....	14
9. Ocjena radnog položaja rukovatelja harvesterom prema OWAS metodi.....	16
10. Ocjena radnog položaja rukovatelja harvesterom prema REBA metodi.....	17
11. Ocjena grupe radnih zahvata rukovatelja harvestera prema OWAS metodi.....	18
12. Ocjena grupe radnih zahvata harvestera prema REBA metodi.....	18
13. Ocjena radnog položaja rukovatelja forvarderom prema OWAS metodi.....	19
14. Ocjena radnog položaja rukovatelja forvardera prema REBA metodi.....	19
15. Ocjena grupe radnih zahvata rukovatelja forvardera prema OWAS metodi.....	20
16. Ocjena grupe radnih zahvata rukovatelja forvardera prema REBA metodi.....	20

---

## SADRŽAJ

---

	str.
Dokumentacijska kartica	I
Kazalo tablica	II
Kazalo slika	III
Sadržaj	IV
<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Osposobljavanje i proizvodnost rukovatelja šumske mehanizacije</b>	<b>2</b>
<b>2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Problematika istraživanja</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Ciljevi istraživanja</b>	<b>7</b>
<b>3. MJESTO I PREDMET ISTRAŽIVANJA</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Mjesto istraživanja</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Tehničke značajke i način rada harvesterera</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Tehničke značajke i način rada forvardera</b>	<b>11</b>
<b>4. METODE ISTRAŽIVANJA</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Tehnika opažanja 1 - Ovako working anaysing system (OWAS)</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Tehnika opažanja 2 - Rapid entire body assessment (REBA)</b>	<b>15</b>
<b>5 REZULTATI ISTRAŽIVANJA</b>	<b>16</b>
<b>5.1 Ocjena položaja tijela rukovatelja harvesterera</b>	<b>16</b>
<b>5.2 Ocjena položaja tijela rukovatelja forvardera</b>	<b>19</b>
<b>6. DISKUSIJA I ZAKLJUČCI</b>	<b>21</b>
<b>7. LITERATURA</b>	<b>24</b>

---



## 1. UVOD

Prije gotovo dva i pol stoljeća započeo je razvoj tehničke sastavnice šumarstva u Hrvatskoj. Tehnološki razvoj je imao paralelni tijek s razvojem šumarstva kao struke, odnosno ustrojem prvih organiziranih oblika šumarske službe na području Hrvatske (Matić 2011). Poseban značaj tomu razvoju predstavlja po prvi put uvođenje mehaniziranih sredstava u gospodarenje šumama 50-ih godina prošlog stoljeća kada se u sječi i izradbi uporabljene prve motorne pile kojima su rukovala dvojica radnika (iste su se tada pokazale kao neprikladne). Tek desetljeće poslije (1960.-1961.) nastupio je drugi pokušaj mehaniziranja sječe i izrade motornim pilama, (kojima radi jedan radnik), s tim da je ovaj puta uspješno proveden. Navedena ručno-strojna sječa i izradba drva traje sve do današnjih dana, samo se u proizvodnji uvode poboljšane i suvremenije inačice strojeva (Tomašić 2012).

U današnjem tržišnom okruženju koje je vrlo dinamično veliki je pritisak na uspostavljanje bolje konkurentnosti, te smanjenje troškova i trajanja proizvodnog ciklusa, što se ostvaruje kroz automatizaciju određenih radnih i proizvodnih procesa. Hrvatsko šumarstvo nastoji podići razinu tehnološkog napretka ali je još uvijek okarakterizirano sa značajnim udjelom ručnog i/ili ručno-strojnog rada bilo kao posljedica niske tehnološke razine ili utjecaja različitih čimbenika kao što su vrsta sastojine, način gospodarenja, terenski ili klimatski uvjeti. Uvođenje mehanizacije pri privlačenju drva započinje pedesetih godina u razvijenim zemljama dok se kod nas uvodi nekih desetak godina kasnije. Adaptirani poljoprivredni traktori imali su određene nedostataka u procesu pridobivanja drva. Navedeno je rezultiralo razvojem specijalizirani šumski zglobni traktori, odnosno skideri i forvarderi.

Radovi u šumarstvu, osobito radovi u pridobivanju drva spadaju u red fizički najzahtjevnijih radova u svim gospodarskim djelatnostima. Pri tome se posebno misli na razna opterećenja kojima su radnici izloženi: energijska potrošnja, ergonomski nepovoljan položaj tijela, terenski i vremenski uvjeti rada, težina i učestalost povreda na radu, izloženost vibraciji, buci, plinovima i izloženost ostalim čimbenicima okoliša (Landekić 2018). Početkom 21. stoljeća postupno se u šumarski sektor Republike Hrvatske uvodi strojno pridobivanje drva. Danas se u Hrvatskoj koristi nekoliko harvesteri koji su uglavnom u privatnom vlasništvu (Štimac 2017), te 1 harvester koji je od 2017. godine u vlasništvu poduzeća Hrvatske šume d.o.o. Zagreb. Sustav strojnog pridobivanja drva zasniva se na grupnom radu jednozahvatnog harvestera i forvardera usklađenih mogućnosti. Harvester u tom grupnom radu vrši sječu stabala, kresanje grana, trupljenje debla, mjerenje sortimenata i njihovo slaganje u hrpe a koje nakon toga forvarder utovara i izvozi, putem sekundarnih šumskih prometnica, do pomoćnog stovarišta (Krpan i Poršinsky 2002). Krpan i Poršinsky (2004) citirajući Anderssona (1994), Richardsona i Makkonena (1994) navode kako u odnosu na ručno-strojnu sječu i izradbu stabala te privlačenje drva zglobnim traktorima

vučom drva po tlu, skupni rad harvesterom i forvarderom spada u okolišno prihvatljivije tehnologije proizvodnje obloga drva.

Razvojem strojne sječe i izradbe drva, rad se iz vanjskog okruženja prenosi u kabinu, što znatno smanjuje fizičko naprezanje radnika i izloženost većini faktora rizika u radnom okruženju. S druge strane, strojnom sječom i izradbom drva, razvijaju se nove vrste bolesti i ozljeda, poput sindroma ponavljajućih pokreta kao posljedica poremećaja mišićno-koštanog sustava, zajedno s novim kognitivnim čimbenicima rizika koji su sve više prisutni. Rukovoditelji harvestera i forvardera često trpe bolove povezane s WMSD (engl. work-related musculoskeletal disorders ) u području vrata, donjeg dijela leđa i ramena. Pojava WMSD-a u strojnoj sječi i izradbi u velikoj mjeri ovisi o organizaciji rada (Ostensvik i dr. 2008). Stoga se stara ergonomska paradigma „manje je bolje“, koja je povezana s tradicionalnom sječom i izradbom, može zamijeniti s „više je bolje“ pri čemu smanjena fizička aktivnost u modernim tehnologijama sječe i izradbe može također imati negativan utjecaj na zdravlje radnika. Ergonomska ocjena položaja tijela rukovatelja tokom rada može pružiti vrijedne informacije s ciljem oblikovanja ili redizajna radnog mjesta što na kraju može pomoći u unapređenju radnih performansi radnika uz istovremeno održavanje razine sigurnosti vezane za mišićno-skeletno opterećenje. Uvažavajući navedeno, u sklopu istraživanja provedenog na području Uprave šuma Podružnice Bjelovar, fokus diplomskog rada obuhvaća ocjenu i usporedbu položaja tijela rukovatelja harvestera i forvardera pomoću dvije ergonomske tehnike opažanja: OWAS (engl. Ovako Working Posture Analysing System) i REBA (engl. Rapid Entire Body Assessment).

### **1.1 Osposobljavanje i proizvodnost rukovatelja šumske mehanizacije**

U većini europskih zemalja propisi obvezuju poslodavce da osiguraju odgovarajuće osposobljavanje svakoj osobi koja upotrebljuje radne alate i strojeve (Medved 1998). Isto tako obukom stečena znanja, tehnika rada i vještine potvrđuju se obveznom provjerom i izdavanjem certifikata kao dokaza o posjedovanju određenih profesionalnih znanja i vještina za siguran šumski rad (Martinić i dr. 2011). Za kvalitetno i sigurno obavljanje poslova u šumarstvu važni su, uz korištenje primjerene radne tehnike, osposobljavanje i periodično provjeravanje osposobljenosti radnika za rad s radnim strojevima i alatima. Doprinos stručnog osposobljavanja dokumentiran je s obzirom na koristi kod održivog gospodarenja šumama i povećanje stope produktivnosti (Tsioras i Efthymiou 2007) te veće kvalitete kod izvođenja šumskih radova (Tsioras 2010). Amortizacija osposobljavanja može biti vrlo brza, a ostvaruje se kroz veće stope produktivnosti u razdoblju nakon provedenog osposobljavanja (Garland 1990). S druge strane, neosposobljeni šumski radnici oslanjaju se na stečeno iskustvo tijekom rada na konkretnom radnom mjestu. Tako usvojeno znanje je nesustavno i

slučajno, ali isto se može nadopuniti i nadograditi kroz sustavnu izobrazbu odraslih (Tsioras 2012).

Rezultati istraživanja stručnog obrazovanja rukovatelja u šumarstvu, pokazuje da 56,41% ispitanika u Hrvatskim šumama d.o.o. i 33% rukovatelja angažiranih kod privatnih poslodavaca nemaju odgovarajuće profesionalno iskustvo ili specijalizirano obrazovanje (tablica 1). Razlog zbog čega je razina osposobljenosti tako niska, je nedostatak formalnih propisa i tijela koja pružaju odgovarajuću certifikaciju znanja i vještina za rukovatelje šumskom mehanizacijom.

Tablica 1. Vrsta obrazovanja vezana uz upravljanje mehanizacijom (Landekić i dr.)

