

UNIVERZITET U BEOGRADU
ŠUMARSKI FAKULTET

Slavica J. ANTONIĆ

**OCENA EFIKASNOSTI RAZLIČITIH SISTEMA
RADA NA POSLOVIMA SEČE I IZRADE
DRVNIH SORTIMENATA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Beograd, 2023.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF FORESTRY

Slavica J. ANTONIĆ

**EFFICIENCY OF DIFFERENT SYSTEMS OF
WORK WITHIN TREE FELLING AND
MAKING OF WOOD ASSORTMENTS**

DOCTORAL DISSERTATION

Belgrade, 2023.

INFORMACIJE O MENTORU I ČLANOVIMA KOMISIJE

Doktorska disertacija je urađena je na Katedri korišćenja šumskih resursa Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu u saradnji sa Nastavnom bazom „Goč-Gvozdac“ i Javnim preduzećem „Vojvodinašume“.

Na osnovu člana 48. stav 5. tačka 3. Statuta u Beogradu („Glasnik Univerziteta u Beogradu“, broj 201/18) i čl. 14. - 21. Pravilnika o većima naučnih oblasti na Univerzitetu u Beogradu („Glasnik Univerziteta u Beogradu“, broj 134/07, 150/09, 158/11, 164/11, 165/11, 180/14, 195/16, 196/16 i 197/17), a na zahtev Šumarskog fakulteta, broj: 03-3964/5 od 02.10.2018. godine, Veće naučnih oblasti biotehničkih nauka na sednici održanoj 16.10.2018. godine donelo je Odluku kojom se daje saglasnost na predlog teme pod nazivom: „Ocena efikasnosti različitih sistema rada na poslovima seče i izrade drvnih sortimenata“.

Komisija za ocenu i odbranu:

Mentor: dr Milorad Danilović, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Šumarskog fakulteta;

Član 1: dr Jusuf Musić, vanredni profesor Univerziteta u Sarajevu, Šumarskog fakulteta;

Član 2: dr Dušan Stojnić, docent Univerziteta u Beogradu, Šumarskog fakulteta;

Član 3: dr Zoran Govedar, redovni profesor Univerziteta u Banja Luci, Šumarskog fakulteta;

Član 4: dr Dragan Borota, docent Univerziteta u Beogradu, Šumarskog fakulteta;

Datum odbrane: _____

Rad je rezultat sopstvenog istraživačkog rada. Potpisana se slažem sa objavom svog rada u punom tekstu digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu. Izjavljujem da je rad, koji sam predala u elektronskom obliku identičan štampanoj verziji.

Slavica Antić

IZJAVA ZAHVALNOSTI

Na početku želim da se zahvalim svom mentoru dr Miloradu Daniloviću pre svega na razumevanju, strpljenju i nesebičnoj podršci tokom svih godina unazad, naročito onda kada ni sama nisam bila sigurna da mogu da preskočim prepreke koje su se nalazile na mom putu, a zatim i na izdvojenom vremenu, posvećenosti i idejama koje mi je davao tokom izrade ove disertacije. Pored njega, želela bih da se zahvalim svim članovima komisije, koji su mi dali korisne savete i sugestije tokom izrade disertacije, posebno u njenoj završnoj fazi. Naročito bih, posthumno, želela da se zahvalim profesoru Čupriću, koji nažalost nije dočekaao odbranu teze, na svim dobronamernim kolegijalnim, prijateljskim, a ponekad čak i roditeljskim savetima, koje mi je uputio tokom godina našeg poznanstva.

Posebnu zahvalnost želim da izrazim kolegi dr Antonu Pojetu, koji mi je mnogo pomogao prilikom formiranja inicijalne ideje za izradu disertacije kao i za opremu koju mi je ustupio na korišćenje, kako bih prikupila deo podataka za potrebe ovog rada.

Neizmerno sam zahvalna kolegama sa Katedre korišćenja šumskih resursa, koji su me bodrili i verovali u mene onda kad ni ja sama nisam verovala da ću uspeti da sve ovo stavim u korice. Osim toga, želela bih posebno da se zahvalim kolegama Paji Vojvodiću, Milici Stiković i Vladimiru Čiroviću za veliki napor koji su učinili kako bismo prikupili neophodne podatke na terenu.

Zahvaljujem se i svim kolegama iz Šumskog gazdinstva „Sombor“ i Nastavne baze „Goč“, koji su mi puno pomagali tokom prikupljanja podataka. Veliku zahvalnost dugujem i radnicima koji su bili deo ovih istraživanja na kooperativnosti, strpljenju i razumevanju tokom terenskih istraživanja.

Ne mogu da ne spomenem i one koji su mi davali veliku podršku, pomagali mi u različitim fazama mog školovanja i verovali u mene: moji kumovi Jovica i Vera Grbić (koji nažalost nisu dočekali odbranu disertacije), moje prijatelje Ivanu, Milicu, Jelenu, Katarinu, Marinu, Zlatka i Predraga.

Zahvaljujem se mom mužu na toleranciji koju je pokazao za moje odsustvo od kuće tokom izrade disertacije i za sve dane u kojima me je odmenio tamo gde je to bilo moguće. Takođe, zahvaljujem se bratu i snaji koji su me bodrili i pomagali mi kad god je to bilo potrebno.

Na kraju, ali možda najveću zahvalnost dugujem mojim roditeljima, koji su mi nesebično pomagali na ovom putu, davali i verovali onako kako samo to roditelji umeju – svim srcem, i za koje je verujem ova disertacija veći uspeh i ponos, nego što ja to mogu i da zamislim.

Zahvaljujem se i svim poznatim i nepoznatim ljudima koje nisam spomenula imenom i prezimenom u ovoj zahvalnici, koji su mi pomagali na ovom putu, a da toga možda nisu ni bili svesni.

Hvala vam od srca!

KLJUČNA DOKUMENTACIONA INFORMACIJA

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Redni broj (RBB) | |
| Identifikacioni broj (IBR) | |
| Tip dokumentacije (TD) | Monografska publikacija |
| Vrsta zapisa (TZ) | Tekstualni štampani materijal |
| Vrsta rada (VR) | Doktorska disertacija |
| Autor (AU) | Mast. inž. Slavica Antonić |
| Mentor (MN) | Dr Milorad Danilović, redovni profesor Univerziteta u Beogradu – Šumarskog fakulteta |
| Naslov rada (NR) | Ocena efikasnosti različitih sistema rada na poslovima seče i izrade drvnih sortimenata |
| Jezik publikacije (JP) | Srpski - latinica |
| Jezik izvoda (JI) | Srpski – latinica, engleski |
| Zemlja publikacije (ZP) | Srbija |
| Geografsko područje (GP) | Srbija |
| Godina izdavanja (GI) | 2023. |
| Izdavač (IZ) | Autorski reprint |
| Mesto izdavanja i adresa (MS) | Beograd , ul. Kneza Višeslava br. 1 , R. Srbija |
| Fizički obim rada (FO) (broj poglavlja/ strana/ literaturnih izvora/ tabela/ pregleda/ grafikona/ dijagrama/ šema/ karti/ | 8 poglavlja / 205 strana/ 145 literaturnih izvora / 66 tabela / 134 grafikona / 28 slika/ 6 šema / 9 priloga |
| Naučna oblast (NO) | Šumarstvo |
| Naučna disciplina (DIS) | Korišćenje šuma |
| Predmetna odrednica / Ključne reči (PO) | Seča i izrada drvnih sortimenata, organizciona forma, korišćenje šuma, učinak, norme, OWAS metoda, puls, ergonomija, potrošnja goriva, potrošnja maziva |
| UDK | 630*302:630*96 (043.3) |
| Čuva se (ČU) | Biblioteka Šumarskog fakulteta, ul. Kneza Višeslava br. 1 , 11030 Beograd, R. Srbija |
| Važna napomena (VN) | Nema |
| Datum prihvatanja teme (DP) | Veće naučnih oblasti biotehničkih nauka broj 03-3964/5 na sednici održanoj 16.10.2018. godine |
| Datum odbrane (DO) | |

KEY WORDS DOCUMENTATION

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Accession number (ANO) | |
| Identification number (INO) | |
| Document Tip(DT) | Monographic publication |
| Tipof record (TR) | Textual printed article |
| Contains code (CC) | Doctoral dissertation |
| Author (AU) | M.Sc. Slavica Antonić |
| Mentor (MN) | Dr Milorad Danilović, Full Professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry |
| Title (TI) | Efficiency of Different Systems of Work Within Tree Felling And Making of Wood Assortments |
| Language of text (LT) | Serbian – Latin alphabet |
| Country of publication (CP) | Serbia |
| Locality of publication (LP) | Serbia |
| Publication year (PY) | 2023. |
| Publisher | Author's reprint |
| Publication place (PL) | Beograd , ul. Kneza Višeslava br. 1 , R. Srbija |
| Physical description (PD) (number of chapters/ pages/ citations/ tables/ reviews/ charts/ diagrams/ scheme/ maps/ images/ | 8 chapters / 205 pages/ 145 citations / 66 tables / 134 charts / 28 images/ 6 scheme / 9 attachments |
| Science field (SF) | Forestry |
| Science discipline (SD) | Forest utilization |
| Subject/Key words (CX) | Forest logging, work organisation, forest utilization, effectivity of work, OWAS method, pulse, ergonomics, fuel consumption, oil consumption |
| UDK | 630*302:630*96 (043.3) |
| Holding data (HD) | Library of the Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1 , 11030 Belgrade, Serbia |
| Note (N) | No note |
| Accepted by scientific board on (ACB) | Decision of the Scientific Council of Biotechnical Sciences, No. 03-3964/5 from 16.10.2018. godine. |
| Defended on (DE) | |

REZIME

Seča stabala i izrada drvnih sortimenata u Srbiji se u preko 90% slučajeva obavlja motornim testerama. U literaturi se navodi da je posao radnika koji rukuje motornom testerom jedan od najtežih, ali i najopasnijih. Osnovni cilj ovog istraživanja je bila ocena efikasnosti i izbor odgovarajuće organizacione forme rada u seči stabala i izradi drvnih sortimenata u različitim uslovima rada, istovremeno uvažavajući više faktora. Ovo istraživanje obavljeno je na 7 oglednih površina (5 u ravničarskom i 2 u brdsko-planinskom predelu), gde su seča stabala i izrada drvnih sortimenata obavljene motornim testerama Stihl i Husqvarna, koje su se razlikovale po snazi. Istraživane su tri različite forme rada (1M (radnik koji rukuje motornom testerom) +0R (pomoćni radnik), 1M+1R i 2M+0R) u sastojinama različitih vrsta drveća i različitim vrstama seče (čista seča u zasadima topole, proredna seča u sastojini hrasta i prebirna seča u sastojini bukve i jele).

Utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u ostvarivanju učinaka između organizacionih formi rada, ali i između vrste drveća.

Potrošnja goriva najviše zavisi od prečnika stabla na prsnoj visini, zatim od vrste drveća, a tek onda od snage motorne testere i organizacione forme rada. Utvrđeno je da je se najmanja potrošnja goriva i maziva, ali i potrošnja energije kao i emisija štetnih gasova ostvaruje kombinacijom dve motorne testere u sastojini bukve (jedne veće i jedne manje snage), u organizacionoj formi rada 2M+0R.

Utvrđeno je da na štete na preostalim stablima u seči stabla izradi drvnih sortimenata najveći uticaj imaju prečnik posečenog stabla, zatim nagib terena i sklop sastojine, dok na štete na podmlatku najveći uticaj ima veština rukovaoca.

Ukupno opterećenje dvojice radnika koji rukuju jednom većom i jednom manjom testerom u proseku je za 11% manje u odnosu na grupu radnika koji rukuju dvema testerama veće snage, pa je i sa ergonomskog aspekta povoljnija varijanta kombinacije veće i manje testere (kao i kod potrošnje goriva i maziva).

Key words: seča i izrada drvnih sortimenata, organizaciona forma, korišćenje šuma, učinak, norme, puls, ergonomija, potrošnja goriva, potrošnja maziva

SUMMARY

Felling and processing of wood assortments in Serbia is performed with chainsaws in over 90% of cases. It is stated in the literature that the job of a chainsaw operator is one of the most difficult but also the most dangerous ones. The main goal of this research was to evaluate the efficiency and choose the organizational form of work in tree felling and wood assortments processing under different operating conditions, while taking into account several factors. This research was carried out in 7 sample plots (5 in a lowland area and 2 in a hilly-mountainous area), where the felling of trees and wood assortments processing were performed with Stihl and Husqvarna chainsaws, of different powers. Three different forms of work (1 worker with chainsaw (C), without assistant (A) – 1C+0A, 1C+1A and 2C+0A) were investigated in stands of different tree species and different types of felling (clear felling in poplar plantations, thinning in oak stands and selection cutting in a beech and fir stand).

It was established that there are statistically significant differences in the achievement of results between the analyzed organizational forms of work, but also among the tree species. Performance increases with an increase in diameter class in all organizational forms of work.

Fuel consumption mostly depends on the diameter at breast height, after that on the tree species, and only then on the power of the chainsaw and the organizational form of work. It was found that the lowest fuel and oil consumption, as well as energy consumption and emission of harmful gases, are achieved when two chainsaws in beech forest (one of higher and one of lower power) are combined, in the organizational form of work 2C+0A.

It was established that the diameter of the felled tree, the slope of the terrain and the composition of the stand have the highest impact on the damage to the remaining trees in felling and wood assortment processing, while damage to the regeneration is most influenced by the operator's skill.

The load of two workers who handle one larger and one smaller saw is on average by 11% lower compared to the group of workers who handle two saws of higher power, so from an ergonomic point of view (as well as in terms of fuel consumption and lubricants), the combination of a larger and a smaller saw is more favourable.

Ključne reči: logging, work organisation, forest utilization, effectivity of work, pulse, ergonomics, fuel consumption, oil consumption

SADRŽAJ

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| KLJUČNA DOKUMENTACIONA INFORMACIJA | V |
| KEY WORDS DOCUMENTATION..... | VI |
| REZIME | VII |
| SUMMARY | VIII |
| SADRŽAJ..... | IX |
| SPISAK TABELA | XII |
| SPISAK GRAFIKONA | XIV |
| SPISAK SLIKA..... | XIX |
| SPISAK PRILOGA | XX |
| SPISAK ŠEMA..... | XXI |
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA | 3 |
| 2.1. ZAKONSKA REGULATIVA | 3 |
| 2.1.1. Regulativa Republike Srbije | 3 |
| 2.1.1.1. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu ("Sl. glasnik RS", br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017 - dr. zakon)..... | 3 |
| 2.1.1.2. Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini ("Službeni glasnik RS", br. 72/2006, 84/2006 - ispr., 30/2010 i 102/2015) | 4 |
| 2.1.1.3. Pravilnik o postupku pregleda i provere opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline ("Službeni glasnik RS", br. 94/2006, 108/2006 - ispr., 114/2014 i 102/2015)..... | 5 |
| 2.1.1.4. Pravilnik o posebnim merama zaštite na radu u šumarstvu („Sl. glasnik SRS“, br. 33/88) | 5 |
| 2.1.2. Regulativa EU | 6 |
| 2.1.2.1. Direktiva 2009/104/EC o minimalnim sigurnosnim i zdravstvenim zahtevima za sigurnost i zdravlje radnika pri upotrebi radne opreme na radu | 6 |
| 2.1.2.2. Direktiva 89/656/EEC o minimalnim sigurnosnim i zdravstvenim zahtevima za upotrebu lične zaštitne opreme na radnom mestu..... | 7 |
| 2.1.1.3. Direktiva 2003/88/EC o određenim vidovima organizacije radnog vremena | 7 |
| 2.2. ORGANIZACIJA RADA..... | 7 |
| 2.3. STUDIJA VREMENA I RADA | 8 |
| 2.4. UČINCI RADNIKA U SEČI I IZRADI DRVNIH SORTIMENATA | 15 |
| 2.5. POTROŠNJA GORIVA I MAZIVA | 16 |
| 2.6. ŠTETE NA PREOSTALIM STABLIMA U SEČI I IZRADI DRVNIH SORTIMENATA..... | 18 |
| 2.7. POLOŽAJA TELA RADNIKA TOKOM RADNOG DANA..... | 21 |
| 2.7.1. OWAS metoda..... | 23 |
| 2.8. OPTEREĆENJE RADNIKA | 26 |
| 3. CILJ RADA | 30 |
| 4. HIPOTEZE..... | 31 |
| 5. METODE I OBEKAT ISTRAŽIVANJA..... | 32 |
| 5.1. ŠEMA ISTRAŽIVANJA..... | 32 |
| 5.2. OPIS RADNIKA..... | 33 |
| 5.3. OPIS SREDSTAVA ZA RAD..... | 33 |
| 5.4. OPIS USLOVA RADA | 35 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.4.1. USLOVI RADA U RAVNIČARSKIM PREDELIMA..... | 35 |
| 5.4.1.1. OPIS USLOVA RADA NA OGLEDNOJ POVRŠINI 1 | 35 |
| 5.4.1.2. OPIS USLOVA RADA NA OGLEDNOJ POVRŠINI 2 | 36 |
| 5.4.1.3. Opis uslova rada na oglednoj površini 3 | 36 |
| 5.4.1.4. OPIS USLOVA RADA NA OGLEDNOJ POVRŠINI 4 | 37 |
| 5.4.1.5. OPIS USLOVA RADA NA OGLEDNOJ POVRŠINI 5..... | 37 |
| 5.4.2. OPIS USLOVA RADA U BRDSKO-PLANINSKIM PREDELIMA | 37 |
| 5.4.2.1. OPIS USLOVA RADA NA OGLEDNOJ POVRŠINI 6 | 38 |
| 5.4.2.2. OPIS USLOVA RADA NA OGLEDNOJ POVRŠINI 7 | 38 |
| 5.5. OPIS METODE SNIMANJA..... | 38 |
| 5.5.1. Studija vremena i rada..... | 39 |
| 5.5.2. Opšti podaci o svakom stablu | 40 |
| 5.5.3. Snimanje učinaka pri seči stabala i izradi drvnih sortimenata..... | 41 |
| 5.5.4. Izračunavanje normi | 42 |
| 5.5.5. Snimanje potrošnje energenata (goriva i maziva) | 43 |
| 5.5.6. Snimanje oštećenja na preostalim stablima u sastojini..... | 44 |
| 5.5.7. Snimanje opterećenja (pulsa) radnika | 45 |
| 5.5.8. Položaj tela radnika u toku rada..... | 45 |
| 5.6. IZRAČUNAVANJE OPTEREĆENJA I DOZVOLJENE GRANICE..... | 46 |
| 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA | 48 |
| 6.1. RASPODELA POSEČENIH STABALA PO DEBLJINSKIM STEPENIMA | 48 |
| 6.2. RASPODELA DRVNIH SORTIMENATA PREMA PREČNICIMA | 49 |
| 6.3. RASPODELA DRVNIH SORTIMENATA PREMA DUŽINAMA | 55 |
| 6.4. STRUKTURA VREMENA..... | 60 |
| 6.4.1. Struktura vremena na OP1 | 61 |
| 6.4.2. Struktura vremena na OP2..... | 62 |
| 6.4.3. Struktura vremena na OP3..... | 63 |
| 6.4.4. Struktura vremena na OP4..... | 65 |
| 6.4.5. Struktura vremena na OP5..... | 67 |
| 6.4.6. Struktura vremena na OP6..... | 69 |
| 6.4.7. Struktura vremena na OP7..... | 73 |
| 6.4.8. Analiza strukture vremena prema Nikoliću (1993) i IUFRO (1995)..... | 76 |
| 6.5. UČINCI I NORME RADA | 86 |
| 6.5.1. Norme rada po oglednim površinama | 86 |
| 6.5.1.1. Norme rada na OP1 | 86 |
| 6.5.1.2. Norme rada na OP2..... | 88 |
| 6.5.1.3. Norme rada na OP3..... | 91 |
| 6.5.1.4. Norme rada na OP4..... | 94 |
| 6.5.1.5. Norme rada na OP5..... | 95 |
| 6.5.1.6. Norme rada na OP6..... | 98 |
| 6.5.1.7. Norme rada na OP7 | 100 |
| 6.6. POTROŠNJA GORIVA I MAZIVA..... | 104 |
| 6.6.1. Potrošnja goriva i maziva na OP1..... | 104 |
| 6.6.2. Potrošnja goriva i maziva na OP2..... | 105 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.6.3. Potrošnja goriva i maziva na OP3..... | 106 |
| 6.6.4. Potrošnja goriva i maziva na OP4..... | 108 |
| 6.6.5. Potrošnja goriva i maziva na OP5..... | 112 |
| 6.6.6. Potrošnja goriva i maziva na OP6..... | 116 |
| 6.6.7. Potrošnja goriva i maziva na OP7..... | 118 |
| 6.6.8. Utvrđivanje uticaja različitih faktora na potrošnju goriva i maziva..... | 121 |
| 6.6.8.1. Uticaj snage motorne testere na potrošnju goriva..... | 121 |
| 6.6.8.2. Uticaj snage motorne testere na potrošnju maziva | 122 |
| 6.6.8.3. Uticaj vrste drveća na potrošnju goriva..... | 123 |
| 6.6.8.4. Uticaj vrste drveća na potrošnju maziva | 124 |
| 6.6.8.5. Uticaj organizacione forme rada na potrošnju goriva | 124 |
| 6.6.8.6. Uticaj organizacione forme rada na potrošnju maziva | 125 |
| 6.6.8.7. Faktori uticaja na potrošnju goriva i maziva | 125 |
| 6.6.8.8. Energetska vrednost potrošnje goriva..... | 126 |
| 6.7. OŠTEĆENJA NA PREOSTALIM STABLIMA U SASTOJINI..... | 127 |
| 6.8. UTVRĐIVANJE OPTEREĆENJA RADNIKA PREKO PULSA RADNIKA..... | 134 |
| 6.9. POLOŽAJ TELA RADNIKA U TOKU RADA..... | 138 |
| 7. DISKUSIJA | 140 |
| 7.1. STRUKTURA VREMENA..... | 140 |
| 7.2. UČINCI I NORME RADA | 143 |
| 7.3. POTROŠNJA GORIVA I MAZIVA | 145 |
| 7.4. OŠTEĆENJA U SASTOJINI..... | 151 |
| 7.5. OPTEREĆENJE RADNIKA | 152 |
| 7.6. POLOŽAJ TELA RADNIKA U TOKU RADA | 155 |
| 7.7. ZAKONSKI OKVIRI I PREPORUKE..... | 156 |
| 7.8. DOPRINOS ISTRAŽIVANJA I NEDOSTACI..... | 157 |
| 8. ZAKLJUČCI..... | 160 |
| LITERATURA..... | 164 |
| PRILOZI..... | 172 |
| BIOGRAFIJA AUTORA | 181 |
| IZJAVA O AUTORSTVU | 182 |
| IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANE I ELEKTRONSKE VERZIJE DOKTORSKOG RADA | 183 |
| IZJAVA O KORIŠĆENJU | 184 |

SPISAK TABELA

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1: Usporedna analiza klasifikacije radnih operacija prema Nikoliću (1993) i IUFRO (1995) | 13 |
| Tabela 2: Usporedna analiza klasifikacije zastoja i ostalih gubitaka vremena prema Nikoliću (1993) i IUFRO (1995)..... | 14 |
| Tabela 3: Klasifikacija metoda prema uzroku mišićno-skeletnih oboljenja | 23 |
| Tabela 4: Prikaz označavanja pojedinih položaja tela pomoću kodnih brojeva za OWAS metodu | 25 |
| Tabela 5: Osnovne tehničke karakteristike korišćenih motornih testera Stihl i Husqvarna..... | 34 |
| Tabela 6: Prosečno vreme trajanja obaranja stabla i izrade drvnih sortimenata sa zastojima i prosečno vreme rada motornom testerom po oglednim površinama..... | 76 |
| Tabela 7: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP1..... | 88 |
| Tabela 8: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP2..... | 90 |
| Tabela 9: Statistička analiza utvrđivanja razlika između normi na OP1 i OP2 | 91 |
| Tabela 10: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP3..... | 93 |
| Tabela 11: Statistička analiza utvrđivanja razlika između normi na OP2 i OP3 | 93 |
| Tabela 12: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP4..... | 95 |
| Tabela 13: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP5..... | 97 |
| Tabela 14: Statistička analiza utvrđivanja razlika između normi na OP4 i OP5 | 97 |
| Tabela 15: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP6..... | 100 |
| Tabela 16: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP7..... | 101 |
| Tabela 17: Analiza varijanse između normi na OP6 i OP7 | 102 |
| Tabela 18: Regresiona analiza ostvarenih učinaka u zavisnosti od prečnika stabla na prsnoj visini | 103 |
| Tabela 19: Izravne vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva na OP1 po stablu u zavisnosti od debljinskog stepena | 105 |
| Tabela 20: Prosečna potrošnja goriva i maziva na OP1 izražena po zapremini sortimenata i po stablu | 105 |
| Tabela 21: Izravne vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva na OP2 po debljinskim stepenima | 106 |
| Tabela 22: Prosečna potrošnja goriva i maziva na OP2 izražena po zapremini..... | 106 |
| Tabela 23: Izravne vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva na OP3 po debljinskim stepenima | 107 |
| Tabela 24: Prosečna potrošnja goriva i maziva na OP3 izražena po zapremini sortimenata i po stablu | 108 |
| Tabela 25: Izravne vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva prvog radnika na OP4 po debljinskim stepenima | 109 |
| Tabela 26: Prosečna potrošnja goriva i maziva prvog radnika na OP4 izražena po zapremini sortimenata i po stablu..... | 109 |
| Tabela 27: Izravne vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva drugog radnika na OP4 po debljinskim stepenima..... | 110 |
| Tabela 28: Prosečna potrošnja goriva i maziva drugog radnika na OP4 izražena po zapremini sortimenata i po stablu..... | 111 |
| Tabela 29: Izravne vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva za oba radnika zajedno i pojedinačno na OP4 po debljinskim stepenima..... | 112 |
| Tabela 30: Prosečna potrošnja goriva i maziva za oba radnika na OP4 izražena po zapremini izrađenih sortimenata i po stablu | 112 |
| Tabela 31: Izravne vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva prvog radnika na OP5 po debljinskim stepenima | 113 |
| Tabela 32: Prosečna potrošnja goriva i maziva prvog radnika na OP5 izražena po zapremini sortimenata i po stablu..... | 113 |
| Tabela 33: Izravne vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva drugog radnika na OP5 po debljinskim stepenima..... | 114 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 34: Prosečna potrošnja goriva i maziva drugog radnika na OP5 izražena po zapremini sortimenata i po stablu..... | 115 |
| Tabela 35: Izravnate vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva za oba radnika zajedno i pojedinačno na OP5 po debljinskim stepenima..... | 116 |
| Tabela 36: Prosečna potrošnja goriva i maziva za oba radnika na OP5 izražena po zapremini sortimenata i po stablu..... | 116 |
| Tabela 37: Izravnate vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva na OP6 za oba radnika po debljinskim stepenima | 118 |
| Tabela 38: Prosečna potrošnja goriva i maziva na OP6 za oba radnika zajedno izražena po zapremini sortimenata..... | 118 |
| Tabela 39: Izravnate vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva na OP7 za oba radnika po debljinskim stepenima | 120 |
| Tabela 40: Prosečna potrošnja goriva i maziva na OP7 za oba radnika zajedno izražena po zapremini sortimenata..... | 121 |
| Tabela 41: Uticaj tipa testere na potrošnju goriva | 121 |
| Tabela 42: Prosečna potrošnja goriva, medijana i stiardna devijacija na OP6 i OP7 | 122 |
| Tabela 43: Uticaj tipa testere na potrošnju maziva | 123 |
| Tabela 44: Uticaj vrste drveća na potrošnju goriva | 123 |
| Tabela 45: Uticaj vrste drveća na potrošnju maziva | 124 |
| Tabela 46: Uticaj organizacione forme rada na potrošnju goriva | 124 |
| Tabela 47: Uticaj organizacione forme rada na potrošnju maziva..... | 125 |
| Tabela 48: Primena generalnog linearnog modela za utvrđivanje faktora potrošnje goriva motornih testera | 125 |
| Tabela 49: Prosečna potrošnja goriva po oglednim površinama izražena u MJ/m ³ | 126 |
| Tabela 50: Nagib terena, tip podраста, visina podраста, tip sklopa i veličina krošnje za oborena stabla po oglednim površinama..... | 127 |
| Tabela 51: Utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja celih preostalih stabala generalnim linearnim modelom | 131 |
| Tabela 52: Utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja na deblu generalnim miks modelom..... | 131 |
| Tabela 53: Utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja na krošnji generalnim linearnim modelom..... | 132 |
| Tabela 54: Utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja na žilištu generalnim linearnim modelom | 132 |
| Tabela 55: Utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja na podmlatku generalnim miks modelom | 133 |
| Tabela 56: Deskriptivna statistika pulsa radnika na OP6 i OP7 | 134 |
| Tabela 57: Klasifikacija rada prema Wells i dr., 1957 u pogledu broja otkucaja srca/min | 136 |
| Tabela 58: Maksimalni izračunati puls za svakog pojedinačnog radnika i relativni radni puls radnika (ΔHR)..... | 137 |
| Tabela 59: Analiza varijanse između pulsa prvog i drugog radnika na OP6 | 137 |
| Tabela 60: Analiza varijanse između radnika na OP6 i OP7 | 137 |
| Tabela 61: Položaj tela radnika po kategorijama na OP6 i OP7 utvrđen OWAS metodom | 138 |
| Tabela 62: Koeficijent prosečne potrošnje maziva u odnosu na gorivo po oglednim površinama..... | 146 |
| Tabela 63: Sistematizovani podaci dosadašnjih istraživanja na području potrošnje goriva i maziva kod motornih testera | 147 |
| Tabela 64: Prosečna potrošnja goriva i maziva po oglednim površinama u ovom istraživanju | 148 |
| Tabela 65: Predikciona analiza potrošnje goriva i maziva..... | 150 |
| Tabela 66: Sistematizovani podaci dosadašnjih istraživanja na području opterećenja radnika na poslovima korišćenja šuma | 154 |

SPISAK GRAFIKONA

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafikon 1: Raspodela posečenih stabala po debljinskim stepenima na oglednim površinama postavljenim u ravničarskom području (OP1-OP5) | 48 |
| Grafikon 2: Raspodela posečenih stabala po debljinskim stepenima na oglednim površinama postavljenim u brdsko-planinskom području (O6 i OP7)..... | 49 |
| Grafikon 3: Procentualno učešće prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP1 | 50 |
| Grafikon 4: Procentualno učešće prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP2 | 50 |
| Grafikon 5: Procentualno učešće prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP3 | 51 |
| Grafikon 6: Procentualno učešće prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP4 za prvog radnika | 51 |
| Grafikon 7: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP4 za drugog radnika | 52 |
| Grafikon 8: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP5 za prvog radnika | 52 |
| Grafikon 9: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP5 za drugog radnika | 53 |
| Grafikon 10: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata bukve po intervalima na OP6 | 53 |
| Grafikon 11: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata jele po intervalima na OP6 | 54 |
| Grafikon 12: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata bukve po intervalima na OP7 | 54 |
| Grafikon 13: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata jele po intervalima na OP7 | 55 |
| Grafikon 14: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP1 | 55 |
| Grafikon 15: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP2 | 56 |
| Grafikon 16: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP3 | 56 |
| Grafikon 17: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP4 za prvog radnika | 57 |
| Grafikon 18: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP4 za drugog radnika | 57 |
| Grafikon 19: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP5 za prvog radnika | 58 |
| Grafikon 20: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP5 za drugog radnika | 58 |
| Grafikon 21: Procentualno učešće dužina sortimenata bukve po intervalima na OP6 | 59 |
| Grafikon 22: Procentualno učešće dužina sortimenata jele po intervalima na OP6 | 59 |
| Grafikon 23: Procentualno učešće dužina sortimenata bukve po intervalima na OP7 | 60 |
| Grafikon 24: Procentualno učešće dužina sortimenata jele po intervalima na OP7 | 60 |
| Grafikon 25: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarno vreme) na OP1 | 61 |
| Grafikon 26: Struktura vremena trajanja prekida rada na OP1 | 62 |
| Grafikon 27: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarno vreme rada) na OP2 | 62 |
| Grafikon 28: Struktura vremena trajanja prekida rada na OP2..... | 63 |
| Grafikon 29: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) prvog radnika (sekača) na OP3 | 63 |
| Grafikon 30: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) drugog radnika na OP3 | 64 |
| Grafikon 31: Struktura vremena trajanja prekida rada za prvog radnika (sekača) na OP3 | 64 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafikon 32: Struktura vremena trajanja prekida rada za drugog radnika (pomoćnika) na OP3..... | 65 |
| Grafikon 33: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) prvog sekača na OP4..... | 65 |
| Grafikon 34: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) drugog sekača na OP4..... | 66 |
| Grafikon 35: Struktura vremena trajanja prekida rada za prvog radnika na OP4..... | 66 |
| Grafikon 36: Struktura vremena trajanja prekida rada za drugog radnika na OP4..... | 67 |
| Grafikon 37: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) prvog sekača na OP5..... | 67 |
| Grafikon 38: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) drugog sekača na OP5..... | 68 |
| Grafikon 39: Struktura vremena trajanja prekida rada za prvog radnika na OP5..... | 68 |
| Grafikon 40: Struktura vremena trajanja prekida rada za drugog radnika na OP5..... | 69 |
| Grafikon 41: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) prvog radnika na OP6 za bukvu..... | 69 |
| Grafikon 42: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) drugog radnika na OP6 za bukvu..... | 70 |
| Grafikon 43: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) prvog radnika na OP6 za jelu..... | 71 |
| Grafikon 44: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) drugog radnika na OP6 za jelu..... | 71 |
| Grafikon 45: Struktura vremena trajanja prekida rada za prvog radnika na OP6..... | 72 |
| Grafikon 46: Struktura vremena trajanja prekida rada za drugog radnika na OP6..... | 72 |
| Grafikon 47: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) prvog radnika na OP7 za bukvu..... | 73 |
| Grafikon 48: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija drugog radnika (stvarnog rada) na OP7 za bukvu..... | 73 |
| Grafikon 49: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) prvog radnika na OP7 za jelu..... | 74 |
| Grafikon 50: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija drugog radnika (stvarnog rada) na OP7 za jelu..... | 75 |
| Grafikon 51: Struktura vremena trajanja prekida rada za prvog radnika na OP7..... | 75 |
| Grafikon 52: Struktura vremena trajanja prekida rada za drugog radnika na OP7..... | 76 |
| Grafikon 53: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP1 prema Nikoliću (1993) | 77 |
| Grafikon 54: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP1 prema IUFRO (1995).. | 78 |
| Grafikon 55: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP2 prema Nikoliću (1993) | 78 |
| Grafikon 56: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP2 prema IUFRO (1995).. | 79 |
| Grafikon 57: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP3 prema Nikoliću (1993) | 79 |
| Grafikon 58: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP3 prema IUFRO (1995).. | 80 |
| Grafikon 59: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP4 prema Nikoliću (1993) | 80 |
| Grafikon 60: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP4 prema IUFRO (1995).. | 81 |
| Grafikon 61: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP5 prema Nikoliću (1993) | 81 |
| Grafikon 62: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP5 prema IUFRO (1995).. | 82 |
| Grafikon 63: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana prvog radnika na OP6 prema Nikoliću (1993)..... | 82 |
| Grafikon 64: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana drugog radnika na OP6 prema Nikoliću (1993)..... | 83 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Grafikon 65: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana prvog radnika na OP6 prema IUFRO (1995) | 83 |
| Grafikon 66: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana drugog radnika na OP6 prema IUFRO (1995)..... | 84 |
| Grafikon 67: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana prvog radnika na OP7 prema Nikoliću (1993)..... | 84 |
| Grafikon 68: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana drugog radnika na OP7 prema Nikoliću (1993)..... | 85 |
| Grafikon 69: Struktura ukupnog vremena trajanja prvog radnog dana radnika na OP7 prema IUFRO (1995) | 85 |
| Grafikon 70: Struktura ukupnog vremena trajanja prvog radnog dana radnika na OP7 prema IUFRO (1995) | 86 |
| Grafikon 71: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP1 | 87 |
| Grafikon 72: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP1 | 87 |
| Grafikon 73: Zavisnost vremena izrade prostornog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP1 .. | 87 |
| Grafikon 74: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP1 | 88 |
| Grafikon 75: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP2 | 89 |
| Grafikon 76: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP2 | 89 |
| Grafikon 77: Zavisnost vremena izrade prostornog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP2 .. | 89 |
| Grafikon 78: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP2 | 90 |
| Grafikon 79: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP3 | 91 |
| Grafikon 80: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP3 | 92 |
| Grafikon 81: Zavisnost vremena izrade prostornog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP3 .. | 92 |
| Grafikon 82: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP3 | 93 |
| Grafikon 83: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP4 | 94 |
| Grafikon 84: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP4 | 94 |
| Grafikon 85: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP4 | 95 |
| Grafikon 86: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP5 | 96 |
| Grafikon 87: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP5 | 96 |
| Grafikon 88: Zavisnost vremena izrade prostornog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP5 .. | 96 |
| Grafikon 89: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP5 | 97 |
| Grafikon 90: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP6 | 98 |
| Grafikon 91: Vreme izrade tehničkog oblog i višemetarskog ogrevnog drveta po debljinskim stepenima na OP6..... | 99 |
| Grafikon 92: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP6 | 99 |
| Grafikon 93: Vreme zajedničkih radnih operacija po debljinskim stepenima na OP7 | 100 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Grafikon 94: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog i prostornog drveta po debljinskim stepenima na OP7 | 101 |
| Grafikon 95: Prosečna neto zapremina stabala po debljinskim stepenima na OP7 | 101 |
| Grafikon 96: Zavisnost ukupno ostvarenih učinaka tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini..... | 103 |
| Grafikon 97: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini OP1 | 104 |
| Grafikon 98: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini OP1 | 104 |
| Grafikon 99: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini OP2..... | 105 |
| Grafikon 100: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini OP2 | 106 |
| Grafikon 101: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini OP3..... | 107 |
| Grafikon 102: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini OP3 | 107 |
| Grafikon 103: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP4..... | 108 |
| Grafikon 104: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP4..... | 109 |
| Grafikon 105: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP4..... | 110 |
| Grafikon 106: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP4..... | 110 |
| Grafikon 107: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za oba radnika na OP4 | 111 |
| Grafikon 108: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za oba radnika na OP4 | 111 |
| Grafikon 109: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP5 | 112 |
| Grafikon 110: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP4..... | 113 |
| Grafikon 111: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP5 | 114 |
| Grafikon 112: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP5..... | 114 |
| Grafikon 113: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini oba radnika zajedno na OP5..... | 115 |
| Grafikon 114: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini oba radnika zajedno na OP5..... | 115 |
| Grafikon 115: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP6 | 116 |
| Grafikon 116: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP6..... | 117 |
| Grafikon 117: Zavisnost prosečne potrošnja maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP6..... | 117 |
| Grafikon 118: Zavisnost prosečne potrošnja maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP6..... | 117 |
| Grafikon 119: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP7 | 119 |
| Grafikon 120: Zavisnost prosečne potrošnja goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP7 | 119 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Grafikon 121: Zavisnost prosečne potrošnja maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP7..... | 119 |
| Grafikon 122: Zavisnost prosečne potrošnja maziva od prečnika stabla na prsnoj visini drugog radnika na OP7 | 120 |
| Grafikon 123: Raspodela vrste oštećenja na stablu po kategorijama uzrokovanih obaranjem stabala na OP6 i OP7 | 128 |
| Grafikon 124: Raspodela vrste oštećenja na deblu po kategorijama uzrokovanih obaranjem stabala na OP6 i OP7 | 128 |
| Grafikon 125: Raspodela vrste oštećenja na krošnji po kategorijama uzrokovanih obaranjem stabala na OP6 | 129 |
| Grafikon 126: Raspodela vrste oštećenja na podmlatku po kategorijama uzrokovanih obaranjem stabala na OP6 i OP7 | 129 |
| Grafikon 127: Broj oštećenja po vrstama drveća koje su uzrokovala stabla koja su oborena na OP6 ... | 130 |
| Grafikon 128: Broj oštećenja po vrstama drveća koje su uzrokovala stabla koja su oborena na OP7 ... | 130 |
| Grafikon 129: Vrednosti pulsa po intervalima za prvog i drugog radnika na OP6..... | 135 |
| Grafikon 130: Vrednosti pulsa po intervalima za prvog i drugog radnika na OP7..... | 135 |
| Grafikon 131: Ponderisana, srednja vrednost pulsa radnika na OP6 i OP7 | 136 |
| Grafikon 132: Struktura vremena radnika prema grupacijama radnih operacija po oglednim površinama i radnicima..... | 140 |
| Grafikon 133: Struktura vremena radnika prema radnim operacijama u ukupnom vremenu po oglednim površinama i radnicima..... | 141 |
| Grafikon 134: Procentulano učešće intervala pulsa za sve radnike po oglednim površinama..... | 153 |

SPISAK SLIKA

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Slika 1: Ilustracija ocene različitih položaja tela radnika OWAS metodom (Izvor: Kirin, 2020). | 26 |
| Slika 2: Motorna testera Stihl 361..... | 34 |
| Slika 3: Motorna testera Stihl 650..... | 34 |
| Slika 4: Motorna testera Husqvarna 372 XP..... | 34 |
| Slika 5: Motorna testera Husqvarna H545..... | 34 |
| Slika 6: Testere spremne za rad | 34 |
| Slika 7: Pomoćna oruđa za rad - sekire i malj..... | 34 |
| Slika 8: Ogledna površina 1 | 35 |
| Slika 9: Ogledna površina 2 | 36 |
| Slika 10: Ogledna površina 3 | 36 |
| Slika 11: Ogledna površina 5 | 37 |
| Slika 12: Posečeno stablo na oglednoj površini 7..... | 38 |
| Slika 13: Reprodukција video zapisa i beleženje vremena | 39 |
| Slika 14: Snimanje radnih operacija kamerom telefona | 39 |
| Slika 15: Štoperica za očitavanje vremena..... | 39 |
| Slika 16: Tablet u koji su upisivani podaci | 40 |
| Slika 17: Broj stabla obeležen na panju | 40 |
| Slika 18: Padomer "Suunto Tandem " | 41 |
| Slika 19: Iskrojen i prerezan trupac za rezanje druge klase | 41 |
| Slika 20: Izrađeno višemetarsko ogrevno drvo | 41 |
| Slika 21: Menzure za merenje potrošnje goriva i maziva | 44 |
| Slika 22: Dolivanje maziva u rezervoar | 44 |
| Slika 23: Oguljena kora na deblu preostalog stabla u sastojini..... | 45 |
| Slika 24: Oguljena kora na žilištu stabla..... | 45 |
| Slika 25: Pulsmetar Suunto | 45 |
| Slika 26: Izgled naloga na aplikaciji <i>Movescount</i> za logovanje korisnika..... | 45 |
| Slika 27: Primer položaja tela analiziran OWAS metodom sa proračunatim kodom akcije (Izvor: Olendorf i Drury, 2013) | 46 |
| Slika 28: Primer izgleda grafikona kretanja pulsa radnika u toku dana..... | 134 |

SPISAK PRILOGA

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Prilog 1: Primer manuala u koji su upisivana podaci o radnicima..... | 172 |
| Prilog 2: Manual za upisivanje podataka o tehničkim karakteristikama reznog sklopa testera i tipu goriva i maziva..... | 173 |
| Prilog 3: Primer snimačkog lista u koji su upisivana vremena trajanja radnih operacija ili aktivnosti dok nije uključena kamera | 174 |
| Prilog 4: Primer snimačkog lista u koji su upisivana vremena trajanja radnih operacija kod organizacionih formi rada 1M+1R i 2M+0R | 175 |
| Prilog 5: Primer snimačkog lista u koji su upisivana vremena trajanja radnih operacija kod organizacione forme rada 1M+0R..... | 176 |
| Prilog 6: Primer manuala u koji su upisivani podaci o stablu..... | 177 |
| Prilog 7: Primer manuala u koji su upisivani podaci o sortimentima | 178 |
| Prilog 8: Primer manuala u koji su upisivani podaci o potrošnji energenata..... | 179 |
| Prilog 9: Primer manuala u koji su upisivani podaci o oštećenjima na preostalim stablima u sastojini . | 180 |

SPISAK ŠEMA

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Šema 1: Razvoj studije vremena i rada u oblasti seče stabala i izrade drvnih sortimenata (Izvor: Palier i dr., 2012)..... | 9 |
| Šema 2: Klasifikacija vremena prema IUFRO klasifikaciji..... | 10 |
| Šema 3: Klasifikacija vremena prema Nikoliću (1993)..... | 12 |
| Šema 4: Šema istraživanja | 33 |

1. UVOD

Uprkos razvoju šumske mehanizacije, danas u Evropi dominira sortimentna metoda izrade drvnih sortimenata u dve varijante: klasična (konvencionalna) sortimentna metoda i metoda kratkog drveta (*Cut-To-Length*). Klasična sortimentna metoda odnosi na upotrebu motorne testere kao (polu)mehanizovanog sredstva rada, kojim se obavljaju seča stabala i izrada drvnih sortimenata, dok metoda kratkog drveta podrazumeva korišćenje harvesterera kao sredstva za seču stabala i izradu drvnih sortimenata.