Offered response – <i>Ponudeni odgovor</i>	Croatian Forests Ltd. <i>Hrvatske šume d.o.o.</i>		Private forest company <i>Privatna šumarska tvrtka</i>		Total <i>Ukupno</i>	
	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Self-educated – <i>Samoobrazovan</i>	22	56.41	9	33.00	31	48.00
Vocational experience – <i>Strukovno iskustvo</i>	9	23.08	17	63.00	25	38.00
Specialized education – <i>Specijalističko obrazovanje</i>	8	20.51	1	4.00	9	14.00

Zahtjevi za stručnim vještinama, kod rukovođenja šumskom mehanizacijom, su vrlo visoki a sam rad u šumarstvu zbog velikih zahtjeva društva i gospodarstva, postaje sve složeniji. Tijekom posljednjih dvadeset godina u mnogim su zemljama uvedeni i unaprijeđeni specijalizirani tečajevi, kojima su najznačajnija ciljana skupina radnici sjekači i operateri šumske mehanizacije. Ekonomski i poduzetnički aspekt su dobili veću pozornost kod dizajna programa edukacije. U okviru provedenog istraživanja Landekić i suradnici (2017) navode da su sadržaji kolegija prilagođeni društvenim i tehničkim dostignućima uz izraženiji naglasak na jezičnim vještinama, unapređenju poduzetničkih kvalifikacija, povećanju kompetencija u području mehanizacije i logistike, te širenja metodoloških sposobnosti. Uz navedeno, na važnosti je dobila i potreba za certifikacijom programa osposobljavanja, kao i ispitivanje tijekom obuke stečenih vještina.

Tehnološko Sveučilište Tampere, Visoko učilište North Carelia, Valtimo, Finski šumarski istraživački institut i Sveučilište u Joensuu su razvili ProForSim projekt, kojem je cilj da unaprijedi vještine u rukovođenju harvesterom i razvijaju nastavni plan i program, odgovarajuće metode učenja i sadržaj obrazovanja za simulatore šumske mehanizacije (P. Ranta 2004). Upotreba simulatora uvedena je za podršku i razvoj programa obuke rukovatelja mehanizacijom (slika 1). Simulatori omogućuju korisnicima da steknu praktična znanja kod upravljanja šumskom mehanizacijom, kontrolnog i mjernog sustava, planiranja sječe i izradbe drva, radne metode, organizacije između harvestera i forvardera, te različite metode sječe i izradbe. Trening na simulatorima je važan dio sveobuhvatnog programa

razvoja obuke. Edukacijske odluke su vrlo često kompromisi ili izbori. Razvijatelj programa (učitelj, planer) treba definirati kontekst učenja kao ciljanu skupinu, ciljeve, raspored, dostupne alate te prethodno znanje grupe. Na učinkovitost obuke značajno utječe, osim samog simulatora, i korištene metode učenja, nastavni materijali i resursi usmjeravanja. Sama kvaliteta obrazovnog programa na simulatorima, može se poboljšati kontinuiranim treningom učitelja.



Slika 1. Primjer uređaja za simulacijsko upravljanje šumskim strojevima

Obuka rukovatelja se, u pravilu, sastoji od dva treninga, osnovni i dodatni.

#### *Osnovni trening*

Osnovni trening daje dobru podlogu za buduću upotrebu stroja. Ova razina obuke omogućava razumijevanje dizajna i funkcija stroja, upravljačkog sustava, svakodnevnog održavanja i sl.

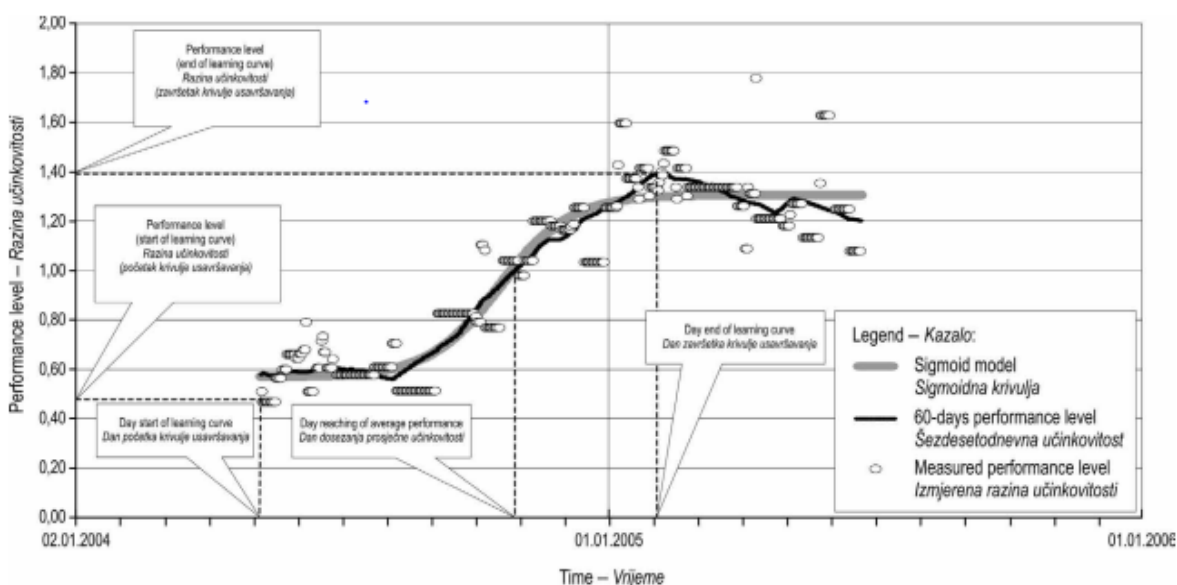
#### *Daljnje usavršavanje*

Također moguće je proći i dodatnu obuku prilagođenu potrebama zaposlenika. Ova razina podučavanja obuhvaća električne i hidrauličke sustave, upravljačke i informacijske sustave, označavanje unakrsnog rezanja, metodu sječe, rješavanje različitih problema, itd. Simulator i potrebna obuka može se prilagoditi s obzirom na geografski položaj budućeg radnog mjesta polaznika. Rad simulatora trebao bi odražavati stvarne operacije što je više moguće. U simulatorima strojevi rade na isti način kao u šumi. Štoviše, šuma može izgledati slično onoj u kojoj radite. Mogu se izabrati teren, krajolik i vrste drveća.

Današnja, moderna šumarska industrija koristi većinom jednozahvatni harvester. Navedeni harvesteri mogu doseći vrlo visoku razinu produktivnosti ali spadaju u najskuplje šumske strojeve. Zbog toga, moraju stalno raditi na vrlo visokoj razini efikasnosti. Različiti faktori utječu na njihovu produktivnost. Kada se razmatra mehanička radna učinkovitost strojeva, jedan se čimbenik često zanemaruje, čovjekov faktor (Purfurst 2009). Rukovođenje

mehanizacijom je vrlo složen i zahtjevan posao. Učinak varira tijekom vremena. Tijekom dana postoje varijacije cijelog mentalnog sustava, temeljene na umoru i dnevnom ritmu rada. Također, tijekom sezone postoje varijacije izazvane različitim intenzitetom osvjetljenja, težini obloga drva i uvjetima vožnje. Na početku svoje karijere, rukovatelji harvesterera obično imaju manju produktivnost. S vremenom čini sve manje grešaka, uči ignorirati nevažne informacije i povećava se njegova sposobnost koordiniranja. Kroz ponavljanje radnih ciklusa, razvit će automatski način rada. S radnim iskustvom postaje sve sposobniji te se njegova produktivnost, te produktivnost cijelog radnog sustava, poboljšavaju.

Odnos produktivnosti i iskustva naziva se krivulja učenja. Krivulja učenja opisuje razinu uspješnosti, putem učenja s vremenom (slika 2). Može se izračunati kvocijentom rezultata učenja i potrebnim vremenom. Ipak, to ne znači da se, produktivnost, cijelog mehaniziranog sustava proporcionalno povećava. Istovremeno, različiti utjecajni čimbenici kao što su starost i zdravstveno stanje radnika ili starost i stanje strojeva, mogu promijeniti razinu produktivnosti. Krivulja učenja pokazuje razinu produktivnosti koju postiže pojedini rukovatelj. Ipak, rukovatelj i harvester sa svojim konfiguracijama, tvore jedinstvenu cjelinu. Stoga je jedina mogućnost stavljanja fokusa na cijeli sustav harvesterera jer nije moguće odvajanje utjecaja rukovatelja i harvesterera. Prema analizama, najveće poboljšanje izvedbe je u prvih 30 dana, no ona može varirati tijekom vremena. Heinemann (2001) je analizirao rukovatelje harvesterera, te je utvrdio da se kod stabala malog promjera izvedba poboljšava i za 50% u roku jedne godine. Rukovatelj ima presudan utjecaj na rad i izvedbu mehanizacije. Za veliki broj rukovatelja pokazan je učinak učenja i radna se učinkovitost povećala dvostruko u srednjem razdoblju od 8 mjeseci. Razlike i varijacije između pojedinih rukovatelja su velike i faza trening je vrlo korisna. Ipak, dobre i iskusne rukovatelje treba zadržati jer su oni najvažniji dio cjelokupnog sustava.



Slika 2. Primjer krivulje usavršavanja, šezdesetodnevna razina učinkovitosti (Purfust 2010)

## 2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

### 2.1 Problematika istraživanja

Mehanizirani sustav pridobivanja kratkog drva, odnosno skupni rad harvesteri i forvarderi predstavlja vrhunsku tehnologiju pridobivanja drva određenu sortimentnom metodom izradbe drva, koja obuhvaća zaokruženu cjelinu kojom se obavlja proizvodnja kratke oblovinne od sječe i izradbe do privlačenja, a u određenim slučajevima forvarderom možemo obaviti i daljinski transport drva (Krpan i Poršinsky 2001). Primjenom navedenog sustava pridobivanja drva, iz aspekta standardnih pokazatelja sigurnosti, uvelike se smanjuje radni rizik. Naime, operateri šumske mehanizacije dobro su zaštićeni u kabinama radnog stroja (forvardera, harvestera), što je rezultiralo značajnim padom rizika od nastanka ozljeda. Operateri harvestera dožive manje od 15 % ozljeda koje dožive šumski radnici sjekači za istu količinu posječenog i izrađenog etata. Istraživanja u Švedskoj pokazala su da operateri harvestera iskuse samo jednu četvrtinu nesreća profesionalnog šumskog radnika sjekača (ILO 2012). Stopa ozljeda kod rada harvestera u pravilu je niska, iako rizik od ozljeđivanja raste kada šumski radnik sjekač radi paralelno sa harvesterom. Radne aktivnosti održavanja harvestera su opasne: popravci su uvijek pod visokim radnim opterećenjem; postoji velika opasnost od pokliznuća i pada, neugodan i nefiziološki radni položaja, podizanje teških tereta, kontakt s hidrauličkim uljima i vrućim uljima pod pritiskom i sl. (ILO 2012). Sukladno navedenom, kod mehanizirane sječe i izrade drva prva potencijalna opasnost, koja je uzrok većine nesreća, odnosi se na ozljede koje rezultiraju popravcima i održavanjem sredstva rada na samom radilištu. U prošlom desetljeću šumska mehanizacija je postala sve više i više pouzdana što je uzročno-posljedično rezultiralo manjim brojem popravaka, a samim time i ozljeda na radu. Druga potencijalna opasnost koja uzrokuje znatan udio nesreća na radu kod mehanizirane sječe i izrade drva je penjanje i silaženje iz kabine sredstva rada (forvardera, harvestera i sl.). Vrlo često operater sredstva rad iskoči iz kabine na neravan teren i/ ili sklisko tlo (npr. blato, snijeg, razbacane grane i sl.) što u konačnici može rezultirati lakšom ili težom ozljedom na radu. Iako je stopa ozljeđivanja zbog primjene mehaniziranog rada smanjena, još uvijek se smatra da je navedeni pokazatelj previsok (Lewark 2005). U prilog tom idu rezultati istraživanja Backströma i Åberga (1998) koji su pokazali da je broj nesreća tijekom strojnog rada u Švedskoj na istoj razini već nekoliko godina, a ta razina se podudara sa razinom ostale industrijske proizvodnje.

Uvođenje visoko mehaniziranih sustava pridobivanja drva (harvestera, forvardera) dovelo je do promjena u vrsti i stupnju naprezanja kojemu su radnici izloženi u usporedbi s konvencijalnom metodom rada (sjekač + motorna pila + skider). Ergonomske studije u šumarstvu sve veći naglasak stavljaju na operatere šumske mehanizacije iz razloga što mehaniziranost povećava rizik od mišićno-koštanih ozljeda tj. kratkih ponavljajućih ciklusa i pokreta ruke (ponavljajućih pokreta sa i bez primjene sile) što može rezultirati razvojem profesionalne bolesti. Druga, negativna, strana mehaniziranosti radova u šumarstvu je

javljanje novih zdravstvenih rizika u vidu bolova u vratu te naprezanja i deformacije ramena kod rukovatelja mehanizacije (ILO 2012). Rezultati istraživanja ukazuju da mišićno-koštani poremećaji uzrokuju više bolovanja nego nesreće na radu. Erikson (1995) navodi da je među 603 šumska radnika bilo 25 ozljeda što je rezultiralo sa 255 dana bolovanja, dok je kod 10 registriranih mišićno-koštanih poremećaja zabilježeno 1 253 dana bolovanja. Također, godišnje u Švedskoj i Finskoj se registrira oko 20 profesionalnih bolesti na 10.000 radnika, a najčešće su to gubitak sluha, koštano-mišićnih bolesti i kožne bolesti (zbog hidrauličkih ulja, goriva, itd.) (FIOH 2012). Gröger i Lewark (2002) izvještavaju da su operateri šumske mehanizacije znatno više izloženi statičkom, nego dinamičkom opterećenju. Sjedeći radni stav u stroju može dovesti do povećanog pritiska na vrat, ramena i mišićne leđa. Tipični simptomi za operatera su problemi sa ramenima-rukama, koji su posljedica nelagodnog radnog držanja i napora potrebnog za ulazak u kabinu stroja. Löfroth i Pettersson (1982) su utvrdili indikaciju rastućeg problema vezanog za pritužbe o bolovima u vratu i ruci kod švedskih operatera mehanizacije. Oni su procijenili da oko 75 % uzorkovanih ispitanika je imalo barem neke pritužbe tijekom razdoblja od dvije godine, a 20 – 30 % je imalo probleme koji su doveli do savjetovanja s liječnikom i / ili nesposobnosti vezane za normalan rad. Jonsson i suradnici (1983) objavili su istraživanje provedeno na 241 operateru mehanizacije (stopa odgovora 88 %). Rezultati su pokazali da je 56 % ispitanika imalo prigovor na bolove u vratu, a 50 % pritužbe na bolove u ramenima tijekom prethodnih 12 mjeseci. Lidén i Pontén (1985) su utvrdili da je 50 % od 110 uzorkovanih operatera šumske mehanizacije imalo prigovor vezan za bolove u vratu / ramenu. Naprezanje, a samim time pojava nelagode i bolova, u šaci, ruci, vratu i ramenima također može rezultirati cikličkim ponavljanjem istih pokreta (RSI - Repetitive Strain Injury). Važno je istaknut da operateri šumske mehanizacije nordijskih zemalja rade s vrlo malim naprežanjem u mišićima, koristeći mini-džojstike, sjede na ergonomskim sjedalima s naslonima za ruke. Međutim, ozljede i profesionalne bolesti zbog cikličkog ponavljanja istih pokreta (RSI) još uvijek čine veliki problem iz aspekti sigurnosti i zaštite zdravlja radnika

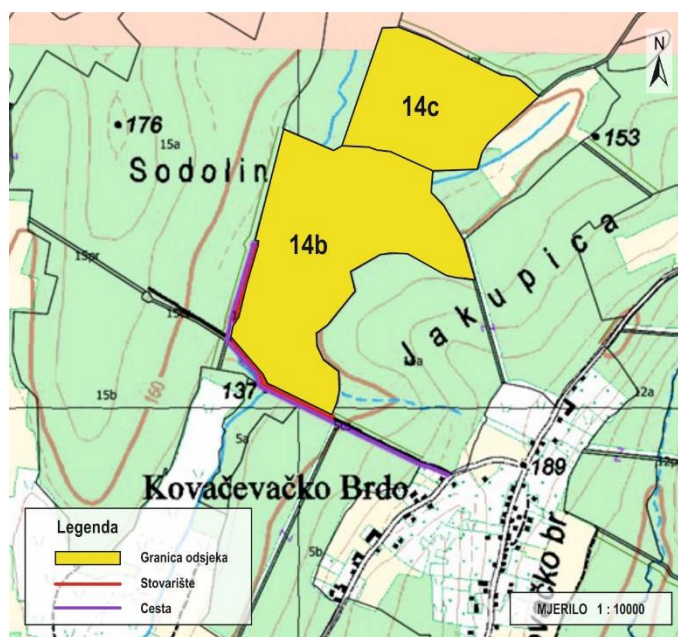
## 2.2 Ciljevi istraživanja

Ergonomska istraživanja najčešće se provode sa svrhom ocjenjivanja, razvrstavanja i, ako je potrebno, provođenja korektivnih mjera vezanih uz radni položaj rukovatelja mehanizacijom tokom dana. Cilj diplomskog rada obrađuje dva aspekta mehaniziranog rada. Prvi je vezan za organizacijsko-sigurnosni aspekt skupnog rada harvesteri i forvardera pomoću dvije ergonomske metode ocjenjivanja položaja tijela OWAS i REBA, a drugi je vezan za problematiku i potrebu stručnog osposobljavanja rukovatelja mehanizacije u šumarstvu. Dobiveni rezultati vezani za položaja tijela rukovatelja mehanizacijom, tijekom rada, može pružiti vrijedne informacije usmjerene na dizajniranje ili redizajniranje radnog mjesta, radnih strojeva i alata.

### 3. MJESTO I PREDMET ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. Mjesto istraživanja

Mjesto istraživanja organizacije rada, te ocjene položaja tijela rukovatelja harvesteri i forvarderi provedeno je na području UŠP Bjelovar u gospodarskoj jedinici „Bjelovarska bilogora“. UŠP Bjelovar je jedna najvećih šumarija u sklopu poduzeća Hrvatske šume d.o.o. Sastoji se od 15 šumarija i jedne radne jedinice, prijevoz mehanizacija i graditeljstvo. Unutar tih 15 šumarija postoje 34 gospodarske jedinice koje se prostiru na području 7 županija. Istraživanja su provedena u dva odsjeka 14b i 14c gospodarske jedinice „Bjelovarska Bilogora“. Odsjek 14b, prema podacima iz gospodarske osnove 2013 godine, prostire se na površini od 18,28 ha, uređajnog razreda običnog graba starosti 79 godina na II bonitetu. Propisana ophodnja je 70 godina. Nalazi se na nadmorskoj visini od 100 m, na zapadnoj ekspoziciji. Vegetaciju obilježavaju zajednice šuma hrasta lužnjaka i običnog graba s bukvom, obrasta 1,23. Sklop je potpun a drva zaliha iznosi 291,50 m<sup>3</sup>/ha, odnosno 5330 m<sup>3</sup> u odsjeku. Hrast lužnjak čini 18,16 m<sup>3</sup>/ha, 3,72 m<sup>3</sup>/ha hrast kitnjak, 17,34 m<sup>3</sup>/ha obična bukava, 243,71 m<sup>3</sup>/ha obični grab, 0,33 m<sup>3</sup>/ha OTB i 8,32 m<sup>3</sup>/ha crna joha. Prema smjesi najzastupljeniji je obični grab s 84 % zatim slijedi hrast lužnjak 6 %, hrast kitnjak 1 %, obična bukva 6 % i crna joha 3 %. Broj stabala iznosi 784 po ha dok temeljnica iznosi 28,88 m<sup>2</sup>/ha. Srednje plošno stablo je promjera 21,60 cm, dok je godišnji tečajni prirast 7,49 m<sup>3</sup>/ha, odnosno 137 m<sup>3</sup> u odsjeku. Sječu u ovoj gospodarskoj jedinici, prema osnovi gospodarenja, treba obaviti intenzitetom 11,67 %, što iznosi 34,03 m<sup>3</sup>/ha. Sijeku se obični grab intenzitetom od 32 m<sup>3</sup>/ha i obična bukva 2,02 m<sup>3</sup>/ha.