Iako statistički podaci ukazuju na to da se u skiinavskim zemljama više od 90% drvne zapremine poseče višefunkcionalnim mašinama, zvanični podaci iz 2011. godine za Srbiju govore da se od ukupne količine posečenog drveta u Srbiji oko 98,5% poseče motornim testerama, dok se samo oko 1,5% seče obavlja harvesterom (Danilović i Ćuprić, 2011). Međutim, u periodu od 2011. godine do danas u Srbiji je nabavljeno nekoliko harvesterera, pa je pretpostavka da je odnos posečenog drveta motornim testerama i harvesterima 90:10. Slična situacija je i u Poljskoj, gde se čak oko 90% stabala poseče motornim testerama (Kusiak i dr., 2012). Neki od glavnih razloga za ograničeno korišćenje mašina za mehanizovanu seču stabala su: specifičnosti prirodnih uslova, različiti načini gazdovanja šumama kao i finansijske mogućnosti preduzeća za nabavku sredstava.

Pored toga što je broj angažovanih harvesterera u porastu, motorne testere su i dalje u upotrebi. Razlog za njihovo korišćenje je niz prednosti u odnosu na mehanizovana sredstva za rad, koje se, suštinski posmatrano ogledaju u manjim jediničnim troškovima. Na ove troškove direktno utiču dnevni troškovi rada, a u koje se pored ostalih ubraja nabavna vrednost sredstva (koja neposredno utiče na amortizaciju), troškovi goriva i maziva, zamena rezervnih delova, troškovi održavanja i dr. U ekonomskom smislu, najveće prednosti motornih testera u odnosu na harvestere su mnogo manje početne investicije, manji troškovi energenata i daleko manji troškovi održavanja. Osim toga, motorne testere ponekad predstavljaju jedino sredstva za seču i obaranje stabala kao i za izradu drvnih sortimenata u nekim specifičnim uslovima, kao što je veliki nagib terena (Behjou i dr., 2009).

Međutim, pored prednosti, upotreba motornih testera ima i niz nedostataka. Ovi nedostaci se, pre svega, ogledaju u negativnim uticajima koji motorne testere imaju na radnika. Ti negativni uticaji se najpre odnose na uticaj gabarita motornih testera. Iako je razvojem ovih sredstava njihova masa značajno umanjena ona i dalje prelazi 5 kg sa punim rezervoarom goriva i maziva. Sem toga, motorne testere emituju buku, vibracije, izduvne gasove itd., koji takođe imaju negativan uticaj na radnika. Pored njih, specifičnost proizvodnje drvnih sortimenata predstavlja rad na otvorenom, sa često nepravilnim položajem tela radnika koje se nalazi pod konstantnim opterećenjem u toku radnog dana, radnici manipulišu sa teškim i voluminoznim predmetom rada, teškim alatima itd.

Seča stabala i izrada drvnih sortimenata predstavlja ne samo jedan od najopasnijih, već i jedan od najtežih poslova. Posao sekača nalazi se i dalje među tri najopasnija zanimanja čak i u evropskim zemljama (Cabeças, 2007). Osim toga, motorne testere emituju buku i vibracije (Skoupy i dr., 2010, Tunay i Melmez, 2008, Wojtkowiak i dr., 2007). Kako bi se smanjili negativni uticaji na radnika, pri izboru tehnologije potrebno je pored tehničkih, ekoloških i ekonomskih kriterijuma uvažiti ergonomske - izbor odgovarajuće tehnologije koja predstavlja što manje opterećenje za radnika (Lipoglavšek i Kumer, 1998).

U šumarstvu Srbije primenjuju su različite organizacione forme rada (1M+1R, 1MR, 2MR i 2M+1R). Organizaciona forma 1M+1R (radnik sa testerom + pomoćnik) primenjuje se najviše u glavnim sečama, a organizaciona forma 1MR u proredama. U zavisnosti od zahteva tržišta u sastojinama mekih i tvrdih lišćara, pored oblog drveta, izrađuje se i klasično prostorno drvo, dugo celulozno i višemetersko ogrevno drvo. Kada se izrađuje klasično prostorno drvo, najčešća organizaciona forma rada je upravo 1M+1R. Prilikom seče stabala i izrade drvnih sortimenata četinarskih vrsta drveća, pomoćni radnik je više angažovan zbog radne operacije „uspostava šumskog

reda“. Međutim, kada se radi o seči stabala lišćarskih vrsta drveća, javlja se problem racionalnog korišćenja vremena pomoćnika, odnosno određeni deo vremena u toku seče stabla i izrade drvnih sortimenata pomoćnik nije uposlen (Danilović i dr., 2014).

Kako bi vreme pomoćnog radnika bilo što bolje iskorišćeno, a opterećenje radnika koji rukuje motornom testerom smanjeno, u praksi se sve češće primenjuju organizacione forme rada 2MR i 2M+1R. Na ovaj način se postiže bolje iskorišćenje vremena. Međutim, kod ovakvog načina rada postoji opasnost da radnik prekorači dozvoljeno vreme rada motornom testerom u toku radnog dana, definisano Pravilnikom o posebnim merama zaštite na radu u šumarstvu (*Sl. glasnik SRS*", br. 33/88).

Ograničenje najviše „pogađa“ organizacionu formu rada 2MR, u kojoj oba radnika rade motornom testerom, a prema postojećem Pravilniku radnik može da radi najviše 4 h dnevno. Pitanje racionalnosti primene ove organizacione forme rada treba sagledati sa više aspekata kako bi bile otklonjene nedoumice oko njene efikasnosti. Ono što ne treba gubiti iz vida je da pri obaranju stabla većih dimenzija iz bezbednosnih razloga treba da budu prisutna oba radnika. U toku obrade stabla dešavaju se zastoji, kao što su uklještenje vodilice i lanca i dr., gde je takođe neophodno prisustvo oba radnika.

S obzirom da su i u Srbiji najčešće korišćena sredstva za seču i obranje stabala kao i u izradi drvnih sortimenata još uvek motorne testere, ovaj rad je usmeren na utvrđivanje faktora koji utiču na izbor odgovarajuće organizacione forme rada sa aspekta efektivnosti, ekološkog i ergonomskeg aspekta, kao i na izbor odgovarajuće organizacione forme rada u datim uslovima, uvažavajući više kriterijuma.

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Kako bi bili objašnjeni najvažniji pojmovi koji se tiču ove problematike, ovo poglavlje je podeljeno na nekoliko potpoglavlja: rekapitulacija i kratak opis zakonske regulative iz ove oblasti, organizacija rada u seči stabala i izradi drvnih sortimenata, studija vremena i rada, učinci radnika u izradi drvnih sortimenata, potrošnja goriva i maziva, štete na preostalim stablima, opterećenje radnika i položaj tela radnika u toku radnog dana.

Pored dostupne štampane literature, korišćen je Google Scholar pretraživač, a za detaljnije baze podataka korišćen je *Kobson*, *Web of Science*, *Science Direct*. Najčešće upotrebljavane reči su: *forest*, *chainsaw*, *economical*, *ergonomics*, *ecological*, *fuel consumption*, *OWAS metod*, *logging*.

2.1. ZAKONSKA REGULATIVA

Da bi obrađeni podaci mogli da budu upoređeni sa dozvoljenim graničnim vrednostima, kao i da se proceni pravilnost, odnosno nepravilnost izvođenja pojedinačnih radnih operacija, proučena je zakonska regulativa u ovoj oblasti.

S obzirom da Republika Srbija teži integraciji sa Evropskom Unijom, pored domaće regulative, proučena je i evropska regulativa.

2.1.1. Regulativa Republike Srbije

Zakonodavstvo Republike Srbije sadrži oko dvadesetak zakonskih i podzakonskih akata koji se u manjoj ili većoj meri tiču ove problematike. Ovo je spisak najvažnijih akata:

1. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu ("Službeni glasnik RS", br. 101/2005 i 91/2015)
2. Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini ("Službeni glasnik RS", br. 72/2006, 84/2006 - ispr., 30/2010 i 102/2015)
3. Pravilnik o postupku pregleda i provere opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline ("Službeni glasnik RS", br. 94/2006, 108/2006 - ispr., 114/2014 i 102/2015)
4. Pravilnik o posebnim merama zaštite na radu u šumarstvu ("Službeni glasnik SRS", br. 33/88)

2.1.1.1. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu ("Sl. glasnik RS", br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017 - dr. zakon)

Zakon je donet u cilju otklanjanja određenih nedostataka uočenih u primeni Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu („Sl. glasnik RS”, br. 101/2005 od 21. novembra 2005. godine), u cilju modifikacije određenih rešenja iz Direktive 89/391/EEZ, koja ne mogu imati istovetnu primenu u našem pravnom sistemu kao na teritoriji EU.

Ovim zakonom uređuje se sprovođenje i unapređivanje bezbednosti i zdravlja na radu lica koja učestvuju u radnim procesima, kao i lica koja se zateknu u radnoj okolini, radi sprečavanja povreda na radu, profesionalnih oboljenja i oboljenja u vezi sa radom. Prava, obaveze i odgovornosti poslodavaca i zaposlenih, nadležnosti i mere čijom se primenom, odnosno sprovođenjem osigurava bezbednost i zdravlje na radu ostvaruju se u skladu sa ovim zakonom i propisima donetim na osnovu zakona. Prava, obaveze i odgovornosti u vezi sa bezbednošću i zdravljem na radu, utvrđene ovim zakonom, bliže se uređuju kolektivnim ugovorom, opštim aktom poslodavca ili ugovorom o radu. Preventivne mere u ostvarivanju bezbednosti i zdravlja na radu obezbeđuju se primenom savremenih

tehničkih, ergonomskih, zdravstvenih, obrazovnih, socijalnih, organizacionih i drugih mera i sredstava za otklanjanje rizika od povređivanja i oštećenja zdravlja zaposlenih, i/ili njihovog svođenja na najmanju moguću meru, u postupku. Poslodavac je dužan da obezbedi zaposlenom rad na radnom mestu i u radnoj okolini u kojima su sprovedene mere bezbednosti i zdravlja na radu. Poslodavac je dužan da obezbedi da radni proces bude prilagođen telesnim i psihičkim mogućnostima zaposlenog, a radna okolina, sredstva za rad i sredstva i oprema za ličnu zaštitu na radu budu uređeni, odnosno proizvedeni i obezbeđeni, da ne ugrožavaju bezbednost i zdravlje zaposlenog. Poslodavac je dužan da obezbedi preventivne mere pre početka rada zaposlenog, u toku rada, kao i kod svake izmene tehnološkog postupka, izborom radnih i proizvodnih metoda kojima se obezbeđuje najveća moguća bezbednost i zaštita zdravlja na radu, zasnovana na primeni propisa u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, radnog prava, tehničkih propisa i stiarda, propisa u oblasti zdravstvene zaštite, higijene rada, zdravstvenog i penzijskog i invalidskog osiguranja, i dr. Poslodavac je dužan da donese akt o proceni rizika u pismenoj formi za sva radna mesta u radnoj okolini i da utvrdi način i mere za njihovo otklanjanje. Poslodavac je dužan da izmeni akt o proceni rizika u slučaju pojave svake nove opasnosti i promene nivoa rizika u procesu rada.

Poslodavac je dužan da pri svakoj promeni tehnološkog procesa sredstva za rad prilagodi tehnološkom procesu pre početka rada. Poslodavac može da zaposlenima da na korišćenje opremu za rad i sredstvo i opremu za ličnu zaštitu na radu, samo ako su usaglašeni sa propisanim tehničkim zahtevima, ako je njihova usaglašenost ocenjena prema propisanom postupku, ako su označeni u skladu sa propisima i ako ih prate propisane isprave o usaglašenosti i druga propisana dokumentacija. Članom 37a definisano je da poslodavac u delatnostima građevinarstva, poljoprivrede, šumarstva i ribarstva, i drugim delatnostima, dužan da za poslove bezbednosti i zdravlja na radu odredi lice koje ima najmanje stečeno visoko obrazovanje na osnovnim akademskim studijama u obimu od najmanje 180 ESPB bodova, osnovnim strukovnim studijama, odnosno na studijama u trajanju do tri godine iz naučne, odnosno stručne oblasti u okviru obrazovno-naučnog polja tehničko-tehnoloških nauka, prirodno-matematičkih nauka ili medicinskih nauka.

2.1.1.2. Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini (“Službeni glasnik RS”, br. 72/2006, 84/2006 - ispr., 30/2010 i 102/2015)

Ovim pravilnikom se utvrđuju način i postupak procene rizika od nastanka povreda na radu ili oštećenja zdravlja, odnosno oboljenja zaposlenog na radnom mestu i u radnoj okolini, kao i način i mere za njihovo otklanjanje, koje poslodavac uređuje aktom o proceni rizika. Procenom rizika sagledavaju se organizacija rada, radni procesi, sredstva za rad, sirovine i materijali koji se koriste u tehnološkim i radnim procesima, sredstva i oprema za ličnu zaštitu na radu, kao i drugi elementi koji mogu da izazovu rizik od povreda na radu, oštećenja zdravlja ili oboljenja zaposlenog. Prepoznavanje i utvrđivanje opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini vrši se na osnovu podataka koji se prikupljaju iz dokumentacije kojom raspolaže poslodavac, posmatranjem i praćenjem procesa rada na radnom mestu, pribavljanjem potrebnih informacija od zaposlenih i informacija iz drugih izvora i razvrstavanjem u vrste prikupljenih podataka, odnosno mogućih opasnosti i štetnosti na koje ti podaci ukazuju. Štetnosti se grupišu u: štetnosti koje nastaju ili se pojavljuju u procesu rada, gde između ostalih spadaju i fizičke štetnosti (buka i vibracije). Procenjivanje rizika vrši se za svaku prepoznatu, odnosno utvrđenu opasnost ili štetnost, upoređivanjem sa dozvoljenim vrednostima propisanim odgovarajućim propisima u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, tehničkim propisima, stiardima i preporukama.

2.1.1.3. Pravilnik o postupku pregleda i provere opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline (“Službeni glasnik RS”, br. 94/2006, 108/2006 - ispr., 114/2014 i 102/2015)

Ovim pravilnikom se propisuju postupak i rokovi preventivnih i periodičnih pregleda i provere opreme za rad, kao i preventivnih i periodičnih ispitivanja uslova radne okoline, odnosno hemijskih, bioloških i fizičkih štetnosti (osim jonizujućih zračenja), mikroklimi i osvetljenosti. Preventivnim i periodičnim pregledima i proverama opreme za rad proverava se i utvrđuje da li su na opremi za rad, propisanoj ovim pravilnikom, koja se koristi u procesu rada, primenjene mere bezbednosti i zdravlja na radu utvrđene propisima u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, tehničkim propisima, stiardima i uputstvima proizvođača. Oprema za rad koja, između ostalog, podleže preventivnim i periodičnim pregledima i proverama, u smislu ovog pravilnika, jeste: dizalica i uređaj nosivosti od 0,5 tona i više, kao i privremeno postavljena konzolna dizalica i vitlo nosivosti od 0,5 tone i više, na mehanizovani pogon, koji služe za dizanje, spuštanje i prenošenje tereta pomoću čeličnog ili drugog užeta, lanca, hidraulika i dr. Preglede i provere opreme za rad vrši pravno lice sa licencom za obavljanje poslova pregleda i provere opreme za rad, koje poseduje odgovarajuće instrumente i uređaje za vršenje pregleda i provere, navedene sa tehničkim karakteristikama u prihvaćenoj metodologiji. Ispitivanja obuhvataju: 1) mikroklimu (temperatura, brzina strujanja i relativna vlažnost vazduha); 2) hemijske štetnosti (gasovi, pare, dimovi i prašine); 3) fizičke štetnosti (buka, vibracije i štetna zračenja - osim jonizujućih zračenja); 4) osvetljenost; 5) biološke štetnosti. Ispitivanja se obavljaju analizom svih elemenata uslova radne okoline tako da se daje jedinstvena ocena obavljenog ispitivanja. Ispitivanja se, po pravilu, vrše u uslovima kada rade svi tehnološki kapaciteti (oprema za rad, instalacije za klimatizaciju, provetravanje i sl.), što se posebno navodi u stručnom nalazu. Ispitivanje fizičkih štetnosti vrši se na radnom mestu u radnoj okolini gde se pri tehnološkom i radnom procesu pojavljuju buka, vibracije i štetna zračenja. Ispitivanja buke, vibracija i štetnih zračenja obuhvata merenje, analizu i upoređivanje izmerenih veličina sa dozvoljenim vrednostima. Ispitivanje fizičkih štetnosti vrši se u skladu sa prihvaćenim metodologijama ispitivanja buke, vibracija i štetnih zračenja, propisima u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, tehničkim propisima, stiardima i preporukama.

2.1.1.4. Pravilnik o posebnim merama zaštite na radu u šumarstvu („Sl. glasnik SRS“, br. 33/88)

Ovim pravilnikom se utvrđuju posebne mere zaštite na radu u šumarstvu koje se odnose na: obavljanje poslova, odnosno radnih zadataka na otvorenom prostoru u šumarstvu; obavljanje poslova, odnosno radnih zadataka sa posebnim uslovima rada u šumarstvu; korišćenje oruđa za rad, Obekata, opreme i drugih sredstava za rad u šumarstvu. Ovim pravilnikom je definisano da se pod poslovima na otvorenom prostoru podrazumeva između ostalog i „seča stabala, izrada, prenos, manipulacija i uskladištenje drvnih sortimenata“ (Član 2), dok se pod poslovima sa posebnim uslovima rada u šumarstvu smatraju seča i obrada drvnih sortimenata (Član 3). Poslove sa posebnim uslovima rada u šumarstvu obavljaju najmanje dva radnika na međusobnoj udaljenosti sa koje se mogu u svako vreme videti ili na drugi način neposredno komunicirati (Član 7). Ovi poslovi se ne mogu obavljati u uslovima u kojima se ugrožava bezbednost radnika (za vreme jakih vetrova, intenzivnih atmosferskih padavina, atmosferskih pražnjenja - grmljavine, kad postoji opasnost od lavina, po mraku, za vreme guste magle, na poplavljenim terenima i dr.) (Član 8). Članom 9 definisano je da radnici koji obavljaju poslove seče stabala i izrade drvnih sortimenata rade na udaljenosti od najmanje dve dužine najvišeg stabla na radilištu. U sekačkoj grupi rade najmanje dva radnika, a rad se organizuje tako da se radnici smenjuju u pojedinim fazama rada (Član 10). Istim članom definisano je da radnik koji radi na poslovima seče i izrade drvnih sortimenata može raditi najduže dva časa neprekidno, odnosno četiri

časa sa odgovarajućim prekidima u toku jednog dana. Ovim pravilnikom takođe je definisano ko vrši nadzor prilikom seče i obaranja stabala. Takođe je opisan detaljni postupak seče i obaranja stabla kao i postupak prilikom zaustavljanja ili uklještenja stabla. U posebnom potpoglavlju definisana je pravilna upotreba motornih testera. Članom 20 propisano je da „motorne lančane testere koje se koriste za seču stabala i izradu drvnih sortimenata moraju da ispunjavaju uslove propisane tehničkim normativima za primenu motornih lančanih testera (pila) u šumarstvu“. Poseban odeljak u pravilniku posvećen je izradi drvnih sortimenata. Prema ovom pravilniku izrada drvnih sortimenata obuhvata: kresanje grana, skidanje kore, presecanje, odnosno trupljenje stabla, cepanje i slaganje.

2.1.2. Regulatorna EU

Saradnja između poslodavca i zaposlenih ili njihovih predstavnika na radnom mestu je osnovni element za sprovođenje pravnih propisa koje proizilaze iz Okvirne direktive 89/391/EEC. Direktivom je donesen okvir mera čiji je cilj unapređenje zaštite na radu. Direktiva je prvi puta donela niz inovacija u odnosu na dotadašnje propise:

1. Termin "radna okolina" usklađen je s definicijom donetom na 155. Konvenciji Međunarodne organizacije rada i definiše moderan pristup uzimajući u obzir i tehničku sigurnost i sprečavanje povreda na radu i profesionalnih bolesti;
2. Cilj Direktive je da se osigura jednak nivo zaštite svim radnicima;
3. Direktiva obavezuje poslodavca da primenjuje preventivne mere kako bi se povećala sigurnost i zaštita zdravlja radnika na radnom mestu;
4. Direktiva kao glavni element uvodi princip procene i analize rizika na radnom mestu i definiše elemente takvog elaborata.

Direktiva se odnosi na sve sektore delovanja, kako javnog tako i privatnog, sa izuzetkom određenih specifičnih aktivnosti usluga javne i civilne zaštite. Ona sadrži principe u vezi prevencije rizika, zaštite bezbednosti i zdravlja, procene rizika, eliminisanja rizika i faktora nesreće, informisanje, konsultovanje, učešće i obuku radnika i njihovih predstavnika. Zdravlje radnika se prati kroz primenu mera uvedenih u skladu sa nacionalnim zakonima i praksom. Ova Direktiva sadrži osnovne obaveze radnika i poslodavca. Posebno osetljiva rizična grupa mora biti zaštićena od opasnosti koje posebno utiču na njih. Na osnovu ove Direktive doneto je niz drugih direktiva odnosno poddirektiva (21 direktiva).

Evropski parlament i Savet doneo je nekoliko direktiva, odnosno poddirektiva iz oblasti zaštite na radu koje se mogu primeniti i u oblasti iskorišćavanja šuma:

1. Direktiva 2009/104/EC o minimalnim sigurnosnim i zdravstvenim zahtevima za sigurnost i zdravlje radnika pri upotrebi radne opreme na radu;
2. Direktiva 89/656/EEC o minimalnim sigurnosnim i zdravstvenim zahtevima za upotrebu lične zaštitne opreme na radnom mestu;
3. Direktiva 2003/88/EC o određenim vidovima organizacije radnog vremena.

2.1.2.1. Direktiva 2009/104/EC o minimalnim sigurnosnim i zdravstvenim zahtevima za sigurnost i zdravlje radnika pri upotrebi radne opreme na radu

Ovom Direktivom se utvrđuju minimalni sigurnosni i zdravstveni zahtevi za sigurnost i zdravlje radnika pri korišćenju radne opreme na radu. Svi termini, koji se odnose na ovu direktivu su pojedinačno poborjani i u njima date definicije svakog ponaosob. Poslodavac preduzima potrebne mere kako bi se osiguralo da je radna oprema koja je data na raspolaganje radnicima u poduzeću ili

ustanovi prikladna za obavljanje rada ili pravilno prilagođena u tu svrhu te da je radnici mogu koristiti, a da ne ugrožava njihovu sigurnost ili njihovo zdravlje. Poslodavac prilikom primene minimalnih zdravstvenih i sigurnosnih zahteva u celosti uzima u obzir radno mesto i položaj radnika dok koriste radnu opremu i ergonomska načela.

2.1.2.2. Direktiva 89/656/EEC o minimalnim sigurnosnim i zdravstvenim zahtevima za upotrebu lične zaštitne opreme na radnom mestu

Ovom Direktivom se utvrđuju minimalni zahtevi za ličnu zaštitnu opremu koju koriste radnici na radu. Prema ovoj Direktivi, lična zaštitna oprema označava svu opremu namenjenu nošenju ili držanju od strane radnika kako bi ga zaštitila od jedne ili više opasnosti koje bi mogle ugroziti njegovu sigurnost i zdravlje na radu te bilo koji dodatak ili dodatnu opremu čija je svrha udovoljavanje ovom cilju. Lična zaštitna oprema će biti korišćena kad se rizici ne mogu izbeći ili dovoljno ograničiti tehničkim sredstvima kolektivne zaštite ili merama, metodama ili postupcima organizacije rada. Ovom Direktivom je propisano da lična zaštitna oprema mora biti u skladu s odgovarajućim odredbama Zajednice o dizajnu i proizvodnji obzirom na sigurnost i zdravlje. Sva lična zaštitna oprema mora: (a) biti primerena za implicirane rizike a da sama ne dovodi do bilo kojeg povećanog rizika; (b) odgovarati postojećim uslovima na radnom mestu; (c) uzeti u obzir ergonomske zahteve i zdravstveno stanje radnika; (d) pravilno pristajati nosiocu nakon bilo kojih potrebnih podešavanja. Uslovi upotrebe lične zaštitne opreme, a posebno period u kojem se nosi, će biti određeni na temelju ozbiljnosti rizika, učestalosti izloženosti riziku, karakteristikama radnog mesta svakog radnika i načinu rada lične zaštitne opreme.

2.1.1.3. Direktiva 2003/88/EC o određenim vidovima organizacije radnog vremena

Ova Direktiva se primenjuje na: (a) najkraća razdoblja dnevnog odmora, nedeljnog odmora i godišnjeg odmora, na stanke i najveći broj radnih sati nedeljno; i (b) određene aspekte noćnog rada, rada u smenama i radnog rasporeda. „Radno vreme” je vremensko razdoblje u kom radnik radi, stoji na raspolaganju poslodavcu i obavlja svoje poslove i zadatke u skladu s nacionalnim propisima i/ili praksom; „vreme odmora” je vremensko razdoblje koje nije radno vreme. Države članice poduzimaju potrebne mere kako bi se osiguralo da poslodavac koji želi da organizuje rad po određenom rasporedu vodi računa o opštem načelu po kojem rad treba biti prilagođen radniku, kako bi se smanjio monoton ili automatski rad, zavisno od tipa delatnosti i o sigurnosnim i zdravstvenim uslovima, posebno što se tiče radnog vremena.

2.2. ORGANIZACIJA RADA

Zamena (rotiranje) radnika na radnim mestima je već duže vreme poznata i često preporučena mera organizacije za smanjenje opterećenja radnika. Uprkos širokom spektru primene, broj istraživanja na ovom području relativno je mali (Axelsson i Pontén, 1990), što posebno važi za oblast nemehanizovane seče stabala i izrade drvnih sortimenata.

Poje i Potočnik (2007) su proučavali grupni rad u šumarstvu i zaključili da grupni rad zahteva visoko-kvalifikovanog radnika, koji je u stanju da obavlja bilo koji posao u grupi, a da je za to potrebna kontinuirana edukacija i stalno zaposlenje radnika.

Rad sekača i traktoriste u grupi smanjuje pojedinačno opterećenje radnika i povećava produktivnost. Razlog za manje opterećenja može biti veći deo neproduktivnog vremena sekača zbog čekanja na traktoristu, koje sekač najčešće koristi za odmor (Lipoglavšek, 1992).

Barreto (1998) je ustanovio da na produktivnost utiče broj radnika u svakoj grupi. Na primer, produktivnost je bila veća kod grupe od dva radnika, nego kod grupe od tri radnika.

Danilović i dr. (2014) utvrdili su da vreme zajedničkih radnih operacija kod organizacione forme rada 2MR iznosi 63% od vremena utrošenog za iste radne operacije pri organizacionoj formi rada 1M+1R, a vreme izrade tehničkog oblog oblog drveta 94%. Norma izrade tehničkog oblog oblog drveta pri organizacionoj formi rada 2MR je veća za 13,26%, a prostorno za 9,72% u odnosu na organizacionu formu rada 1M+1R, dok je potrošnja goriva za 10,1% manja pri organizacionoj formi 2MR u odnosu na organizacionu formu rada 1M+1R.

Rad u organizacionoj formi 2M+0R u seči i izradi drvnih sortimenata u četinarima smanjuje opterećenje radnika za jednu trećinu u poređenju sa radom jednog sekača (1M+0R) (Piegai i Marchi, 1996).

Prilikom seče i privlačenja drvnih sortimenata šumskim žičarama, rotacija između radnika na žičari i sekača, smanjila je opterećenje sekača za 72% i povećala opterećenje radnika na žičari za 80%. Ipak, uprkos rotaciji na radnim mestima, ni jedan od radnika nije prešao opterećenje od 35% radnog pulsa (Stampfer, 1997). Nasuprot tome, rotacija sekača i pomoćnika u seči i izradi drvnih sortimenata kao i slaganje ogrevnog drveta nije ukazivala na smanjenje opterećenja u radu.

Rovan (2000) je utvrdio da planirani odmori (3 min. odmora na svakih 30 min. rada) smanjuju opterećenje sekača za 6 otkucaja/min.

Rezultati istraživanja (Behjou i dr., 2009) pokazuju da seča u prebirmim šumama u grupi može biti ekonomičnija od seče u kojoj jedan radnik radi sam.

Zbog velike stope poremećaja mišićno-koštanog sistema rukovaoca mašina pri mehanizovanoj seči i privlačenju drvnih sortimenata u Švedskoj su hteli zakonski ograničiti radno vreme mašine na 6 sati dnevno, uz maksimalno četiri uzastopna sata rada na mašini. Ovim se nastojala povećati rotacija radnika na radnim mestima (Sinvaldt i Gellerstedt, 2003). Zamena radnih mesta osim na smanjenje učestalosti problema s mišićno-skeletnih sistemom pozitivno utiče i na zadovoljstvo radnika poslom (Hanse i Winkel, 2008). Ipak, zamena radnika na previše sličnim poslovima (npr. operater na harvesteru i forvarderu) nije najbolje rešenje. Promena posla mora biti dopunjena radovima izvan kabine, odnosno između potpuno mehanizovane seče i klasične seče motornom testerom (Sinvaldt i Gellerstedt, 2003). Navedeni autori su utvrdili da je nakon uvođenja ovakve rotacije radnika na radnom mestu, produktivnost rada privremeno opadala, zatim se povećavala i na kraju premašila početnu produktivnost, što je rezultat specijalizacije radnika koji upravlja mašinom.

Studija koja je sprovedena u okviru EU projekta „ErgoWood“, rezultovala je evropskim priručnikom za mehanizovane šumske radove (Gellerstedt i dr., 2005). Tri višestruke regresione analize izvršene su odvojeno za zavisne varijable: zadovoljstva poslom, mišićno-skeletni simptomi i glavobolje / problemi sa spavanjem. Utvrđeno je da najveći uticaj ima zadovoljstvo poslom. Doprinos organizacije rada varirao je u modelima, ali je „rotacija posla“ značajno doprinela svim regresionim modelima. Ovi rezultati se mogu koristiti kao izvor za ergonomska poboljšanja u organizaciji rada (Hanse i Winkel, 2008).

2.3. STUDIJA VREMENA I RADA

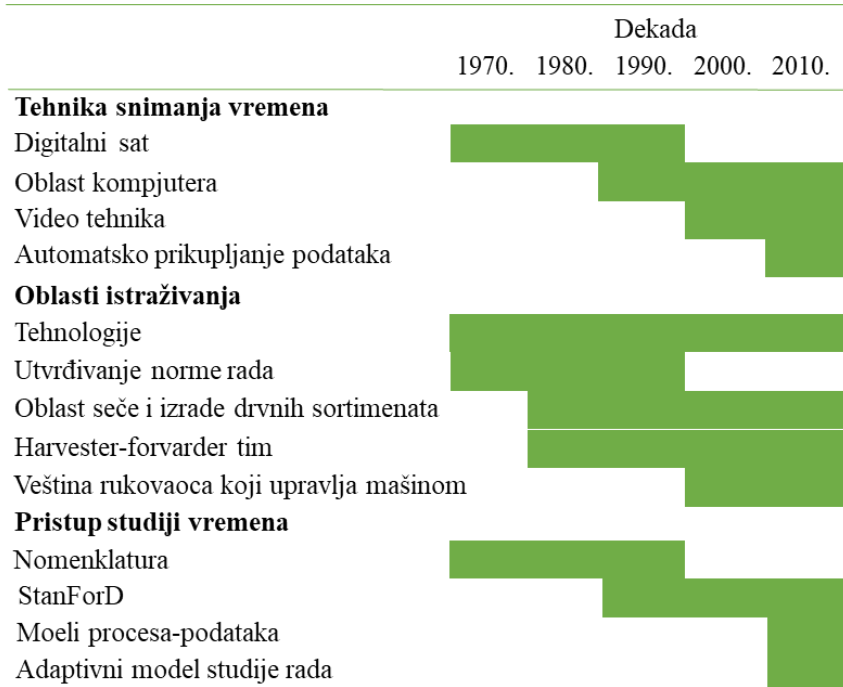
Studija vremena i rada je jedna od najčešće korišćenih metoda u oblasti korišćenja šuma. Primenjuje se širom sveta za veliki broj analiza kako bi se utvrdio utrošak vremena za izradu proizvoda (Bjørheden, 1991).

Studija vremena i rada se definiše kao analiza metoda, materijala, alata i opreme koja se koristi u procesu proizvodnje (González, 2005) ili kao merenje vremena, klasifikacija i analiza podataka u cilju povećanja efikasnosti rada (Forest work study nomenclature, 1995).

Analiza studije vremena i rada bi služila kako bismo identifikovali sve faktore koji ubrzavaju ili usporavaju proces rada. Sredina u kojoj se izvodi studija vremena i rada bi trebala da bude ista kao i kod uobičajenog načina rada. Svi radnici moraju biti upoznati sa razlozima za izradu studije, kao i metodama koje se koriste. Svi uslovi rada kao što su vremenski uslovi, terenski uslovi, vrsta, oblik i starost opreme takođe moraju biti detaljno opisani (Marčeta, 2015). Harstela (1990) takođe navodi da studija vremena i rada započinje odabirom vrste posla i lokacije, a svi relevantni podaci koji se odnose na uslove, metode i elemente rada bi trebalo da budu evidentirani. Zatim bi snimljeni podaci trebalo da budu pregledani, kako bi bilo utvrđeno da li se primenjuju odgovarajuće metode i tehnike. Pri tome bi takođe trebalo uzeti u obzir odabir odgovarajućih radnika i njihovu osposobljenost za rad.

Cilj studije vremena je utvrđivanje vremena potrebnog za izradu proizvoda tj. usluga. Cilj studije rada može biti i drugačiji, kao što je npr. utvrđivanje strukture radnog vremena zbog određivanja dela dodatnog vremena, stepena iskorišćenosti mašina, opterećenja radnika ili utvrđivanja logičnog redosleda radnih operacija u procesu rada (Košir, 1996).

Za studiju vremena i rada je važna jednoznačna (kontinuirana) oznaka svih radnih operacija, koje treba poštovati tokom celokupnog snimanja. Sa određivanjem početka nove radne operacije, po protočnoj metodi definišemo kraj prethodne radne operacije (Poje, 2011).



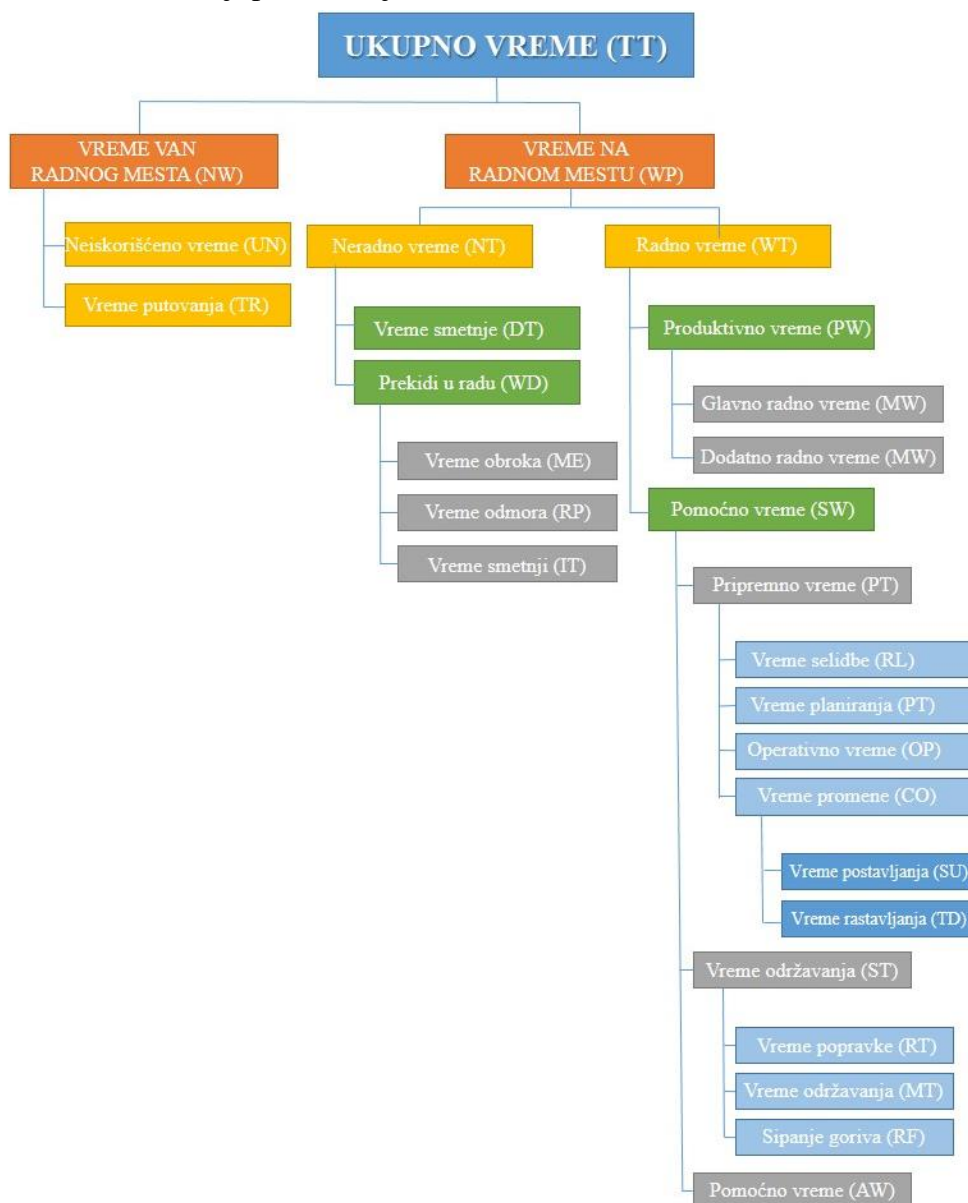
Šema 1: Razvoj studije vremena i rada u oblasti seče stabala i izrade drvnih sortimenata (Izvor: Palier i dr., 2012)

Do pre nekoliko godina u primeni je bio klasičan način prikupljanja podataka na terenu – upisivanje u unapred pripremljene obrasce u papirnoj formi, dok je vreme evidentirano po jednoj od dve metode (protočna ili povratna), a vremena očitavana sa štoperica. Međutim, u razvijenijim zemljama su od '90-ih godina prošlog veka digitalne video kamere našle primenu i u korišćenju šuma. Ove kamere su najpre upotrebljivane za snimanje radi evidentiranja učinaka, a zatim i za evaluaciju tehnike rada harvestera (Nurminen i dr., 2006, Alam, 2014).