Slika 3. Odsjeci 14b i 14c, GJ „Bjelovarska Bilogora“

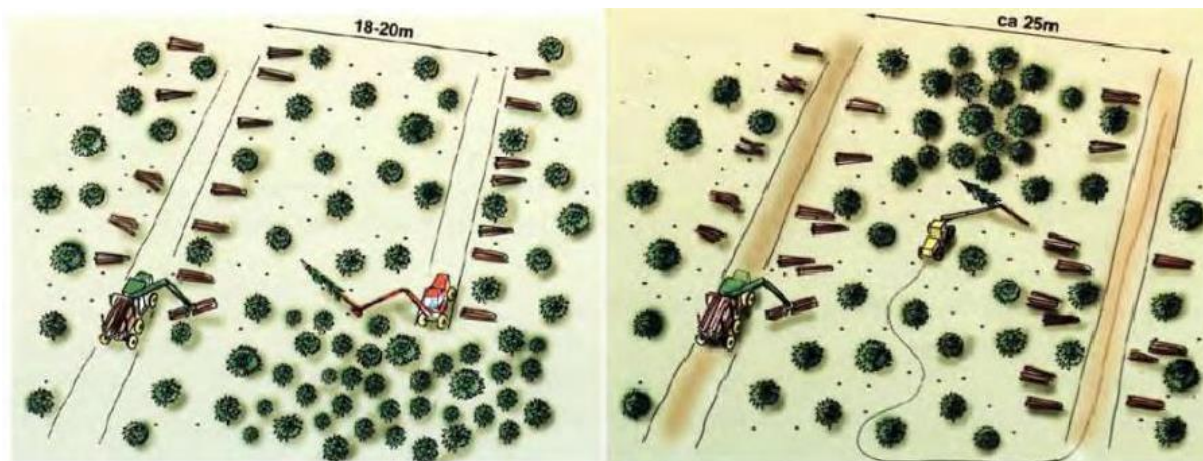


Odsjek 14c, prema podacima iz gospodarske osnove, prostire se na površini od 9,07 ha, uređajnog razreda obične bukve starosti 79 godina na I bonitetu. Propisana ophodnja iznosi 100 godina. Odsjek 14 c se nalazi na nadmorskoj visini 150 - 175 m, prosječni nagib iznosi 3 - 9 %, a ekspozicija je jugozapadna. Šumsku zajednicu čini submontanska bukova šuma sa trepavičastim šašem. Sklop je potpun, obrast 1,06. Drvna zaliha iznosi 3681 m<sup>3</sup> u odsjeku, odnosno 405,84 m<sup>3</sup>/ha. Od tog iznosa drvne zalihe na hrast lužnjak otpada 7,94 m<sup>3</sup>/ha, hrast kitnjak 16,54 m<sup>3</sup>/ha, obični grab 179,60 m<sup>3</sup>/ha i obične bukve 201,76 m<sup>3</sup>/ha. Obična bukva, prema omjeru smjese, je najzastupljenija s 50 %, obični grab 44 %, kitnjak 4 % i lužnjak s 2 %. Temeljnica iznosi 30,98 m<sup>2</sup>, broj stabala 540 po ha. Srednje plošno stablo je promjera 30,98 cm, dok je godišnji tečajni prirast 9,70 m<sup>3</sup>/ha odnosno 88 m<sup>3</sup> u odsjeku. Prema propisu osnove gospodarenja za prvo polurazdoblje treba obaviti proredu intenziteta 11,08 %, odnosno 44,98 m<sup>3</sup>/ha, od toga obične bukve 19,96 m<sup>3</sup>/ha i običnog graba 25,03 m<sup>3</sup>/ha.

### **3.2. Tehničke značajke i način rada harvesteri**

Harvesteri su vozila za kretanje po šumskom bespuću, čija je osnovna namjena rušenje stabala i izradba kratkog drva kraj panja (Drushka i Konttinen 1997). Harvesteri se danas uglavnom proizvode kao jednozahvatni te mogu obavljati različite funkcije kao što je sječa stabala, kresanje grana, trupljenje debla, mjerenje sortimenata i njihovo slaganje u hrpe (Kellog i dr 1993). To je šumsko vozilo koje se sastoji od prednjeg i zadnjeg okvira, te ima mogućnost kretanja u vodoravnoj i okomitoj ravnini. Sječna glava, kao i hidraulična dizalica i kabina, se nalaze na prednjem okviru, dok se na stražnjem nalazi pogonski motor i transmisija. Dva hidraulična cilindra promjenom kuta prednjeg i stražnjeg dijela vozila u vodoravnoj liniji, omogućuju upravljanje vozilom. Harvestere možemo podijeliti, s obzirom na način izvedbe voznog sustava, na gusjenične i kotačne. Prema broju kotača dijelimo ih na četverokotačne, šestokotačne i osmerokotačne (Štimac 2017). Kod vozila s više od 4 kotača ugrađuje se, na prednju osovinu, bogi most, kod kojeg su dva kotača smještena u tzv. tandem rasporedu. Primjena bogi osovine omogućava amortiziranje vozila pri kretanju po površinskim preprekama bespuća, ali i njegovu povećanu stabilnost prilikom obaranja stabla (Krpan i Poršinsky 2001). Računalni sustav harvesteri kontrolira rad sječne glave, izmjeru stabla, donošenje odluke o mjestu trupljenja u svrhu najveće iskoristivosti debla, odnosno odluke o izradbi sortimenata zadanih dimenzija prema zahtjevima kupaca (Krpan 2000). Kod sječe stabala harvesterom provodi se kontrolirano obaranje stabala što rezultira manjim oštećivanjem preostalih stabala (Poršinsky i dr. 2004). Kod čistih sječa harvester se kreće slobodno po sječini, dok druge vrste sječa zahtijevaju šumsku infrastrukturu. Tijekom rada, harvester prosijeca na određenim međusobnim razmacima, vlake širine 3,5 do 4 m (Sambo 1999). Uobičajeni razmak između vlaka je 20 m, pri čemu harvesteri, čiji je dohvat hidraulične dizalice 10 m, mogu dosegnuti i srušiti sva stabla. Kod ovakvog načina rada

harvester okresane grane odlaže pred kotače, čime poboljšava nosivost same podloge i smanjuje oštećivanje tla. Ako je razmak između vlaka veći, tada se rad kombinira s ručno-strojnim načinom rada ili se harvester kreće između vlaka (Krpan i Poršinsky 2004). Na proizvodnost harvestera utječe broj doznačenih stabala po jedinici površine, odnosno sječna gustoća. Osim doznačenih stabala po jedinici površine, na učinak i smanjenje troškova djeluje i zakon obujma komada, jer se njegovom učinkom s porastom prsnog promjera stabla, odnosno obujma stabla povećava uz istodobno smanjivanje troškova rada (Krpan i Poršinsky 2001).



Slika 4. Sheme rada harvestera i forvardera u skupnom radu (Krpan i Poršinsky 2004)

Ispitivanja i ocjena položaja rukovatelja harvesterom provedena su na Timberjacku 1470D (slika 5). To je jednozahvatni harvester, sa šest kotača i bogi sustavom na prednjoj osovini. Namjena tog harvestera je kretanje po šumskom bespuću te sječa i izradba stabala, te je predstavnik kategorije velikih harvestera širokog raspona primjene. Duljina harvestera Timberjack 1470D iznosi 7700 mm, visina mu je 3830 mm. Širina harvestera iznosi 3000 mm, dok mu je masa 18800 kg. Timberjack 1470D pokreće motor John Deere JD6081 HTJ 04, 6-cilindrični, turbo diesel motor sa prednabijanjem. Maksimalna snaga motora je 180 kW pri frekvenciji vrtnje od 1200 – 2000 min<sup>-1</sup>. Maksimalni zakretni moment je 1250 NM pri frekvenciji vrtnje motora od 1400 min<sup>-1</sup>. Transmisija je kod harvestera hidrostatsko – mehanička sa sporim i brzim hodom koji omogućuje promjenu brzine kretanja vozila bez prekida zakretnog momenta. Harvester Timberjack 1470D je opremljen sječnom glavom Timberjack 758. Najveći sječni promjer iznosi 65 cm. Masa sječne glave s rotatorom iznosi 1080 kg. Posmak stabla kroz sječnu glavu ostvaruju četiri čelična valjka.



Slika 5. Harvester, Timberjack 1470D

### 3.3 Tehničke značajke i način rada forvardera

Forvarderi su samopogonjena vozila namijenjena pomicanju stabala ili njegovih dijelova izvozeći ih utovarene u tovarnom prostoru vozila (ISO 2000). Osim za izvoženje forvarderi se koriste i za daljinski prijevoz drvnih sortimenata na kraćim udaljenostima (Poršinsky 2005). Dva zgloba, uzdužni i poprečni spajaju prednji, upravljačko-pogonski dio vozila i pogonjenu poluprikolicu. Imaju mogućnost gibanja u vodoravnoj i upravnoj liniji. Preko uzdužnog zgloba, promjenom kuta prednjeg i stražnjeg dijela vozila, upravlja se forvarderom, a to omogućuju dva hidraulična cilindra (Poršinsky 2005). Zglobna veza omogućava, osim upravljanja forvarderom, savladavanje terenskih prepreka na način da je omogućeno njihanje prednjeg i stražnjeg dijela vozila (poluprikolice). Kada se drvo utovara dizalicom, poprečni zglob je blokiran. Kod forvardera s više od 4 kotača upotrebljava se bogie most, kod kojega su po dva kotača smještena jedan blizu drugoga, u tzv. tandem rasporedu. Primjena bogie mosta povećava bočnu stabilnost forvardera zbog smanjenog naginjanja utovarenog dijela vozila. Kod 6 kotačnih forvardera, kod uvjeta smanjene nosivosti tla, na prednje kotače se montiraju lanci a na stražnje polugusjenice. Polugusjenice kod nepovoljne nosivosti tla, utječu na povećanje kretnosti i proizvodnosti (Poršinsky i dr. 2011), na smanjeno proklizavanje a samim time i na smanjenu potrošnju goriva. Polugusjenice također, utječu i na povećanje stabilnosti prilikom kretanja, utovara i istovara forvardera ali dovodi do većeg oštećivanja pomlatka (Pandur 2013). Transmisija kod forvardera je mehaničko-hidromehanička, hidrostatsko-mehanička te hidrostatska. Utovar i istovar oblog drva vrši se hidrauličkom dizalicom (Stankić 2010).