Na Šema 1 prikazan je razvoj i primena studije vremena i rada u oblasti seče stabala i izrade drvnih sortimenata.

Radi upotrebe zajedničkog jezika na međunarodnom nivou sa preciznim terminima, merama i procedurama i kako bi se pojednostavila komunikacija, kreirana je Međunarodna nomenklatura

studije vremena – Forest Work Study Nomenclature (IUFRO, 1995). Klasifikacija vremena prema IUFRO klasifikaciji prikazana je na Šema 2.



Šema 2: Klasifikacija vremena prema IUFRO klasifikaciji

Prema gore navedenoj nomenklaturi svaka kategorija vremena je posebno definisana i detaljno opisana (prevod je dat u nastavku teksta).

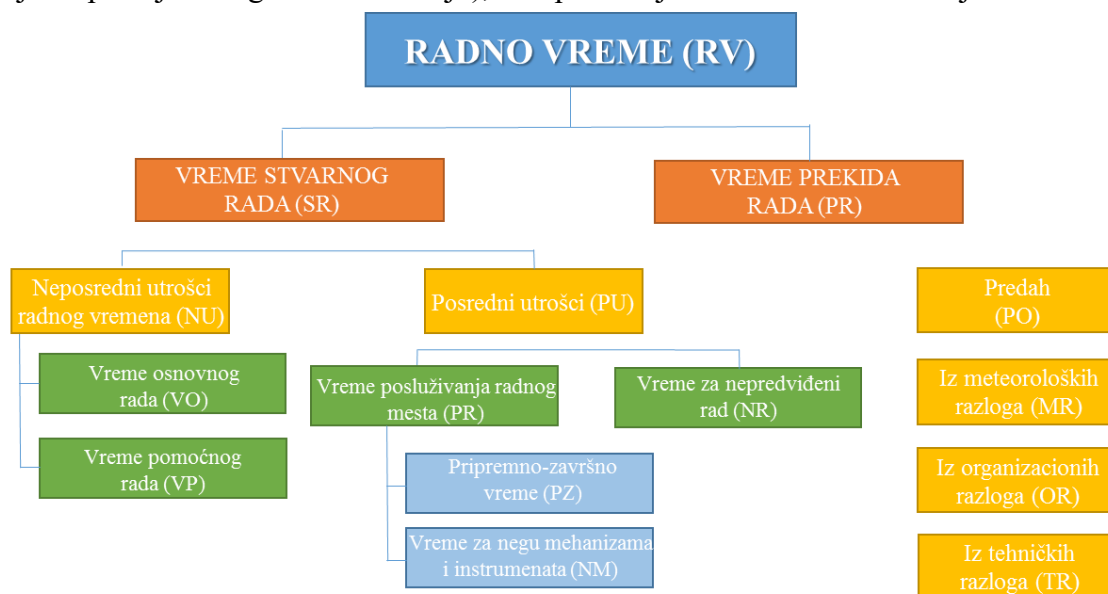
1. Ukupno vreme (TT) – ukupno utrošeno vreme;
- 1.1. Vreme van radnog mesta (NW) – udeo ukupno utrošenog vremena koji nije iskorišćen za izvršenje određenog zadatka;
 - 1.1.1. Neiskorišćeno vreme (UN)– udeo vremena van radnog mesta u toku kojeg radnik nije na poslu (npr. slobodan dan, itd.);
 - 1.1.2. Vreme putovanja (TR) – udeo vremena van radnog mesta u toku kojeg radnik putuje na posao i sa posla (na radilište i sa radilišta);
- 1.2. Vreme na radnom mestu (WP) – udeo ukupnog vremena za koji je vezan proizvodni sistem ili deo proizvodnog sistema određenog posla;

- 1.2.1. Neradno vreme (NT) – udeo vremena na radnom mestu u toku kog se ne obavlja nijedna radna operacija;
- 1.2.1.1. Vreme prekida rada (DT) – udeo neradnog vremena koje se smatra prekidom u radu koji nije u direktnoj ili indirektnoj vezi sa izvršenjem radne operacije (zadatka), npr. prikupljanje informacija, loši vremenski uslovi, posetioci, povrede, itd.;
- 1.2.1.2. Prekidi u radu (WD) – udeo neradnog vremena koji je u vezi sa organizacijom posla;
- 1.2.1.2.1. Vreme za obrok (ME) – udeo neradnog vremena koji se koristi za „obnavljanje energije“, bilo radnika ili animala, npr. doručak, ručak, večera;
- 1.2.1.2.2. Odmor i lično vreme (RP) – udeo u neradnom vremenu koji se koristi za održavanje radnog kapaciteta (energije) radnika ili animala, npr. odmor, lične potrebe, itd.;
- 1.2.1.2.3. Vreme prekida rada (IT) – udeo vremena prekida u radu tokom kojeg se ne odvija nijedna radna operacija usled ometanja radne operacije koja sledi, npr. čekanje na izvršenje jedne radne operacije od koje zavisi obavljanje naredne radne operacije;
- 1.2.2. Radno vreme (WT) – udeo vremena na radnom mestu tokom kojeg se direktno ili indirektno obavlja određena radna operacija – zadatak (direktno radno vreme);
- 1.2.2.1. Produktivno radno vreme (PW) – udeo radnog vremena tokom kojeg radnik direktno doprinosi izvršenju radne operacije (zadatka);
- 1.2.2.1.1. Glavno radno vreme (MW) – udeo u okviru produktivnog radnog vremena tokom kojeg se deluje direktno na objekat rada u cilju promene forme (oblika), pozicije, stanja – obaranje, kresanje grana, privlačenje, utovar, itd.;
- 1.2.2.1.2. Dodatno radno vreme (AW) – udeo vremena u okviru produktivnog radnog vremena tokom kojeg se ne deluje direktno na objekat rada, ali je potrebno da bi se obavio određeni zadatak i sastavni je deo radnog ciklusa – pozicioniranje mašine ili radnika, prelaz, priprema radnog mesta, povlačenje užeta i dr.;
- 1.2.2.2. Pomoćno radno vreme (SW) – udeo radno vremena tokom kojeg se ne utiče direktno na izvršenje radnog zadatka, ali tokom kojeg se obavljaju radne operacije koje „pomažu“ u izvršenju radnog zadatka;
- 1.2.2.2.1. Pripremno vreme (PT) – udeo vremena u okviru pomoćnog radnog vremena tokom kojeg se priprema sredstvo rada (mašina), kao i samo radno mesto;
- 1.2.2.2.1.1. Vreme premeštanja (RL) – transport mašina, radnika, itd. na novo radilište (radno mesto);
- 1.2.2.2.1.2. Vreme planiranja (PT) – razvoj radne strategije, npr. rekognosciranje terena, planiranje površine za seču, obeležavanje trasa privlačenja i osetljivih područja, itd.;
- 1.2.2.2.1.3. Operativno pripremno vreme (OP) – priprema sistema seče za nastavak rada na istom radnom mestu, npr. smena radnika, premeštanje u sastojini, remontaža žičare, itd.;
- 1.2.2.2.1.4. Vreme „promene“ (CO) – vreme potrebno da se postavi (osposobi) i skloni (na kraju radnog vremena) proizvodni sistem;
- 1.2.2.2.1.4.1. Vreme postavljanja (SU) – osposobljavanje proizvodnog sistema za rad na novom radnom mestu – stacioniranje i stabilizacija prenosive opreme, montaža žičare, itd.;
- 1.2.2.2.1.4.2. Vreme rasklapanja (TD) – priprema proizvodnog sistema za premeštanje na drugo radno mesto – demontaža žičare, mobilizacija prenosive opreme, itd.;
- 1.2.2.2.2. Vreme održavanja (ST) – održavanje proizvodnog sistema funkcionalnim;
- 1.2.2.2.2.1. Vreme popravke (RT) – popravka oštećenih komponenti, čekanje rezervnih delova, transport zbog popravke, itd., uglavnom se ne javlja ciklično;
- 1.2.2.2.2.2. Vreme održavanja (MT) – vreme održavanja alata i mašina zbog konstantnog habanja, javlja se uglavnom periodično (obavezno je) – provera funkcionalnosti mašine, čekanje rezervnih delova, redovni servisi, itd.;

1.2.2.2.3. Vreme sipanja goriva (RF) – transport goriva, sipanje goriva i sl.;

1.2.2.2.3. Pomoćno radno vreme (AW) – izvođenje pomoćnih, dodatnih radova, koji omogućavaju nastavak rada – pomoć (asistiranje) drugom radniku ili mašini, uspostavljanje šumskog reda, itd.

Prema Nikoliću (1993) radno vreme se raščlanjuje na manji broj komponenti u odnosu na IUFRO klasifikaciju. Tako se radno vreme deli na: vreme stvarnog rada i vreme prekida rada (Šema 3). Na ovoj šemi prikazane su i predložene skraćenice, radi lakše analize i sistematičnosti podataka (a koje ne postoje u originalnom izdanju), ali i poređenja sa IUFRO klasifikacijom.



Šema 3: Klasifikacija vremena prema Nikoliću (1993)

Prema Nikoliću (1993) norma vremena je ukupno trajanje izrade jedinice proizvoda. Sastoji se od tehnološkog, pomoćnog, pripremno-završnog i dodatnog vremena. Ako se od norme vremena oduzme dodatno vreme, dobije se vreme izrade. Tehnološko vreme je vreme u kome radnik direktno deluje na predmet rada u cilju promene njegovog oblika, dimenzije, strukture i dr. Pripremno-završno vreme obuhvata vreme utrošeno na: dobijanje i proučavanje radnog naloga, prijem goriva i maziva, prijem ostalog materijala, pripremu radnog mesta, predaju gotovih proizvoda, sređivanje radnog mesta po završenom poslu, čišćenje alata i mehanizama i dr.

Pomoćnim vremenom nazivamo vreme utrošeno na poslove koje omogućava neposredno svrsishodno delovanje na predmet rada. Ti poslovi su: nameštanje, premeštanje, merenje, kontrola, puštanje i zaustavljanje mašine, uzimanje pribora i alata, podešavanje rada mašine, oštrenje alata, prazan hod, prelazi i sl.

Dodatno vreme čine gubici vremena koji nisu nastali radnikovom krivicom (organizacioni i sl. gubici), vreme potrebno za predahe u toku rada, kao i vreme za lične potrebe.

U organizacione gubitke spadaju prekidi u radu zbog nedostatka materijala, alata, čekanja na posao i sl. Postoje i drugi načini raščlanjivanja. npr. radno vreme se deli na: vreme stvarnog rada i vreme prekida rada. Vreme prekida rada se raščlanjuje na: prekide iz tehničkih razloga, iz organizacionih razloga, prekide uslovljene meteorološkim uslovima i prekide u cilju predaha radnika.

U tabeli 1 je data uporedna analiza radnih operacija prema klasifikaciji Nikolića (1993) i IUFRO (1995). Pored opisa radnih operacija u tabeli su date oznake svake od operacija prema međunarodnoj nomenklaturi za studiju vremena u šumarstvu. U tabeli 2 je prikazana uporedna analiza zastoja i ostalih gubitaka vremena prema klasifikaciji Nikolića (1993) i IUFRO (1995).

Tabela 1: Uporedna analiza klasifikacije radnih operacija prema Nikoliću (1993) i IUFRO (1995)

| Naziv radne operacije | Opis radne operacije | Raščlanjivanje vremena prema Nikoliću (1993) | Raščlanjivanje vremena prema IUFRO klasifikaciji | Skraćenica na srpskom | Skraćenica prema IUFRO |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Prelaz od stabla do stabla | Prelaz radnika od jednog do drugog doznačenog stabla za seču | Vreme pomoćnog rada | Operativno vreme (Operative work) | PR | OP |
| Obaranje „kod drugog sekača“ | Prisustvo oba radnika sekača prilikom obaranja stabla iz bezbednosnih razloga, koji suštinski rade odvojeno, svako na „svom“ stablu | Vreme pomoćnog rada | Operativno vreme (Operative work) | PR | OP |
| Izbor smera obaranja stabla | Izbor najpovoljnijeg smera gde će stablo biti oboreno u zavisnosti od terenskih uslova, smera transporta kao i eventualne ugroženosti bezbednosti radnika | Vreme pomoćnog rada | Pomoćno vreme (Ancillary Work Time) | IS | AW |
| Priprema radnog mesta | Uklanjanje svih prepreka koje bi ometale rad, kako u smislu produktivnosti tako i u smislu bezbednosti | Vreme pomoćnog rada | Pomoćno vreme (Ancillary Work Time) | PM | AW |
| Formiranje prizemnog dela stabla | Formiranje se sastoji u obradi perca (žilišta) da bi taj deo imao približno kružni poprečni presek | Vreme osnovnog rada | Glavno radno vreme (Main Work Time) | FD | MW |
| Formiranje podseka | Horizontalni i kosi rez čine podsek, koji se vrši sa one strane na koju stablo treba da padne | Vreme osnovnog rada | Glavno radno vreme (Main Work Time) | FP | MW |
| Definitivni prerez | Podsečeno stablo prerezuje se sa suprotne strane u nivou 2-5 cm iznad horizontalne ravni podseka | Vreme osnovnog rada | Glavno radno vreme (Main Work Time) | DP | MW |
| Obaranje stabla | Obaranje stabla se obavlja u onim slučajevima kada stablo i pored toga što je pravilno izvršeno formiranje podseka i definitivni prerez, neće da padne na stranu koja je određena podsekom | Vreme osnovnog rada | Glavno radno vreme (Main Work Time) | OS | MW |
| Kresanje grana | Postupak uklanjanja grana sa plašta debila | Vreme osnovnog rada | Glavno radno vreme (Main Work Time) | KG | MW |
| Guljenje panja | Skidanje kore sa panja četinarskih vrsta u cilju sprečavanja pojave potkornjaka | Vreme pomoćnog rada | Glavno radno vreme (Main Work Time) | GP | MW |
| Uspostava šumskog reda | Prikupljanje (četinari) ili rasturanje (liščari) grana u sečini kako ne bi došlo do pojave zaraze | Vreme osnovnog rada | Pomoćno vreme (Ancillary Work Time) | UR | AW |
| Krojenje | Određivanje i obeležavanje mesta na kojima deblo treba prerazati, uvažavajući kvalitet i dimenzije sortimenata | Vreme osnovnog rada | Glavno radno vreme (Main Work Time) | KR | MW |
| Prerezivanje tehničkog oblog drveta | Prerezivanje oblovinine na mestu koje je prethodno određeno krojenjem i obeleženo na odgovarajući način | Vreme osnovnog rada | Glavno radno vreme (Main Work Time) | PT | MW |
| Prerezivanje prostornog drveta | Prerezivanje dela oblovinine koja zbog kvaliteta ili dimenzija ne zadovoljava kriterijume tehničkog oblog drveta, a koje je prethodno određeno krojenjem i obeleženo na odgovarajući način | Vreme osnovnog rada | Glavno radno vreme (Main Work Time) | PP | MW |
| Cepanje prostornog drveta | Postupak cepanja drveta koje ni po dimenzijama ni po kvalitetu ne može da bude tehničko ni višemetarsko prostorno drvo, već se uglavnom koristi za ogrev | Vreme osnovnog rada | Glavno radno vreme (Main Work Time) | CP | MW |
| Prinošenje i slaganje prostornog drveta | Pakovanje iscepanog drveta u složajeve (sure, figure) | Vreme osnovnog rada | Glavno radno vreme (Main Work Time) | PS | MW |

Tabela 2: Upporedna analiza klasifikacije zastoja i ostalih gubitaka vremena prema Nikoliću (1993) i IUFRO (1995)

| Naziv zastoja | Opis radne operacije | Raščlanjivanje vremena prema Nikoliću (1993) | Raščlanjivanje vremena prema IUFRO klasifikaciji | Skraćenica na srpskom | Skraćenica prema IUFRO |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Oštrenje lanca | Oštrenje lanca u toku dana kada se lanac istupi | Vreme prekida rada iz tehničkih razloga | Dodatno vreme | TR | AW |
| Dolivanje goriva | Dolivanje goriva i ulja u rezervoar | Vreme pomoćnog rada | Vreme održavanja | VP | RF |
| Pauza za doručak | Pauza propisana zakonom za obed radnika | Pauza | Vreme za obrok | PO | ME |
| Odmor | Odmor radnika u toku aktivnog rada | Predah | Vreme odmora | PO | RP |
| Priprema za odlazak na teren | Priprema radnika za odlazak na teren koja podrazumeva sve one radnje koje se obavljaju u kontekstu što bolje organizacije i produktivnosti radnika | Pripremno-završno vreme | Vreme premeštanja | PZ | RL |
| Priprema za povratak s terena | Priprema radnika za povratak sa terena, koja podrazumeva sve one radnje koje se obavljaju u cilju napuštanja radnog mesta | Pripremno-završno vreme | Vreme premeštanja | PZ | RL |
| Odlazak na teren | Vreme provedeno u prevozom sredstvu kako bi radnik stigao do mesta gde će delovati na predmet rada (stablo) | Pripremno-završno vreme | Vreme putovanja | PZ | TR |
| Povratak s terena | Vreme provedeno u prevozom sredstvu kako bi se radnik vratio sa mesta delovanja na predmet rada do mesta polaska | Pripremno-završno vreme | Vreme putovanja | PZ | TR |
| Zastoj zbog organizacije | Zastoji nastali zbog organizacije, a koji nisu nastali krivicom radnika | Vreme prekida rada iz organizacionih razloga | Vreme prekida u radu | OR | IT |

Studije vremena koje su primenjene u seče stabala i izrade drvnih sortimenata u različitim uslovima su pokazale da su obaranje, kresanje grana, krojenje i prelaz od stabla do stabla radne operacije na koje se troši najviše vremena (Schmincke, 1995).

Ghaffariyan *i dr.* (2013) su utvrdili da raspodela vremena u seče i izrade drvnih sortimenata motornom testerom ima sledeće učešće u ukupnom vremenu: prelaz od stabla do stabla 12%, rekognosciranje terena 11%, formiranje podseka 27%, definitivni prerez 31% i zastoj 19%. Definitivni prerez čini najveći udeo u vremenu obaranja, a vreme zastoja čini otprilike 1/4 ukupnog radnog vremena. Utvrđeno je da je prečnik na prsnoj visini najvažniji faktor koji utiče na vreme trajanja radnih operacija i produktivnost. Pored prečnika, udaljenost između stabala takođe utiče na produktivnost seče.

Gałęzia (2014) je utvrdio da je radna operacija koja je oduzimala najviše vremena bila kresanje grana (26% ukupnog vremena). Obaranje je činilo 15%, a krojenje i prerezivanje 18% ukupnog vremena. Zastoji su oduzimali značajan deo vremena (10% ukupnog vremena), kao i tehničko održavanje, promena radnog mesta i priprema radnog mesta po 9%.

Ghaffarian i Shobani (2007) su utvrdili da zastoji prilikom seče i obaranja stabla (bez izrade drvnih sortimenata) iznose oko 24% od ukupnog vremena. Pri tome 16,5% je bilo ličnih zastoja, 3,36% tehničkih zastoja (uključujući kvarove motorne testere), a 4,34% je klasifikovano kao

operativni zastoji, kao što je nedostatak koordinacije između radnika i rukovaoca motornom testerom ili zastoji u pripremi za sipanje goriva.

Marčeta i Košir (2016) su utvrdili da je radna operacija na koju je potrošeno najviše vremena primenom sortimentne metode bilo slaganje ogrevnog drveta u složajevu (6,29 min/stablu), a zatim sledi kresanje grana (4,44 min/stablu) i izrada ogrevnog drveta (3,78 min/stablu). U primeni poludeblovne metode, najviše vremena među radnim operacijama oduzimalo je kresanje grana (4,16 min/stablu), slaganje ogrevnog drveta u složajevu (2,61 min/stablu) i prelaz od stabla do stabla (1,81 min/stablu). Radna operacija na koju je utrošeno najmanje vremena kod obe metode bila je priprema radnog mesta.

Prosečno vreme zastoja koje su utvrdili Behjou i dr., (2009) bilo je 0,81 min/stablu.

2.4. UČINCI RADNIKA U SEČI I IZRADI DRVNIH SORTIMENATA

Seča stabala i izrada drvnih sortimenata motornim testerama je uobičajen način seče u mnogim regionima sveta. Čak i u oblastima sa visokim nivoom mehanizovanih sredstava, motorne testere se koriste tamo gde su uslovi neprikladni za rad harvesteru, npr. u slučajevima kada je teren previše strm, ili kada su stabla izuzetno velikog prečnika (Nordfjell i dr., 2004, Silversides i Sundberg, 1988). U Švedskoj, gde šumarska industrija poseduje visok stepen mehanizovanosti, oko 127 000 privatnih šumovlasnika obara stabla motornim testerama (Lindroos i dr., 2005). Iako se bezbednosni rizici povećavaju, seča motornim testerama se takođe primenjuje za ostvarivanje ciljeva gazdovanja kod prorednih seča, ali i kod seča preostalih stabla nakon požara ili sušenja (Behjou i dr., 2009).

Obaranje je jedna od najznačajnijih radnih operacija u seči, s obzirom na to da predstavlja prvi korak ka transformisanju stabla u novčanu vrednost. Obaranjem se stablima u dubjećem položaju u šumi dodaje vrednost. Sa ekonomskog stanovišta, dubeca stabla u šumi nemaju veliku vrednost, mada je sa ekološkog stanovišta i aspekta zaštite životne sredine šuma visoko cenjena kao ekosistem (Mousavi, 2009). Vremena obaranja i produktivnost zavise od nekoliko faktora, kao što su intenzitet seče, prečnik na prsnoj visini stabla i rastojanje između stabala (Kluender i Stokes, 1996).

Ghaffarian i Shobani (2007) su utvrdili da prečnik na prsnoj visini ima najveći uticaj na vreme seče i obaranja stabla, dok vrsta drveća nema nikakvog uticaja.

Na produktivnost u seči i izradi drvnih sortimenata utiču različiti faktori, kao što su karakteristike sastojina, drveća ili terena. Stoga se studije o produktivnosti često sprovode kako bi se razumeo uticaj koji ovi faktori imaju i na osnovu tih rezultata kreirali empirijski modeli. Poslednjih godina produktivnost se smatra ključnom za procenu ekonomskog i socijalnog razvoja. Merjenja produktivnosti su takođe od velikog značaja za šumarske tehničare i preduzeća koja se bave sečom i izradom drvnih sortimenata (Picchio i dr., 2011).

Danilović (2020, 2021) je obuhvatio gotovo sve komercijalne vrste drveća (bukva, hrast, jela, smrča, crni bor, vrba, topola) i izračunao norme za različite bonitete (od I do V), za različite organizacione forme rada, metode izrade drvnih sortimenata i sezone (letnja i zimska). Osim toga, utvrdio je i koeficijente korekcije u zavisnosti od variranja faktora koji imaju uticaj na normu (koeficijent korišćenja radnog vremena, intenzitet seče, organizaciona forma rada, granastost i podrast).

Problem ogrevnog drveta u složajevima, koji se javlja prilikom primene sortimentne metode može se rešiti ako se umesto klasičnog ogrevnog drveta u složajevima izrađuje višemetarsko ogrevno drvo. Proizvodnja dugog drveta je racionalno rešenje, jer produktivnost raste, a ljudski rad se smanjuje (Bajić i dr., 2007).

Dosadašnja istraživanja koja su se odnosila na seču stabala motornom testerom su uglavnom bila usmerena na procenu utroška vremena, učinak i troškove (Kluender i Stokes, 1996; Lortz i dr.,

1997; Wang i dr., 2004; Ligné i dr., 2005; Ghaffarian i Shobani, 2007; Behjou i dr., 2009; Mousavi i dr., 2011; Ghaffarian i dr., 2012), uzimajući u obzir vrstu seče, vrstu drveća, terenske uslove, vrstu motorne testere i primenjene tehnike obaranja stabala. Kao relevantni faktori za utrošak vremena su navedeni prečnik na prsnoj visini (Kluender i Stokes, 1996; Lortz i dr., 1997; Wang i dr., 2004; Spinelli i dr., 2006; Ghaffarian i Sobhani, 2007; Behjou i dr., 2009; Mousavi i dr., 2011; Ghaffarian i dr., 2012), drvena zapremina (Brock i dr., 1986), intenzitet seče (Kluender i Stokes, 1996; Lortz i dr., 2018) rastojanje između stabala, gustina prizemne vegetacije i nagib terena (Carei i dr., 2018).

Danilović i dr. (2014) su utvrdili da norma za tehničko oblo drvo, u prebirnoj seči bukve, značajno raste sa porastom prečnika stabla, dok je rast norme prostornog drveta manje izražen. Prosečna norma seče i izrade na oglednoj površini za tehničko oblo drvo iznosila je 10,68 m³/dan, a za prostorno 4,58 m³/dan. Na kontrolnoj površini prosečna norma seče i izrade za tehničko oblo drvo je 9,43 m³/dan, a za prostorno 4,17 m³/dan. Prosečna opšta norma seče i izrade na oglednoj površini je 6,46 m³/dan, a na kontrolnoj 5,61 m³/dan. Prosečna norma izrade tehničkog oblog oblog drveta je za 1,25 m³/dan, a prosečna norma izrade prostornog drveta za 0,44 m³/dan veća na oglednoj nego na kontrolnoj površini. Takođe je i prosečna opšta norma za 0,85 m³/dan veća na oglednoj površini nego na kontrolnoj površini. Na oglednoj površini su radila dva radnika u organizacionoj formi rada 2M+0R, a na kontrolnoj 1M+1R.

Gałęzia (2014) je radio istraživanje produktivnosti na nekoliko oglednih površina. Učinak jednog radnika je najviše zavisio od vrste drveća i iznosio je: u slučaju belog bora (12,2 m³/h), zatim u sastojini breze (10,0 m³/h), potom crne jove (9,6 m³/h), a najmanje u slučaju smrče (6,2 m³/h). On je utvrdio i da je produktivnost bila u jakoj korelaciji sa zapreminom i prečnikom stabla.

Mitchell (2000) je pokazao da se u hladnijim klimatskim uslovima smanjuje efikasnost, jer se teže radi kad je drvo zamrznuto.

Do sličnih rezultata su došli i Behjou i dr. (2009), koji su sprovedli studiju vremena u raznodobnim bukovim šumama u Iranu sa prosečnom zapreminom od 320 m³/ha. Na vreme obaranja po stablu i produktivnost seče najviše je uticao prečnik na prsnoj visini posečenih stabala, ali i udaljenost između posečenih stabala je imala uticaj na produktivnost. Povećavanjem udaljenosti, odnosno vremena prelaza između oborenih stabala povećavalo se vreme izrade, ali se se povećanjem prečnika na prsnoj visini, vreme izrade smanjivalo.

Međutim, na produktivnost mogu uticati i veština rukovaoca, način gajenja, vrsta drveća, sastav sastojine, podrast i podmladak, vremenski uslovi, temperatura vazduha ili klimatski uslovi, starost i snaga motorne testere, stanje lanca motorne testere i nagnutnost stabla, kao i nagib terena (FAO, 1998, Nikooy, 2007, Mousavi, 2009).

Troškovi u seči stabala i izradi drvnih sortimenata predstavljaju više od polovine ukupnih troškova u šumarstvu (Naghdi i dr., 2004). U vezi sa tim, očigledno je koliko je važno optimizovati troškove seče kod svih aktivnosti u okviru gazdovanja šumama. Razvoj mehanizacije je vodio ka napretku od sortimentne metode preko deblovnne metode do metode celog stabla. Glavni cilj je bio unapređenje načina rada i uvođenje odgovarajućeg pristupa kojim bi se smanjili troškovi (Mc-Donald i Clow, 1999).

Učinak radnika u organizacionoj formi rada 1M+2R (jedan radnik sa motornom testerom i dva pomoćnika) u mešovitoj šumi bukve i graba bila je 2,18 m³/h (Ghaffarian i Shobani, 2007). Ovakav način rada je primenjen kod primene deblovnne metode, gde je ista grupa radnika kasnije vršila privlačenje traktorom (tehničko oblo drvo) ili animalima (ogrevno drvo).

2.5. POTROŠNJA GORIVA I MAZIVA

Procena potrošnje energije i materijala za motorne testere od je velikog značaja za praksu, jer se motorne testere u velikoj meri koriste u seči stabala i izradi drvnih sortimenata (Popovici, 2013).

U svojim monografijama Danilović (2020, 2021) je pored normi, izračunao i normative utroška goriva i maziva. Kao ulaz u normative korišćeni su prečnik na prsnjnoj visini i granatost.

Prema Igrčiću (1983) iskorišćavanje šuma je najveći potrošač energije u šumarstvu, pri čemu seča i izrada učestvuju sa 11,72%, privlačenje 48,69% i transport s utovarom i istovarom 39,59%. Šumarstvo se karakteriše znatnim utrošcima tečnih goriva i maziva, a pritom dizel gorivo učestvuje sa 68,1%, benzin 25,8%, ulja i maziva 5,2%, a električna energija samo sa 0,1% (Petrović, 1989).

Slično kao i kod većine sistema proizvodnje, u seči i izradi drvnih sortimenata, unos energije se u značajnoj meri osigurava fosilnim resursima, doprinoseći na taj način emisiji gasova staklene bašte (GHG) u životnoj sredini (Markewitz, 2006, Vusić i dr., 2013). S jedne strane, sistemi za seču kao što su oni koji spajaju seču motornom testerom i privlačenje i dalje nisu dovoljno istraženi u pogledu unosa fosilne energije, iako je postignut određeni napredak u operativnom smislu kada su u pitanju organizacija i upotreba opreme (Picchio i dr., 2009, Popovici, 2013, Vusić i dr., 2013).

Za stabla lišćara (prosečna zapremina stabla $1,50 \text{ m}^3$, $D_{1,3} = 45,5 \text{ cm}$ i prosečna visina stabla $21,84 \text{ m}$) srednji direktni unos energije iz fosilnih goriva iznosi $3,86 \text{ MJ/m}^3$, dok je za četinare (prosečna zapremina stabla $1,77 \text{ m}^3$, $D_{1,3} = 39,28 \text{ cm}$ i srednja visina stabla $32,49 \text{ m}$) navedena potrošnja $3,93 \text{ MJ/m}^3$. Ostale varijable, uključujući, ali ne ograničavajući se na tehnologiju koja se koristi, radno iskustvo i način rada, mogu uticati na pomenute vrednosti i za pojašnjenje njihovih efekata potrebno je opsežnije istraživanje (Ignea i dr., 2017).

Danilović i dr. (2014) su utvrdili da je na oglednoj površini (gde je organizaciona forma rada 2MR) prosečna potrošnja goriva bila $0,295 \text{ L/m}^3$, a na kontrolnoj $0,328 \text{ L/m}^3$ (gde je organizaciona forma rada 1M+1R), pri čemu sa rastom prečnika stabla opada prosečna potrošnja goriva po jedinici proizvoda. Istraživanja su izvršena u istoj sastojini bukve starosti 80 godina.

Halilović (2019) je utvrdio da je prosečna potrošnja goriva za stabla kitnjaka koja su posečena motornom testerom Husqvarna 365 iznosila $0,306 \text{ L/m}^3$ i veća je za $0,042 \text{ L/m}^3$ u odnosu na motornu testeru Dolmar PS – 7310, sa potrošnjom od $0,264 \text{ L/m}^3$. Prosečna potrošnja maziva izrađenih sortimenata za stabla posečena motornom testerom Husqvarna 365 iznosila je $0,102 \text{ L/m}^3$ i veća je za $0,012 \text{ L/m}^3$ u odnosu na motornu testeru Dolmar PS – 7310, sa prosečnom potrošnjom $0,09 \text{ L/m}^3$.

Prema istraživanjima Severa i dr. (1989) potrošnja goriva u proredama iznosi od $0,163$ do $0,296 \text{ L/m}^3$ i maziva od $0,085$ do $0,150 \text{ L/m}^3$.

Rebula (1985) je ispitivao utrošak goriva kod seče i izrade, te ustanovio široke granice potrošnje goriva motornih testera, koje se kod četinara kreću od $0,29$ do $0,98 \text{ L/m}^3$, odnosno kod lišćara od $0,12$ do $0,24 \text{ L/m}^3$. Ulje za podmazivanje motora učestvovalo je sa oko 4% u utrošku goriva.

Pri seči i izradi drvnih sortimenata u mešovitoj sastojini jele i smrče, prosečna potrošnja goriva po stablu iznosila je $0,179 \text{ L}$, odnosno $0,087 \text{ L/m}^3$. Prosečna potrošnja maziva po stablu iznosila je $0,039 \text{ L}$, odnosno $0,018 \text{ L/m}^3$. Prosečna potrošnja goriva po zapremini izrađenih drvnih sortimenata iznosila je $0,104 \text{ L/m}^3$, a maziva $0,023 \text{ L/m}^3$ (Halilović i dr. 2012).

Prosečna potrošnja goriva i maziva za testeru Husqvarna H55 koja je korišćena u proredama bila je $0,428 \text{ L/m}^3$ za benzin odnosno $0,177 \text{ L/m}^3$ za mazivo (Popovici, 2013).

Bajić i Danilović (2002) su prilikom analize potrošnje goriva i maziva pri seči motornom testerom Stihl 026AV u mladim hrastovo-grabovim sastojinama utvrdili da je prosečni utrošak goriva po stablu na traktorskim vlakama (čista seča) iznosio $0,0174 \text{ L/stablu}$, dok je na parcelama (selektivna proreda) iznosio $0,0202 \text{ L/stablu}$. Navedeni autori su snimanjem obuhvatili stabla prečnika 7-25 cm.

Kod radova u šumarstvu emisija gasova sa efektom staklene bašte stvara se upotrebom mehanizama sa motorima sa unutrašnjim sagorevanjem. Jedan od načina za smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte prilikom upotrebe motornih testera je korišćenje bio-goriva i bio-ulja. Razlog za to je činjenica da nema značajnih promena u performansama motorne testere pri upotrebi mineralnih i bio-ulja (Skoupy i dr., 2010, Stanovský i dr., 2013), dok bio-goriva i maziva imaju prednost u brzjoj degradaciji u zemljištu i nižoj ekotoksičnosti (Stanovský i dr., 2013).

Tehnike rada koje se primenjuju pri seči i izradi motornom testerom utiču na potrošnju goriva i maziva u toku proizvodnje (Oprea, 2008), pa tako i na direktni unos energije.

Troškovi rada po jedinici proizvoda rastu sa povećanjem utroška energenata, a gubici koji nastaju neracionalnim utroškom energenata ne mogu se nadoknaditi povećanjem učinka u procesu proizvodnje. Zbog toga je neophodno pored normi psoedovati i odgovarajuće normative utroška energenata (Danilović, 2020).

Lijewski i dr. (2017) su utvrdili su da je seča harvesterom imala 5,9 puta veću potrošnju energije po m³, ali je primena forvardera u mehanizovani sistem smanjila potrošnju energije po m³ do 0,6 od one koja je evidentirana u polu-mehanizovanom sistemu. Razlike bi mogle biti rezultat različitih faktora koji utiču na seču, ali sigurno pokazuju veliku razliku u potrošnji energije kada se koristi harvester umesto motorne testere. U tom pogleduje, seča motornom testerom povoljnija u odnosu na harvester.

Direktna i indirektna potrošnja energije iz fosilnih goriva samo je jedan aspekt uticaja ljudskih aktivnosti na životnu sredinu. Upotreba energije iz fosilnih goriva ostaje dobar pokazatelj održivosti sistema (Magagnotti i Spinelli, 2012) može delimično odražavati i ostale njegove aspekte.

2.6. ŠTETE NA PREOSTALIM STABLIMA U SEČI I IZRADI DRVNIH SORTIMENATA

Globalno gledano, postoji duga istorija istraživanja oštećenja na preostalim stablima, što ukazuje na važnost ovog problema. Oštećenja koja se javljaju u sastojini u procesu korišćenja šuma mogu se podeliti na ona koja nastaju na preostalim stablima i na ona koja nastaju na podmlatku. Ona najčešće nastaju u roku seče stabala i u prvoj fazi privlačenja drvnih sortimenata.

Oštećenja koja nastaju u sastojini tokom seče i transporta zavise od metode seče, gustine šumskih puteva, stanja terena itd., što je pokazano u nekoliko studija (Doležal, 1984; Sabo, 1999; Košir, 2000).

Za evaluaciju nastalih oštećenja koriste se različiti kriterijumi i parametri. Na primer, Bettinger i Kellogg (1993) su opisali oštećenja u odnosu na procenat oštećenih stabala po vrstama, ukupnu površinu oštećenja po hektaru i procenat oštećenja u tri kategorije veličine oštećenja po vrstama.

Mihelič (2014) je utvrdio da na broj šteta utiču intenzitet seče, vreme seče, karakteristike terena, faza razvoja šume, vrsta drveća, terenski uslovi, priprema za rad i profesionalna kontrola, primenjena tehnologija i u velikoj meri i ljudski faktor, odnosno motivacija i veština radnika, ali i način plaćanja.

Lamson *i dr.* (1985) su proučavali oštećenja na preostalim stablima nastalih kao posledica seče. Sva oštećena stabla klasifikovana su u četiri grupe: oštećenja na korenu, guljenje kore, savijanje drveća i polomljene krošnje. Bettinger i Kellogg (1993) su utvrdili da je 39,8% preostalnih stabala pretrpelo neku vrstu oštećenja, dok su Yilmaz i Akay (2008) su utvrdili da je 14% preostalog drveća oštećeno tokom seče i privlačenja. Hartsoug (2003) je u šumama severoistočne Kalifornije utvrdio da je 23% preostalnih stabala oštećeno tokom seče i izrade, dok su stabla manjih dimenzija bila manje podložna oštećenju.

Košir (2008) je proučavao oštećenja stabala u prorednim sečama i utvrdio je da štete nastaju na preostalim stablima u sastojini i zbog toga se ukupan udeo štete kreće čak i do 100% zahvaćenih stabala ako se poveća broj proreda, odnosno ulaza u sastojinu.

Svaki metod seče stabala i izrade drvnih sortimenata izaziva specifična oštećenja stabala i podmlatka (Vasiliauskas, 2001).

Naghdi i dr., (2015) je uporedio nivo oštećenja u sastojini kada su u primeni klasična (sortimentna) i deblovna metodu. Produktivnost deblovne metode bila je veća nego kod sortimentne

metode, ali su oštećenja na preostalim stablima kod sortimentne metode bila veća nego primenom deblovnne metode. Picchio *i dr.* (2011), utvrdili su da primena deblovnog metoda u odnosu na sortimentni metod prouzrokuju veće štete po sastojinu u svim njenim aspektima, dok u nekim slučajevima zaštita snežnog pokrivača, ukoliko on ima odgovarajuću dubinu i gustinu, može da umanju šteto dejstvo mehanizovanog izvlačenja po mlade biljke (Wästerlund, 1986).

Danilović *i dr.* (2014) su utvrdili da se primenom poludeblovnog metoda u odnosu na sortimentni metod povećava učinak, ali se smanjuju i oštećenja na preostalim stablima u sastojini, dok su Adebayo *i dr.* (2007) proučavali produktivnost i troškove primene metode celog stabla i sortimentne metode. Njihovi rezultati pokazuju da je metoda celog stabla bila produktivnija od sortimentne metode, a samim tim su i troškovi proizvodnje bili manji. Iako poređenja sortimentne metode i deblovnne metode pružaju važne informacije o uticaju dužine trupaca na produktivnost i troškove, a takođe i na oštećenja preostalih stabala u sastojini, ona nisu bila dovoljno detaljna, jer primena sortimentne metode podrazumeva velike varijacije u dužini trupaca, što zahteva detaljnija istraživanja.

Upotreba mehanizacije, naročito ako je u pitanju mehanizacija velike snage i težine, može da ostavi dugoročne negativne posledice. Zbog toga, rukovaoci koji upravljaju tim mašinama treba da imaju predstavu o mogućnostima tih sredstava i štetama koje mogu da pričine, što podrazumeva i znanje kako da u datim uslovima smanje navedena oštećenja na najmanji mogući nivo (Akay *i dr.*, 2006).

Papac (1992) je utvrdio da je radnik prouzrokovao najmanje 10% šteta u toku seče i da se te štete mogu izbeći. U Kini (Iou *i dr.*, 2009) je utvrđeno da štete zavise od intenziteta seče, gustine sastojine i broja stabala po hektaru. U Norveškoj su Fjeld *i Granhus* (1998) utvrdili vezu između oštećenja stabala u sastojini i interakcije snage motora i primenjene tehnologije. U Sloveniji je Košir (2000) kao faktore uzimao broj stabala po hektaru, intenzitet seče, gustinu sekundarne mreže i oštećenja na preostalim stablima. Utvrdio je da je broj oštećenih stabala u sastojini najviše zavisi od gustine sekundarnih saobraćajnica i intenziteta glavne seče.

U BiH krajevima stepen mehanizovanosti je relativno mali usled teških terenskih uslova, a pored toga prebirni način gazdovanja ne dozvoljava prostor za mašine velike snage (Halilović *i dr.*, 2015). Tako sortimentni metod koji se uglavnom koristi na ovim prostorima ima umanjen štetan uticaj na preostala stabla u sastojini, ali je takođe i manje produktivan odnosno njegovim korišćenjem u odnosu na druge metode povećava se i cena izvođenja radova (Halilović, 2012).

S obzirom da autori različito definišu prag oštećenja rezultati istraživanja su teško uporedivi, a kod starijih istraživanja često neupotrebljivi kada je u pitanju upoređivanje rezultata u pogledu oštećenja (Mihelić, 2014).

Butora *i Schwager* (1986) su utvrdili da je 90,5% šteta na korenu, pridanku i na deblu do 2 m visine. Krpan *i dr.* (1993) *i Sabo* (1999) su utvrdili da se sva oštećenja kod četinara i lišćara pojavljuju na visini do 192 cm od zemljišta. Martinić (1992) je u svom istraživanju utvrdio da je najviše - 71,5% šteta na korenu, zatim na deblu 19,8%, dok je značajno manje šteta na krošnji 5,1% i u pridanku stabla 3,7%.