Forvarderi se u Hrvatskoj, ponajviše koriste za izvoženje drva glavnog prihoda tijekom razdoblja zimske sječe, a za vrijeme razdoblja ljetne sječe za izvoženje prethodnog prihoda. Također se koristi za čiste sječe topola, i sječa jasena na pruge te sanitarnih sječa. Forvarder se tijekom sječe kreće po izvoznim pravcima koji nakon višekratnog prolaska vozila, poprime izgled traktorskih vlaka (Poršinsky 2005). Kod istovara drva na pomoćnom stovarištu, forvarderom se drvo slaže u složajeva s obje strane šumske ceste, visina složajeva dostiže 3 do 4 m i na taj način se smanjuje zahtjev za velikom površinom stovarišta, a ujedno se vrši razvrstavanje prema vrstama drveća i razredima kakvoće (Krpan 1992, Poršinsky 2005). Isti autor navodi također da proizvodnost forvardera ovisi o nizu čimbenika kao što su udaljenost izvoženja drva, vrste drva i dimenzija izrađene oblovine, sječne gustoće, nagiba terena, površinske prepreke, uvjeti nosivosti podloge, otvorenost sječine mrežom sekundarnih prometnica itd.

Ispitivanja i ocjena položaja rukovatelja harvesterom provedena su na forvarderu Timberjack 1710D (slika 6). To je osmerokotačno vozilo s bogi sustavom na prednjoj i stražnjoj osovini. Mase je preko 14 tona te pripada kategoriji težih forvardera. Prvenstveno je namijenjen izvoženju drva prilikom čistih sječa u kulturama četinjača te izvoženju drva kod oplodnih sječa listača. Njegove dimenzije su ograničavajući čimbenik prilikom rada u proredama iako ni takva primjena nije isključena. Duljina Timberjacka 1710D je 10900 mm, dok je njegova širina 3050 mm. Visina forvardera do vrha dizalice je 3900 mm, a njegova masa ovisi o stupnju opremljenosti i može iznositi od 18 500 do 19 500 kg. Transmisija kod forvardera Timberjack 1710D je hidrostatsko – mehanička sa po dvije brzine naprijed i nazad, maksimalna brzina je 23 km/h, dok je najveća obodna sila vozila 200 kN.



Slika 6. Forvarder, Timberjack 1710D

## 4. METODE ISTRAŽIVANJA

Inozemna literatura vezana za razvijene i korištene ergonomske metode/tehnike opažanja kod ocjene položaja tijela tokom rada karakterizira velika varijabilnost, gdje postoje metode specifično razvijene za određene istraživačke ciljeve. Tehnike opažanja uključuju OWAS, TRAC, PATH, RULA, REBA, LUBA itd. Osnovna prednost navedenih metoda je da se vrlo lako mogu prilagoditi potrebama specifične industrije, zavisno o djelokrugu ergonomske procijene. U sklopu istraživanja, provedenog na području UŠP Bjelovar, vrednovanje radnog opterećenja rukovatelja harvesteri i forvardera provedeno je kroz ocjenu položaja tijela tokom rada pomoću »ErgoFellow 3.0« softvera. U okviru navedenog softvera primijenjene su dvije tehnike opažanja: Ovako working posture analysing system (OWAS) i Rapid entire body assessment (REBA).



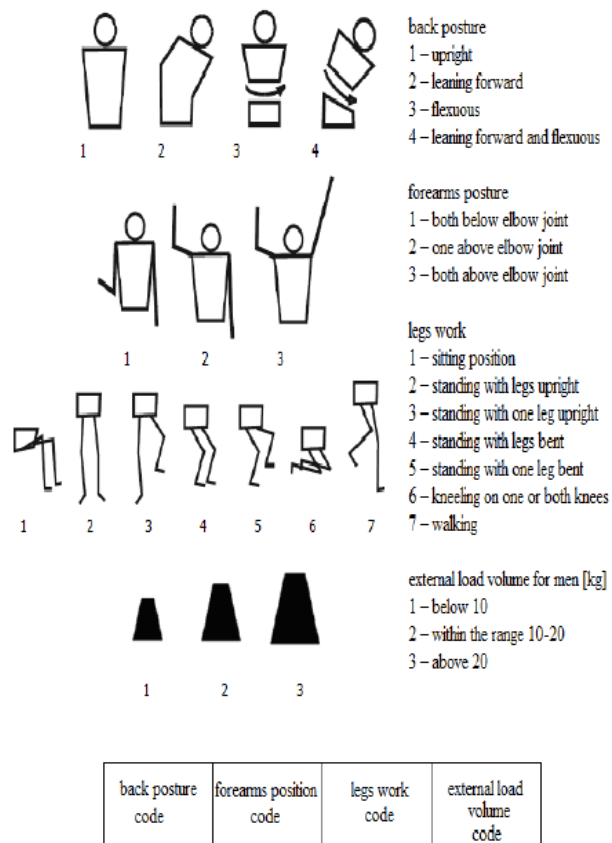
Slika 7. Sučelje softvera te dvije primijenjene tehnike opažanja položaja tijela

### 4.1 Tehnika opažanja 1 - Ovako working anaysing system (OWAS)

Posebno uspješna u analizi položaja tijela na radnom mjestu je OWAS metoda. Metoda je razvijena u Finskoj 1974. godine u organizaciji Ovaco, prilikom čega su utvrđena 84 tipa radnog položaja. OWAS metoda temelji se na razradi položaja leđa (kralježnice), ruku i nogu.

Razlikuju se dvije OWAS metode: osnovna i točkasta. OWAS metoda omogućuje procjenu stupnja statičkog opterećenja radnika na radnom mjestu analizirajući njihovo držanje, identificirajući četiri radna položaja za leđa, tri za ruke, sedam za noge i tri kategorije za težinu predmetnog tereta (Schilden 1989). Svaki od navedenih čimbenika ima atributnu vrijednost koda. Tehnika klasificira kombinacije navedene četiri kategorije prema stupnju njihovog utjecaja na mišićno-skeletni sustav za sve kombinacije položaja tijela radnika. Prema OWAS metodi, stupnjevi procjene štetnosti postojećih kombinacija držanja i opterećenja grupirani su u četiri kategorije djelovanja koje ukazuju na hitnost intervencije na radnom mjestu (Mattila i Vilkki 2003).

- **kategorija djelovanja 1:** normalni i prirodni položaji bez štetnog djelovanja na mišićno-skeletni sustav - nisu potrebne mjere
- **kategorija djelovanja 2:** blago štetna držanja - korektivne mjere potrebne u skoroj budućnosti
- **kategorija djelovanja 3:** primjetno štetno držanje - moraju se poduzeti korektivne mjere što je prije moguće
- **kategorija djelovanja 4:** izuzetno štetno držanje - odmah je potrebno poduzeti korektivne mjere za poboljšanje



Slika 8. Određivanje koda položaja tijela s OWAS metodom

Iz osnovne metode izvode se različite modificirane metode. Razlike između modificiranih OWAS metoda nalazi se u redoslijedu označavanja pojedinih dijelova tijela te u dodana tri položaja šake (Izvor. <https://zir.nsk.hr/islandora/object/vuka%3A827/datastream/PDF/view>). Postoji nekoliko posebnosti šumskih operacija koje mogu utjecati na korištenje tradicionalnog OWAS-a (bilo vizualnih snimki snimljenih na terenu ili u uredu obrađenih slika izvađenih iz videozapisa datoteke). Osnovni nedostatak navedenog pristupa ocjenjivanja je kratko trajanje elementarnih radnih zadataka koji mogu utjecati na preciznost uzorkovanja.

## 4.2 Tehnika opažanja 2 - Rapid entire body assessment (REBA)

REBA metoda je posturalna sustavna analiza osjetljiva na mišićno-skeletne rizik kod različite vrste radnih zahvata, posebno za procjenu radnih položaja koji se nalaze u zdravstvenoj te drugim uslužnim djelatnostima (Hignett i McAtamney 2000). Osnovna ideja REBA metode je da se procijeni položaj pojedinih segmenata tijela, a rezultati položaja tijela radnika se povećavaju kad zabilježeni položaj segmenta tijela odstupa od neutralnog položaja. Sustav klasifikacije držanja temelji se na dijagramu dijelova tijela, a uključuje gornji dio ruke, donji dio ruke, zglob, trup te vrat i noge. Skupina A uključuje trup, vrat i noge, dok skupina B uključuje gornje i donje ruke i zapešća. Navedene skupine se kombiniraju u jednu od 144 moguće kombinacije držanja koje se pretvaraju u jedinstveni kod položaja tijela (Takala i dr. 2010). Metoda odražava opseg vanjskih opterećenja, mišićne aktivnosti uzrokovane statičkim, dinamičkim, brzim promjenama ili nestabilnim položajima, te efekt spajanja istih. Dobiveni rezultati su sažeti kako bi dobili jedan rezultat za svako promatranje (Takala i dr. 2010). Navedena metoda pruža pet kategorija djelovanja za procjenu razine korektivnih aktivnosti:

- **kategorija djelovanja 0:** korektivna akcija, uključujući daljnju procjenu, nije potrebna
- **kategorija djelovanja 1:** korektivna akcija, uključujući daljnju procjenu, može biti potrebna
- **kategorija djelovanja 2:** korektivna akcija, uključujući daljnju procjenu, potrebna u skoroj budućnosti
- **kategorija djelovanja 3:** korektivna akcija, uključujući daljnju procjenu, potrebna što je prije moguće
- **kategorija djelovanja 4:** korektivna akcija, uključujući daljnju procjenu, potrebna je odmah

OWAS metoda klasificira opterećenje položaja tijela za hitnost korektivnih akcija u četiri kategorije djelovanja. S druge strane REBA metoda grupe opterećenja položaja tijela svrstava u pet akcijskih kategorija, koje imaju malo drugačije značenje od kategorija djelovanja u okviru OWAS metode. Da bi se omogućila usporedba REBA i OWAS metode, razine rizika REBA metode prema (Kee i Karwowskom 2007) regrupirane su na četiri razine uzimajući u obzir značenje kategorija djelovanja za obje tehnike.

Tablica 2. Regrupirani stupnjevi rizika za REBA metodu

Regrupirana kategorija djelovanja	Originalna kategorija djelovanja	Značenje
1	0	Normalan položaj
2	1 i 2	Nisko rizičan položaj
3	3	Srednje rizičan položaj
4	4	Visoko rizičan položaj

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Terenska mjerenja i prikupljanje podataka provedena su na području UŠP Bjelovar, u G.J. „Bjelovarska Bilogora“ u odsjeku 14b i 14c, tijekom ljeta 2017. godine kada su unutar iste šumske sastojine primijenjene različite mehanizirane tehnologije sječe i izvoza drva. Radni zahvati harvesteri i forvarderi zabilježeni su video kamerom. Ukupno je snimljeno 9 sati i 29 minuta efektivnog rada harvesteri kod sječe i izradbe drva. U terenskom radu forvarderi snimljeno je 8 sati i 29 minuta efektivnog rada izvoženja drva. Pomoću metode trenutačnih opažanja, izdvojeni su položaji tijela iz radnih snimki, snimljenih video kamerom. Kod snimanja harvesteri definirani interval opažanja od 6 minuta rezultirao je s 88 uzorkovanih radnih položaja rukovatelja tijekom efektivnog rada. Definirani interval opažanja kod snimanja forvarderi, koji je također bio 6 minuta, rezultirao je s 79 uzorkovanih radnih položaja rukovatelja forvarderi (tablica 3). Četiri izdvojena položaja rukovatelja harvesteri i tri izdvojena položaja rukovatelj forvarderi nisu uzeta u daljnju obradu zbog toga što se isti unutar definiranog kadra nisu nalazili unutar kabine sredstva rada (tablica 3)

Tablica 3. Broj uzorkovanih i validnih položaja tijela rukovatelja sredstva rada

Rukovatelj	Uzorkovani položaji tijela	Validni položaji tijela
Harvesteri	88	84
Forvarderi	79	76

### 5.1 Ocjena položaja tijela rukovatelja harvesteri

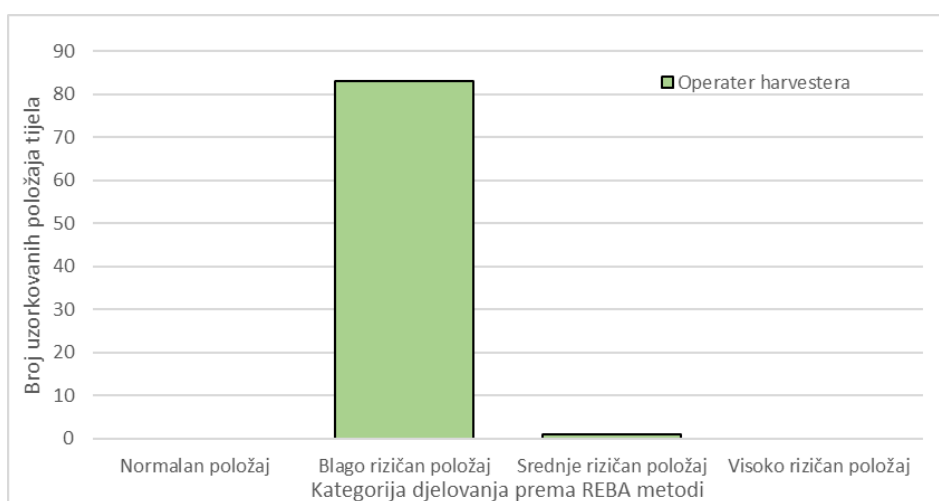
Analiza položaja tijela pri radu rukovatelja harvesteri, u odsjecima 14b i 14c prema OWAS metodi (slika 9), rezultirala je sa 82,14 % uzorkovanih položaja koji su svrstani u kategoriju normalnog položaja (N=84).



Slika 9. Ocjena radnog položaja rukovatelja harvesterom prema OWAS metodi

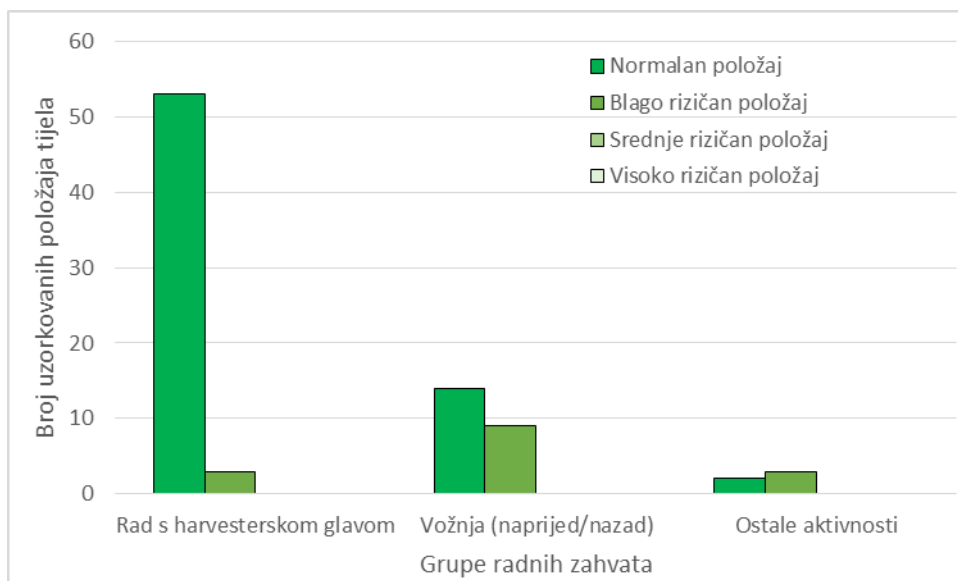


U kategoriju blago rizičnog položaja, tijekom rada, svrstano je 17,86 % uzorkovanih položaja tijela (slika 9). U kategoriju srednje rizičnog i visoko rizičnog položaja, u okviru analize, nije svrstan niti jedan uzorkovan položaj tijela rukovatelja harvesterera (slika 9). S druge strane, uzorkovani i analizirani položaji tijela rukovatelja harvesterera prema REBA metodi (slika 10) su 98,81 % položaja svrstali u kategoriju blago rizičnog, dok se u kategoriji srednje rizičan položaj nalazi 1,19 % analiziranih položaja. U prvu kategoriju tj. normalan položaj i u četvrtu kategoriju tj. visoko rizičan položaja nije svrstan niti jedan od 84 položaja tijela rukovatelja harvesterera (slika 10). Usporedba dviju ergonomskih tehnika opažanja pokazuje da REBA metoda daje nešto „oštriju“ ocjene u odnosu na OWAS metodu kod kategorizacije radnog rizika rukovatelja harvesterera (slika 9 i 10).



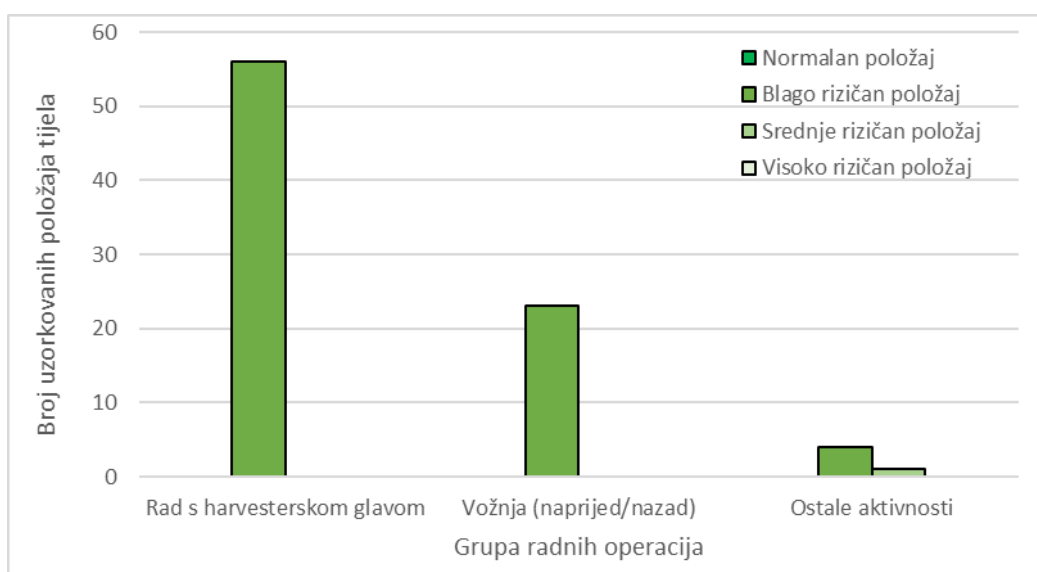
Slika 10. Ocjena radnog položaja rukovatelja harvesterom prema REBA metodi

Detaljnija analiza radnih položaja rukovatelja harvesterom, prikazana je za tri grupe radnih zahvata (slika 11): rad s harvesterom glavom (N=56), vožnja naprijed/nazad (N=23) te ostale aktivnosti (N=5). Prema OWAS metodi najveći udio blago rizičnog položaja prisutna je kod vožnje naprijed/ nazad s 10,71 % zato što sjedalo rukovatelja harvesterera nema mogućnost rotacije za 360° što nepovoljno djeluje na kategorizaciju rizika položaj tijela rukovatelja harvesterera tijekom rada. Kod rada s harvesterom glavom u kategoriju normalnog položaja tijekom rada svrstano je 63,10 % posto uzorkovanih položaja, dok u kategoriju blago rizičnog položaja svrstano je 3,57 % uzorkovanih položaja tijela rukavatelja harvesterera. Unutar grupe zahvata ostale aktivnosti, kategorija normalnog položaj tijela rukovatelja harvesterera je zastupljena s 2,38 % (slika 11). U kategoriju blago rizičnog položaja svrstano je 3,57 % uzorkovanih položaja gdje zabilježene aktivnosti najčešće uključuju čišćenje hladnjaka harvesterera od lišća (slika 11).



Slika 11. Ocjena grupe radnih zahvata rukovatelja harvestera prema OWAS metodi

Analiza i ocjenjivanje položaja tijela rukovatelja harvesterom prema REBA metodi (slika 12), rezultirala je nešto rizičnijim ocjenama u sve tri grupe radnih zahvata. Unutar grupe radnih zahvata kod rada s harvesterskom glavom kategorija blago rizičan položaj zastupljena je s 66,67 %, dok je unutar grupe radnih zahvata vožnja naprijed/nazad kategorija blago rizičan položaj zastupljena s 27,38 %. Unutar grupe radnih zahvata ostale aktivnosti u kategoriju blagog rizika svrstano je 4,76 % uzorkovanih položaj, a u kategoriju srednjeg rizika 1,19 % položaja. Usporedba dviju ergonomskih tehnika opažanja prema grupi radnih zahvata također pokazuje da REBA metoda daje nešto „oštriju“ ocjene u odnosu na OWAS metodu kod kategorizacije radnog rizika rukovatelja harvestera (slika 11 i 12).