Naghdi *i dr.* (2009) su zabeležili procenat od 19,04% preostalih stabala koja su oštećena usled prebirne seče, dok je u studiji Tavankar *i dr.* (2010) su utvrdili da je 13,2% preostalih stabala oštećeno, a 2,3% uništeno. Procenat uništenih i oštećenih preostalih stabala u toku seče bio je 1,4% i 3,4%, dok je procenat uništenih i oštećenih preostalih stabala privlačenjem 5,2% i 11,1% i pripadali su debljinskom stepenu 22,5 cm (Tavankar *i dr.*, 2013).

Nikooy *i dr.* (2010) su utvrdili da je 19,7% preostalih stabala oštećeno usled prebirne seče. Tavankar *i dr.* (2011) su zabeležili da je oko 14,1% preostalih stabala oštećeno, a 0,63% uništeno nakon prebirne seče.

Rezultati studije Tavankar i dr., (2013) pokazali su da su stabla javora (*Acer cappadocicum*) i kavkaske jove (*Alnus subcordata*) oštećena (22,5% i 21,8%) i uništena (10% i 9,1%) više od ostalih vrsta.

Procenat oštećenih stabala u sastojini nije dovoljan pokazatelj za procenu da li su utvrđena oštećenja mogla biti znatno manja od stvarnih. Najveći problem pokazatelja oštećenja je sama definicija oštećenja, budući da se promenom praga oštećenja menja i udeo oštećenih stabala u sastojini (Mihelić, 2014).

Različite vrste drveća nisu jednako podložne mehaničkim oštećenjima (Yilmaz i Akay, 2008).

Froese i Han (2006) su proučavali oštećenja preostalih stabala u mešovitoj sastojini četinaru i zaključili da je oštećeno 37,4% preostalih stabala. Takođe, 84% oštećenja kod svih vrsta bilo je manje od 194 cm², a 67% oštećenja na drveću bila su na prva 2 m od panja. Osim toga, 68% povreda nalazilo se u rasponu od 4 m od centralne linije vlake. Han (1998) je uporedio različite metode uzorkovanja za procenu oštećenja na preostalim stablima i uveo sistematsku metodu slučajnog uzorkovanja kao najbolju metodu za procenu štete na preostalim stablima.

U istraživanju Jourgholami (2012) oko 33% stabala je bilo oštećeno u debljinskom razredu od 20-40 cm, a 32% oštećenih stabala bilo je u rasponu od 40 do 70 cm. Rezultati su pokazali da je sa povećanjem prečnika smanjen procenat oštećenih stabala i gubitak koji je usledio smanjenjem broja stabala, jer je prečnik povećan u raznodobnoj sastojini. Nalazi ove studije bili su u skladu sa rezultatima istraživanja (Naghdi, 2004 i Nikooy, 2007) da je najveći procenat oštećenih stabala izmeren u debljinskim razredima manjim od 30 cm. Takođe, važnost ove klasifikacije bila je velika, jer u raznodobnoj sastojini mlada i stabla srednje starosti imaju odlučujuću ulogu u rastu šuma, a u prebirnim šumama drveće je dugi niz godina ostavljano u sastojinama da odigra svoju ulogu. Sekundarni faktori prouzrokovani su razvojem mehaničkih oštećenja na drveću i izazvali su smanjenje rasta i potencijalne vrednosti šumskih sastojina. U ovom istraživanju oko 93% oštećenja nastalo je do visine od 1 metra stabla (Jourgholami, 2012).

Danilović i dr., (2014) su sprovedli istraživanja na dve ogledne površine. Utvrdili su da se broj oštećenja u sastojini značajno povećava sa porastom prečnika oborenih stabala na prsnoj visini. S obzirom na broj oštećenja na preostalim stablima u sastojini, uočeno je da su oštećenja na krošnjama susednih stabala na obe ogledne površine najučestaliji način oštećenja. U mešovitim sastojinama evidentirano ih je 0,75 po jednom stablu, a u čistim 0,77 po jednom stablu. Najmanje oštećenja tokom seče stabala javilo se na žilištu stabala. Na OP1 ovaj način oštećenja uočen je na samo tri stabla (0,01 oštećenje po stablu), a na OP2 na 12 stabala (0,12 oštećenja po stablu).

Oštećenja ne zavise samo od intenziteta glavne seče. Ona zavise i od intenziteta prorede. Košir (2000) je utvrdio da broj stabala po hektaru ima veći uticaj na oštećenja od starosti sastojine, te da je najmanje oštećenja u sastojinama mlađih razvojnih faza i pri manjem intenzitetu seče.

Deo šteta u sastojini su takođe oštećenja na podmlatku. Pod podmlatkom se podrazumevaju sva ona stabla koja imaju prsni prečnik manji od 10 cm. Zbog zakona „akumulacije šteta na drveću“ u sastojini, štete na podmlatku imaju veoma veliku važnost, s obzirom da su to buduća stabla koja su oštećena u ranoj fazi razvoja. Takođe, veliki je uticaj šteta na podmlatku na perspektivu razvoja sastojine, posebno kada su mlada stabla prelomljena, jako savijena ili sa oguljenom korom (Košir, 2008a).

Korišćenje šuma sa nedovoljnim/nestručnim planiranjem radova, nepravilnom upotrebom tehnologija korišćenja i nedovoljnom kontrolom tokom izvođenja radova ima za rezultat negativne posledice po podmladak, odnosno prirodnu obnovu sastojina (Rushton i dr., 2003).

Štete na podmlatku se javljaju u toku radnih operacija obaranje stabla, obrade oborenih stabala, a najviše u fazi privlačenja drvnih sortimenata. Broj posečenih stabala direktno je proporcionalan broju oštećenja (Saveneh i Dignan, 1997).

Prednosti sistema prirodne obnove pod zaštitom odraslih stabala u odnosu na čistu seču jesu umeren uticaj na stanište i manji uticaj na prizemnu vegetaciju u odnosu na sisteme čistih seča (Hannerz i Hånell, 1993).

Podmlađivanje pod okriljem odraslih stabala je i jedna od osnovnih odlika prebirnog gazdovanja. Kao takvo predstavlja alternativu čistim sečama posle kojih se mora vršiti veštačko pošumljavanje usled nepostojanja zrelih stabala koja bi izvršila prirodnu regeneraciju sastojine. Stoga prirodni vid podmlađivanja predstavlja odličan izbor na staništima dobrog kvaliteta koja pružaju povoljne uslove za to, naročito ukoliko je teško izvršiti sadnju sadnica (Eliasson i dr., 2003).

Međutim, pored ovih prednosti, mana sistema prirodne obnove pod zaštitom odraslih stabala jeste oštećenje mladih biljaka tokom seče i privlačenja drveta. Ovakve štete se ne mogu u potpunosti sprečiti, ali ipak je važno da se one svedu na jedan „podnošljiv nivo“, kao i da se primene metode koje će to i omogućiti (Eliasson i dr., 2003).

Generalno posmatrano, korišćenje šuma sa nedovoljnim planiranjem radova, neadekvatnom primenom tehnologija i nedovoljnom kontrolom tokom izvođenja radova ima za rezultat negativne posledice po podmladak, odnosno prirodnu obnovu sastojina (Rushton i dr., 2003).

Primenom većine sistema korišćenja šuma uobičajena su oštećenja na preostalim stablima, uzrokovana sečom i privlačenjem drvnih sortimenata, stabala ili debala. Oštećenja na preostalim stablima dovode i do napada štetočina i patogenih gljiva na deblu drveća, a u međuvremenu dolazi i do truljenja i smanjenog rasta stabala u sastojini (Youngblood, 2000).

Procenat truljenja je povezan i sa vremenom proteklom od povrede, veličinom, vrstom, mestom oštećenja na drvetu i vitalnošću stabla. Rana može da izazove deformaciju stabla i značajne gubitke u zapremini drveta i njegove vrednosti (Meadows, 1993). Osim toga, preterana oštećenja preostalih stabala tokom seče se odražavaju i na estetsku vrednost sastojine (Armstrong, 2000).

Utvrđeno je da ne postoje značajne razlike između starosnih razreda kada su u pitanju načini gajenja šuma. Razlog je u mozaičnom rasporedu razvojnih faza, pri čemu razlika između načina (sistema) gajenja šuma nije uvek očigledna (Košir, 2008).

Štete na prethodnim stablima se „nakupljaju“, jer se svakim novim ulaskom u sastojinu oštećuju nova kao i neka od već oštećenih stabala (Košir, 1998a, 2000). Zato se dešava da svakim novim ulaskom u sastojinu pored neoštećenih stabala, imamo i ona koja su oštećena drugi, treći ili višestruki put, dok su neka od prethodno oštećenih stabala već uklonjena. Košir (1998a) je utvrdio da se sa starošću sastojine povećava deo starih šteta, kao i stabala sa starim i novim štetama. Analogno se smanjuje deo novooštećenih stabala, zato što za to postoji sve manje i manje mogućnosti.

Utvrđeno je da mehanizovana seča uzrokuje nešto manje oštećenja na preostalim stablima u odnosu na klasičnu tehnologiju. Mesta oštećenja na preostalim stablima su pri mehanizovanoj seči na svim oglednim površinama skoncentrisana na deblo, zatim slede koren i pridanak stabla. Oštećenja na krošnji i na granama skoro da nije ni bilo (Mihelič, 2014).

2.7. POLOŽAJA TELA RADNIKA TOKOM RADNOG DANA

Ergonomija je danas prepoznata kao važna naučna disciplina koja se bavi proučavanjem rada, radnog mesta i čoveka na radnom mestu. Od samih začetaka, koji se smeštaju u period Drugog svetskog rata (iako se ergonomijom čovek nesvesno bavi od samog postanka ljudske vrste), ergonomija daje odgovore na pitanja kakvo radno mesto i uslovi na njemu treba da budu kako bi rad tekao kontinuirano i bez štetnih posledica po radnika ili da bar ti negativni uticaji budu svedeni na minimum.

Ergonomskim oblikovanjem radnog mesta može biti smanjeno procentualno učešće položaja tela koji mogu dovesti do razvoja mišićno-koštanih bolesti. Ukoliko organizacija vodi računa o

ergonomskom oblikovanju radnog mesta, njeni će zaposleni biti zdraviji, manje će biti odsutni s posla, pa će organizaciji biti potrebno manje novca za kompenzacije zbog bolesti, povreda ili smrti (Veselinović-Pavlović, 2013).

Gotovo da nema privredne grane u kojoj nije prijavljeno prisustvo simptoma mišićno-skeletnih poremećaja. Podaci iz II Evropskog izveštaja o uslovima rada (Paoli, 1997) identifikuju privredne grane širom EU, u kojima je preko 40% zaposlenih bilo izloženo sledećim faktorima rizika (tri i više faktora) i to najmanje 25% radnog vremena:

- Rad u neudobnom/bolnom položaju;
- Rukovanje teškim predmetima;
- Kratki ponavljajući (monotopni) zadaci/pokreti;
- Ponavljajući pokreti.

Privredne grane u kojima je identifikovana najveća izloženost su poljoprivreda, šumarstvo, ribolov i prerada ribe, rudarstvo, građevinarstvo (Veselinović-Pavlović, 2013).

Kada se sagledaju svi aspekti interakcije faktora rizika radnika koji su zaposleni na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata i okoline, opasnosti sa kojima se oni mogu susresti su: fizičko opterećenje, ponavljanje pokreta, stres i umor, temperatura, vlažnost vazduha, buka, vibracije i čestice prašine iz vazduha i dr.

Izrada drvnih sortimenata je proces koji zahteva mentalnu i fizičku snagu. Ovaj posao fizički je zahtevan i utiče na povećanje ergonomske rizika (veliko fizičko opterećenje i sl.), a mentalno jer zahteva rešavanje više stvari od jednom, ali i ograničeno vreme za obavljanje pojedinih radnih operacije (npr. obaranje stabla) i zbog toga zahteva visok nivo koncentracije.

Položaj tela ili dela tela bitno utiče na sposobnost mišića da generiše silu. Mišići generišu optimalne sile za željeni pokret kada je ekstremitet u neutralnom položaju, odnosno negde na pola puta između početnog i krajnjeg obima pokreta za određeni ekstremitet (LeVeau, 1992). U neutralnom položaju, mišić je u najboljem biomehaničkom položaju za rad. Kada mišići generišu silu u položajima koji nisu neutralni, onda oni, da bi izvršili isti radni zadatak, moraju generisati veće unutrašnje sile (Pavlović-Veselinović i Mijailović, 2013).

Nepravilan položaj tela pri radu uslovljava intenzivnije zamaranje. Normalnim položajem se smatra sedeći i stojeći stav. Ostali položaji zahtevaju dodatan utrošak energije. U sedećem stavu čovek troši svega 5% više energije nego kad leži, a pri stajanju troši 10-15% više, jer je veće statičko naprežanje mišića. Jako pognut stav ima za posledicu i do 60% veći utrošak energije nego ležeći. Tu se radi o jakom statičkom naprežanju mišića, kada se pogoršava krvotok. U seči i izradi radni stav je najčešće stojeći, blago pognut ili ređe klečeći (Nikolić, 1993).

Period odmora i radno vreme šumarskih radnika bi trebalo periodično kontrolisati tokom svih poslova. Naročito treba obratiti pažnju na povremene promene koje se mogu javiti u otkucajima srca radnika, a koje mogu imati negativan uticaja na njihovo zdravstveno stanje. S obzirom na to da na njihove otkucaje srca utiču faktori kao što su starost, težina i visina, radnici moraju biti opremljeni alatima koji su za njih najprikladniji kako bi se njihovo opterećenje ublažilo. Budući da radnici na seči obavljaju poslove različitog intenziteta i stoga im je teško da se koncentrišu na jednu aktivnost, vrednosti radnog opterećenja i otkucaje srca radnika tokom radnog vremena je teško staviti pod kontrolu. Ovo stanje se može unaprediti optimalnim planom rada. S obzirom na to da su aktivnosti seče daleko zahtevnije u poređenju sa aktivnostima nege i pošumljavanja, treba odlučiti koji će se poslovi dodeliti radnicima, uzimajući u obzir njihovu telesnu snagu i vrednosti vezane za njihovu telesnu građu. Treba utvrditi stvarne vrednosti performansi (aerobni kapaciteti) kojima bi se potencijalni radnici trebali izlagati tokom aktivnosti, a radnici moraju biti izabrani i zaposleni u skladu sa tim. Abnormalne promene srčanog ritma radnika mogu imati negativan efekat na njihovo zdravlje. Stoga bi radnicima trebalo poveriti radove koji odgovaraju njihovim antropometrijskim i fiziološkim

osobinama. Periodi odmora i vreme rada šumarskih radnika trebalo bi da budu regulisani u skladu sa njihovim opterećenjem. Šumarske radnike neophodno je podvrgavati redovnim zdravstvenim pregledima. Radnike bi trebalo hraniti uravnoteženo i zdravo, vodeći računa o količini energije koju svakodnevno troše (Eroglu *et. al.*, 2015).

Radi procene fizičkog oštećenja razvijene su brojne metode. Ove metode su usmerene na identifikovanje opasnosti koje mogu dovesti do poremećaja mišićno-skeletnog sistema, pri čemu je važno naglasiti da nijedna pojedinačna metoda nije pogodna za sve namene.

Selekcija i korišćenje metoda često su zasnovane na tradiciji, a ne na kritičkoj proceni, jer pojedinci generalno nisu svesni metoda izvan vlastitog iskustva (Takala i dr., 2010).

Postoji više metoda (tehnik opažanja) koje se koriste za procenu opterećenja radnika kroz položaj tela radnika u toku dana kao što su: OWAS (Ovako Working posture Assessment System), TRAC (Task Recording and Analysis on Computer), PATH (Posture, Activity, Tools and Handling), RULA (Rapid Upper Limb Assessment), REBA (Rapid Entire Body Assessment) itd. Osnovna prednost navedenih metoda je da se vrlo lako mogu prilagoditi potrebama specifične industrije, zavisno od delokruga ergonomske procene. Njihovo grupisanje prikazano je u tabeli 3.

Tabela 3: Klasifikacija metoda prema uzroku mišićno-skeletnih oboljenja

| Ponavljajući pokreti | Napregnuti položaji | Rukovanje teretom |
|------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| RULA metod | REBA metod | INSHT metod |
| “Job Strain Index” metod | OWAS metod | NIOSH equation |
| Posture i Repetition Risk Factor Index (PRRI) | Corlett metod | Snook i Ciriello tables |
| IBV metod | Vira metod | KIM metod |
| OCRA metod | PATH metod | MAC metod |
| PLIBEL metod | | Liberty Mutual tables |

2.7.1. OWAS metoda

Veoma često korišćena metoda za analizu položaja tela na radnom mestu je OWAS metoda. Metoda je razvijena u Finskoj 1974. godine u organizaciji Ovako Oy, prilikom čega su utvrđena 84 tipa položaja tela u toku rada. OWAS metoda temelji se na različitim položajima leđa, ruku i nogu. Kombinacijom osnovnih položaja pojedinih delova tela određuju se tipovi radnih položaja izvođenjem određene aktivnosti.

Analiza položaja OWAS metodom omogućava utvrđivanje:

- položaja pojedinih delova tela pri radu;
- udela pojedinih položaja po delovima tela;
- udela radne operacije s pripadajućim tipovima radnih položaja;
- raspodelu između statičkog i dinamičkog rada;
- metode rada i udobnost pojedinačnih položaja pri radu;
- opterećenja koja su uzrokovana težinom u određenim položajima.

Razlikuju se dva tipa OWAS metode: osnovna i tačkasta.

Prema osnovnoj OWAS metodi razlikuju se 4 položaja leđa, 3 položaja ruku, 9 položaja nogu, 3 položaja kod prenosa tereta, 5 položaja naklona glave i 36 dodatnih radnih položaja.

Tačkasta metoda umesto položaja ruku proučava položaj nadlaktice kod izvođenja određene radne operacije. Definiše 4 položaja leđa, 3 položaja ruku i 7 položaja nogu, što ukupno čini 84 osnovna radna položaja (4x3x7). Ukoliko se pri radu koristi masa do 10, 20 ili 30 kg, dodaju se još 3 promenljive, čime se broj osnovnih radnih položaja povećava na 252 (84x3).

Moguće je analizirati još 3 posebna položaja nogu (sedenje, položaj bez oslonca nogu i puzanje ili penjanje), čime se broj dodatnih radnih položaja povećava za još 108 (4x3x3x3). OWAS metodom moguće je dakle analizirati ukupno 360 radnih položaja (252+108).

U tačno određenim intervalima (najčešće na 30 sekundi), vrši se trenutno posmatranje rada koje se registruje na posebnom formularu, odnosno snimačkom listu. Svaki od navedenih položaja ima atributivnu vrednost koda. Tehnika OWAS metode klasifikuje kombinacije navedene četiri kategorije prema stepenu njihovog uticaja na mišićno-skeletni sistem za sve kombinacije položaja tela radnika.

Tabela 4 daje pregled pojedinih položaja definisanih brojem koda. U tabeli je prikazan način označavanja tipova radnih položaja pomoću kodnih brojeva, čime se olakšava njihovo proučavanje i lakše prepoznavanje položaja koji uzrokuju (pre)opterećenje u radu.

Iz osnovne metode izvode se različite modifikovane metode. Razlike između modifikvanih OWAS metoda nalaze se u redosledu označavanja pojedinih delova tela kao i u dodana tri položaja šake kod metode prema Sušniku (1999).

Prema dobijenim rezultatima, odnosno broju zabeleški, dalje se sprovodi procena i to na način da se broj zabeleški pojedinog položaja podeli brojem zabeleški pojedine grupacije položaja, pa se pomnoži sa 100. Na ovaj način dobija se procentualni udeo (p) vremena provedenog u određenom položaju.

$$p = \frac{\sum Fp}{\sum Fs} \cdot 100 (\%)$$

gde je:

$\sum Fp$ – suma zabeleški pojedinog položaja

$\sum Fs$ – suma zabeleški pojedine grupe položaja

Trajanje pojedinog položaja (tp), izraženog u minutima, u okviru radnog vremena, računa se prema izrazu:

$$tp = \frac{Rv \cdot p}{100} (min)$$

gde je:

Rv – radno vreme

p – učešće položaja tela (%).

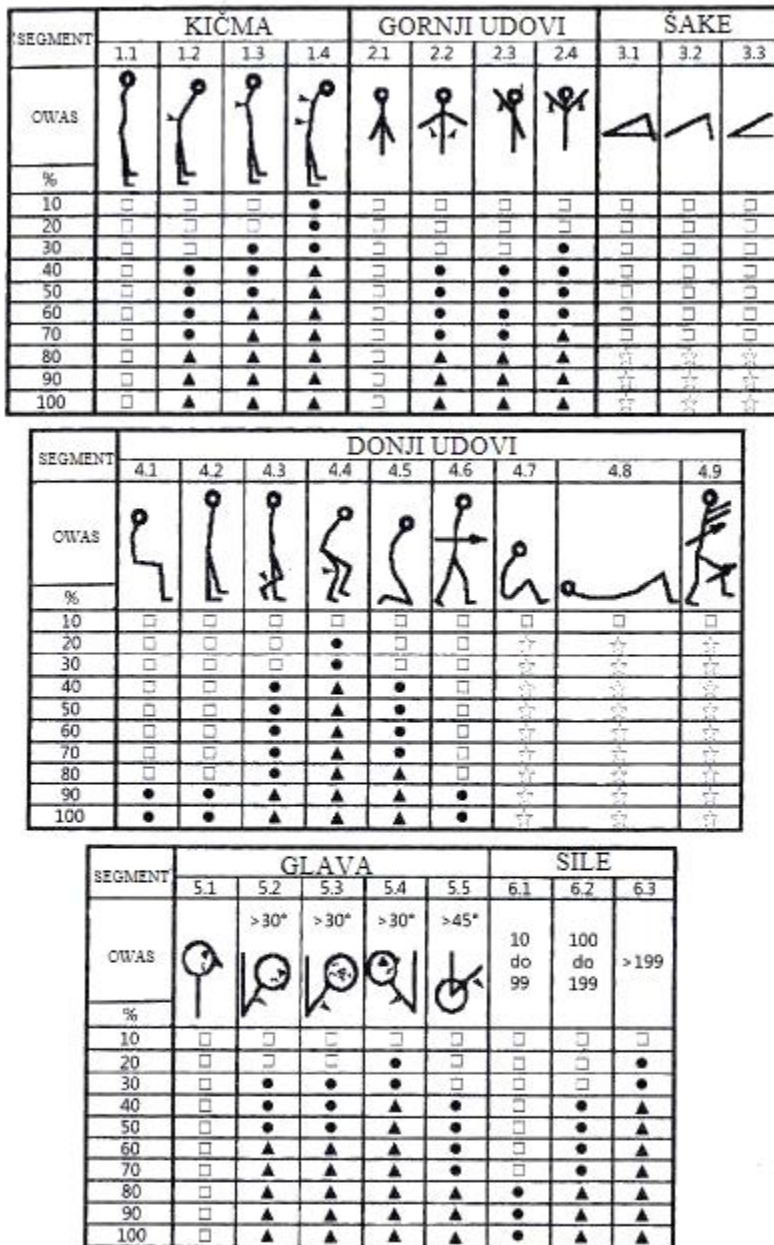
Dalja analiza sprovodi se na osnovu poređenja dobijenih rezultata i tabele za ocenu položaja tela. Njihovim poređenjem određuje se koji su radni položaji pod prevelikim opterećenjem kao i nivo njihovog daljeg preoblikovanja. Tabela za ocenu položaja tela razlikuje 4 nivoa opterećenja koji su označeni različitim simbolima, grupisani su u četiri kategorije delovanja koje ukazuju na hitnost intervencije na radnom mestu i dele se na (Slika 1):

- kategorija 1: normalan i prirodan položaj bez štetnog delovanja na mišićno-skeletni sistem - nisu potrebne mere;
- kategorija 2: blago štetna držanja - korektivne mere potrebne u skorijoj budućnosti;
- kategorija 3: primetno štetno držanje - moraju se preduzeti korektivne mere što je pre moguće;

- kategorija 4: izuzetno štetno držanje - odmah je potrebno preduzeti korektivne mere za poboljšanje.

Tabela 4: Prikaz označavanja pojedinih položaja tela pomoću kodnih brojeva za OWAS metodu

| Segment i opis karakteristike |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. KIČMA (LEĐA) |
| 1.1. Uspravna (ugao manji od 15°) |
| 1.2. Pognuta napred (ugao veći do 15°, a manji od 30°) |
| 1.3. Pognuta napred ili bočno (ugao veći od 30°) |
| 1.4. Pognuta napred s bočnom fleksijom (pognuta više od 15°, a bočna refleksija više od 30°) |
| 2. GORNJI UDOVI (RUKE) |
| 2.1. Obe nadlaktice uz telo (slobodne) |
| 2.2. Jedna ili obe nadlaktice ispod ramena, udaljene od tela |
| 2.3. Jedna nadlaktica u visini ili iznad visine ramena |
| 2.4. Obe nadlaktice u visini ili iznad visine ramena |
| 3. ŠAKE |
| 3.1. Fini ili grubi prijem jednom ili obema šakama |
| 3.2. Tipkanje jednim ili više prstiju jedne ili obe šake |
| 3.3. Druge aktivnosti jedne ili obe ruke |
| 4. DONJI UDOVI (NOGE) |
| 4.1. Sedenje, noge u ravnini sedećeg dela |
| 4.2. Stajanje na obe noge, neutralni položaj |
| 4.3. Stajanje na jednoj nozi, druga noga dohvata pod prstima |
| 4.4. Stajanje na jednoj ili obe noge, noge savijene u kolenima |
| 4.5. Klečanje na jednom ili oba kolena |
| 4.6. Hodanje ili stalno kretanje |
| 4.7. Sedenje na podu |
| 4.8. Ležanje |
| 4.9. Puzanje |
| 5. GLAVA |
| 5.1. Slobodna |
| 5.2. Pognuta prema napred (ugao veći od 30°) |
| 5.3. Pognuta u stranu (ugao veći od 30°) |
| 5.4. Nagnuta nazad (ugao veći od 30°) |
| 5.5. Pognuta i rotirana u stranu (ugao veći od 45°) |
| 6. SILA (kod prenošenja tereta) |
| 6.1. 10-99 N |
| 6.2. 100-200 N |
| 6.3. više od 200 N |



LEGENDA

- Preoblikovanje radnog mesta nije potrebno
- Preoblikovanje radnog mesta potrebno u doglednom vremenu
- ▲ Preoblikovanje radnog mesta potrebno je uskoro
- ☆ Preoblikovanje radnog mesta potrebno je odmah

Slika 1: Ilustracija ocene različitih položaja tela radnika OWAS metodom (Izvor: Kirin, 2020).

2.8. OPTEREĆENJE RADNIKA

Uslovi za rad u šumarstvu su specifični samim tim što se rad obavlja na otvorenom i što je radnik izložen različitim faktorima spoljašnje sredine na koje često nema nikakav uticaj. Osim rada, u okruženju ispunjenom opasnostima, posao sekača je fizički zahtevan, jer podrazumeva i nošenje motorne testere velike mase, goriva i druge opreme po strmim, neobrađenim terenima. Fizičke

opasnosti predstavljaju specifične uslove za rad, a ogledaju se u činjenici da su radnici izloženi konstatnoj potencijalnoj opasnosti od povreda. Takođe, stres na poslu može dovesti do umora radnika, što posledično dovodi do smanjenih njegovih mentalnih i fizičkih sposobnosti (Veselinović-Pavlović, 2013).

Da bi radnik ostao bezbedan, potreban je visok nivo koncentracije i svesti o opasnostima koje su prisutne u okruženju - oštećene grane padaju sa drveća, trula stabla se urušavaju, strm teren, tenziono drvo koje možda da „eksplodira“ kada se poseče itd. (Parker i dr., 1999).

Rukovanje opremom kao što je motorna testera zahteva visok nivo profesionalne obuke, jer u slučaju nepoštovanja propisa o bezbednosti na radu radnik može ugroziti svoje zdravlje. Radnici na ovim poslovima su izloženi buci, vibracijama i štetnim gasovima (Tunay i Melemez, 2008, Lindroos i Burström, 2010), pa svako nepoštovanje propisa može, u najgorem slučaju, dovesti čak i do smrtnog ishoda.

Kada se sagledaju svi aspekti interakcije radnika koji su zaposleni na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata i okoline, opasnosti sa kojima se oni mogu susresti su ne samo fizičko opterećenje već i opasnosti od ponavljanja pokreta, stres i umor, temperatura, vlažnost vazduha, buka, vibracije i čestice prašine itd.

Sam postupak proizvodnje drvnih sortimenata je proces koji zahteva mentalnu i fizičku snagu. Psihički napor se ogleda u činjenici da je radnik svestan da se svakog dana, gotovo svake sekunde nalazi u potencijalnoj opasnosti od povreda i zahteva visok nivo koncentracije tokom čitavog dana, dok fizički napor podrazumeva veliku potrošnju energije tokom dana. Fizičke opasnosti se manifestuju kroz specifične uslove za rad, koji se ogledaju u činjenici da su radnici izloženi konstatnoj potencijalnoj opasnosti od povreda.

Svako prilagođavanje čovekovog organizma radu i radnom okruženju znači neko opterećenje za organizam. Opterećenje čoveka ne zavisi samo od težine rada i radnog okruženja, već i od njegovog trajanja, jer nije isti nivo opterećenja ako radnik obavlja neki posao sat vremena i npr. osam sati. Kada je rad takav da zahteva veće opterećenje od dozvoljenih granica u dužem vremenskom periodu, dolazi do pre(umora) ili do trajnog oštećenja zdravlja. Zato je važno utvrditi kolika su opterećenja u toku rada, a zatim rad oblikovati tako da opterećenja ubuduće budu što manja. Ovom merom se postiže da radnik: bude zadovoljan poslom i na poslu, ima veću spremnost za rad, ali i što je za poslodavca najčešće najbitnije – ostvaruje veći radni učinak. Kada opterećenja pređu dozvoljene granice, mora biti promenjen način rada kako ne bi došlo do narušavanja zdravlja radnika. Kada se vrši odabir načina rada ili tehnologije, moramo pored tehnoloških, ekonomskih i ekoloških kriterijuma poštovati i ergonomske – odabrati takav način rada koji podrazumeva i najmanje opterećenja za radnika (Lipoglavšek i Kumer, 1998).

Merenjem fizioloških parametara je moguće prilično pouzdano utvrditi ukupna opterećenja u toku rada. Ipak, pojedine vrste opterećenja uslovljene prirodnom posla, te fizičkim ili socijalnim uslovima za rad je teže utvrditi. Frekvencija srca (srčana frekvencija ili puls) je jedno od najboljih merila za ocenu ukupnog opterećenja i zahtevnosti (težine) rada. Takođe, metode merenja su veoma jednostavne i ispunjavaju osnovne zahteve za ergonomska merenja: ne utiču na tok rada, ne opterećuju niti ometaju radnika, ne izazivaju socijalnu izolovanost radnika i sl. Puls je odraz raznovrsnih opterećenja u toku rada. On je pokazatelj dinamičkih i statičkih opterećenja, opterećenja radnika zbog prilagođavanja sredini (npr. vrućini), mentalnih i stresnih (čulnih) opterećenja. Ipak, udeo pojedinih vrsta opterećenja, ne može se utvrditi samo pulsom.

Otkucaj srca (puls) pri pravilno oblikovanom (koncipiranom) fizičkom radu dostiže nakon početnog, neku stalnu ravan (*stady state*). Pri kraju rada puls postepeno opada i to najčešće na vrednost kao u stanju mirovanja, sve sporije što je rad bio naporniji. Na osnovnu tih procesa su zasnovani i načini utvrđivanja fizičkog napora tokom rada. U intervalima ili neprekidno utvrđuje se visina

dostignute ravni ukupno sa otkucajima u stanju mirovanja ili bez njih (radni puls) ili samo sumu otkucaja, koji su potrebni da puls padne na vrednost u stanju mirovanja (Lipoglavšek i Kumer, 1998).

Srčana frekvencija (puls) je vezana za potrošnju kiseonika i može se koristiti za određivanje fizičkog opterećenja pod određenim uslovima (Eroglu i dr., 2015).

Zahvaljujući odgovarajućim instrumentima koji mere puls radnika, može se pomoću formula izračunati intenzitet opterećenja radnika tokom njegovih aktivnosti na poslu (Kirk i Sulmann, 2001).

Sa povećanjem temperature i vlažnosti, organizam pretrpi određene promene i zbog toga, između ostalog, dolazi do povećanja pulsa radnika. Međutim, alat koji koriste radnici se smatra takođe važnim faktorom koji utiče na promene u prosečnom broju otkucaja srca (Eroglu et. al, 2015).

Prema pojedinim istaživanjima, utvrđeno je da je najveći puls (opterećenje) radnika u seči, a zatim slede radnici koji rade na poslovima privlačenja drvnih sortimenata.

Kirk i Parker (1996) su utvrdili da su vrednosti opterećenja radnika varirale između 31 i 60% tokom seče motornom testerom i privlačenja drvnih sortimenata. Abeli i Malisa (1994) su utvrdili da je vrednost opterećenja u seči iznosila 49%, dok su Shemwetta *i dr.* (2002) utvrdili da je ova vrednost 67%. U istraživanju sprovedenom u Turskoj, ustanovljeno je da je opterećenje radnika koji koriste motorne testere na radu bilo 44,79% (Caliskan i Caglar, 2010). Međutim, u drugom istraživanju koje su sproveli Melemez *i dr.* u Turskoj (2011), utvrđeno je da je vrednost opterećenja radnika koji su rukovali motornim testerama bila 36,59%. U ovoj studiji utvrđeno je da je ova vrednost 20,17% za traktoriste. Nezavisno od toga, Melemez i Tunay (2010) su utvrdili da radnici koji rade na poslovima utovara imaju opterećenje 49%.

Pri seči četinara gde je guljenje kore obavljano ručno, opterećenja su bila veća nego kod liščara. Ona su zavisila od udela vremena trajanja radne operacije, težine alata i prečnika stabla odnosno trupaca (Lipoglavšek i Kumer, 1998).

Kirk i Sullman (2001) su utvrdili da je opterećenje radnika bilo 36,4% dok su obavljali radnu operaciju kresanje grana. U drugom istraživanju sprovedenom na Novom Zelandu, Kirk i Parker (1996) su utvrdili da je opterećenje pri kresanju grana bilo 29%.

Na osnovu navedenih istraživanja može se konstatovati da na vrednost fiziološkog opterećenja utiču vrsta posla i izazovi sa kojima su radnici suočeni tokom svojih radnih aktivnosti.

Sonmez (2003) je ustanovio da su otkucaji srca za vreme odmora (HRrest) bili 61,2 otkucaja/min kod radnika koji su radili na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata i 60 otkucaja/min kod radnika na pošumljavanju, dok je maksimalan broj otkucaja srca tokom radnog vremena (HRwork) bio 142,5 otkucaja/min kod radnika na poslima seče stabala i izrade drvnih sortimenata i 128,4 otkucaja/min kod radnika na pošumljavanju. Prosečan broj otkucaja srca tokom radnog vremena (HRwork) je iznosio 108,1 otkucaja/min kod radnika na seči i 96,9 otkucaja/min kod radnika na pošumljavanju. U okviru studije ustanovljeno je da su vrednosti otkucaja srca radnika tokom odmora bile između 60 i 80 otkucaja/min, što je prihvaćeno kao normalna vrednost.

Uzimajući u obzir ove vrednosti, oba posla se mogu klasifikovati kao „rad srednje težine“. Razlog zbog kojeg su vrednosti otkucaja srca (HRwork) radnika na seči bile veće u odnosu na radnike koji rade na pošumljavanju bio je taj što je nivo opterećenja radnika tokom aktivnosti seče bio veći, što rezultira sa porastom broja otkucaja srca (Sonmez, 2003).

Međutim, u istraživanju sprovedenom u Turskoj na radnicima koji koriste motorne testere, ustanovljeno je da su HRrest vrednosti radnika iznosile 70,5 otkucaja/min (Grandjean, 1980). U drugoj studiji, sprovedenoj takođe u Turskoj, utvrđeno je da su vrednosti HRwork za radnike sa motornom testerom bile 72,7 otkucaja/min (Melemez i dr., 2011). Otkriveno je da vrednosti otkucaja srca šumarskih radnika u Tanzaniji i Australiji u vreme njihovog mirovanja iznose 68 otkucaja u minuti (Abeli i Malisa, 1994).

Utvrđeno je da vrednost HRmax iznosi 165 otkucaja/min za šumarske radnike u Tanzaniji (Abeli i Malisa, 1994). Drugo istraživanje sprovedeno u Italiji pokazalo je da se vrednost HRmax za poslove na privlačenju drvnih sortimenata traktorom iznosi 127 otkucaja u minuti (Cristofolini i dr., 1990).

U istraživanju sprovedenom u Tanzaniji je utvrđeno da su otkucaji srca radnika tokom ručnog utovara iznosili 178 otkucaja/min. U istoj studiji utvrđeno je da je ova vrednost tokom aktivnosti seče i izrade iznosila 133 otkucaja/min (Shemwetta i dr. 2002).

Istraživanje sprovedeno u Turskoj navodi da je broj otkucaja srca radnika sa motornom testerom tokom radnog vremena bio 122,8 otkucaja u minuti (Caliskan i Caglar, 2010). U drugom istraživanju, sprovedenom takođe u Turskoj, ustanovljeno je da je brzina otkucaja srca kod traktorista bila 94 otkucaja/min, dok je kod radnika sa motornim testerama bila 108 otkucaja/min (Melemez i dr., 2011). Na Novom Zelandu Kirk i Parker (1996) su otkrili da je prosečan srčani puls radnika na kresanju grana bio 112 otkucaja/min. Otkucaji srca tokom aktivnosti obaranja i guljenja kore su se kretali od 112 do 120 otkucaja/min (Abeli i Melisa, 1994). Na Novom Zelandu je kod radnika na glavnom užetu (kod šumskih žičara) bila 106 otkucaja/min (Kirk i Sullman, 2001). Međutim, u studiji sprovedenoj u Čileu utvrđeno je da je prosečan broj otkucaja srca radnika na pošumljavanju bio 106 otkucaja/min. Ista studija pokazala je da su otkucaji srca tokom kresanja grana bili 120,9 otkucaja/min (Apud i Valdes, 1995).

Pri statičnim opterećenjima je povećanje pulsa potpuno nepravilno i često slično onom pri teškom radu. Statičnu vrstu rada tj. veliki deo statičkih opterećenja mišića prepoznajemo to tome što se puls značajno povećava u toku rada kao kada je potrebno mnogo energije za obavljanje teškog rada. Npr. pri prerezivanju drveta dvoručnom testerom je u odnosu na radnu operaciju formiranja podseka potrošnja kiseonika samo za 10% veća, ali je puls 120% viši jer su pri formiranju podseka velika statička opterećenja (Lipoglavšek i Kumer, 1998).

Koeficijent zamora radnika obuhvata: zamor zbog savladavanja tereta, zamor zbog položaja tela u radu i zamor zbog monotonije u radu. Zamor zbog savladavanja tereta posledica je statičkih i dinamičkih naprežanja mišića. Da bi se radna sposobnost koja je umanjena zbog zamora obnovila, potreban je odmor. Ova vrsta odmora u toku rada tretira se kao predah, bilo da je planiran ili da je prepušten samim radnicima. Zbog toga trajanje predaha pri napornom fizičkom radu treba da iznosi 25-30%, a pri vrlo napornom radu čak i preko 50% radnog vremena. U seči i izradi korisni su predasi u trajanju od 5-10 min posle svakog sata napornog rada (Nikolić, 1993).

Zamor zbog monotonije u radu pojavljuje se usled stalnog ponavljanja istovetnih pokreta i zahvata. On nije fizičke, već mentalne prirode. Izaziva izvesno otupljenje refleksa, često i zbog duže koncentracije pažnje. Ovaj zamor u seči i izradi praktično nema značaja. U toku dana radne operacije se nekoliko puta ciklično smenjuju i uvek u nešto izmenjenim uslovima, tako da se ne može govoriti o pojavi monotonije u radu. S obzirom na potrebne predaha, u seči i izradi kao minimalni koeficijent zamora uzima se 0,11, odnosno 11% od vremena izrade. Odnosi se na normalan položaj tela i teret od 5 kg. Međutim, uslovi su skoro uvek teži, pa je potrebno pri normiranju računati sa 15-18%, a izuzetno i sa 19% (Nikolić, 1993).

3. CILJ RADA

Osnovni cilj istraživanja je izbor organizacione forme rada i ocena efikasnosti u seči stabala i izradi drvnih sortimenata u različitim uslovima rada, istovremeno uvažavajući više faktora. Sa aspekta efektivnosti, cilj je da se ustanove efekti rada i potrošnja energenata na seči stabala i izradi drvnih sortimenata u ravničarskim i brdsko-planinskim uslovima za različite vrste drveća i debljinske stepene. Sa ekološkog aspekta, cilj je da se analizira i utvrdi stepen oštećenja preostalih stabla u sastojini nakon seče stabala i izrade drvnih sortimenata kao i emisija štetnih gasova kroz potrošnju energenata. Sa ergonomskog aspekta cilj je da se utvrde dnevna opterećenje radnika uzimajući puls kao pokazatelj tog opterećenja kao i opterećenja radnika kroz položaj tela rada u toku radnog dana ocenjen metodom OWAS. Za svaki od ovih aspekata cilj je da se utvrde razlike koje postoje za različite organizacione forme rada kao i da se definišu glavni faktori koji utiču na izbor odgovarajuće organizacione forme rada sa svakog pojedinačnog aspekta kao i sveukupno posmatrano.

4. HIPOTEZE

Postavljeni ogledi se u osnovnoj podeli razlikuju prema vrsti drveća i organizacionoj formi rada u toku seče stabala i izrade drvnih sortimenata i na osnovu njih su postavljene sledeće hipoteze:

1. Produktivnost (učinak) radnika na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata zavisi od organizacione forme rada i različit je za različite vrste drveća kao i za različite debljinske stepene;
2. Utrošak energenata je veći kod motornih testera veće snage u odnosu na testere manje snage u istim uslovima rada, a različit za različite organizacione forme rada. Testere manje snage emituju manje štetnih gasova koji zagađuju životnu sredinu od testera veće snage motora;
3. Štete na preostalim stablima u sastojini prilikom seče i obaranja stabala kao i pri izradi drvnih sortimenata povećavaju se sa porastom prečnika stabla, nagiba terena i sklopa sastojine;
4. Dnevno opterećenje radnika koji rukuje motornom testerom zavisi od organizacione forme rada;
5. Položaj tela radnika koji rukuje motornom testerom u toku rada na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata je najčešće nepovoljan, odnosno položaja tela je takav da on zahteva mere koje upućuju na hitnost intervencije na radnom mestu i zavisi od organizacione forme rada.

5. METODE I OBEKAT ISTRAŽIVANJA

5.1. ŠEMA ISTRAŽIVANJA

Snimanje podataka za potrebe ovog istraživanja izvršeno je u periodu zimske seče (novembar - mart). Prikupljanje podataka obavljeno je na 7 oglednih površina i to: 5 u ravničarskom području i 2 u brdsko-planinskom području.

Ogledne površine (u daljem tekstu OP) u ravničarskom području postavljene su na području Javnog preduzeća „Vojvodinašume“, Šumsko gazdinstvo „Sombor“ (u daljem tekstu ŠG „Sombor“). Ogledne površine u brdsko-planinskom području bile su postavljene na području Nastavne baze Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu „Goč-Gvozdac“ (u daljem tekstu NB „Goč“). Ove ogledne površine predstavljaju reprezentativne površine po osnovnu orografije i konfiguracije terena, ali i načina rada u sferi korišćenja šuma na teritoriji Srbije.

Istraživane su 3 tipične organizacione forme rada, koje su karakteristične za izvođenje radova na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata na području Srbije i to: organizaciona forma 1M+0R, organizaciona forma 1M+1R i organizaciona forma 2M+0R.

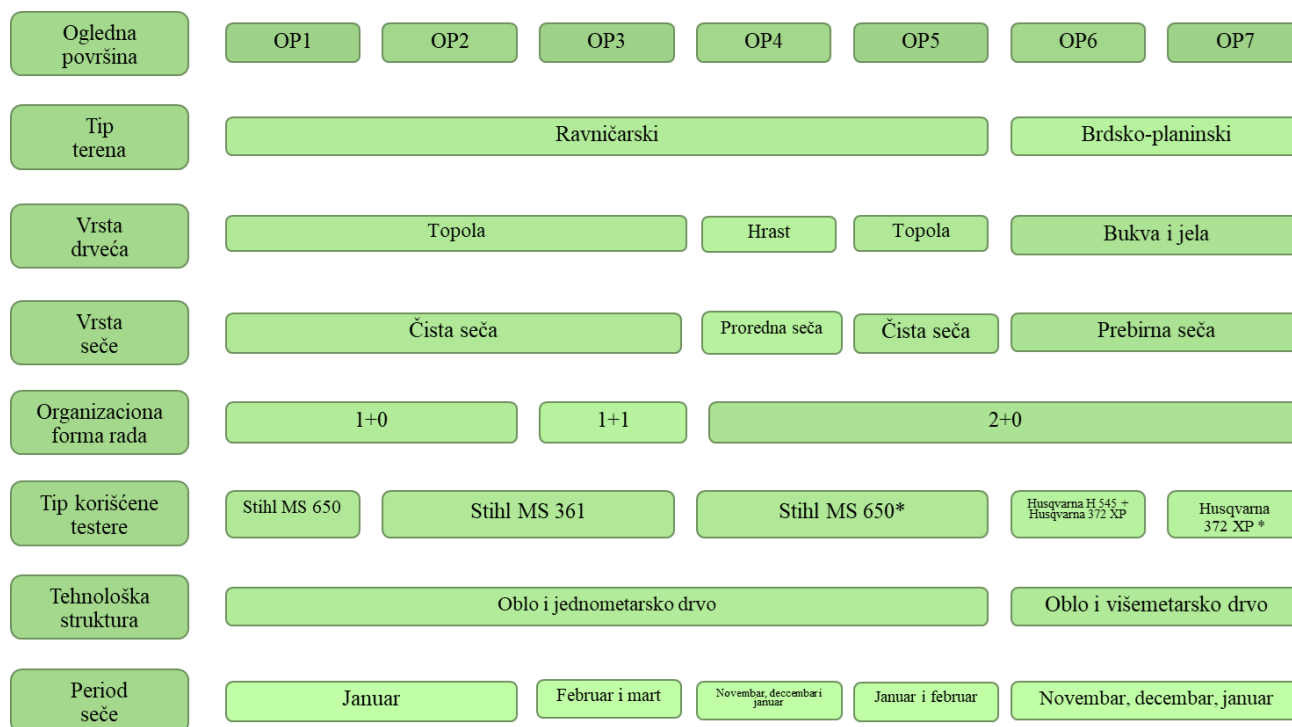
Seča stabala i izrada drvnih sortimenata obavljena je u zasadima topola, jednodobinoj sastojini hrasta i prebirnim sastojinama bukve i jele. Ove vrste drveća predstavljaju najzastupljenije vrste na području Srbije (Banković i dr., 2009), pa su iz tog razloga odabrane za ovo istraživanje (Šema 4).

Organizaciona forma rada 1M+0R je podrazumevala takvu organizaciju rada da jedan radnik radi sam motornom testerom, bez pomoći drugog radnika - pomoćnika. Podaci za ovu organizacionu formu rada prikupljeni su u zasadu topole, na dve ogledne površine, varirajući motorne testere kojima je obavljena seča. Na oglednoj površini 1 korišćena je motorna testera Stihl MS 650, dok je na oglednoj površini 2 korišćena motorna testera Stihl MS 361.

Organizaciona forma rada 1M+1R je podrazumevala takvu organizaciju rada da prvi radnik radi samo motornom testerom, dok je drugi radnik pomoćnik i on nema testeru, već koristi pomoćni alat (sekiru, klin, malj). Ovakva organizaciona forma rada primenjena je na OP3, odnosno u zasadu topole. Korišćena je motorna testera Stihl MS 361.

Organizaciona forma rada 2M+0R podrazumevala je takav način rada da su oba radnika rukovala motornim testerama. Na oglednim površinama 4 i 5 oba radnika su imala iste motorne testere (Stihl MS 650). Na OP6 oba radnika su rukovala istim testerama (Husqvarna 372 XP), dok je na OP7 jedan radnik rukovao testerom veće snage (Husqvarna 372 XP), a drugi testerom manje snage (Husqvarna H545).

Ogledna površina 4 je bila sastojina hrasta lužnjaka, dok ogledne površine 6 i 7 predstavljaju prebirne sastojine bukve i jele (Šema 4).



Šema 4: Šema istraživanja

5.2. OPIS RADNIKA

U ovom istraživanju učestvovali su radnici koji su stalno zaposleni u NB „Goč“ i ŠG „Sombor“.

Svi radnici su imali odgovarajuću zaštitnu opremu (zaštitno odelo, rukavice, šlem sa antifonima, čizme). Manual u koji su upisivani podaci o radnicima dat je u prilogu (Prilog 1).

5.3. OPIS SREDSTAVA ZA RAD

Seča i obaranje stabala i izrada drvnih sortimenata obavljani su testerama marke Stihl i Husqvarna. Testere marke Stihl (Slika 2 i Slika 3) korišćene su na oglednim površinama 1-5 u ŠG „Sombor“, jer one predstavljaju tipično sredstvo rada za seču stabala i izrade drvnih sortimenata u ovom šumskom gazdinstvu, kao i u javnom preduzeću „Vojvodinašume“ uopšte.

Testere marke Husqvarna korišćene su na oglednim površinama 6 i 7 u NB „Goč“, jer one takođe predstavljaju tipično sredstvo rada za seču stabala i izrade drvnih sortimenata u ovoj nastavnoj bazi, ali i delimino u Srbiji (Slika 4). Osnovne tehničke karakteristike testera kao i karakteristike reznog sklopa prikazane su u tabeli 5 Manuali koji su korišćeni prilikom prikupljanja podataka u vezi sa testerama dati su u prilogu (Prilog 2).

Za sve testere korišćen je isti tip goriva – mešavina napravljena od benzina Euro 95 oktana i mazivo koje preporučuje proizvođač u odnosu 50:1.

Tabela 5: Osnovne tehničke karakteristike korišćenih motornih testera Stihl i Husqvarna

| Tehničke karakteristike | Stihl 361 | Stihl 650 | Husqvarna 372 XP | Husqvarna H 545 |
|---------------------------------------------|-----------|-----------|------------------|-----------------|
| Radna zapremina cilindra (cm ³) | 59 | 84,9 | 70,7 | 50,1 |
| Izlazna snaga (kW) | 3,4 | 4,8 | 3,9 | 2,5 |
| Preporučena dužina vodilice (cm) | 45 | 45 | 70 | 50 |
| Masa testere bez rezne opreme (kg) | 5,6 | 7,3 | 6,3 | 4,9 |

Na sajtu proizvođača u opisu proizvoda naglašeno je da testera Husqvarna H 545 poseduje jedinstvenu X-Torq® motor tehnologiju, čime korisnicima omogućava i do 20% manju potrošnju goriva i 75% manju emisiju izduvnih gasova. Međutim, nije navedeno u odnosu na šta su dati ovi podaci.



Slika 2: Motorna testera Stihl 361



Slika 3: Motorna testera Stihl 650



Slika 4: Motorna testera Husqvarna 372 XP



Slika 5: Motorna testera Husqvarna H545

Na sve testere su na početku istraživanja montirani novi lanci i vodilice.



Slika 6: Testere spremne za rad



Slika 7: Pomoćna oruđa za rad - sekire i malj

Pored motorne testere, radnici su za obaranje stabala koristili sekire i malj (Slika 7), a po potrebi su izrađivali drvene klinove u šumi.

5.4. OPIS USLOVA RADA

Snimanja za potrebe ovog rada su obavljena u toku zimske seče u periodu od novembra do marta, u zavisnosti od ogledne površine.

5.4.1. Uslovi rada u ravničarskim predelima

Prikupljanje podataka za potrebe ovog rada na teritoriji ŠG „Sombor“ obavljeno na oglednim površinama od 1 do 5 (OP1-OP5). Uslovi za rad su bili otežani u odnosu na uobičajen način rada. Temperature vazduha u toku dana bile su najčešće niže od 0 °C, mada su se ponekad pojavljivale i velike temperaturne amplitude u toku dana ili u periodu od nekoliko dana. Snimanja su obavljena u zasadima topole i prirodnim sastojinama hrasta. U zasadima topola nalazile su se OP1, OP2, OP3 i OP5, dok je OP4 bila postavljena u sastojini hrasta lužnjaka.

5.4.1.1. Opis uslova rada na oglednoj površini 1

Prikupljanje podataka na prvoj oglednoj površini obavljeno je u zasadu topole (Slika 8). Na ovoj površini je izvršena čista seča, a organizaciona forma rada bila je 1M+0R. Snimanje podataka obavljeno je u januaru, a temperature u toku prikupljanja podataka na ovoj oglednoj površini kretale su se u intervalu od nekoliko stepeni u minusu do nekoliko stepeni u plusu. Sastojina je bila obrasla srednje gustim podrastom, visine do 1 m. Na ovoj površini izrađivano je oblo drvo (trupci), a od manjih prečnika klasično prostorno drvo, koje je slagano u složajeve visine 1,10 m.



Slika 8: Ogledna površina 1

5.4.1.2. Opis uslova rada na oglednoj površini 2

Prikupljanje podataka na ovoj oglednoj površini obavljeno u zasadu topole. Na ovoj površini je izvršena čista seča, a organizaciona forma rada bila je 1M+0R. Snimanje podataka obavljeno je u januaru, a temperature u toku prikupljanja podataka na ovoj oglednoj površini kretale su se u intervalu od -2 do +2 °C, sa snegom i jakim vetrom. Sastojina je bila obrasla srednje gustim podrastom, visine do 1 m. Na ovoj površini izrađivano je oblo drvo (trupci), a od manjih prečnika klasično prostorno drvo, koje je slagano u složajeve visine 1,10 m.



Slika 9: Ogledna površina 2

5.4.1.3. Opis uslova rada na oglednoj površini 3

Prikupljanje podataka na trećoj oglednoj površini obavljeno je takođe u sastojini topole, a organizaciona forma rada bila je 1M+1R. Snimanje podataka obavljeno je u februaru i martu, a temperature na ovoj oglednoj površini kretale su se u intervalu od +3 do +13 °C. Uglavnom je bilo sunčano vreme, bez vetra. Sastojina je bila obrasla srednje gustim podrastom, visine do 1 m. Na ovoj površini izrađivano je oblo drvo (trupci), a od manjih prečnika klasično prostorno drvo, koje je slagano u složajeve visine 1,10 m.



Slika 10: Ogledna površina 3

5.4.1.4. Opis uslova rada na oglednoj površini 4

Prikupljanje podataka na četvrtoj oglednoj površini obavljeno je u sastojini hrasta starosti 80 godina. Na ovoj površini je izvršena proredna seča, a organizaciona forma rada bila je 2M+0R. Snimanje podataka obavljeno je u januaru i februaru, a temperature na ovoj oglednoj površini kretale su se u intervalu od -3 do +15 °C. Sastojina je bila bez podrasta. Na ovoj površini izrađivano je oblo drvo (trupci), a od manjih prečnika klasično prostorno drvo, koje je slagano u složajeve visine 1,10 m.

5.4.1.5. Opis uslova rada na oglednoj površini 5

Prikupljanje podataka na petoj oglednoj površini obavljeno je u sastojini topole, a organizaciona forma rada je bila 2M+0R. Snimanje podataka obavljeno je u u novembru, decembru i januaru, a temperature u toku snimanja na ovoj oglednoj površini kretale su se od -4 do +16 °C. Uglavnom je bilo oblačno vreme, sa sunčanim intervalima. Sastojina je bila bez podrasta. Na ovoj površini izrađivano je oblo drvo (trupci), a od manjih prečnika klasično prostorno drvo, koje je slagano u složajeve visine 1,10 m.



Slika 11: Ogledna površina 5

5.4.2. Opis uslova rada u brdsko-planinskim predelima

Snimanja za potrebe ovog istraživanja su obavljena u NB „Goč“ u periodu od novembra do februara. Paralelno je vršeno snimanje obe grupe radnika (OP6 i OP7), u istim uslovima rada.

Uslovi za rad su bili otežani u odnosu na uobičajen način rada, jer su temperature vazduha u toku dana u proseku bile uglavnom ispod godišnjeg proseka za predele preko 1000 m nadmorske visine, kome pripada i NB „Goč“, gde su srednje godišnje temperature oko 6,0 °C (RHMZ). Uslovi rada su bili dodatno otežani zbog činjenice da se najveći deo terena nalazio na severnoj ekspoziciji.

Zemljište je uglavnom bilo mokro, ali su se radnici brzo kretali po sastojini, jer su nagibi bili najviše do 20° (u proseku oko 10°). Ono što je ponekad otežavalo kretanje radnika kao i snimača po sečini je podrast (divlja kupina) koga je bilo gotovo na celoj površini.

5.4.2.1. Opis uslova rada na oglednoj površini 6

Prikupljanje podataka na šestoj oglednoj površini obavljeno je u NB „Goč“, u prebirnoj šumi bukve i jele. Na ovoj površini je izvršena prebirna seča, a organizaciona forma rada bila je 2M+0R. Snimanje podataka obavljeno je u periodu od novembra do februara, a temperature u toku snimanja na ovoj oglednoj površini kretale su se u intervalu od -10 do +5 °C, sa uglavnom oblačnim vremenom i snegom visine oko 20-ak cm. Sastojina je bila sa podrastom visine od 0,5-1 m, različite gustine u zavisnosti od položaja konkretnog stabla. Na ovoj površini izrađivano je oblo drvo (trupci), a od manjih prečnika (<20 cm) višemetarsko ogrevno drvo.

5.4.2.2. Opis uslova rada na oglednoj površini 7

Na ovoj oglednoj površini je izvršena prebirna seča u sastojini bukve i jele, a organizaciona forma rada bila je 2M+0R. Jedan radnik je rukovao testerom veće snage, a drugi testerom manje snage. Snimanje je obavljeno takođe u periodu od novembra do januara, sa istim vremenskim i sastojinskim uslovima kao i prethodna ogledna površina. Na ovoj površini je takođe izrađivano oblo drvo (trupci), a od manjih prečnika višemetarsko ogrevno drvo.



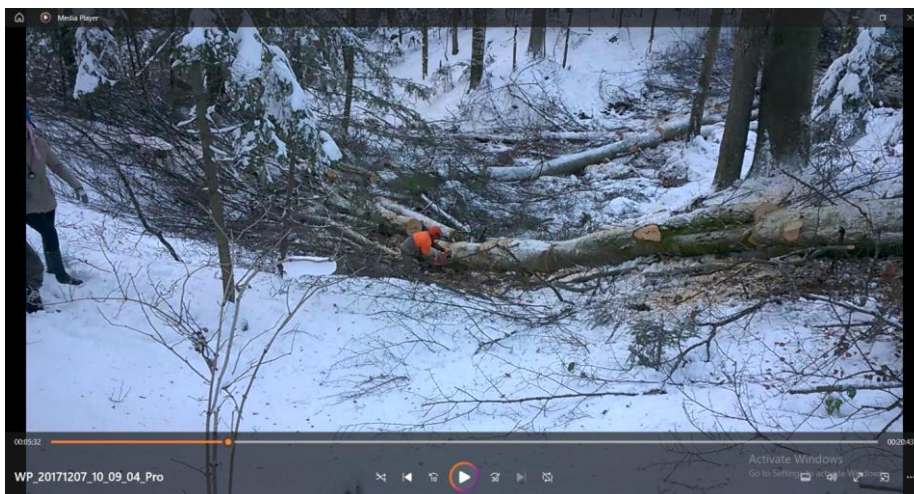
Slika 12: Posečeno stablo na oglednoj površini 7

5.5. OPIS METODE SNIMANJA

Radi preglednosti, sva snimanja su grupisana na sledeći način:

1. studija vremena i rada;
2. opšti podaci o svakom stablu;
3. snimanje učinaka radnika;
4. potrošnja goriva i maziva;
5. oštećenja na preostalim stablima;
6. snimanje procesa rada kamerama;
7. opterećenje radnika u toku rada (primenom pulsmetara).

Prve 4 stavke snimane su na svim oglednim površinama, dok su poslednje tri snimane samo na OP6 i OP7.



Slika 13: Reprodukcija video zapisa i beleženje vremena

5.5.1. Studija vremena i rada

Snimanje vremena trajanja pojedinačnih radnih operacija vršeno je po protočnoj metodi snimanja. Prednost ove metode je pre svega u njenoj jednostavnosti i to što se greške u očitavanju uglavnom anuliraju. Naime, od vremena se ništa ne gubi, jer se vreme uklopi u jedan od dva susedna elementa, pa često male greške u očitavanju zbog zakašnjenja reakcije snimača ili prevremenog očitavanja nemaju praktičnog značaja (Nikolić, 1993). Snimanje vremena rada otpočinjalo je ujutro od momenta kada su radnici stizali na posao i podaci o ovim vremenima su unošeni u snimački list (Prilog 3). Podaci na OP1-OP5 su prikupljeni klasičnom metodom fotohronometraže, dok su na OP6 i OP7 radne operacije u toku seče stabala kao i izrade drvnih sortimenata snimane kamerama telefona (Slika 14). Ovi snimci su nakon toga prebačeni na računar, a potom puštani u odgovarajućim video-programima. Podaci su zatim očitavani i upisivani u odgovarajući snimački list (Prilog 4) i (Prilog 5). Za očitavanje vremena su korišćene dve štoperice (Slika 15), jedna sa koje su vršena očitavanja vremena i upisivana u snimački list i druga kao rezervna štoperica, odnosno štoperica sa koje su očitavana vremena ukoliko je iz bilo kog razloga došlo do prestanka rada prve štoperice. Obe štoperice startovane su u istom momentu. Tačnost očitavanja štoperice je jedna sekunda i ona je jednaka intervalu očitavanja (čuvanja) podataka na snimcima sa kamera.



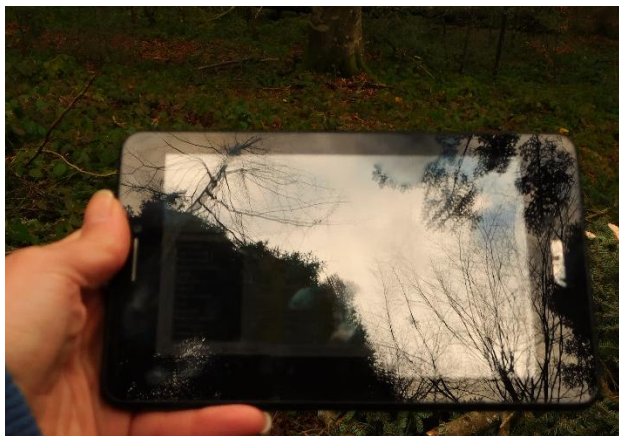
Slika 14: Snimanje radnih operacija kamerom telefona



Slika 15: Štoperica za očitavanje vremena

5.5.2. Opšti podaci o svakom stablu

Podaci o svakom stablu zabeleženi su samo na OP6 i OP7, a upisivani su u odgovarajući manual (Prilog 6) koji je bio kreiran pre odlaska na teren, u programskom programu *MS Excel 2013*. Za prikupljanje podataka na terenu korišćen je tablet računar marke ASUS (Slika 16).



Slika 16: Tablet u koji su upisivani podaci



Slika 17: Broj stabla obeležen na panju

U manual su upisivani sledeći podaci:

- broj stabla (Slika 17),
- vrsta drveća,
- prečnik stabla,
- odeljenje,
- odsek.

Pored ovih podataka, na bazi procene, upisivani su takođe sledeći podaci, a iz padajućeg menija je za svako stablo odabran odgovarajući odgovor - interval:

- podrast (nema, redak, srednje gust, gust),
- visina podrasta u metrima (<1, 1,1-1,5, 1,6-2 i >2),
- ekspozicija terena (sever, severo-istok, severo-zapad, jug, jugo-istok, jugo-zapad, istok, zapad),
- sklop (veoma redak, redak, nepotpun, potpun),
- vlažnost zemljišta (suvo, malo vlažno, srednje vlažno, mokro),
- visina snega u centimetrima: (nema, <10, 11-20, 21-30, >30).

Sem ovih podataka, meren je i nagib terena (OP6 i OP7) i to padomerom „Suunto Tandem“ (Slika 18). Nagib terena je očitavan u stepenima (°), a ponuđeni intervali su bili: <5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35 i >35.



Slika 18: Padomer "Suunto Tandem "

5.5.3. Snimanje učinaka pri seči stabala i izradi drvnih sortimenata

Izrada sortimenata izvršena je u šumi - primenjen je sortimentni metod seče i izrade na svim oglednim površinama. Sortimenti su krojeni prema stiaru SRPS-a, a dužine trupaca kretala se od minimalno 2 m do maksimalno 6 m. Pored zabeležene vrste drveća, za svako stablo su merene dimenzije sortimenata i određena je klasa kvaliteta (Slika 19). Razvrstavanje na klase kvaliteta i cene su istovetne onima koje je donelo JP „Srbijašume“ i u primeni su na teritoriji cele NB „Goč“, odnosno JP „Vojvodinašume“, kao i na teritoriji ŠG „Sombor“. Klase kvaliteta koje su definisane ovim cenovnicima su sledeće: F (trupci za sečeni furnir), L (trupci za ljušteni furnir), K (kombinovani trupci), I (trupci za rezanje prve klase), II (trupci za rezanje druge klase), III (trupci za rezanje treće klase), celulozno drvo, višemetarsko ogrevno drvo, klasično prostorno (jednometarsko) drvo. Svaka od ovih klasa ima podklase, koje se definišu vrstom drveta i prečnikom na sredini sortimenta (osim klasičnog prostornog drveta, koje se slaže u sure).

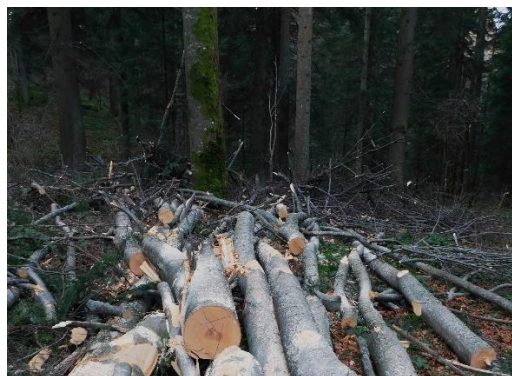
Premeravanje drvnih sortimenata obavljeno je nakon izrade za svako pojedinačno stablo. Dužina sortimenata je merena sa tačnošću očitavanja podataka do na decimetar, dok je prečnik meren sa korom (koja je zatim, metodom vizuelne procene, odbijena) na sredini trupca sa tačnošću očitavanja do na centimetar. Propisana nadmera za pojedine drvene sortimente nije ulazila u izmerenu dužinu. Zapremina sortimenata je izračunata po Huberovoj formuli. Podaci o vrstama drveća i učincima su upisivani u snimački list koji je dat u priložima (

Prilog 7).

Osim tehničkog oblog drveta (Slika 19), izrađivano je i klasično ogrevno drvo (OP1-OP5) i višemetarsko ogrevno drvo (OP6 i OP7) (Slika 20), koje je u manuale upisivano kao prostorno drvo, bez dimenzija pojedinačnih komada, već samo ukupna zapremina.



Slika 19: Iskrojen i prerezan trupac za rezanje druge klase



Slika 20: Izrađeno višemetarsko ogrevno drvo

5.5.4. Izračunavanje normi

Nakon prikupljanja podataka na terenu, izvršen je njihov obračun iz snimačkih listova. U fazi obračuna podataka snimačkog lista, ustanovljeno je trajanje radnih operacija, trajanje zastoja i drugih utrošaka vremena. Nakon izračunavanja trajanja radnih operacija izvršeno je grupisanje radnih operacija u zajedničke radne operacije, odnosno radne operacije koje se odnose na tehničko oblo drvo i radne operacije koje se odnose na prostorno drvo.

Nakon razvrstanih snimačkih listova, podaci su uneseni u odgovarajuće obradne tabele. Posle završenog unosa, izračunata su vremena izrade za svaki debljinski stepen posebno.

Vreme izrade se računa prema sledećim obrascima:

- vreme zajedničkih radnih operacija

$$t_z = \frac{\sum T_z}{V} \quad (\text{min/m}^3)$$

- vreme izrade tehničkog oblog oblog drveta

$$t_t = \frac{\sum T_t}{V_t} \quad (\text{min/m}^3)$$

- vreme izrade prostornog drveta

$$t_p = \frac{\sum T_p}{V_p} \quad (\text{min/m}^3)$$

gde su:

$\sum T_z$ – ukupno vreme zajedničkih radnih operacija (min);

$\sum T_t$ – ukupno vreme radnih operacija koje se odnose na tehničko drvo (min);

$\sum T_p$ – ukupno vreme radnih operacija koje se odnose na prostorno drvo (min);

V – ukupna neto zapremina stabla (m^3);

V_t – ukupna neto zapremina tehničkog drveta (m^3);

V_t – ukupna neto zapremina prostornog drveta (m^3).

Ovako izračunata vremena izrade, s obzirom na varijabilnost podataka snimanja, izravnavaju se regresionom funkcijom. Za modelovanje stohastičke veze između vremena izrade i prečnika na prsnoj visini stabla koriste se funkcije koje prema prirodi zavisnosti najbolje oslikavaju ovu vezu (Danilović, 2020).

Krajnji rezultat je funkcija ili linija izravnjanja, na osnovu kojih se mogu ustanoviti izravunate vrednosti vremena radnih operacija ili grupa radnih operacija. Na apscisisu su neneseni debljinski stepeni u cm, a na ordinatu pojedinačne vrenosti u $\text{min} \cdot m^3$.

U vremena za raspodelu su uvršteni zastoji i drugi utrošci vremena.

Vreme za raspodelu se računaju tako što se ukupno vreme raspodele nastalo tokom snimanja podelimo sa ukupnom zapreminom sortimenata.

$$t_r = \frac{\sum T_r}{V} \quad (\text{min}/m^3)$$

Vreme prelaza je ustanovljeno tako što je ovo vreme najpre izračunato kao prosečno, po stablu, a zatim je izračunato za svaki debljinski stepen ponaosob. Ustanovljava se tako što se vreme prelaza po stablu podeli sa izravnatim zapreminama stabla svakog debljinskog stepena ponaosob.

$$T_h = \frac{\sum T_h}{N_s} \quad (\text{min}/\text{stablo})$$

Obrazac za računanje vremena prelaza po zapremini glasi:

$$th = \frac{T_h}{V} \quad (\text{min}/m^3)$$

gde su:

$\sum T_r$ – ukupno vreme raspodele nastalo tokom snimanja (min);

$\sum T_h$ – ukupno vreme prelaza od stabla do stabla (min/stablu);

N_s – ukupan broj stabala;

V – ukupna neto zapremina stabla (m^3);

Za ostala vremena uzeta su sva vremena koja nisu uvrštena ni u jednu od gore navedenih grupacija.

Na osnovu ovako ustanovljenih podataka, pristupa se izračunavanju normi.

Norme se mogu računati kao posebne po obrascu:

$$N_i = \frac{T - t_d}{t_i} \quad (/m^3/\text{dan})$$

gde su:

T – radno vreme u toku dana, umanjeno za 30 min. za obed;

t_d – dodatno vreme;

t_i – vreme izrade.

5.5.5. Snimanje potrošnje energenata (goriva i maziva)

Potrošnja goriva i maziva merena je za svako stablo pojedinačno metodom dolivanja u rezervoar. Radnici su radni dan započinjali sa punim rezervoarima, a zatim su nakon svakog posečenog i iskrojenog stabla vršili dolivanje goriva i maziva (Slika 22). Količina dosutog goriva

odnosno maziva predstavlja količinu potrošenog goriva odnosno maziva za prethodno posečeno stablo. Podaci o potrošnji goriva i maziva evidentirani su u odgovarajući manual (Prilog 8).

Za dosipanje goriva i maziva u rezervoare korišćene su graduisane menzure od 250 i 500 ml (Slika 21), sa tačnošću očitavanja vrednosti od 10 ml.



Slika 21: Menzura za merenje potrošnje goriva i maziva



Slika 22: Dolivanje maziva u rezervoar

Potrošnja energije koja se koristi za seču izračunata je uz pretpostavku energetske vrednosti potrošnje goriva, a koja iznosi 33,75 MJ/L (Gałęzia, 2014).

5.5.6. Snimanje oštećenja na preostalim stablima u sastojini

Snimanje podataka o oštećenjima na preostalim stablima u sečini vršeno je nakon svakog oborenog stabla i izrađenih drvnih sortimenata, kako bi sva oštećenja koja su uzrokovana padom konkretnog stabla bila unesena i pripisana odgovarajućem stablu. Ovi podaci prikupljeni su na OP6 i OP7, jer je jedino na ovim površinama to bilo smisleno, s obzirom da su ovo bile prebirne sastojine. Oštećenja su grupisana na sledeći način: oštećenja na stablu, oštećenja na krošnji, oštećenja na deblu, oštećenja na žilištu i oštećenja na stablima manjih prečnika (5-15 cm). Oštećenja su dalje razvrstavana prema vrsti oštećenja i to:

1. Oštećenja na stablu: prelom stabla, prevršenost stabla, izvala stabla, polu-izvaljeno stablo;
2. Oštećenja na krošnji: oštećenje na krošnji, oguljena kora na krošnji, ozlede na granama;
3. Oštećenja na deblu: ogrebotine, oguljena kora (Slika 23), pukotine;
4. Oštećenja na žilištu: ogrebotine i oguljena kora (Slika 24);
5. Oštećenja na stablima manjih prečnika: prelom podmlatka, prelom grana, izvala celog stabala, oguljena kora, polu-izvaljeno stabla.

Svaka od ovih greški evidentirana je tako što je pored nje upisivana i vrsta drveća i broj oštećenja. Podaci su upisivani u odgovarajući manual za svako stablo pojedinačno (Prilog 9).



Slika 23: Oguljena kora na deblu preostalog stabla u sastojini



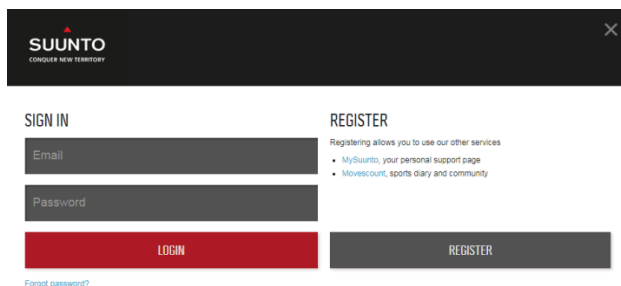
Slika 24: Oguljena kora na žilištu stabla

5.5.7. Snimanje opterećenja (pulsa) radnika

Merenje pulsa radnika vršeno je pulsmetrom „Suunto“ (Slika 25) koji se sastojao od elastične trake koja je bila pričvršćena oko grudi radnika u visini srca. Elektrode su pre montaže ovlažene vodom, što je povećavalo kontakt između kože i elektroda, jer u protivnom pulsmetri ne bi radili. Učestalost čuvanja podataka je bila dve sekunde. Nakon završetka merenja u toku jednog dana, podaci o pulsu radnika su preneti preko dokera (*docker*) i aplikacije *Movescount* (Slika 26) na računar u softver *MS Excel 2013*.



Slika 25: Pulsmetar Suunto

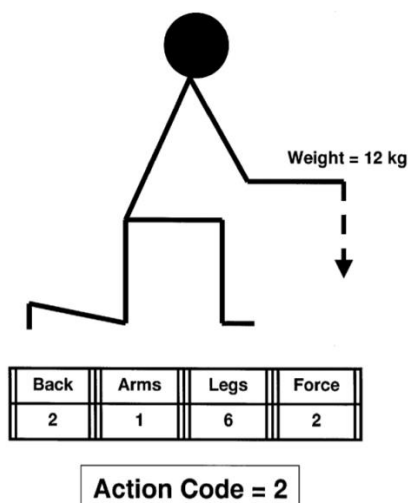


Slika 26: Izgled naloga na aplikaciji *Movescount* za logovanje korisnika

5.5.8. Položaj tela radnika u toku rada

Položaj tela radnika u toku dana utvrđen je metodom OWAS (Ovako Working Analysis System). OWAS metodom moguće je analizirati ukupno 360 radnih položaja (252+108).

U tačno određenim intervalima, na 30 sekundi (Slika 27), vršeno se trenutno posmatranje rada koje je registrovano na snimcima koji su prikupljeni na terenu. Snimci su zatim puštani na kompjuteru u odgovarajućem programu za čitanje video zapisa. Podatak o trenutno zabeleženom položaju rada „preklopljen“ je sa studijom vremena, kako bi kasnije bilo precizirano u kojoj radnoj operaciji je radnik bio u određenom položaju.



Slika 27: Primer položaja tela analiziran OWAS metodom sa proračunatim kodom akcije (Izvor: Olendorf i Drury, 2013)

5.6. IZRAČUNAVANJE OPTEREĆENJA I DOZVOLJENE GRANICE

Opterećenje radnika može biti ocenjeno metodom merenjem pulsa, odnosno merenjem pulsa u toku rada i iz njega izvedenih indikatora težine rada (Toupin *et al.*, 2007; Gellerstedt, 1997; Kirk i Sullman, 2001; Kirk i Parker, 1996).

Za izračunavanje nekih od pokazatelja potrebno je poznavati puls u toku mirovanja kao i maksimalni puls. Drugi način utvrđivanja pulsa u stanju mirovanja je pretpostavka da je puls u stanju mirovanja jednak puls u neposredno pre merenja na radilištu (Kirk i Parker, 1996).

Radni, relativni radni puls kao i maksimalni puls izračunavaju se prema jednačinama koje su date u nastavku.

- Radni puls: $HRR = HR_{wi} - HR_r$
- Relativni radni puls: $HR_{wr} = \frac{HR_{wi} - HR_r}{HR_{max} - HR_r} \cdot 100$
- Maksimalni puls: $HR_{max} = 192 - 0,007 \cdot AGE^2$

gde su:

HR_{wr} – radni puls izražen brojem otkucaja u minuti

HR_{wi} – puls u toku rada izražen brojem otkucaja u minuti

HR_R – relativni radni puls u %

HR_r – puls u stanju mirovanja izražen brojem otkucaja u minuti

HR_{max} – maksimalni puls izražen brojem otkucaja u minuti

AGE – starost radnika u godinama

U praksi se orijentaciono maksimalni puls izračunava kao:

- $HR_{max} = 220 - \text{broj godina}$ (kod muškaraca)
- $HR_{max} = 206 - \text{broj godina}$ (kod žena)

Prosečna težina rada (opterećenje): $HR_y = \frac{\sum HR_{yi} \cdot t_i}{\sum t_i} \cdot 100$

gde su:

HR_y – pokazatelj težine rada HR_w , HR_{wr} i HRR izraženi brojem otkucaja u minuti

HR_{yi} – i-te vrednosti pokazatelja težine rada HR_w , HR_{wr} i HRR izraženi brojem otkucaja u minutu

t_i – trajanje i-teg intervala ($i=1, 2 \dots n$)

S obzirom da ne postoji važeći pravilnik od graničnim vrednostima, rezultati će biti upoređeni sa preporukama koje su dali neki od autora koji su se bavili istraživanjima u ovoj oblasti:

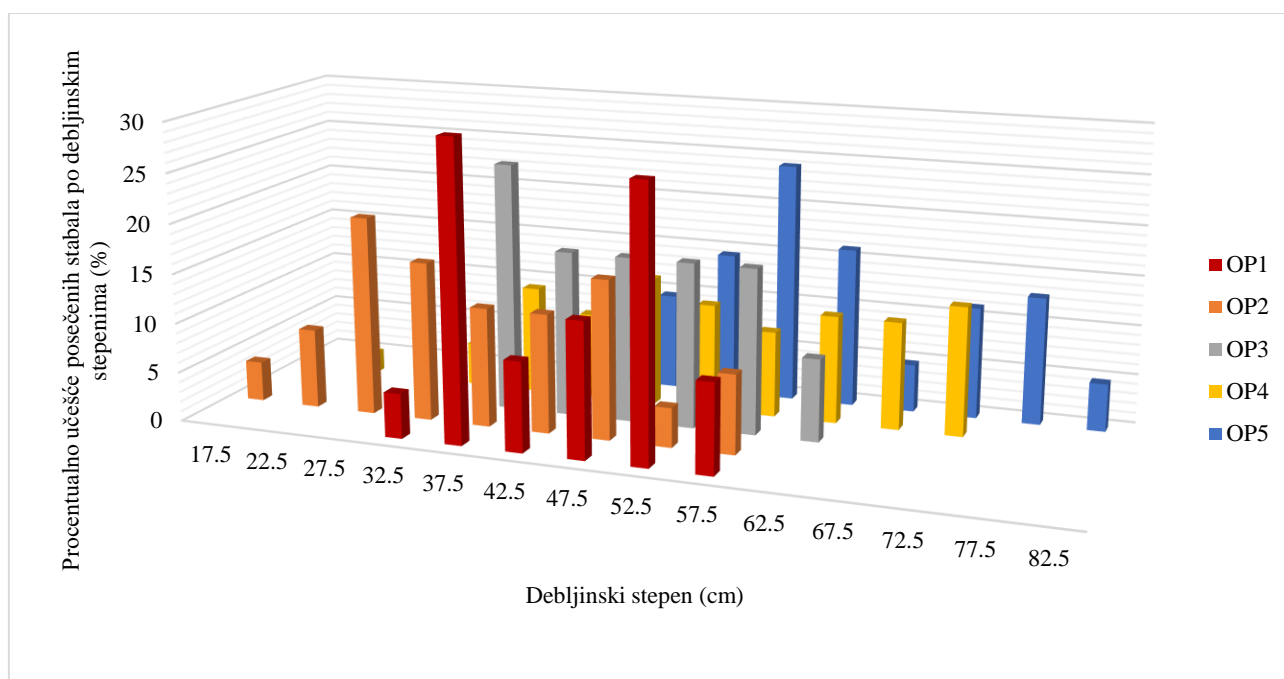
Posečno optrećenje radnika za osmočasovno radno vreme ne bi trebala da pređe sledeće vrednosti:

- 24,5-40% u odnosu na relativni puls u toku rada (Apud, 1989; Wu i Wang 2002b;),
- 35 tj. 40% u odnosu na radni puls (Lipoglavšek i Kumer, 1998),
- 150 otkucaja/min prosečni puls u toku rada i 180 otkucaja/min maksimalna vrednost pulsa u toku rada (Wu i Wang, 2002a).

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

6.1. RASPODELA POSEČENIH STABALA PO DEBLJINSKIM STEPENIMA

Raspodela stabala topole na OP1, koja su posečena motornom testerom Stihl MS 650 (organizaciona forma rada 1M+0R) je relativno ravnomerna (Grafikon 1). Stabla se nalaze u debljinskim stepenima od 32,5 do 57,5 cm. Prosečna neto zapremina stabla topole na OP1 iznosila je 2,15 m³, a prosečni prečnik stabla na prsnoj visini 43 cm.