Slika 12. Ocjena grupe radnih zahvata harvestera prema REBA metodi

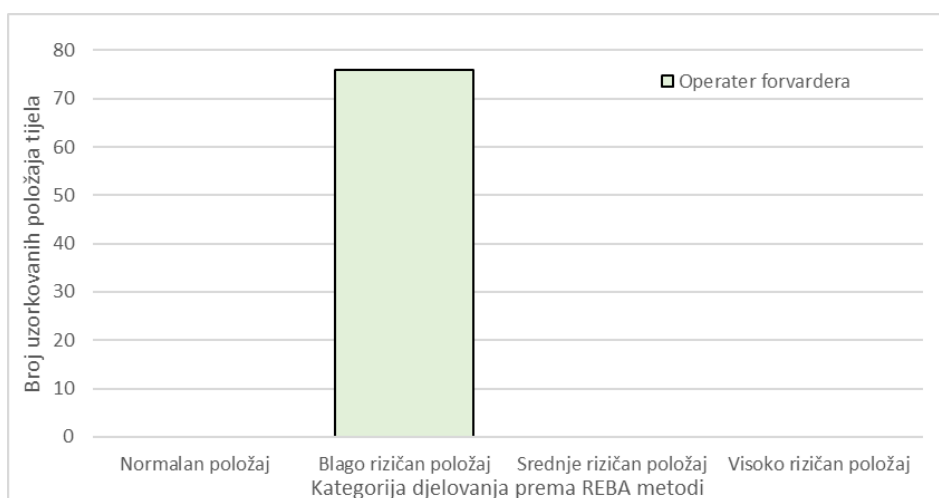
## 5.2 Ocjena položaja tijela rukovatelja forvardera

Analiza položaja tijela pri radu rukovatelja forvardera, u odsjecima 14b i 14c prema OWAS metodi (slika 13), rezultirala je sa 97,37 % uzorkovanih položaja koji su klasificirani u kategoriju normalnog položaja rizika (N=76), dok je 2,63 % uzorkovanih položaja klasificirano kao blago rizično. U kategorijama srednje rizičan te visoko rizičan položaj tijela nije svrstan niti jedan od 76 uzorkovanih položaja tijela rukovatelja forvardera (slika 13).



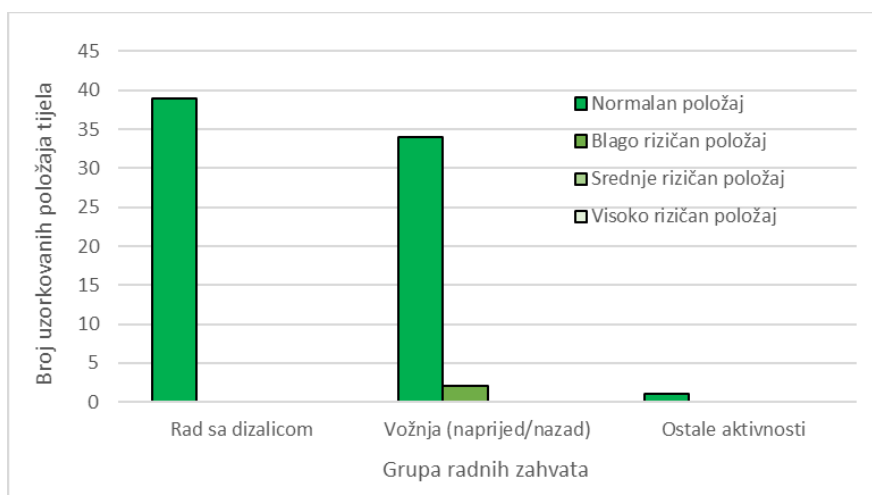
Slika13. Ocjena radnog položaja rukovatelja forvarderom prema OWAS metodi

S druge strane, uzorkovani i analizirani položaji tijela rukovatelja forvardera prema REBA metodi (slika 14) kategorizirali su svih 76 uzorkovanih položaja tijela u kategoriju blagog rizika. Ocjena rizika položaja tijela rukovatelja forvardera prema REBA metodi (slika 14) rezultirala je značajnije „oštrijom“ ocjenom rizika u odnosu na rezultate OWAS metode (slika 13 i 14).



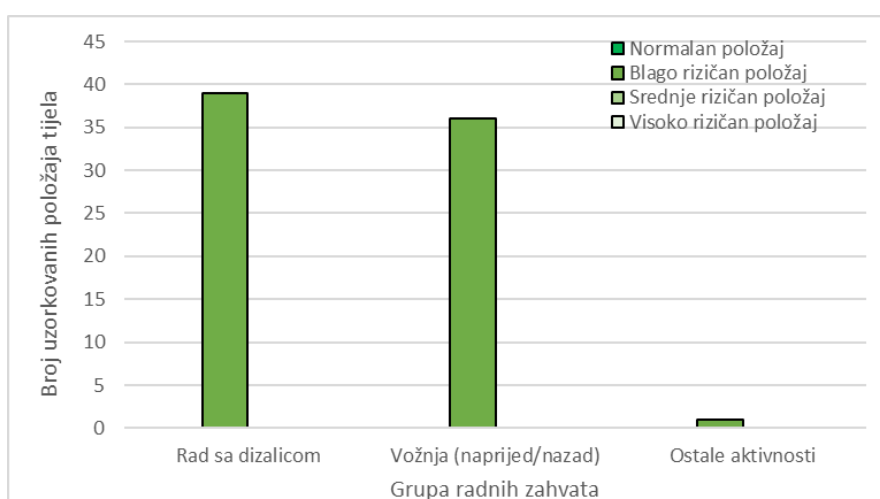
Slika 14. Ocjena radnog položaja rukovatelja forvardera prema REBA metodi

Detaljna analiza položaja rukovatelja forvarderom prikazana je za tri grupe radnih zahvata: rad s dizalicom (N=39), vožnja naprijed/nazad (N=36) te ostale aktivnosti (N=1). Prema OWAS metodi unutar grupe radnih zahvata rad sa dizalicom 51,32 % uzorkovanih položaja svrstano je u kategoriju normalnog rizika, dok je unutar grupe radnih zahvata ostale aktivnosti 1,32 % položaja svrstano također u kategoriju normalnog rizika (slika 15). Unutar grupe radnih zahvata vožnja naprijed/nazad 44,74 % uzorkovanih položaja ocijenjeno je normalnim rizikom, dok je 2,62 % položaja svrstano u kategoriju blagog rizika (slika 15).



Slika 15. Ocjena grupe radnih zahvata rukovatelja forvardera prema OWAS metodi

Prema REBA metodi kod ocjenjivanja grupe radnih zahvata rad sa dizalicom 51,32 % položaja svrstano je u kategoriju blagog rizika (slika 16). Unutar grupe radnih zahvata vožnja 47,37 % uzorkovanih položaja svrstano je u kategoriju blagog rizika (slika 16).



Slika 16. Ocjena grupe radnih zahvata rukovatelja forvardera prema REBA metodi

## 6. DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

Radovi u šumarstvu, osobito radovi u procesu pridobivanja drva, idu u red fizički najzahtjevnijih radova među gospodarskim djelatnostima. Pri tom se posebno misli na opterećenja kojima su radnici izloženi: energijska potrošnja, ergonomski nepovoljan položaj tijela, terenski i vremenski uvjeti rada, učestalost i težina povreda na radu, izloženost vibraciji, buci, plinovima i ostalim štetnim čimbenicima radnog okoliša (Landekić i dr. 2018). U današnjem dinamičnom tržišnom okruženju, zbog potrebe za konkurentnošću te stalnim pritiskom za smanjenjem troškova proizvodnje te trajanja proizvodnog ciklusa, industrije sve više teže automatizaciji određenih radnih i proizvodnih procesa. Sukladno navedenom sektor šumarstva Republike Hrvatske tj. radne operacije u procesu pridobivanja drva teže tehnološkom napretku.

Uvođenje visoko mehaniziranih sustava pridobivanja drva (harvestera, forvardera) dovelo je do promjena u vrsti i stupnju naprezanja kojemu su radnici izloženi u usporedbi s konvencijalnom metodom rada (sjekač + motorna pila + skider). Ergonomske studije u šumarstvu sve veći naglasak stavljaju na rukovatelje šumske mehanizacije iz razloga što mehaniziranost povećava rizik od mišićno-koštanih ozljeda tj. kratkih ponavljajućih ciklusa i pokreta ruke (ponavljajućih pokreta sa i bez primjene sile) što može rezultirati razvojem profesionalne bolesti. Druga, negativna, strana mehaniziranosti radova u šumarstvu je javljanje novih zdravstvenih rizika u vidu bolova u vratu te naprezanja i deformacije ramena kod rukovatelja mehanizacije (ILO 2012). Rezultati istraživanja ukazuju da mišićno-koštani poremećaji uzrokuju više bolovanja nego nesreće na radu.

U sklopu diplomskog rada kategorizacija radnog rizika u odnosu na položaj tijela, prema OWAS i REBA metodi, provedena je na primjeru strojne sječe, izradbe i izvoženja (harvester – forvarder) drvnih sortimenata kod radova pridobivanja. Tijekom terenskog snimanja, ocjene i usporedbe položaja tijela analizirano je samo efektivno vrijeme rada rukovatelja šumske mehanizacije. Sukladno postavljenim ciljevima istraživanja donose se sljedeći zaključci:

- kod strojne sječe i izradbe pomoću harvestera OWAS metoda je položaj tijela rukovatelja sredstva rada u 100 % iznosu ocijenila niskim posturalnim opterećenjem kategorije djelovanja 1 i 2 gdje se 82,14 % uzorkovanih položaja nalazi u kategoriji normalnog rizika;
- kod REBA metode samo 1,19 % položaj tijela rukovatelja harvestera ocijenjeno je kategorijom djelovanja 3 (srednje rizičan položaj), a 98,81 % položaja svrstano je u kategoriju blagog rizika;
- položaj tijela rukovatelja forvardera prema OWAS metodi ocijenjen je niskim posturalnim opterećenjem kategorije djelovanja 1 i 2 gdje je 97,37 % uzorkovanih položaja svrstano u kategoriji normalnog rizika;

- kod izvoženja sortimenata pomoću forvardera REBA metoda je položaj tijela rukovatelja u 100 % udjelu svrstala u kategoriji blagog rizika;
- bez obzira na grupu radnih zahvata i radno sredstvo, OWAS metoda podcjenjuje radni rizik vezano uz položaj tijela rukovatelja sredstva rada u odnosu na REBA metodu.