Grafikon 1: Raspodela posečenih stabala po debljinskim stepenima na oglednim površinama postavljenim u ravničarskom području (OP1-OP5)

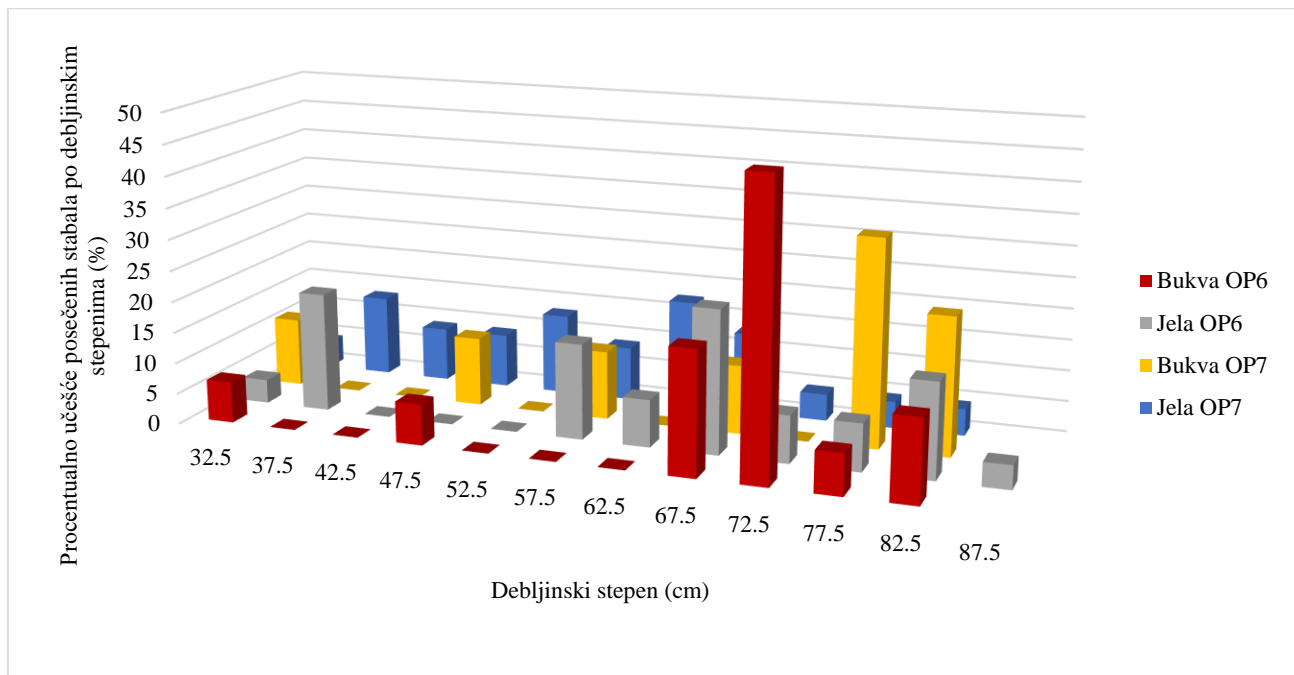
Na oglednoj površini 2, koja takođe predstavlja zasad topole, seča je izvršena motornom testerom Stihl MS 361 (organizaciona forma rada takođe 1M+0R). Posečena stabla su se nalazila u debljinskim stepenima između 17,5 i 57,5 cm. Prosečna neto zapremina stabla topole na OP2 iznosila je 1,17 m³/stablo, a prosečni prečnik 35 cm.

OP3 je takođe bila zasad topole, a seča je izvršena motornom testerom Stihl MS 361. Sva stabla su bila raspoređena u šest debljinskih stepeni (od 37,5 do 62,5 cm). Najveći broj stabala nalazio se u najnižem debljinskom stepenu (37,5 cm), dok se najmanji broj stabala nalazio u debljinskom stepenu (62,5 cm). Prosečna neto zapremina stabla topole na OP3 iznosila je 2,01 m³/stablo, a prosečni prečnik stabla na prsnoj visini 45 cm.

Slična raspodela stabala je bila i na OP4, dakle ravnomerna raspodela stabla po debljinskim stepenima, u rasponu od 22,5 do 72,5 cm. Ova ogledna površina je postavljena u sastojini hrasta, gde su za seču stabala i izradu sortimenata korišćene dve motorne testere Stihl MS 650 u organizacionoj formi rada 2M+0R. Prosečna zapremina stabla na OP4 iznosila je 2,94 m³/stablo, a prosečni prečnik stabla na prsnoj visini 55 cm.

Na oglednoj površini 5 korišćene su dve motorne testere Stihl MS 650 u organizacionoj formi rada 2M+0R. Broj stabla po debljinskim stepenima je takođe bio ravnomerno raspoređen, u ukupno

9 debljinskih stepeni. Prosečna zapremina stabla na OP5 iznosila je 2,38 m³/stablo, a prosečni prečnik stabla na prsnoj visini 48 cm.



Grafikon 2: Raspodela posečenih stabala po debljinskim stepenima na oglednim površinama postavljenim u brdsko-planinskom području (O6 i OP7)

Raspodela stabala bukve i jele na OP6 prikazana je na grafikonu 2.

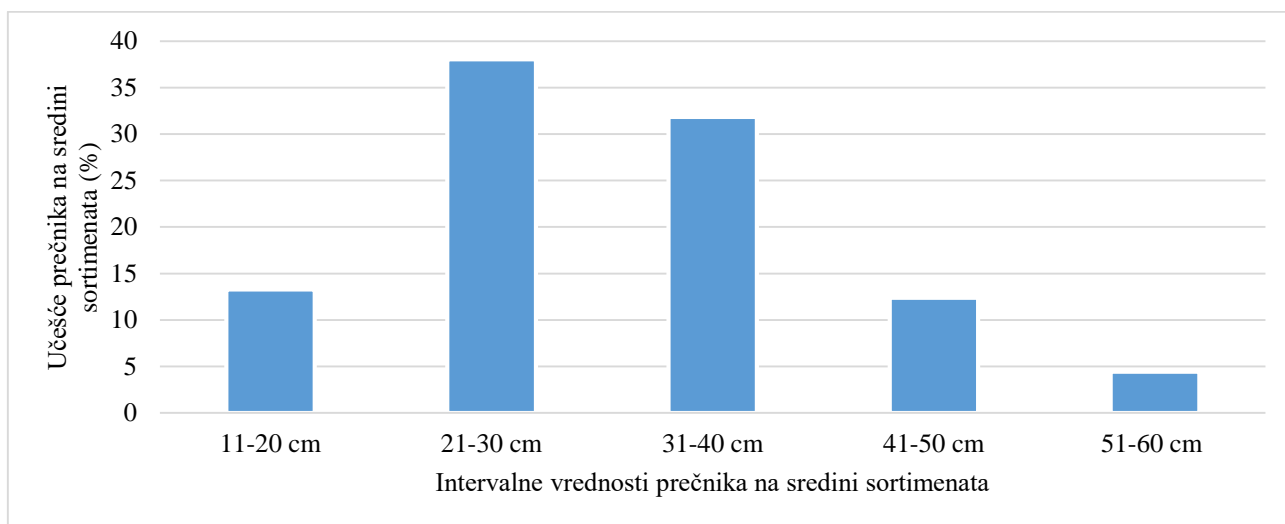
Prosečna neto zapremina stabala bukve na OP6 iznosila je 6,41 m³/stablo, a prosečni prečnik na prsnoj visini 67 cm, dok je prosečna neto zapremina jele na istoj oglednoj površini bila 4,75 m³/stablo, a prosečni prečnik na prsnoj visini 56 cm.

Raspodela stabla na OP7 prikazana je takođe na grafikonu 2, čiji su se prečnici stabala kretali od 32,5 do 82,5 cm.

Prosečna neto zapremina stabla bukve na OP7 iznosila je 5,63 m³/stablo, a prosečni prečnik na prsnoj visini 73 cm, dok je prosečna neto zapremina jele na istoj oglednoj površini bila 3,52 m³/stablo, a prosečni prečnik na prsnoj visini 62 cm.

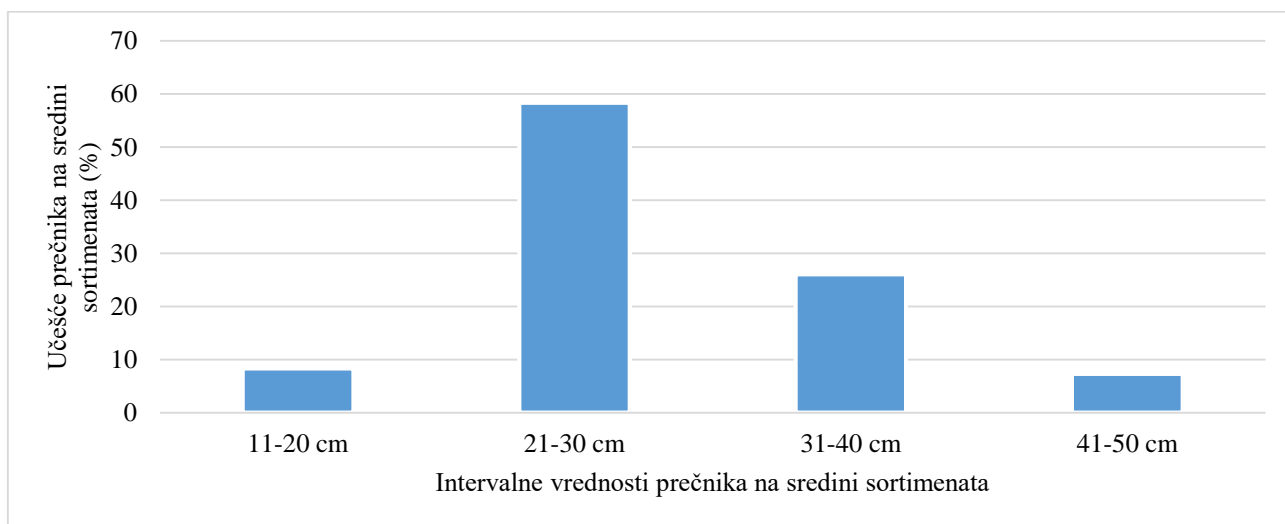
6.2. RASPODELA DRVNIH SORTIMENATA PREMA PREČNICIMA

Kao što je prikazano u prethodnom potpoglavlju, prečnici na prsnoj visini posečenih stabla su se u zavisnosti od ogledne površine kretali u intervalu od 17,5 do 87,5 cm. Na sledećim grafikonima biće prikazana raspodela drvnih sortimenata (tehničkog oblog drveta) prema prečnicima na sredini sortimenta, odnosno učešće prečnika na sredini sortimenata u intervalnim vrednostima prečnika (od 11 do 80 cm). Prečnici su zaokruženi prema stiaru SRPS-a (na cele centimetre naniže), bez kore.



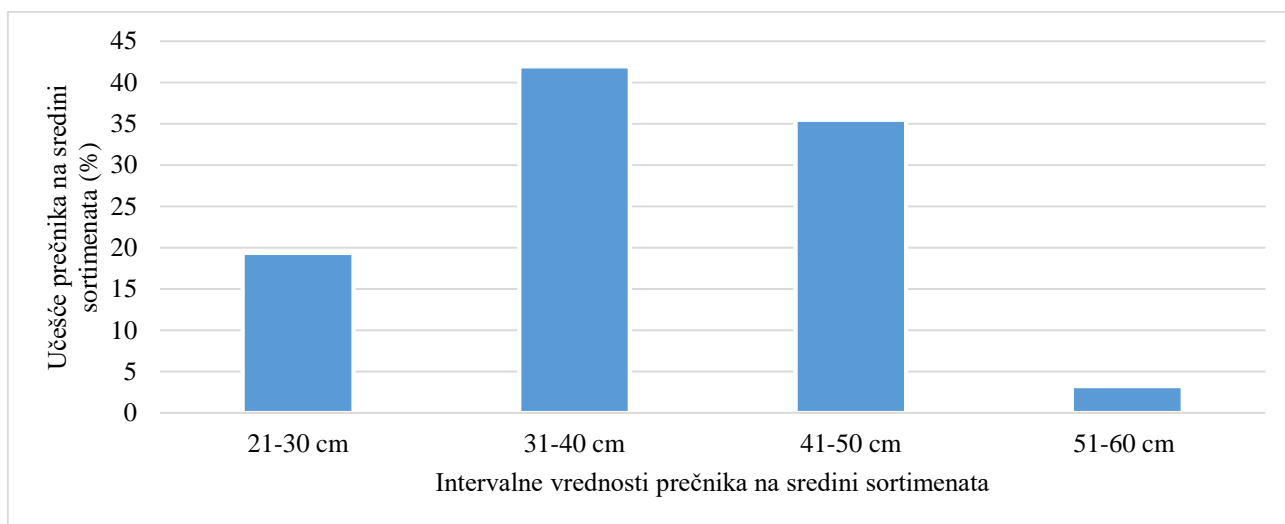
Grafikon 3: Procentualno učešće prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP1

Najveći procenat prečnika na sredini izrađenih sortimenata na OP1 nalazi se u intervalu 21-30 i 31-40 cm, odnosno ukupno čak 70% (Grafikon 3). Procentualno učešće tehničkog oblog drveta u ukupnoj zapremini iznosilo je čak 90%, dok je preostalih 10% činilo klasično prostorno drvo.



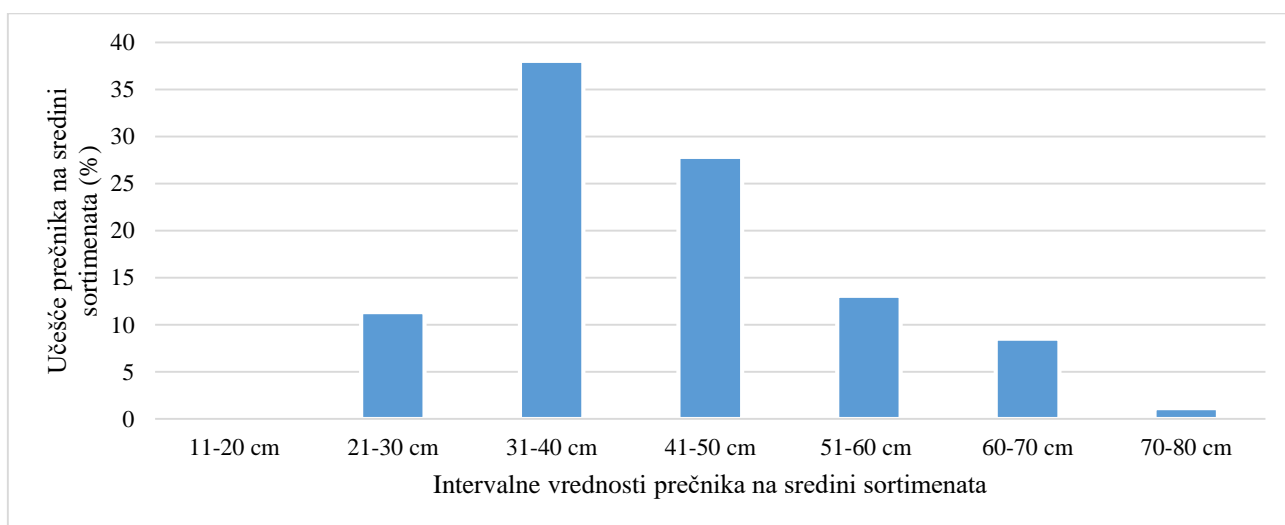
Grafikon 4: Procentualno učešće prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP2

Na OP2 najveći procenat prečnika sortimenata nalazio se u intervalu 21-30 cm (58%), dok se je u intervalu između 31-40 cm bilo 26% sortimenata (Grafikon 4). Dakle, u ova dva intervala skoro čak 84% sortimenata je imalo prečnik između 21 i 41 cm. Procentualno učešće tehničkog oblog drveta u ukupnoj zapremini iznosilo je 77%, dok je 13% činilo klasično prostorno drvo.

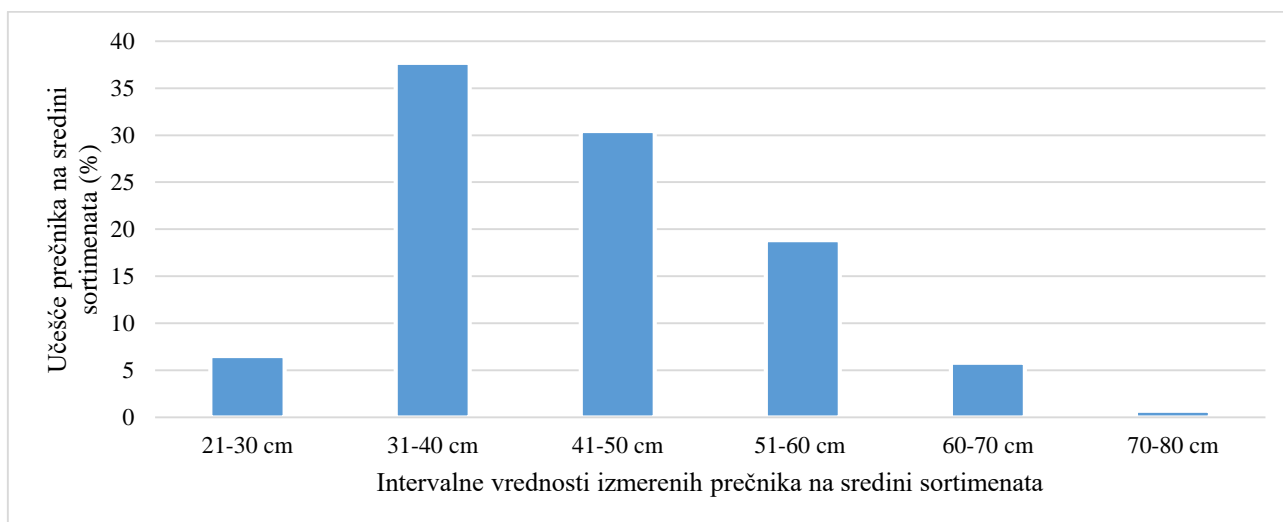


Grafikon 5: Procentualno učešće prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP3

Najveće procentualno učešće prečnika izrađenih sortimenata na OP3 nalazi se u intervalu 31-40 cm (42%). U sledećem intervalu prečnika bilo je 36% sortimenata, odnosno u intervalu između 31 i 51 cm prečnika na sredini sortimenata nalazilo se 78% ukupnog broja izrađenih sortimenata (Grafikon 5). Procentualno učešće tehničkog oblog drveta u ukupnoj zapremini iznosilo je 76%, a 24% je klasično prostorno drvo.

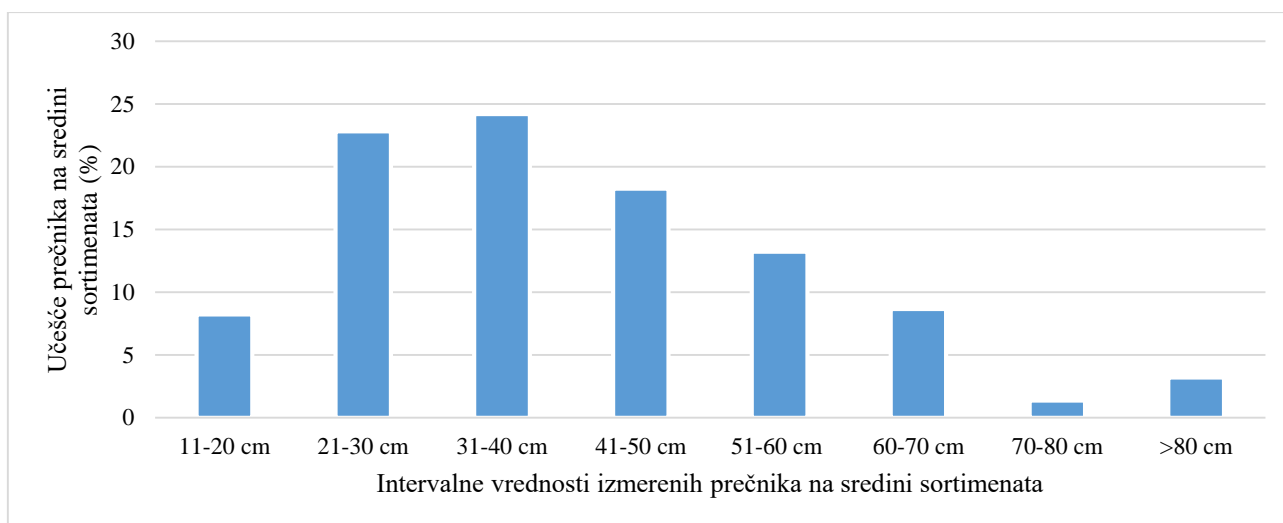


Grafikon 6: Procentualno učešće prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP4 za prvog radnika

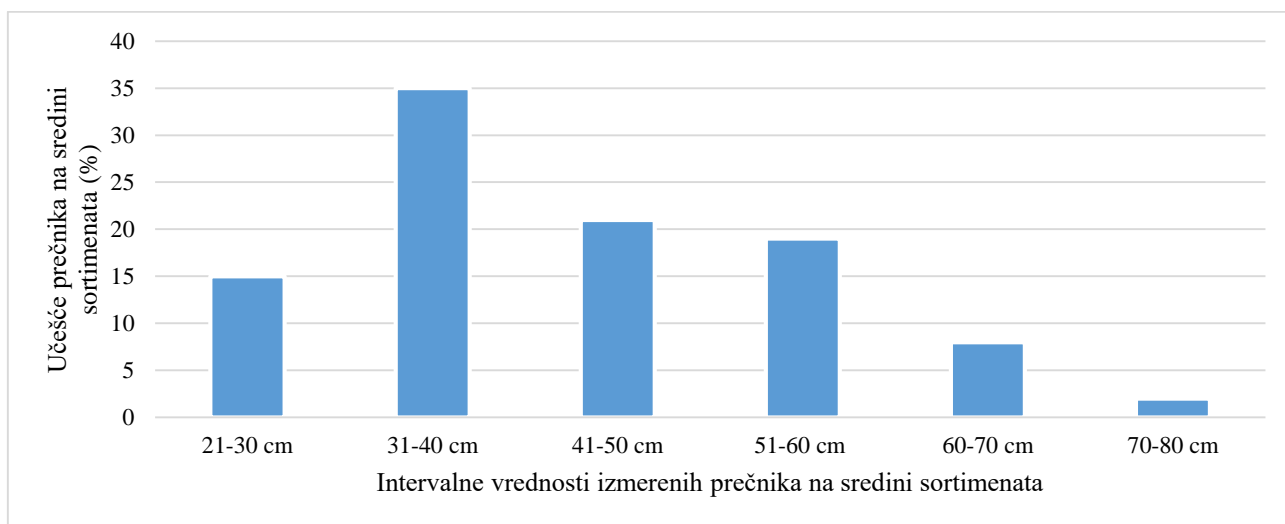


Grafikon 7: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP4 za drugog radnika

Najveće procentualno učešće prečnika sortimenata na OP4 za prvog i drugog radnika nalazi se u intervalu 31-40 cm (38%). U sledećem intervalu (41-50 cm) nalazilo se 28% odnosno 30% izrađenih sortimenata za prvog i drugog radnika (Grafikoni 6 i 7). Ove vrednosti za prvog i drugog radnika su razdvojene, jer su ovi radnici radili samo dok su obarali stabla, dok su ostale radne operacije obavljali zasebno. Procentualno učešće tehničkog oblog drveta i višemetraskog ogrevnog drveta na ovoj površini u ukupnoj zapremini iznosilo je 86%.



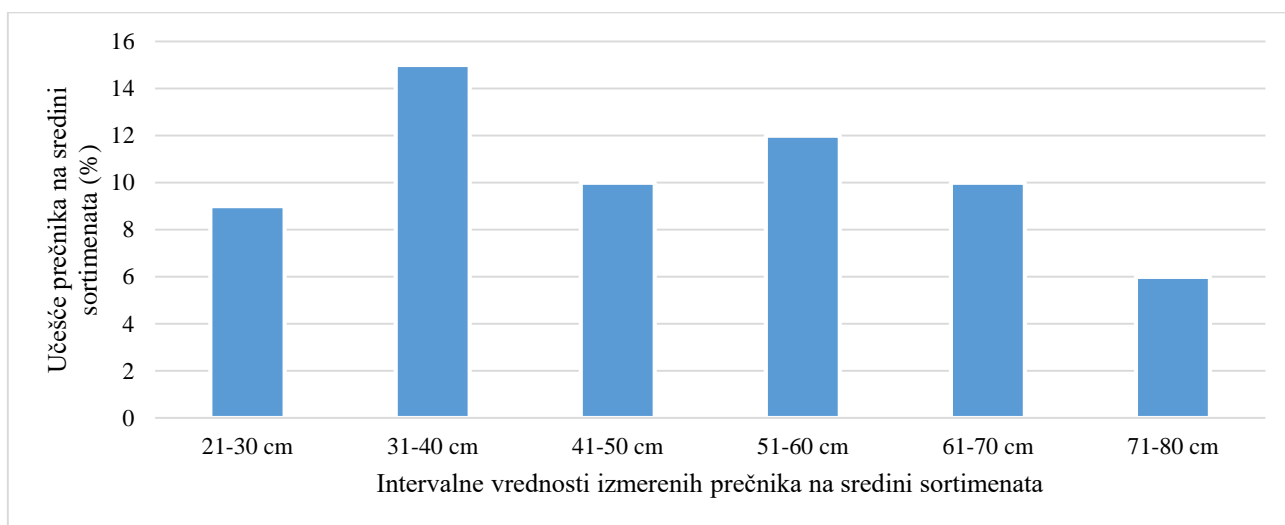
Grafikon 8: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP5 za prvog radnika



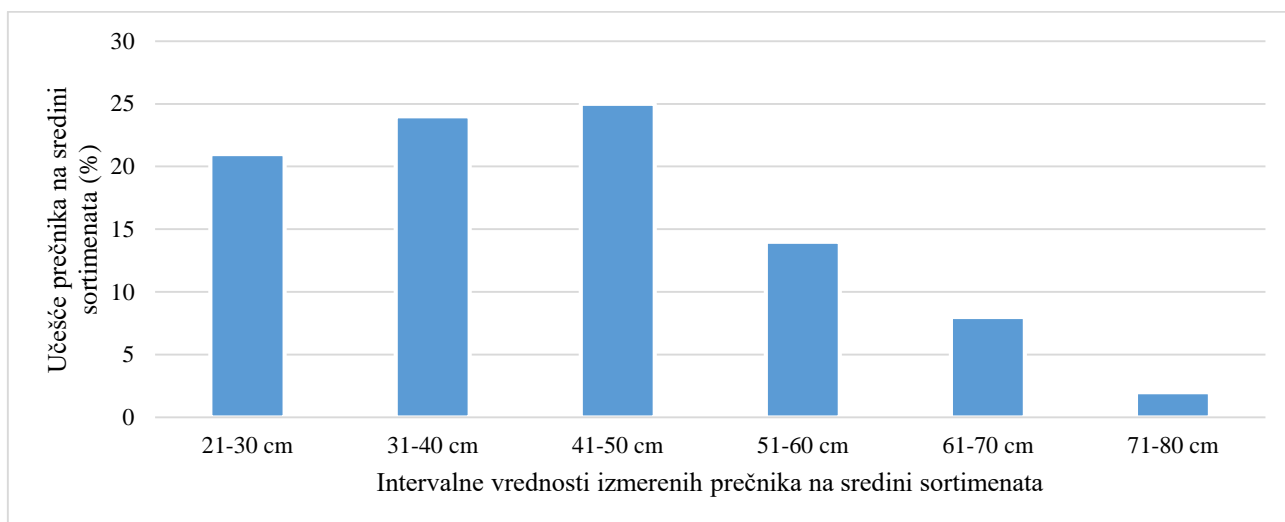
Grafikon 9: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata po intervalima na OP5 za drugog radnika

Najveće procentualno učešće prečnika izrađenih sortimenata na OP5 za prvog i drugog radnika nalazi se u intervalu 31-40 cm i to 24% za prvog radnika (Grafikon 8) i 35% za drugog radnika (Grafikon 9).

Procentualno učešće tehničkog oblog drveta u ukupnoj zapremini na ovoj oglednoj površini iznosilo je 85%, dok je preostalih 15% činilo klasično prostorno drvo.



Grafikon 10: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata bukve po intervalima na OP6

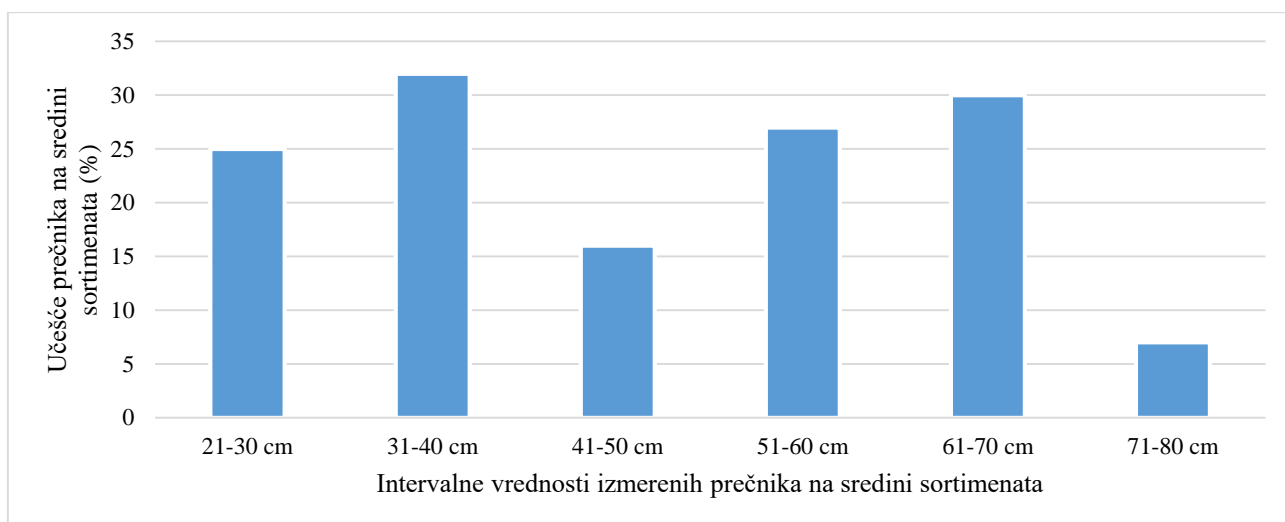


Grafikon 11: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata jele po intervalima na OP6

Najveće procentualno učešće prečnika izrađenih sortimenata na OP6 za bukvu nalazilo se u intervalu 31-40 cm (Grafikon 10) i to 24%. Međutim, na ovoj oglednoj površini ne postoji velika diferencijacija po intervalima, tako da su i ostali intervali relativno ujednačeni (10-19%).

Procentualno učešće tehničkog oblog drveta u ukupnoj zapremini iznosilo je čak 91%. Međutim, treba napomenuti da je prostorno drvo na ovoj površini izrađivano i kao višemetarsko ogrevno drvo, za razliku od prethodnih pet oglednih površina.

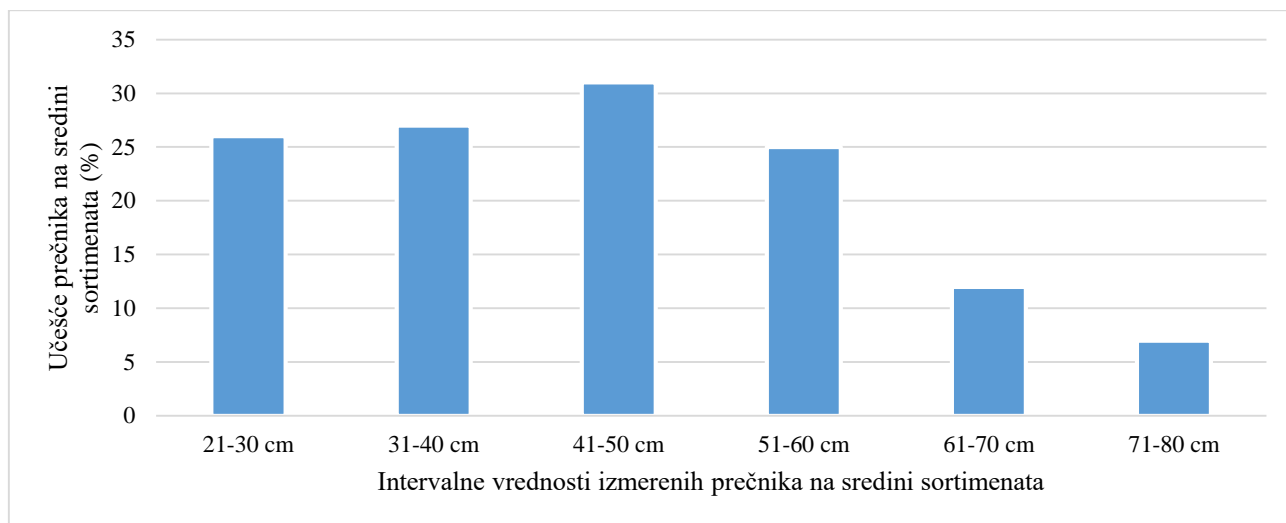
Kod jele koja je posečena na ovoj površini (Grafikon 11) najveće procentualno učešće prečnika izrađenih sortimenata zauzimaju intervali 31-40 cm i 41-50 cm (ukupno čak više od polovine - 53%). Procentualno učešće tehničkog oblog drveta jele u ukupnoj zapremini iznosilo je 85%. Prosečna zapremina prostornog drveta na OP6 iznosila je 1,00 m³/stablo za bukvu odnosno 0,43 m³/stablo za jelu.



Grafikon 12: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata bukve po intervalima na OP7

Najveće procentualno učešće prečnika izrađenih sortimenata na OP7 za bukvu nalazi se u intervalu 31-40 cm (Grafikon 12) i to 23%. Procentualno učešće tehničkog oblog drveta u ukupnoj zapremini iznosilo je čak 83%. Međutim, treba napomenuti da je i na ovoj površini prostorno drvo

izrađivano kao višemetarsko ogrevno drvo. Prosečna zapremina prostornog dreveta na OP7 iznosila je 1,05 m³/stablo za bukvu.

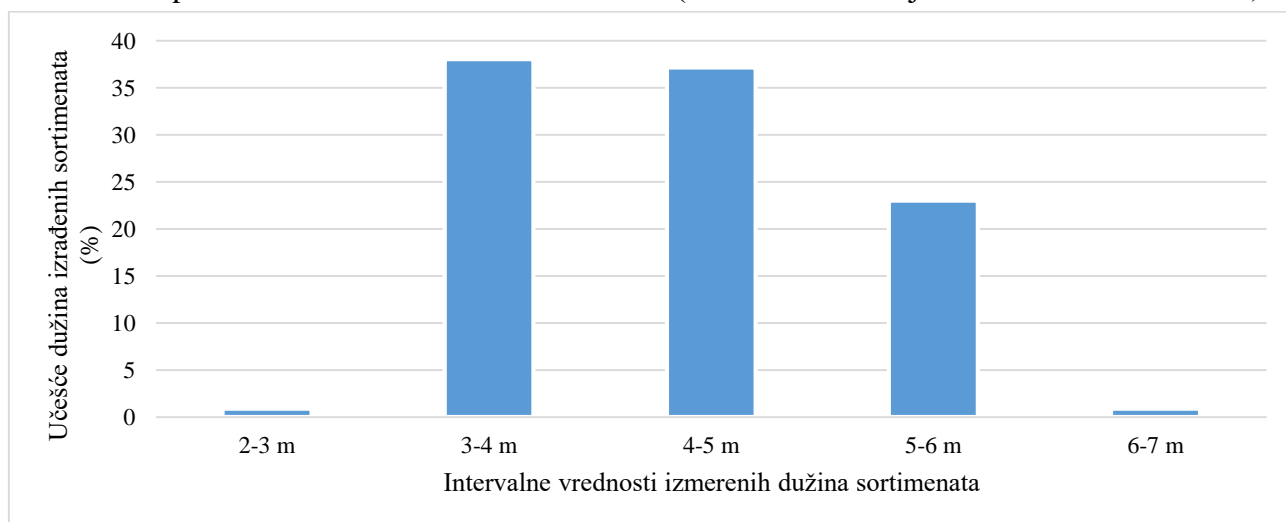


Grafikon 13: Procentualno učešće izmerenog prečnika na sredini sortimenata jele po intervalima na OP7

Kod stabala jele, koja su posečena na ovoj površini (Grafikon 13) najveće procentualno učešće prečnika izrađenih sortimenata zauzima interval 41-50 cm (24%). Procentualno učešće tehničkog oblog drveta u ukupnoj zapremini iznosilo je 90%. Prosečna zapremina prostornog dreveta na OP7 iznosila je 0,54 m³/stablo za jelu.

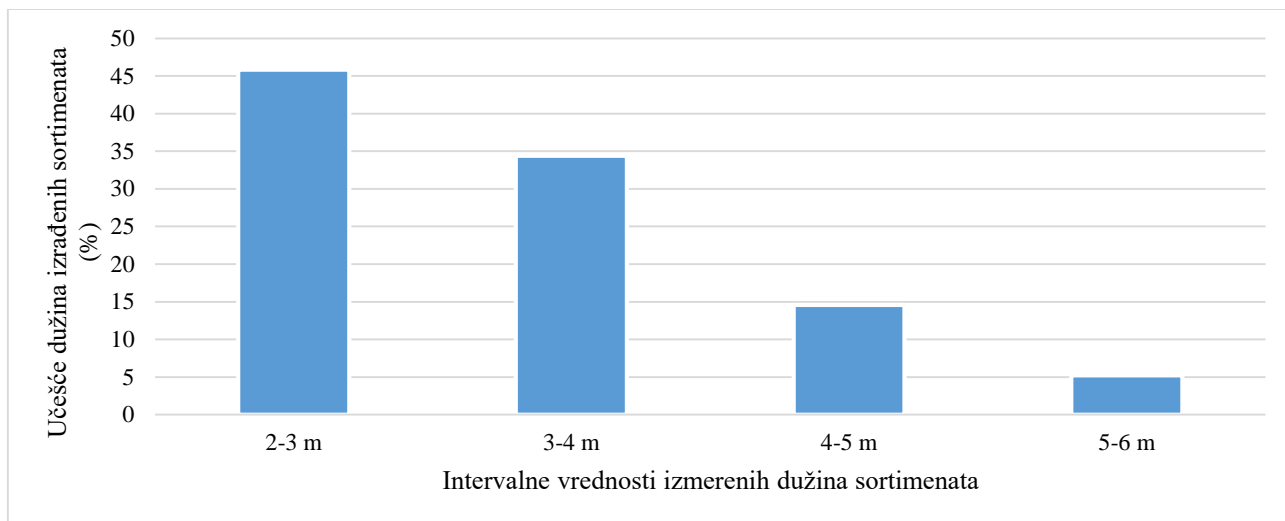
6.3. RASPODELA DRVNIH SORTIMENATA PREMA DUŽINAMA

U prethodnom potpoglavlju je prikazana raspodela izrađenih sortimenata (tehničkog oblog drveta) prema prečnicima na sredini sortimenta, dok je u ovom delu prikazana raspodela dužina sortimenata prema intervalnim vrednostima. Dužine su zaokružene prema stiaru SRPS-a (na decimetre naniže), a zatim je za one klase kvaliteta koje imaju nadmeru, ona odbijena. Intervalne vrednosti su prikazane bez obzira na klase kvaliteta (one u ovom slučaju nisu uzimane za analizu).



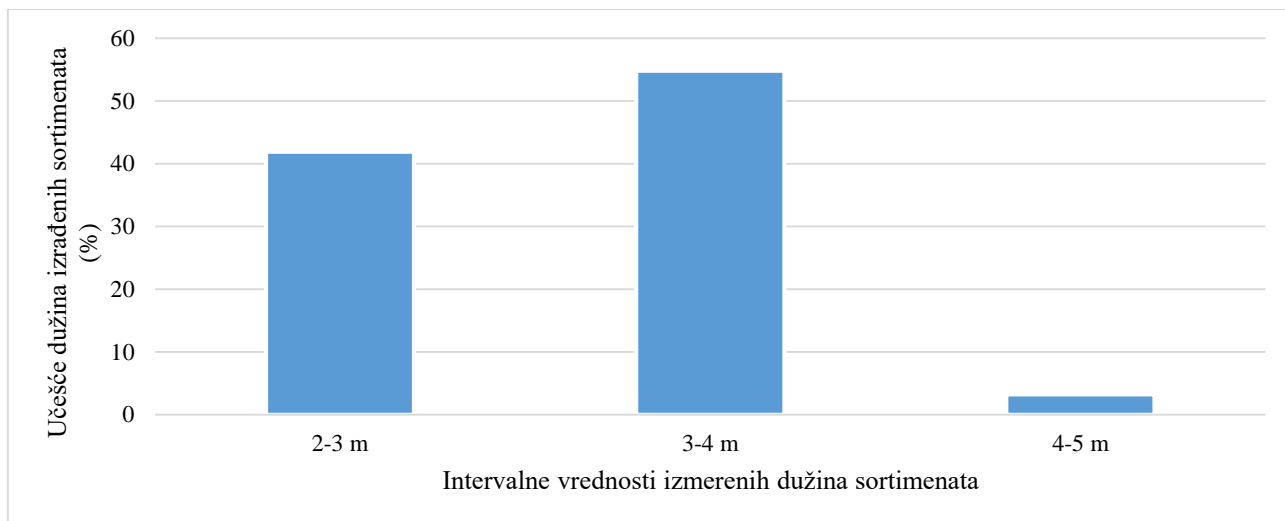
Grafikon 14: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP1

Najveće procentualno učešće dužina izrađenih sortimenata na OP1 nalazi se u intervalu 3,1-4 m (38%). U sledećem intervalu (4,1-5 m) nalazi se još 37% drvnih sortimenata, tako da od ukupnog broja izrađenih sortimenata čak 75% njih ima dimenzije između 3,1 i 5 m (Grafikon 14).



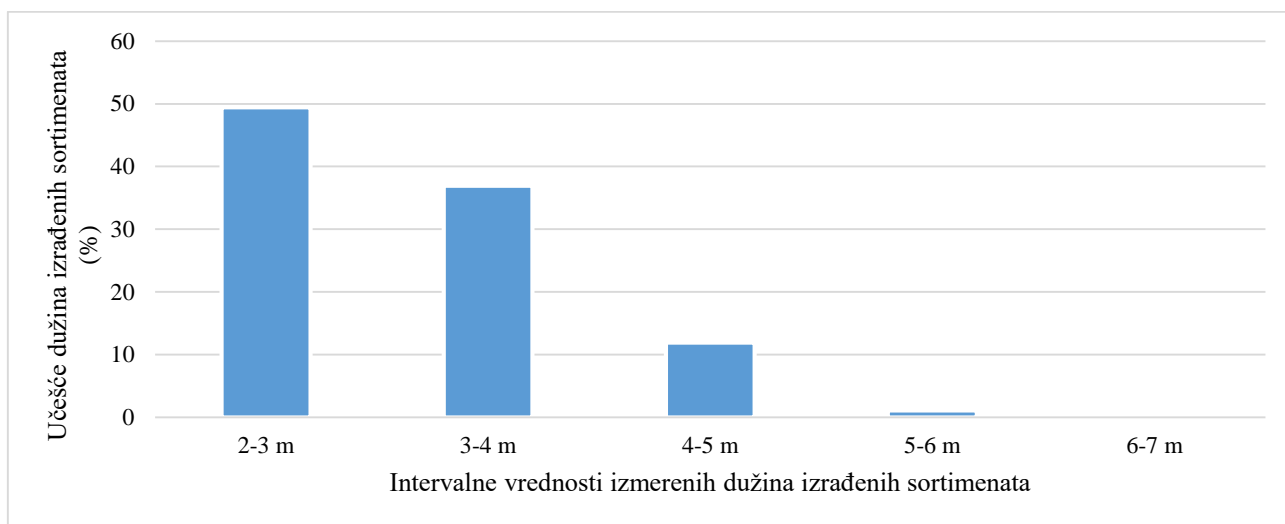
Grafikon 15: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP2

Procentualno učešće dužine izrađenih sortimenata na OP2 prikazano je na grafikonu 15. Najveće učešće zauzimaju sortimenti dužine 2,1-3 m (46%) i 3,1-4 m (34%) što čini ukupno 81% ukupnog broja izrađenih sortimenata.

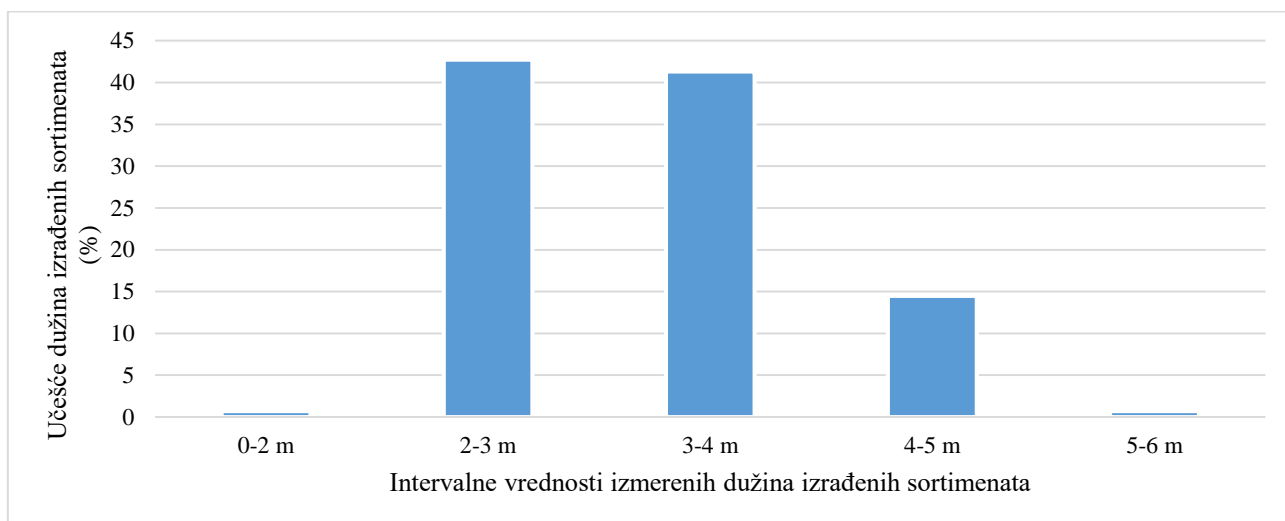


Grafikon 16: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP3

Procentualno učešće dužine sortimenata na OP3 prikazano je na grafikonu 16. Najveće učešće zauzimaju sortimenti dužine 3,1-4 m (55%) i dužine u intervalu između 2,1 i 4 m (42%), što zajedno čini 97% ukupno izrađenih sortimenata.

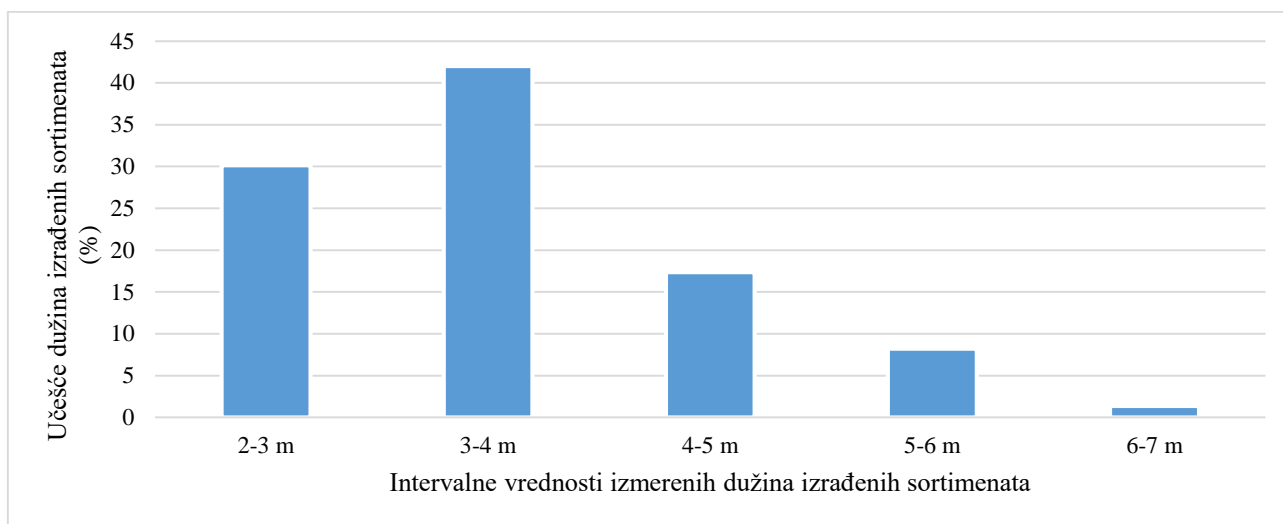


Grafikon 17: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP4 za prvog radnika

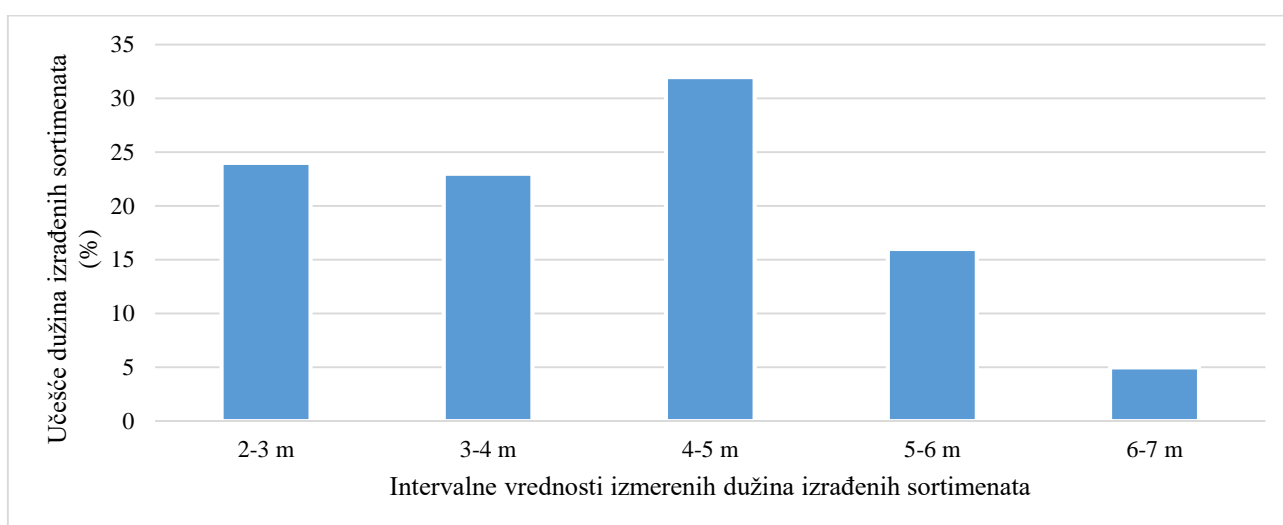


Grafikon 18: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP4 za drugog radnika

Učešće dužine sortimenata na OP4 prikazano je na grafikonu 17 i grafikonu 18. Najveće učešće zauzimaju sortimenti dužine 2,1-3 m (43%) za prvog radnika, odnosno 3,1-4 m (42%) za drugog radnika. U oba slučaja, najveći broj sortimenata (preko 80%) je dužine između 2 i 4 metra.

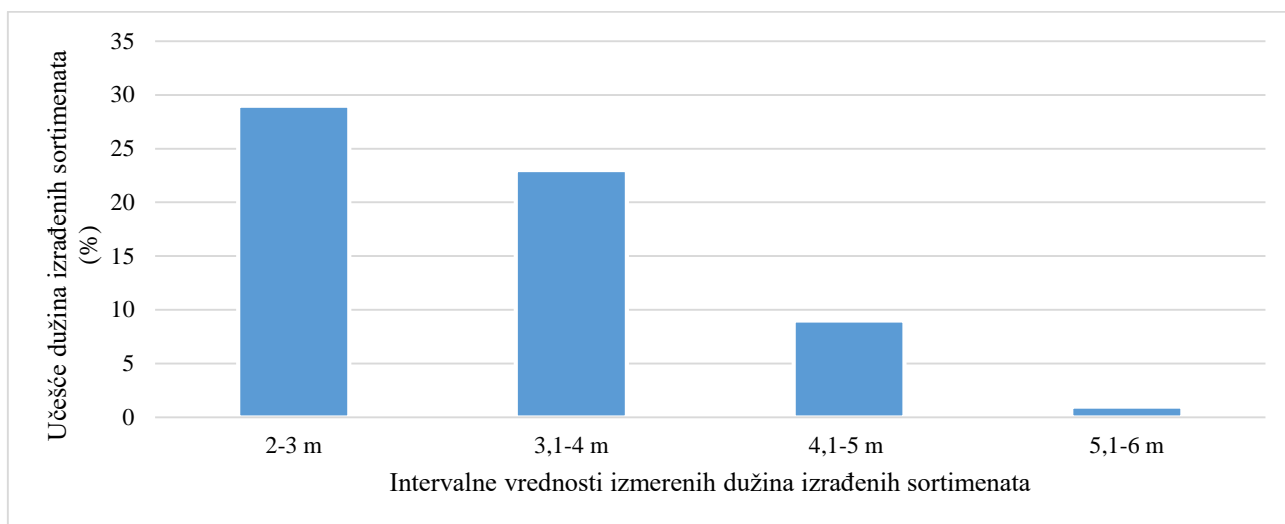


Grafikon 19: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP5 za prvog radnika

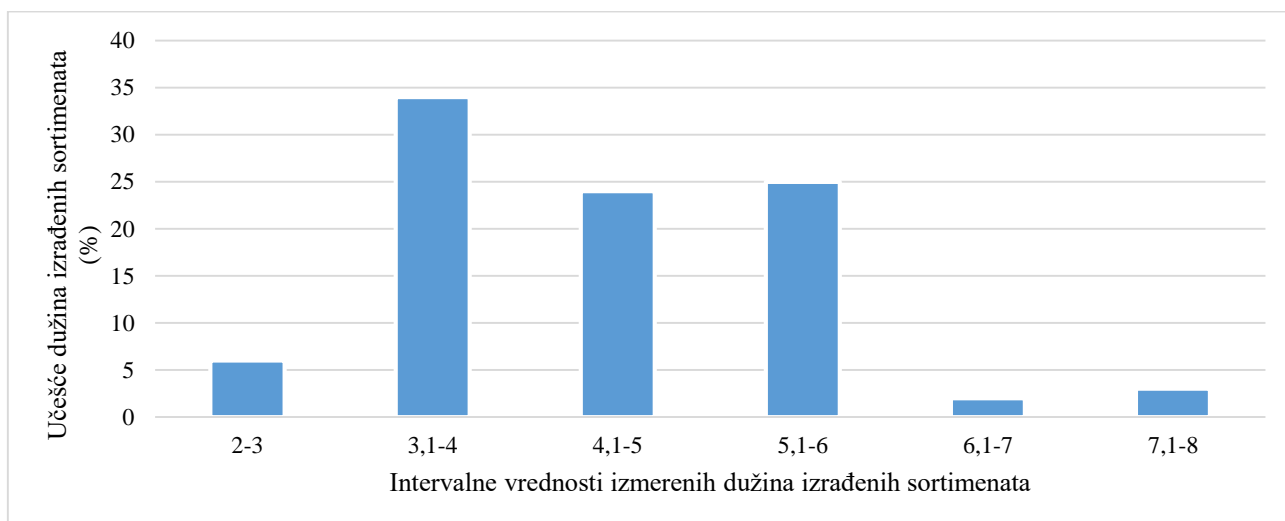


Grafikon 20: Procentualno učešće dužina sortimenata po intervalima na OP5 za drugog radnika

Učešće dužine sortimenata na OP5 prikazano je na grafikonu 19 i grafikonu 20. Najveće učešće zauzimaju sortimenti dužine 3,1-4 m (42%) za prvog radnika, odnosno 4,1-5 m (32%) za drugog radnika.

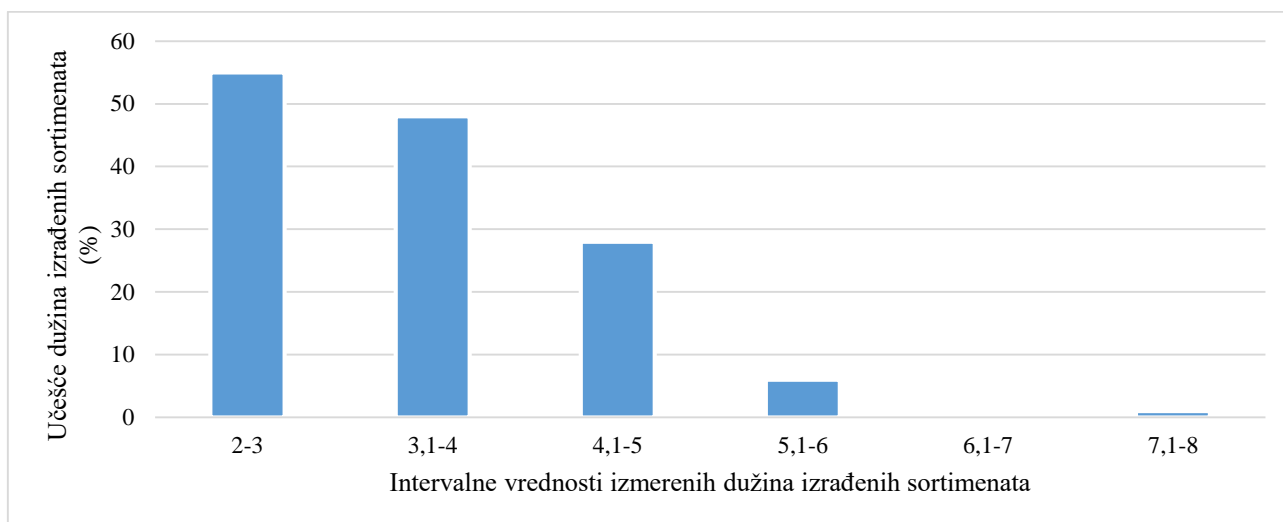


Grafikon 21: Procentualno učešće dužina sortimenata bukve po intervalima na OP6

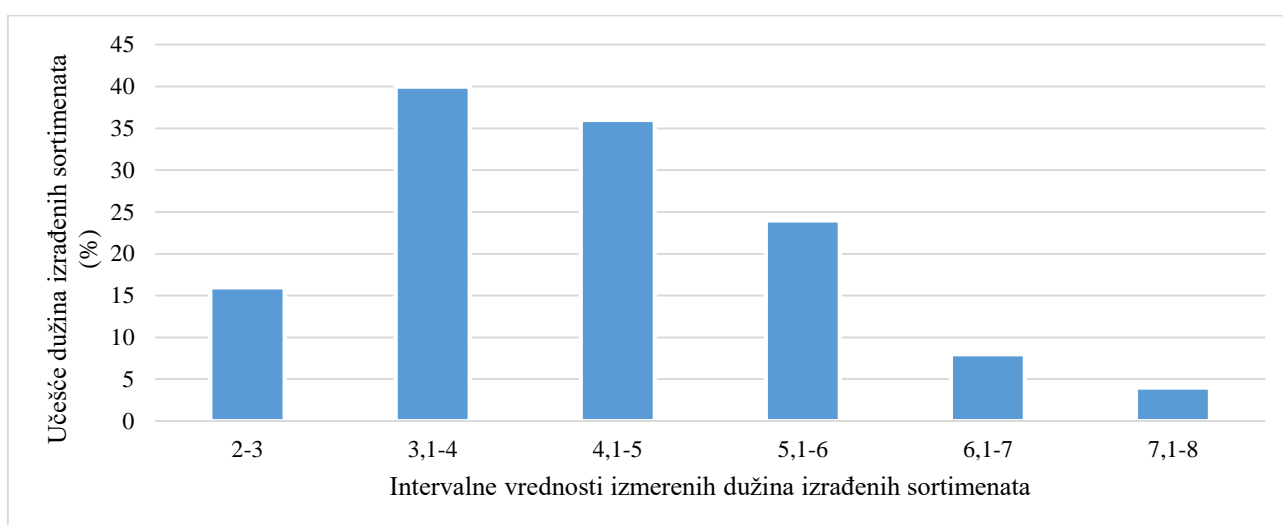


Grafikon 22: Procentualno učešće dužina sortimenata jele po intervalima na OP6

Na grafikonu 21 prikazano je procentualno učešće dužina sortimenata bukve po intervalima na OP6, dok je na grafikonu 22 prikazano procentualno učešće dužina sortimenata jele za istu oglednu površinu. Kod stabala bukve najveće učešće zauzimaju sortimenti dužine 2-3 m (47%), a zatim 3,1-4 m (37%). Kod stabala jele najveće procentualno učešće imaju izrađeni sortimenti dužine 3,1-4 m (36%) i dužine 4,1-5 m (26%).



Grafikon 23: Procentualno učešće dužina sortimenata bukve po intervalima na OP7



Grafikon 24: Procentualno učešće dužina sortimenata jele po intervalima na OP7

Procentualno učešće dužina sortimenata bukve po intervalima na OP7 prikazano je na grafikonu 23. Najveće učešće zauzimaju sortimenti dužine 2-3 m (čak 40%) i 3,1-4 m (35%). Kao što je prikazano na grafikonu 24, najveće procentualno učešće dužina za stabla jele zauzimaju intervali 3,1-4 m (31) i 4,1-5 m (28%).

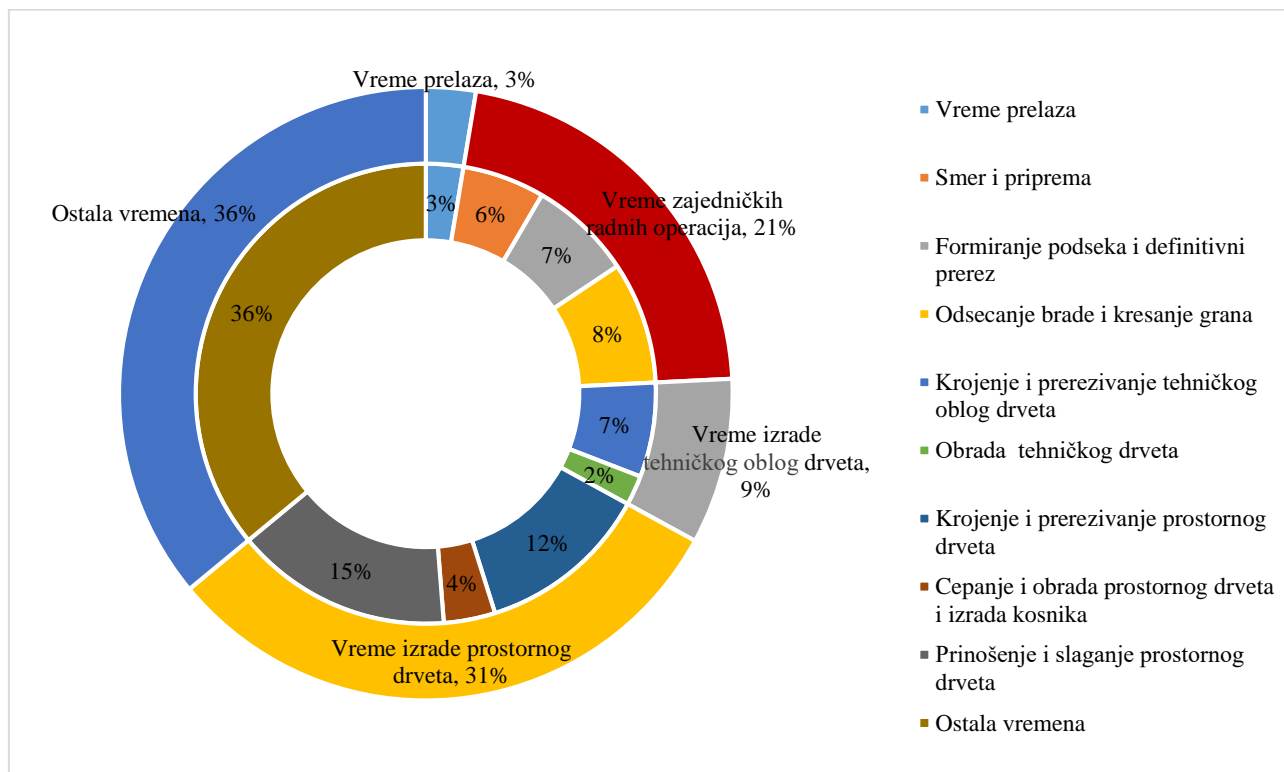
6.4. STRUKTURA VREMENA

Kako bismo što bolje sagledali faktore koji utiču na produktivnost seče stabala i izrade drvnih sortimenata, ali i na druge segmente korišćenja šuma, a pre svega na efikasnost sistema, neophodno je analizirati strukturu vremena.

Struktura vremena prikazana je po radnim operacijama, ali i po grupama radnih operacija, kako bi se bolje sagledalo učešće pojedinih vremena u ukupnom vremenu. Osim podele po radnim operacijama i grupama vremena radnih operacija (zajednička vremena, vreme izrade tehničkog oblog drveta, vreme izrade prostornog drveta itd.) u ovom potpoglavlju biće dat i pregled strukture vremena prema podeli vremena (Nikolić, 1993) i IUFRO (1995), koje su i danas u primeni.

6.4.1. Struktura vremena na OP1

U sledećim celinama biće prikazano „vreme stvarnog rada“ i „vreme prekida rada“ prema Nikolić (1993), odnosno produktivno vreme rada.



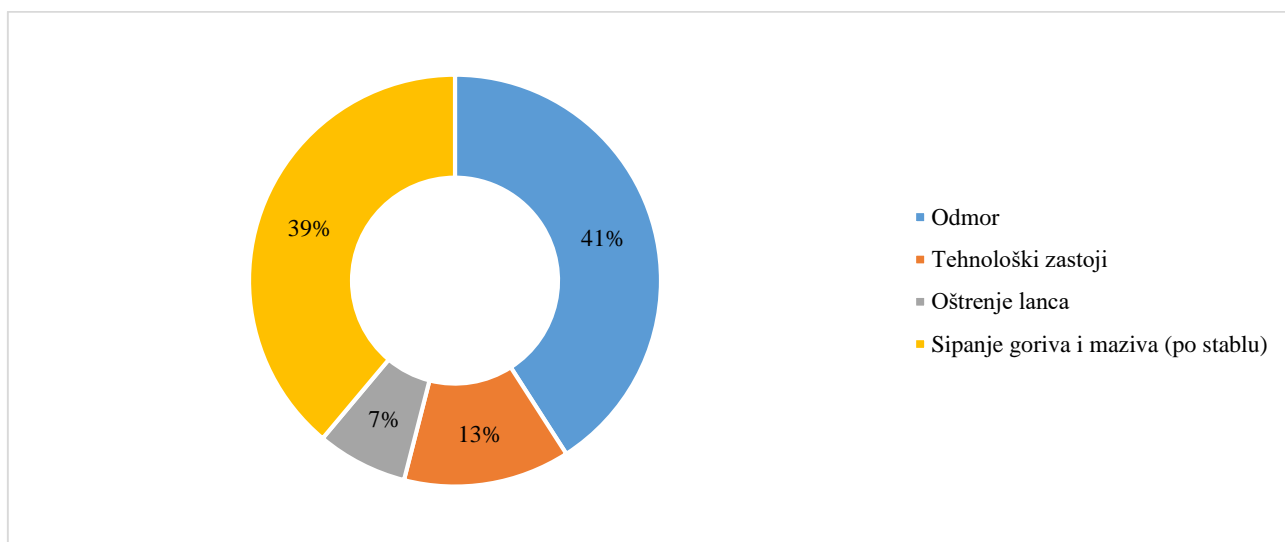
Grafikon 25: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarno vreme) na OP1

Na grafikonu 25 prikazana je struktura vremena radnih operacija na OP1. Prvi „prsten“ na grafikonu predstavlja strukturu vremena pojedinačnih radnih operacija, dok drugi, spoljašnji „prsten“ predstavlja učešće grupacije radnih operacija izraženih u % od ukupnog tehnološkog vremena, od koga su odbijeni dodatno vreme, vreme za obrok i vreme putovanja.

Kao što se može videti sa grafikona 25 najveći procenat zauzimaju takozvana „ostala vremena“ (ukupno 36%), koja u najvećoj meri zapravo predstavljaju zastoje, a čija će pojedinačna struktura biti prikazana na sledećem grafikonu. Zatim slede vremene izrade prostornog drveta (31%) i vreme zajedničkih radnih operacija (21%).

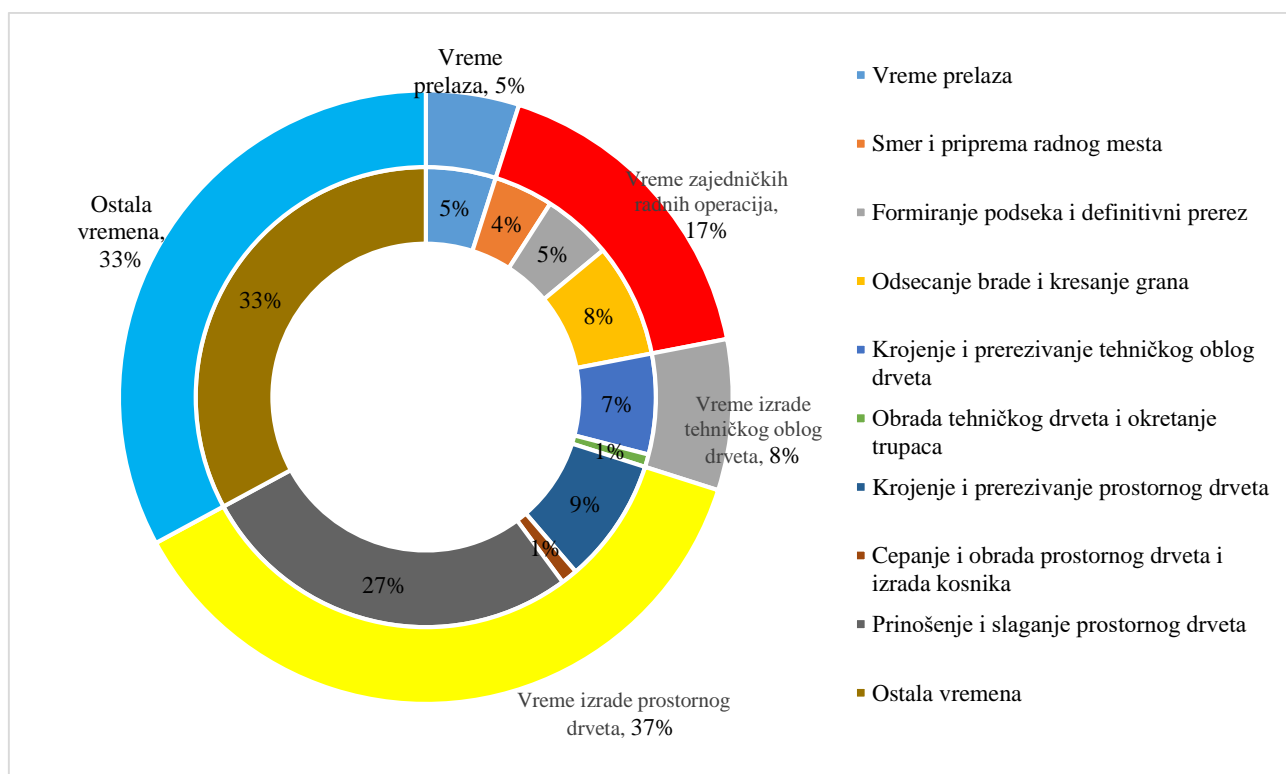
U okviru pojedinačnih radnih operacija, najveći procenat zauzima krojenje i prerezivanje prostornog drveta (12%) te prinošenje i slaganje prostornog drveta (15%). Vreme prelaza zauzima 3% vremena.

Na grafikonu 26 prikazana je struktura ostalih vremena na OP1, koja u ukupnoj sumi tehnološkog vremena zauzima preko 1/3 ukupnog vremena. Najveći procenat vremena u okviru ostalih vremena zauzimaju odmori. Zastoji koji se pojavljuju u velikom procentu (39% - sipanje goriva i maziva) nisu reprezentativni za uobičajeni način rada. Veliki udeo ovih zastoja rezultat je činjenice da je za svako stablo merena potrošnja goriva, pa je radnik gubio više vremena na ovu radnu operaciju nego što je to slučaj u svakodnevnom radu. Za dalje analize, ovi podaci su izračunati proporcionalno veličini stabla i kao takvi su korišćeni za dalja računanja.



Grafikon 26: Struktura vremena trajanja prekida rada na OP1

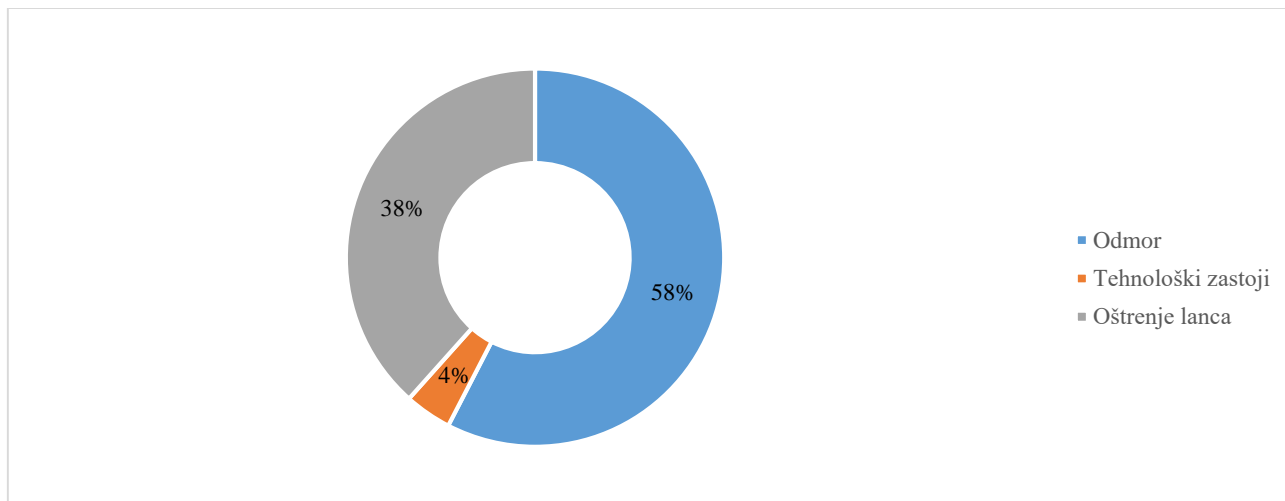
6.4.2. Struktura vremena na OP2



Grafikon 27: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarno vreme rada) na OP2

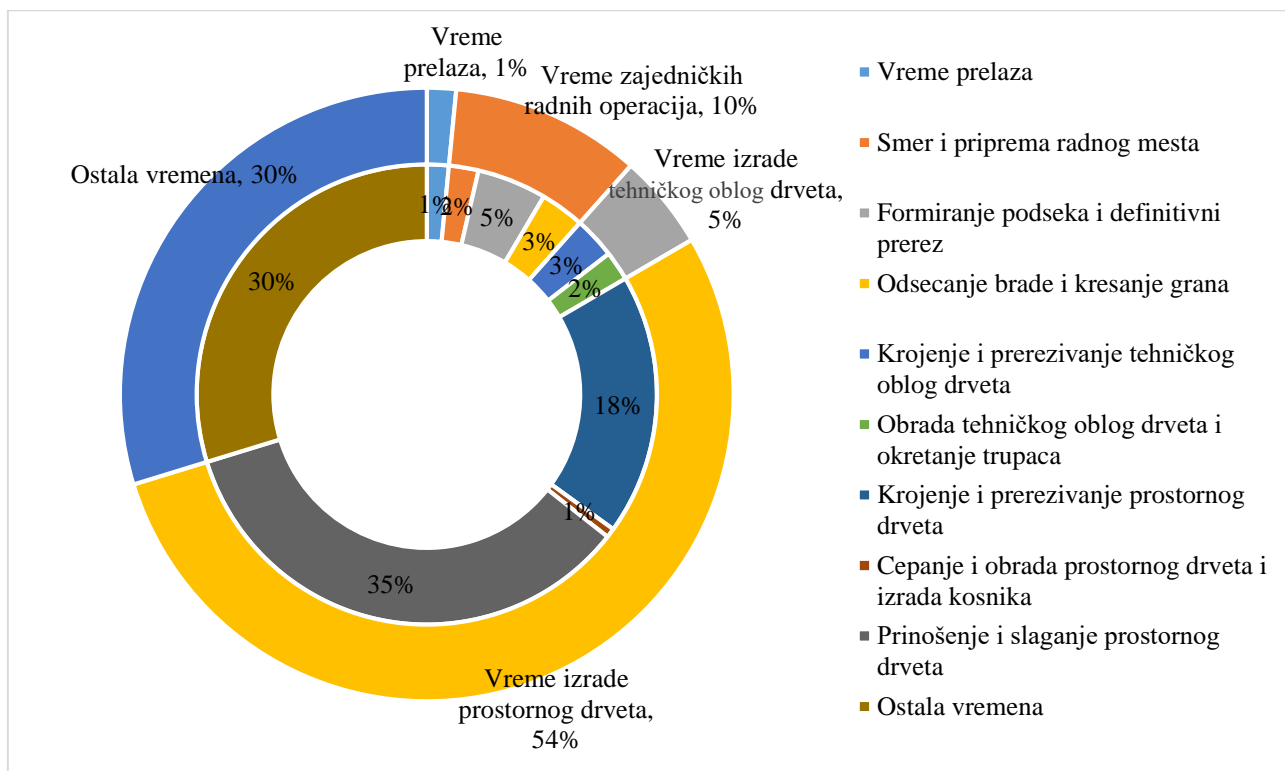
Na grafikonu 27 prikazana je struktura vremena radnih operacija na OP2. Kao i na prethodnoj ogleđnoj površini, prvi „prsten“ na grafikonu predstavlja strukturu vremena pojedinih radnih operacija, dok drugi, veći „prsten“ predstavlja grupacije radnih operacija izraženih u %. Kao što se može videti sa grfikona 27 najveći procenat zauzima vreme izrade prostornog drvetva (37%). Zatim slede ostala vremena (33%) i vreme zajedničkih radnih operacija (17%). Kada se posmatraju pojedinačne radne operacije, vidimo da najveći procenat zauzima radna operacija prinošenje i slaganje prostornog drvetva (čak 27%).

Na grafikonu 25 prikazana je struktura ostalih vremena na OP2, koja u ukupnoj sumi vremena zauzima 33%. Najveći procenat u okviru ostalih vremena zauzimaju odmori (čak 58%). Zastoji koji se pojavljuju u velikom procentu (38%) su zastoji nastali kao posledica sipanja goriva i maziva, koji inače nisu deo uobičajenog vremena (već je objašnjeno za prethodnu oglednu površinu).

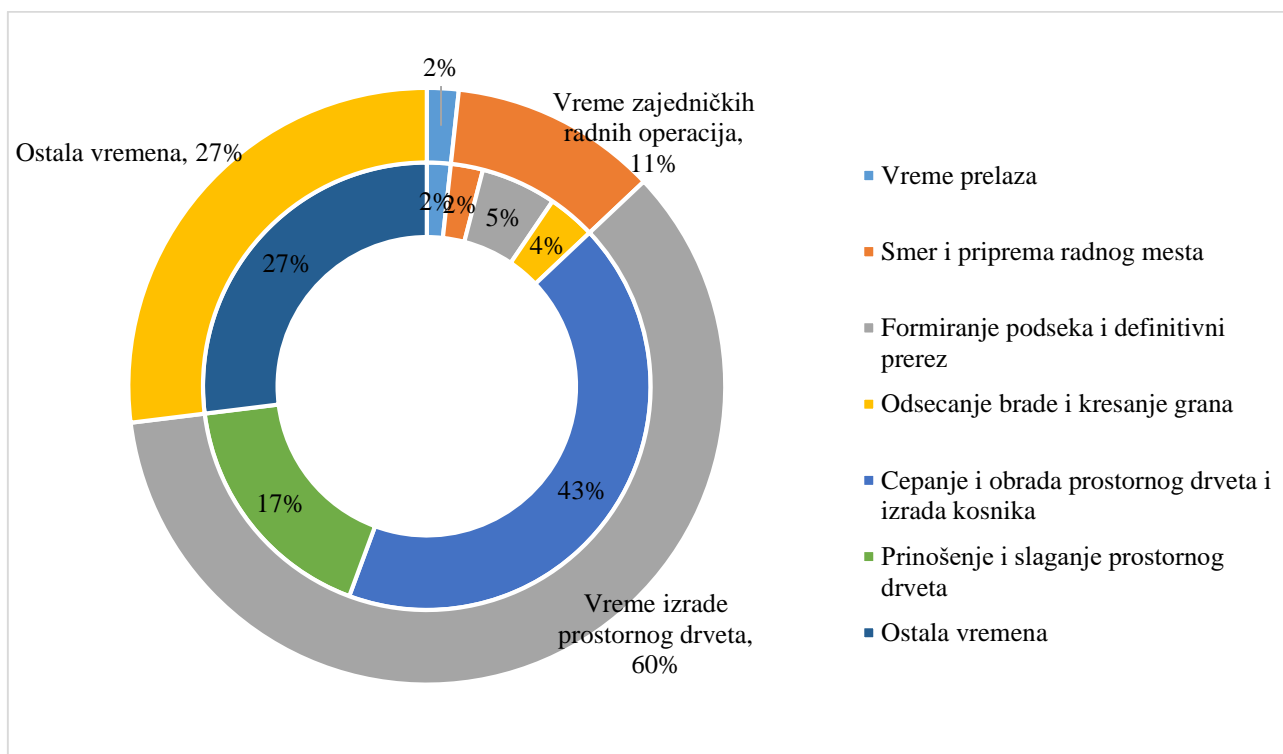


Grafikon 28: Struktura vremena trajanja prekida rada na OP2

6.4.3. Struktura vremena na OP3

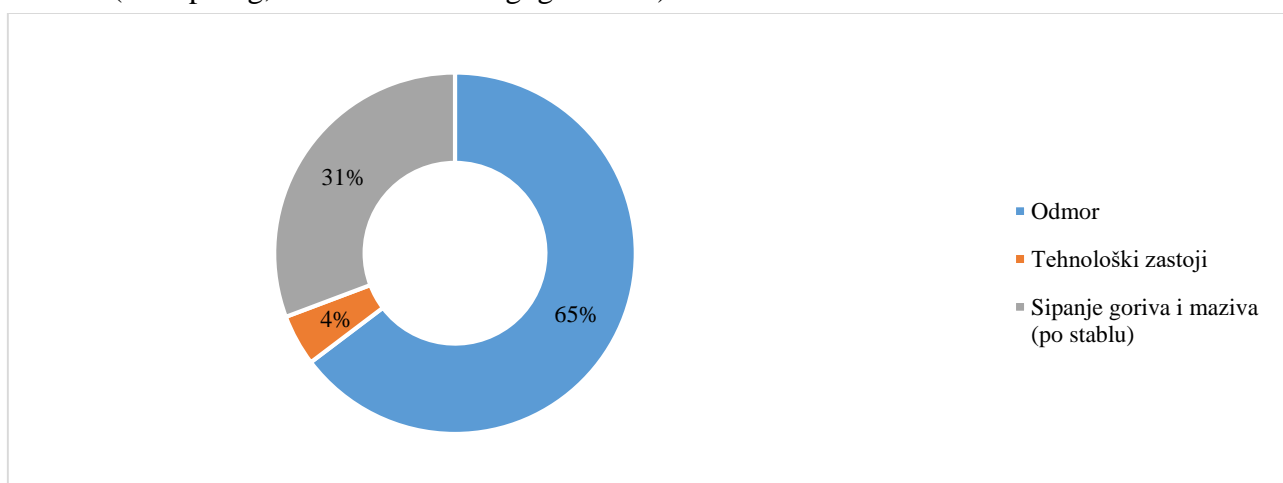


Grafikon 29: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) prvog radnika (sekača) na OP3

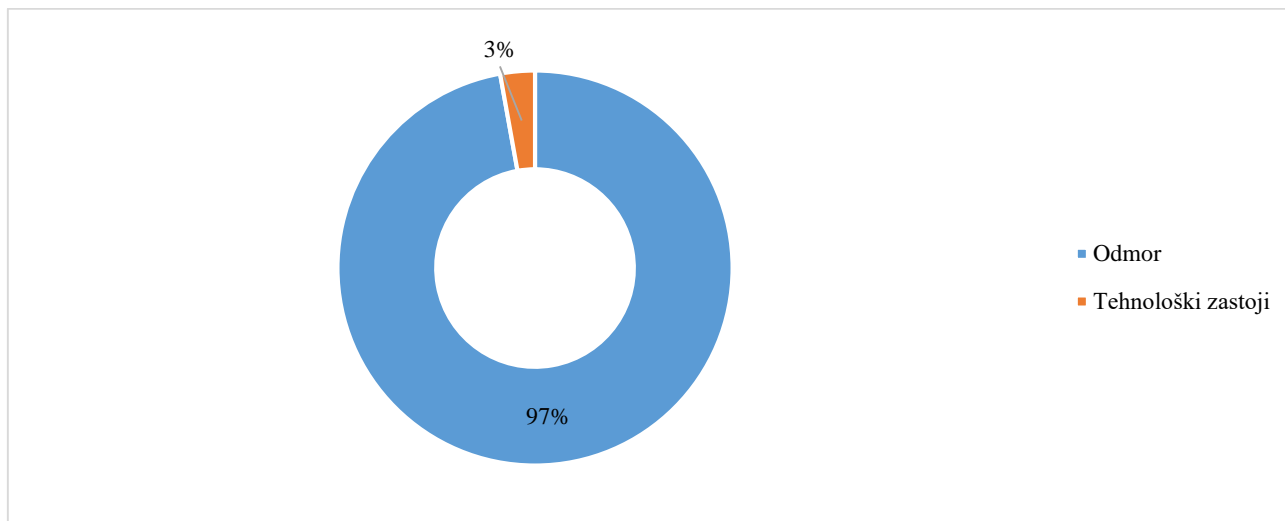


Grafikon 30: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) drugog radnika na OP3

Na grafikonima 29 i 30 prikazana je struktura vremena prvog i drugog radnika koji su radili na OP3 u organizacionoj formi 1M+1R. Kao što se može videti sa grafikona, oba radnika su najveći deo vremena potrošili na izradu prostornog drveta, odnosno prvi radnik za izradu prostornog drveta, jer je on rukovao motornom testerom, a drugi radnik je obavljao sve one radne operacije koje upotpunjuju ovu grupaciju radnih operacija. Drugi radnik najveći deo vremena potrošio je na cepanje i obradu prostornog drveta i izradu kosnika (čak 60% u ukupnom vremenu). Kada je prvi radnik završio prezevanje pomagao je drugom radniku, pa iz tog razloga njegovo vreme prinošenja i slaganja prostornog drveta zauzima čak 35% vremena. Radna operacija krojenje i prerezivanje prostornog drveta zauzima 18%. Ostala vremena takođe zauzimaju veliki procenat vremena za oba radnika (30% prvog, odnosno 27% drugog radnika).