Vidljiva razlika u ocjenjivanju radnog rizika kroz posturalno opterećenje rukovatelja šumske mehanizacije može se argumentirati boljom senzibilitetom REBA metode u detektiranju radnog rizika zbog više stupnjeva ocijene položaja pojedinih dijelova tijela u odnosu na OWAS metodu. Drugi razlog odnosi se na proširenu ocjenu radnog rizika pomoću REBA metode u vidu vrste aktivnosti, radne dinamike i sl. Treći razlog odnosi se na tehnološku strukturu radnog vremena koja je uzeta u obzir (efektivno vrijeme rada), što ujedno čini i ograničenje provedenog istraživanja. Navedeno ograničenje osobito je značajno kod strojne sječe i izrade te izvoženja gdje je najveći udio posturalnog opterećenja u okviru dodatnog vremena koje obuhvaća aktivnosti održavanja i popravljivanja sredstva rada tijekom rada na terenu kao npr. zamjena hidrauličnog crijeva, popravak lanca na vodilici harvesterke glave i sl. Obje tehnike opažanja razvijene su za različitu svrhu i trebaju obuhvatiti različite vrste rizika. Kod odabira najprikladnije tehnike/metode u specifičnim radnim uvjetima, istraživač treba jasno definirati potrebe te utjecaj dobivenih informacija na proces donošenja odluka (Takala i dr. 2010). Usporedno s odabirom najprikladnije metode, strategija uzorkovanja vrlo je važna ako se rezultati generaliziraju izvan promatranog uzorka.

Nova ergonomska paradigma »više može biti bolje« kod strojne sječe, izradbe i izvoženja može imati štetne utjecaje na zdravlje rukovatelja sredstva rada. Primjer navedenog dolazi iz švedskog šumarstva gdje su brojni rezultati istraživanja i organizacijske mjere implementirane u praksu s ciljem smanjenja problema sigurnosti pri radu kod rukovatelja šumske mehanizacije. Istraživanja pokazuju da prosječno tjedno vrijeme rada u satima rukovatelja šumske mehanizacije iznosi 61 sat (Erikson 2000), a dnevno radno opterećenje od 8 sati koje je u potpunosti provedeno u harvesteru i/ili foravrderu se smatra prevelikom te uzrokuje preveliko naprezanje i stres (Pontén 1988). Švedsko nadležno tijelo za zaštitu na radu, kao primjer korektivnog mehanizma, uvelo je zakonsku mjeru gdje rukovatelji šumske mehanizacije dnevno moraju provesti najmanje dva sata na drugim radnim aktivnostima koje ne uključuju mehanizirani rad (UNECE/FAO 2011). Drugi primjer odnosi se na dizajniranje liste radnika unutar radne smjene što uključuje zamjenu poslova i obogaćivanje posla dodatnim radnim zadacima. Navedeni primjer dobre radne prakse koristi metodu bodovnog radnog opterećenja (engl. *workload points (WLP) method*) za identifikaciju istog te supstituciju radnih aktivnosti (UNECE/FAO 2011) ako je akumulirano više bodova od dozvoljenog tijekom radnog dana, što znači veći zamor za rukovatelja sredstva rada.

Mali udio istraživanja radnog rizika rukovatelja sredstva rada spram posturalnog opterećenja u šumarstvu Hrvatske, osobito kod strojnog rada, nameću potrebu provođenja sustavnih istraživanja istaknute problematike koja trebaju obuhvatiti ukupnu tehnološku strukturu radnog vremena.

## 7. LITERATURA

- Backström, T., Åberg, E., 1998: Olycksfall. in: Winkel, J., Attebrant, M., Wikström, B.-O. (ed.) Konsensusrapporter rörande kunskapsläget om arbetsmiljön i skogsmaskiner. Arbete och Hälsa 1998(10), 42-46.
- Erikson, G., 1995: Belastningsskador bland maskinförare i skogen. Fakta- och åtgärds katalog. (RSI in forest-machine operators in Scandinavia) Redogörelse 4. Skogforsk: Uppsala.
- Erikson, G., 2000: Stress among forestry contractors. Summary In: Forworknet Update, December 2000, Ed.: Sectorial activities department, International Labour Office. Geneva.
- Finnish Institute of Occupational Health (FIOH), 2012: Työperäisten sairauksien rekisteri (Register of the occupational disease; in Finnish).
- Gröger, V., Lewark, S., 2002: Der arbeitende Mensch in Wald. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb 970. Dortmund, Berlin & Dresden.
- International Labour Organization (ILO), 2012: Encyclopedia on Occupational Health and Safety – Fourth Edition. Part X: Industries Based on Biological Resources. Chapter 68 – Forestry. (Izvor: <http://www.ilo.org/documents/chpt68e.htm>)
- Jonsson, B., Brulin, C., Ericson, B.E., Hammar, C., 1983: Besvär från rörelseorganen bland skogsmaskinförare. (Musculoskeletal complaints in forestry machine operators.) Undersökningsrapport 1983(13). Arbetarskyddsstyrelsen.
- Heinimann, R., 2001: Lernkurveneffekt eines Harvester- fahrers (Learning curve effect of harvester operators). Un- published Technical report, Department Wald und Holz- forschung, Professur forstliches Ingenieurwesen, ETH Zürich.
- Hignett, S., McAtamney, L., 2000: Rapid Entire Body Assessment (REBA). Appl Ergon., 31, pp. 201–5.
- Krpan, A.P.B, 1992: Iskorišćivanje šuma (Forest exploitation). Monografija »Šume u Hrvatskoj«, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i »Hrvatske šume« p.o. Zagreb, 153–170.
- Krpan, A. P. B., Poršinsky, T., 2001: Harvester Timberjack 1070 u Hrvatskoj, Šumarski list 125(11-12): 619-624.
- Kee, D., Karwowski, W.;2001: LUBA: an assessment technique for postural loading on the upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time. Appl Ergon., 32, pp. 357–66.
- Østensvik T, Nilsen P, Veiersted, KB, 2008: Muscle Activity Patterns in the Neck and Upper Extremities Among Machine Operators in Different Forest Vehicles.



- Landekić, M., M. Bakarić, I. Martinić, R. M. Ricart, M. Šporčić, 2017: Stručno osposobljavanje radnika u sektoru šumarstva – stanje u Hrvatskoj i trendovi u Europi (1-25)
- Landekić, M., Šporčić, M., Martinić, I., Bakarić, M., 2018: Ocjena radnog položaja tijela šumskog radnika sjekača. 7. Međunarodni stručno-znanstveni skup Zaštita na radu i zaštita zdravlja. Zadar, Hrvatska, 12.-15.09.2018.
- Lewark, S., 2005: Scientific reviews of ergonomic situation in mechanized forest operations. Institutionen för skogens produkter och marknader, pp. 185.
- Lidén, E., Pontén, B. 1985: Belastningsbesvär och arbetsväxling hos skogsmaskinförare. (Neck/shoulder complaints and job rotation of forest machine operators) Uppsatser och resultat 45. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsteknik: Garpenberg.
- Löfroth, C., Pettersson, B., 1982: Neck, arm and upper-back disorders in logging machine drivers: Description of the problem and proposals for preventive measures. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten: Stockholm.
- Matic, S., 2011: Međunarodna godina šuma u svjetlo 50 – godišnje uske suradnje hrvatske šumarske znanosti i struke. Uvodnik, *Croatian Journal of Forest Engineering*, 32(1): 1–6.
- Mattila, M., Vilkki, M., 2003: *Occupational Ergonomics: Principles of Work Design*. CRC Press. Chapter 26, OWAS methods; 13 p.
- Medved, M., 1998: Nezgode in tveganje pri poklicnem in nepoklicnem delu v gozdu. *GozdV*, 56(9): 379–389.
- Pandur, Z., 2013: Primjena komercijalnog sustava za praćenje rada strojeva u istraživanju izvoženja drva forvarderom. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–312.
- Pontén, B. (1988): Health risks in forest work – a program for action. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsteknik, Rapport nr 177, Garpenberg.
- Poršinsky, T., Krpan, A., P., B., Stankić, I., 2004: Djelotvornost strojne sječe i izrade u sastojinama tvrdih i mekih listača – 4. dio: Okolišna pogodnost strojne sječe u prirodnim sastojinama. *Šumarski list* 128 (11-12): 655–669.
- Poršinsky, T., 2005: Djelotvornost i ekološka pogodnost forvardera Timberjack 1710 pri izvoženju oblovine iz nizinskih šuma Hrvatske. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 1–170.
- Purfürst, F. T., 2009: Der Einfluss des Menschen auf die Leistung von Harvestersystemen (Human Influence on harvester productivity). PHD-Thesis, Technische Universität Dresden, Dr. Hut Verlag, Munich, 320 p.

- Ranta, 2004: Making a Harvester Operator's Tacit Knowledge Explicit Tampere University of Technology/Hypermedia Laboratory. Report 2004:1.
- Sambo, S. M., 1999: Reduction of trail density in a partial cut with a cut-to-length system. For. Eng. Res. Inst. Can. (FERIC), Pointe-Claire, Que. Tech. Note TN-293. 1–12.
- Schilden, M., 1989: The OWAS system for analysing working postures, Acta Horticulture, 237, pp. 129–136.
- Stankić, I., 2010: Višekriterijsko planiranje izvoženja drva forvarderima iz nizinskih šuma Hrvatske. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–123.
- Štimac, Z., 2017: Proizvodnost mehaniziranog sustava pridobivanja drva u šumskoj kulturi obične smreke (*Picea abies* /L./ Karsten) na području Gorskog kotara. Završni specijalistički rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–89.
- Takala, E.P., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G.Å., Mathiassen, S.E., Neumann, W.P., Sjogaard, G., Veiersted, K.B., Westgaard, R.H., Winkel, J. (2010): Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. Scand J Work Environ Health. 36(1), pp. 3–24.
- Tomašić, Ž., 2012: Razvoj tehnologije i tehničkih sredstava u pridobivanju drva s obzirom na posebnosti šuma i šumarstva u Republici Hrvatskoj. Nova mehanizacija šumarstva 33: 53–67.
- UNECE/FAO Team of Specialists on Best Practices in Forest Contracting, 2011: Guide to good practice in contract labour in forestry. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, pp. 61.