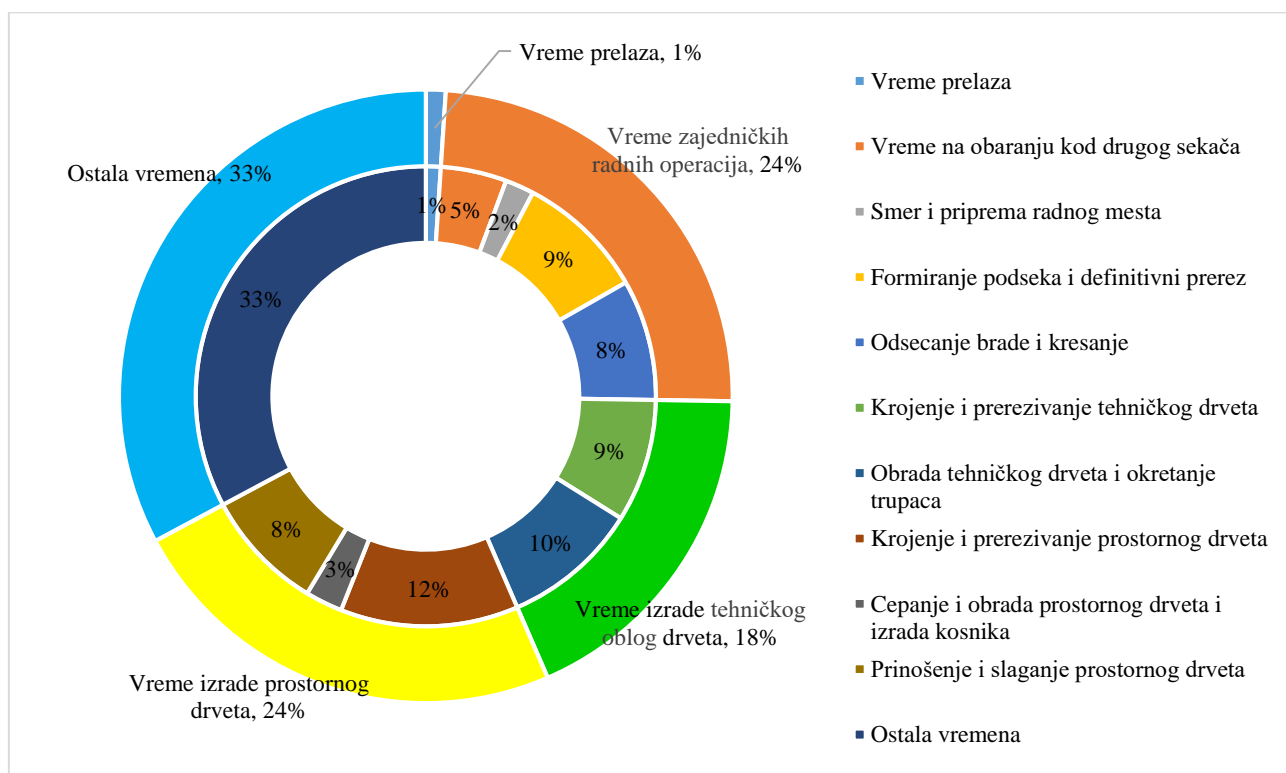
Grafikon 31: Struktura vremena trajanja prekida rada za prvog radnika (sekača) na OP3



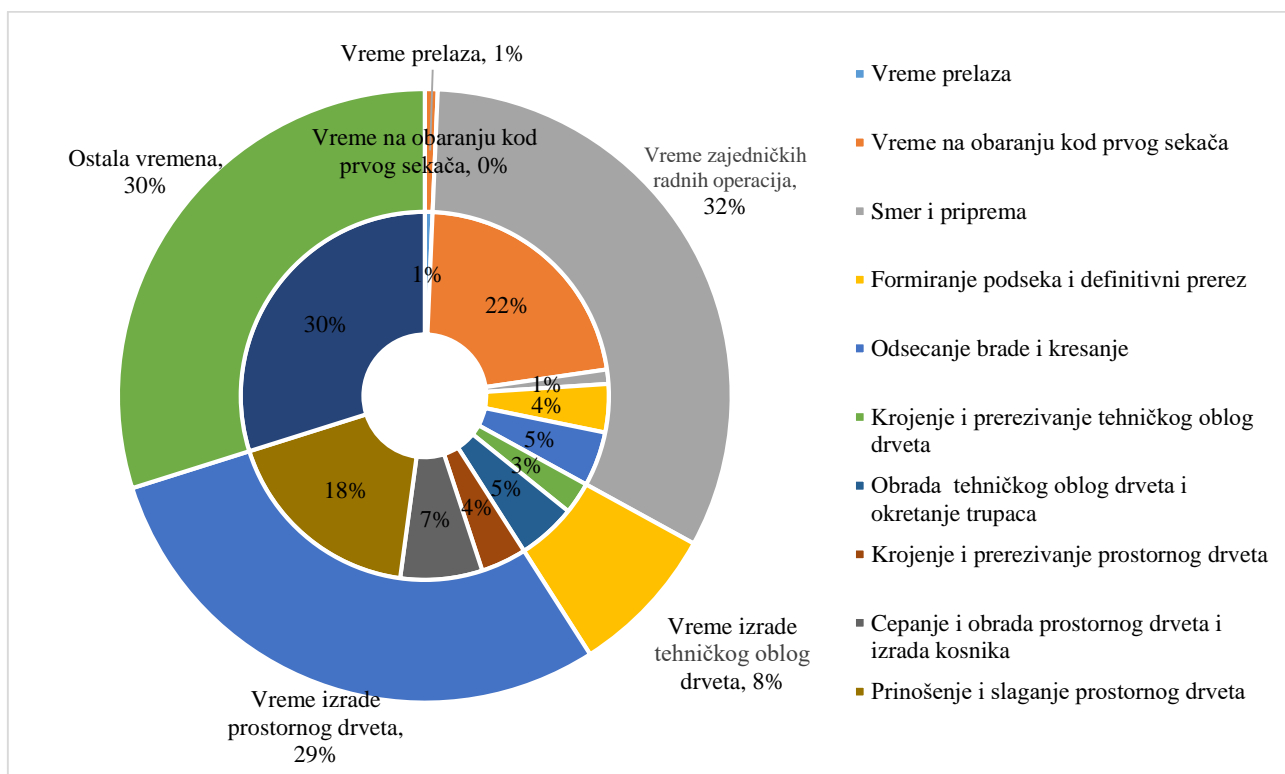
Grafikon 32: Struktura vremena trajanja prekida rada za drugog radnika (pomoćnika) na OP3

Kao i na ostalim oglednim površinama, i na ovoj površini je bilo zastoja, koji su u najvećem procentu zauzimali zapravo odmor radnika (65% za prvog radnika i čak 97% za drugog radnika). Opravdani zastoji su činili samo 3%, odnosno 4%.

6.4.4. Struktura vremena na OP4

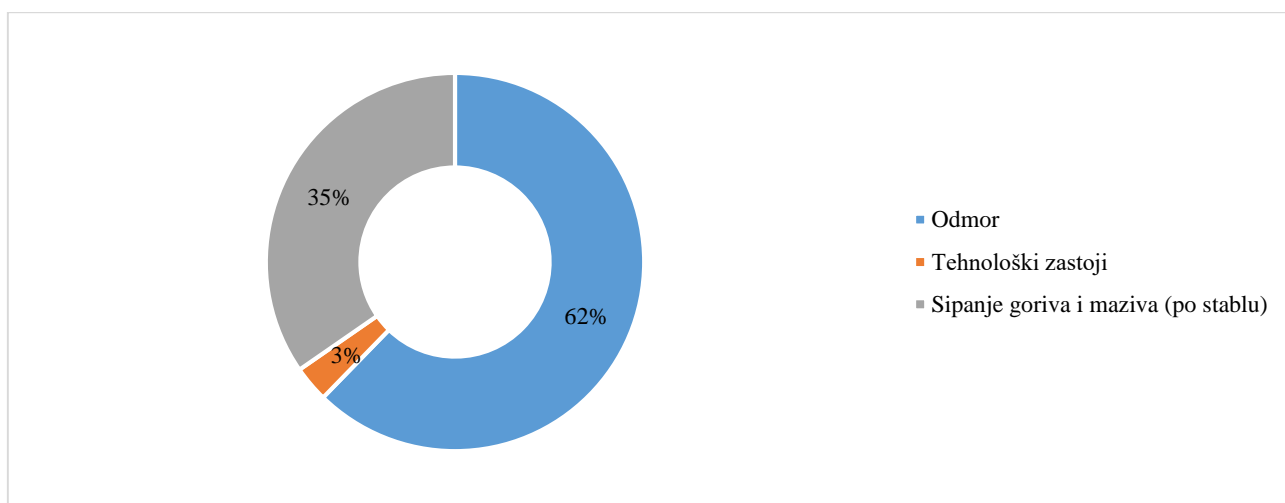


Grafikon 33: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) prvog sekača na OP4

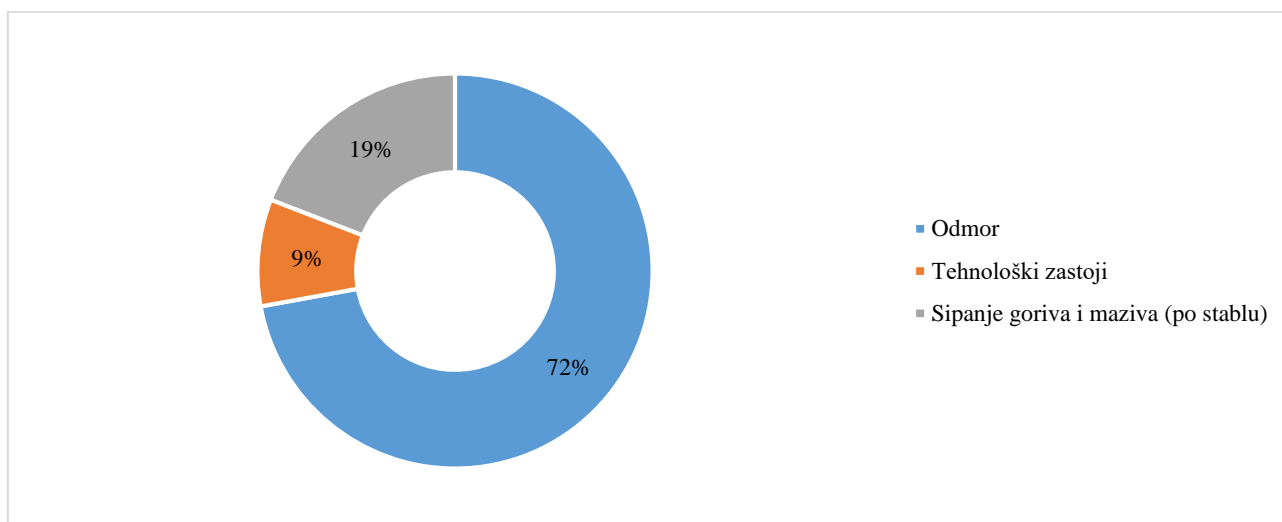


Grafikon 34: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) drugog sekača na OP4

Na grafikonima 33 i 34 prikazana je struktura vremena prvog i drugog radnika koji su radili na OP4. Kao što se može videti sa grafikona, oba radnika su najveći deo vremena potrošili na zajedničke radne operacije (prvi radnik 24% vremena, a drugi 32%), zatim slede ostala vremena (oko 30%). Ovde treba napomenuti da ovi radnici nisu radili u klasičnoj formi 2M+0R, već su jedan drugom pomagali samo prilikom obaranja stabla (radna operacija „vreme na obaranju kod drugog radnika“). Iz tog razloga, bilo im je potrebno više odmora u toku rada. Za prvog radnika, sve radne operacije zauimaju između 5% i 10% u ukupnom vremenu, dok je drugi radnik najviše vremena potrošio na radnu operaciju vreme obaranja za prvog radnika (22%), i prinošenje i slaganje prostornog drveta.



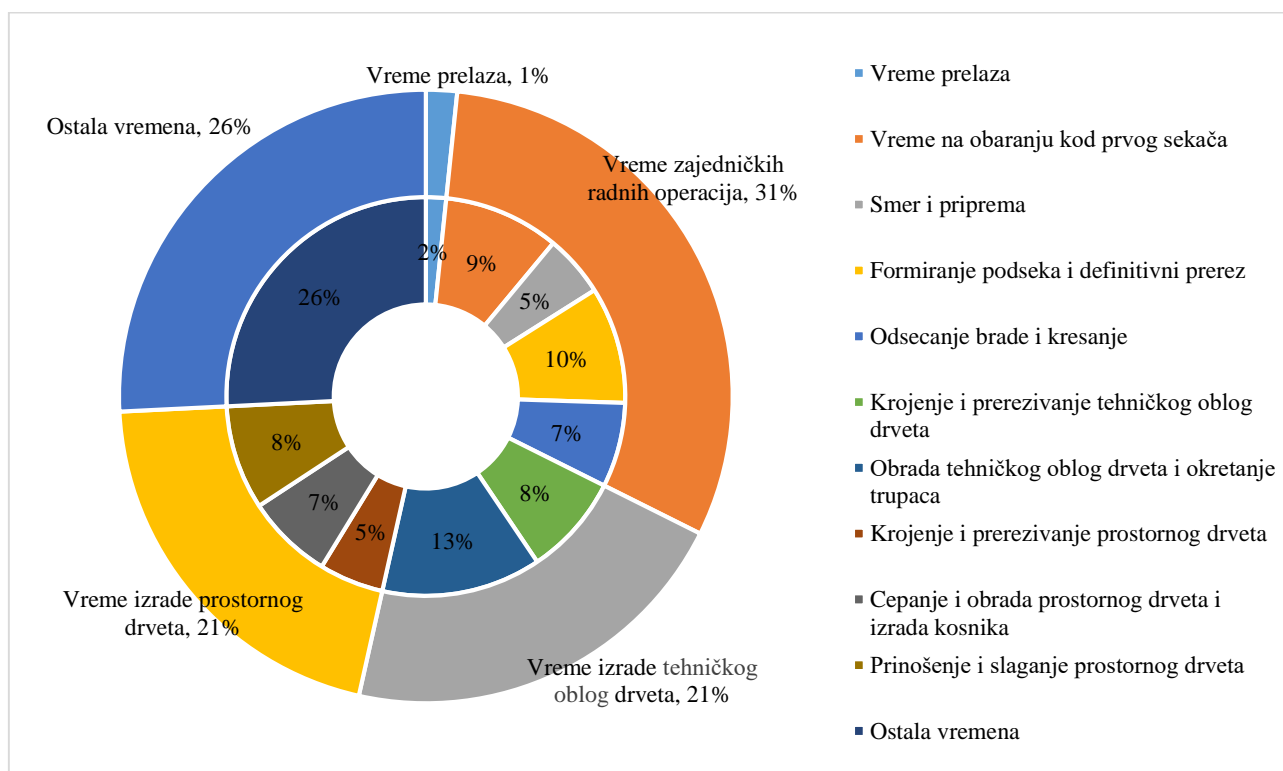
Grafikon 35: Struktura vremena trajanja prekida rada za prvog radnika na OP4



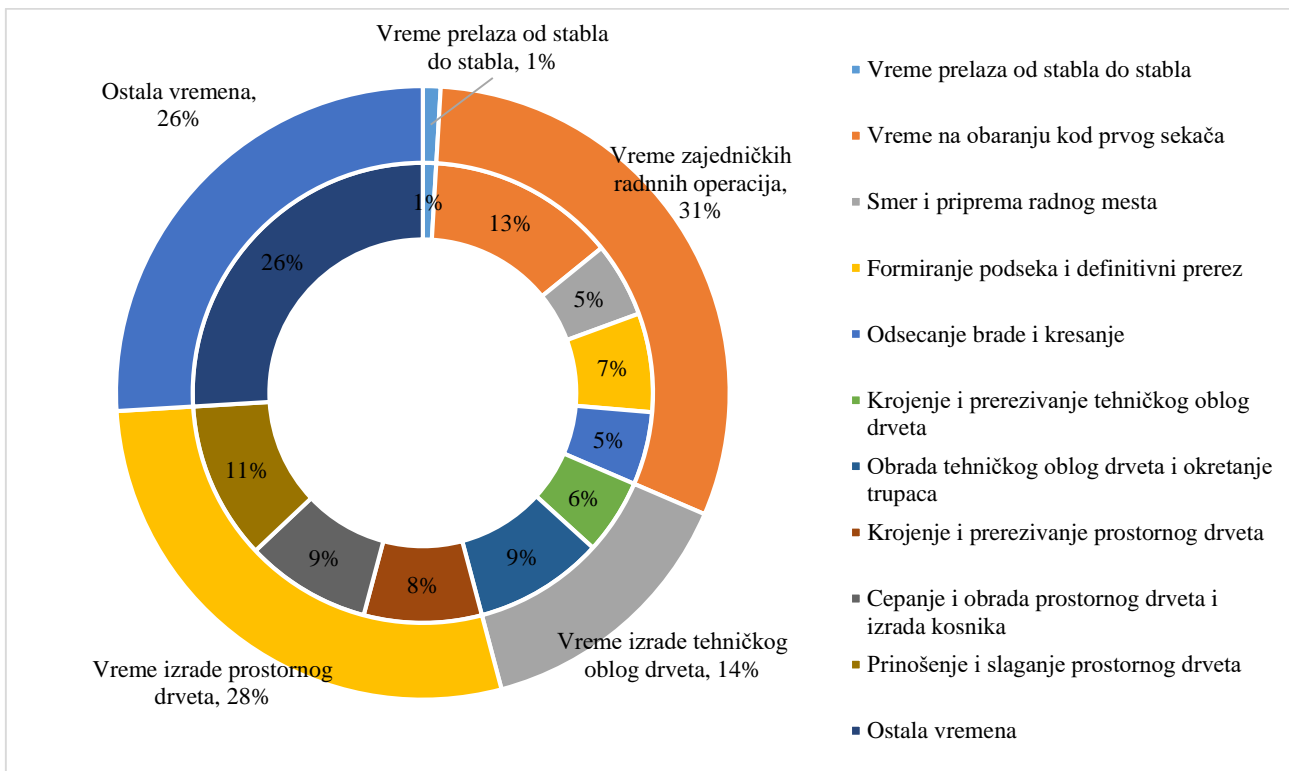
Grafikon 36: Struktura vremena trajanja prekida rada za drugog radnika na OP4

U strukturi ostalih vremena, najveći procenat za oba radnika zauzimaju odmori, koji iznose 62% za prvog, odnosno 72% za drugog radnika (grafikoni 35 i 36).

6.4.5. Struktura vremena na OP5

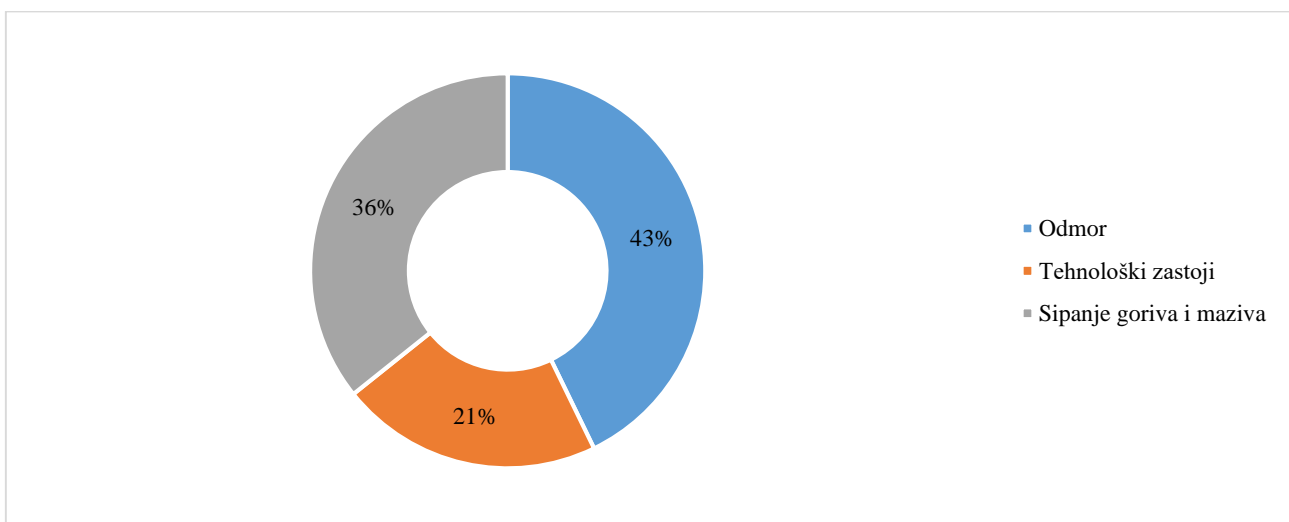


Grafikon 37: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) prvog sekača na OP5

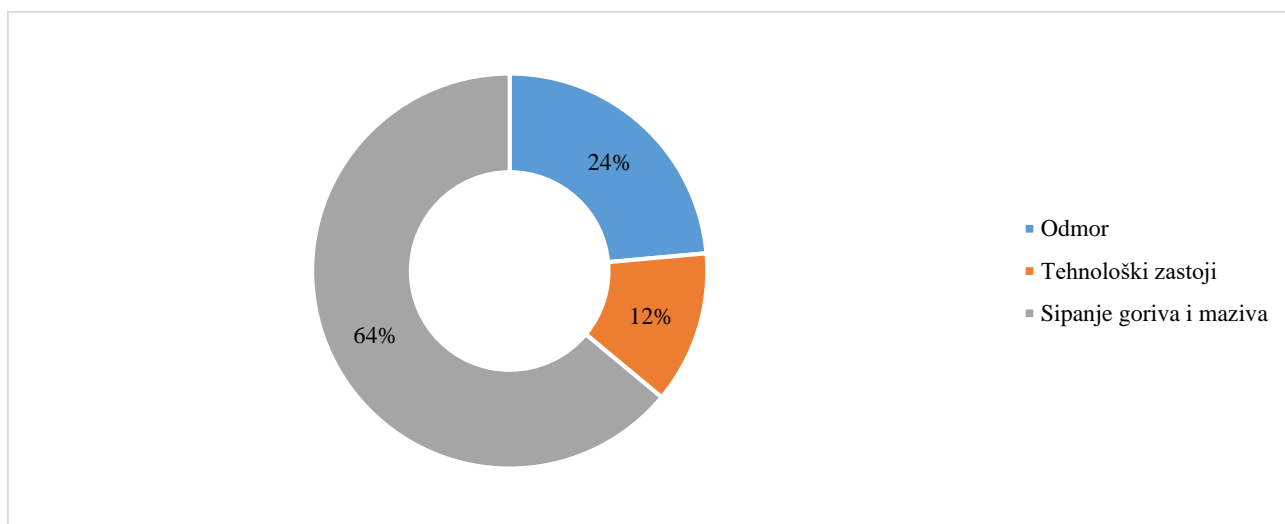


Grafikon 38: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog vremena) drugog sekača na OP5

Na grafikonima 37 i 38 prikazana je struktura vremena prvog i drugog radnika koji su u organizacionoj formi 2M+0R radili na OP5. Oba radnika su najveći deo vremena potrošili na zajedničke radne operacije (po 31%), zatim slede ostala vremena (26%). Kao i na prethodnoj oglednoj površini i ovi radnici nisu radili u klasičnoj formi 2M+0R, već su jedan drugom pomagali prilikom obaranja stabla, a zatim nastavljali sami sa radom. Za prvog radnika, najveći procenat zauzima radna operacija krojenje i prerezivanje tehničkog oblog drveta (13%), dok je drugi radnik najviše vremena potrošio na radnu operaciju vreme obaranja kod prvog radnika (13%), a zatim sledi prinošenje i slaganje prostornog drveta.



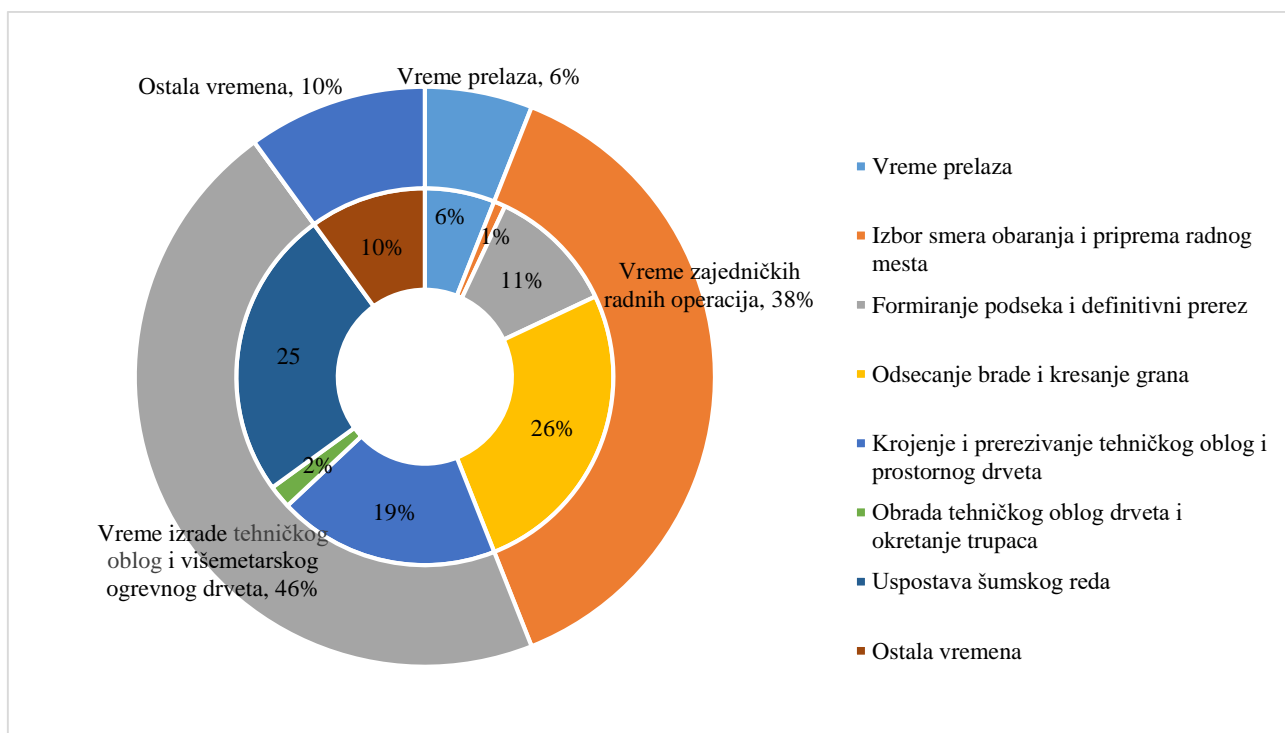
Grafikon 39: Struktura vremena trajanja prekida rada za prvog radnika na OP5



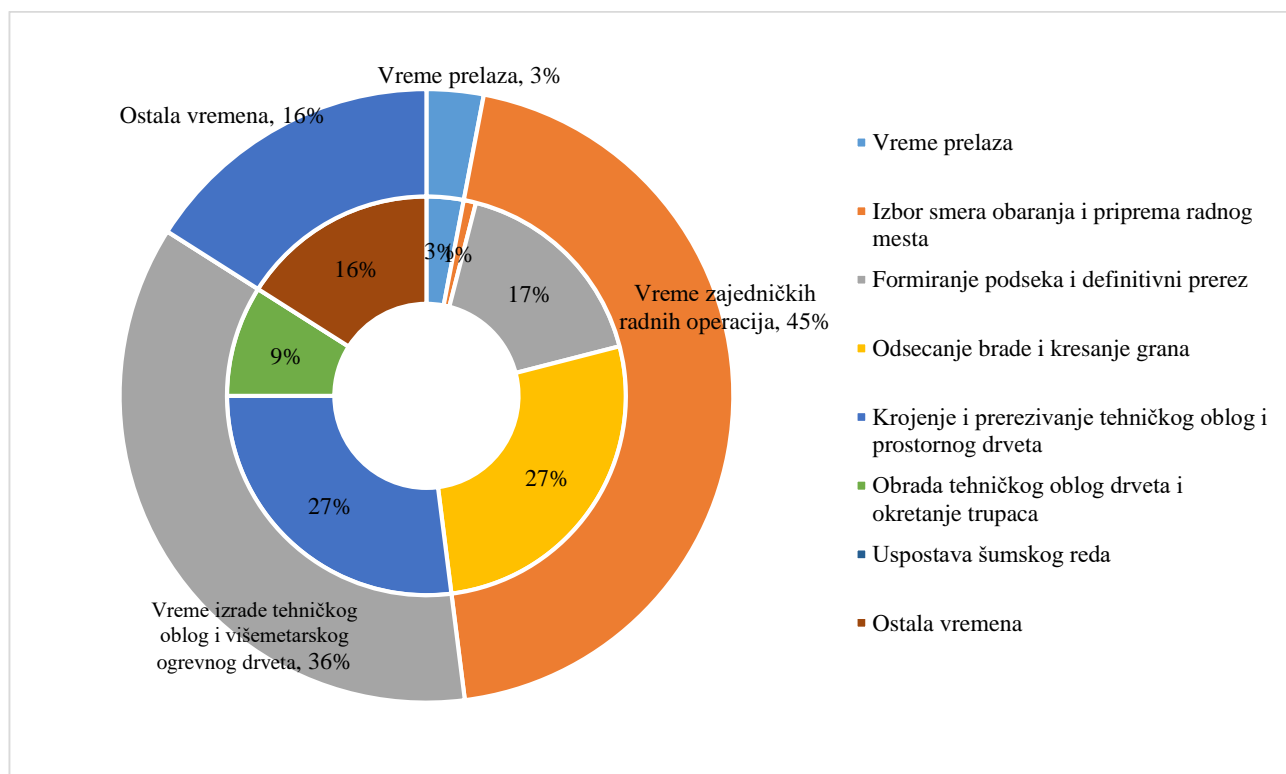
Grafikon 40: Struktura vremena trajanja prekida rada za drugog radnika na OP5

Na grafikonima 39 i 40 prikazana je struktura ostalih vremena odnosno zastoja u toku rada za oba radnika posebno. Najveći procenat vremena prvi radnik je potrošio na odmor, dok je za drugog radnika najveći procenat zabeležen pri sipanju goriva i maziva. Naravno, ovoliki procenat sipanja goriva i maziva u ukupnom vremenu nije deo uobičajenog načina rada, već „posledica“ prikupljanja podataka.

6.4.6. Struktura vremena na OP6



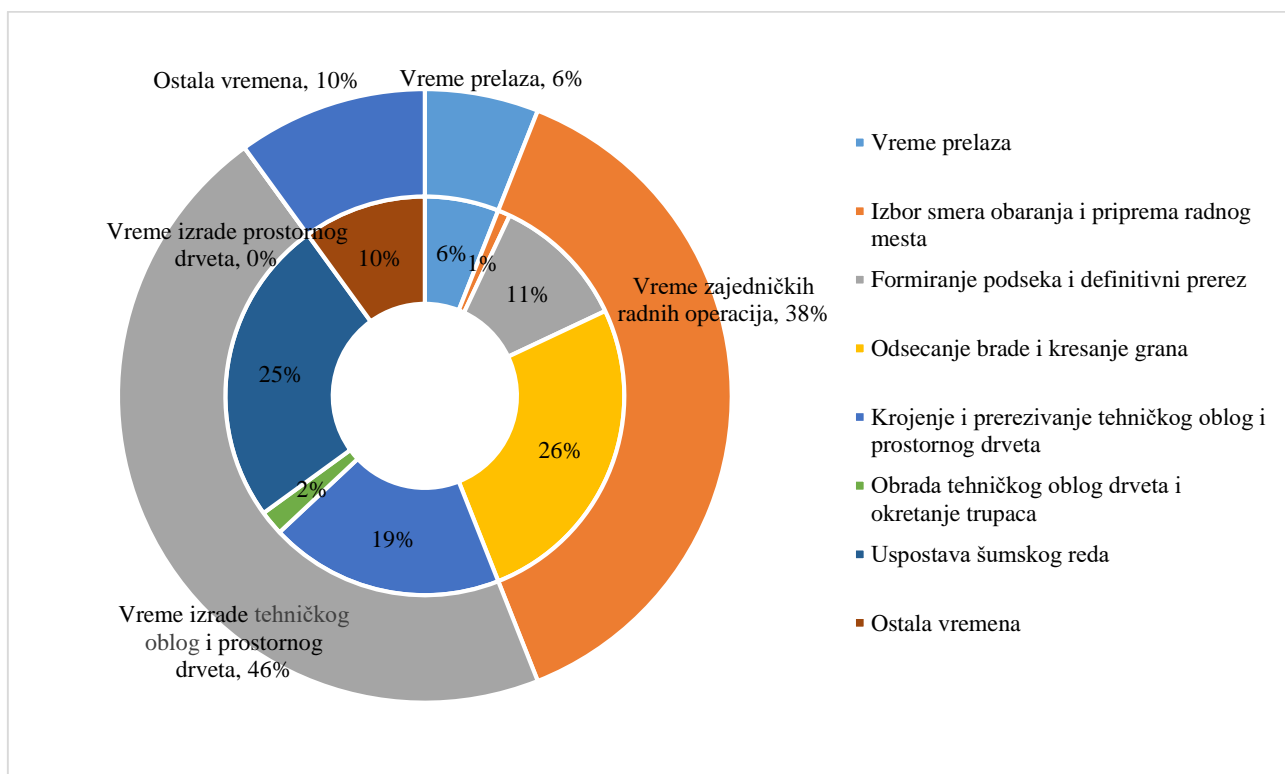
Grafikon 41: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) prvog radnika na OP6 za bukvu



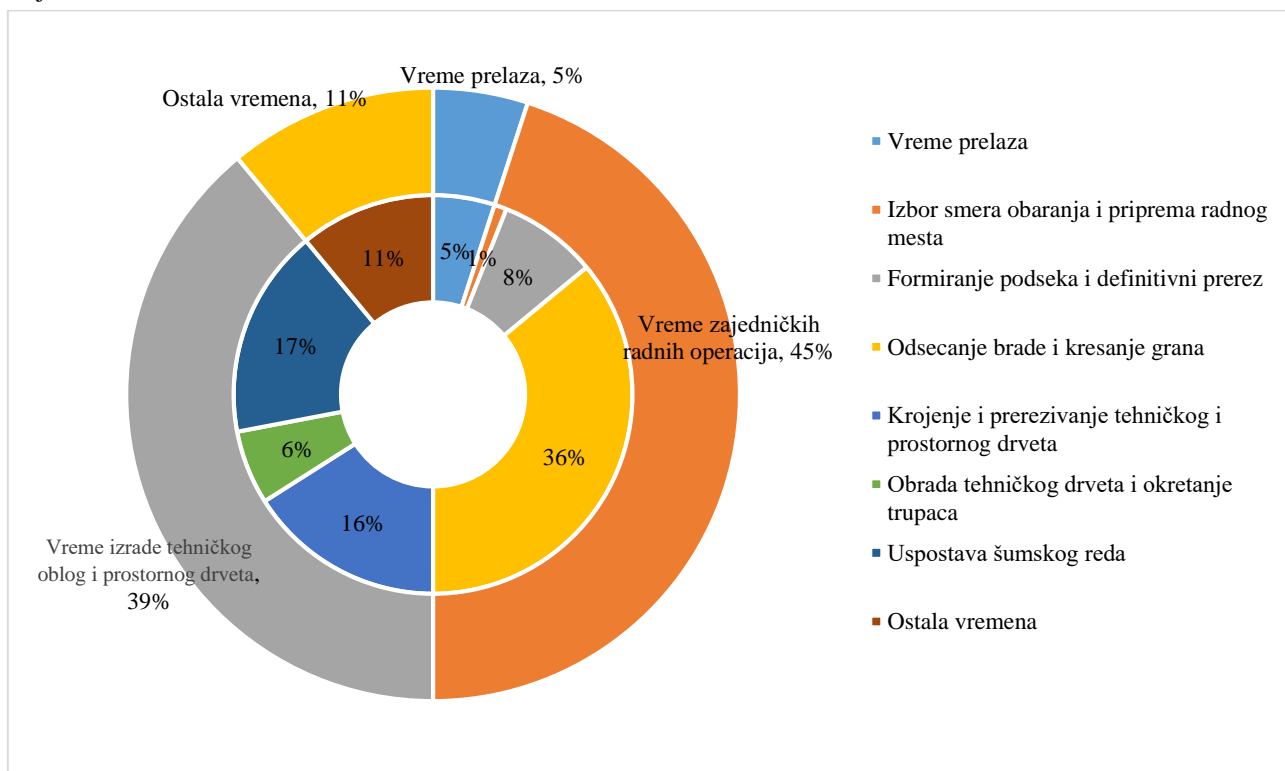
Grafikon 42: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) drugog radnika na OP6 za bukvu

Na ovoj oglednoj površini (OP6) seča i obaranje stabala i izrada drvnih sortimenata vršena je u klasičnoj organizacionoj formi rada 2M+0R, gde su oba radnika rukovala testerama iste snage. Međutim, za razliku od prethodnih površina, na ovoj i oglednoj površini 7 je vršena izrada tehničkog oblog oblog drveta i višemetarskog ogrevnog drveta (umesto klasičnog ogrevnog drveta). S obzirom na to da višemetarsko ogrevno drvo vizuelno izgleda kao i tehničko oblo drvo, samo ima manje dimenzije, na snimcima nije bilo moguće jasno diferencirati radne operacije koje se odnose posebno na jednu, a posebno na drugu grupaciju (tehničko oblo i višemetarsko ogrevno drvo). Iz tog razloga su radne operacije, kao i norme za tehničko oblo i prostorno drvo - spojene. Ovo je smisljeno, jer ovakvim načinom rada neke radne operacije nisu postojale (npr. izrada kosnika, prinošenje i slaganje prostornog drveta itd.).

Iz navedenog razloga su, na ove dve površine, grupe radnih operacija vreme izrade tehničkog oblog drveta i vreme izrade prostornog drveta, spojene u jednu - vreme izrade tehničkog oblog i prostornog drveta. Kod stabala bukve najveći procenat vremena zauzimaju zajedničke radne operacije – preko 40% ukupnog vremena (grafikoni 41 i 42), a zatim sledi vreme izrade tehničkog oblog i prostornog drveta (38% za prvog odnosno 36% za drugog radnika). Radne operacije na koje su radnici potrošili najviše vremena su krojenje i prerezivanje (tehničkog oblog i prostornog drveta) i odsecanje brade i kresanje grana (oko 1/4 ukupnog vremena).



Grafikon 43: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) prvog radnika na OP6 za jelu

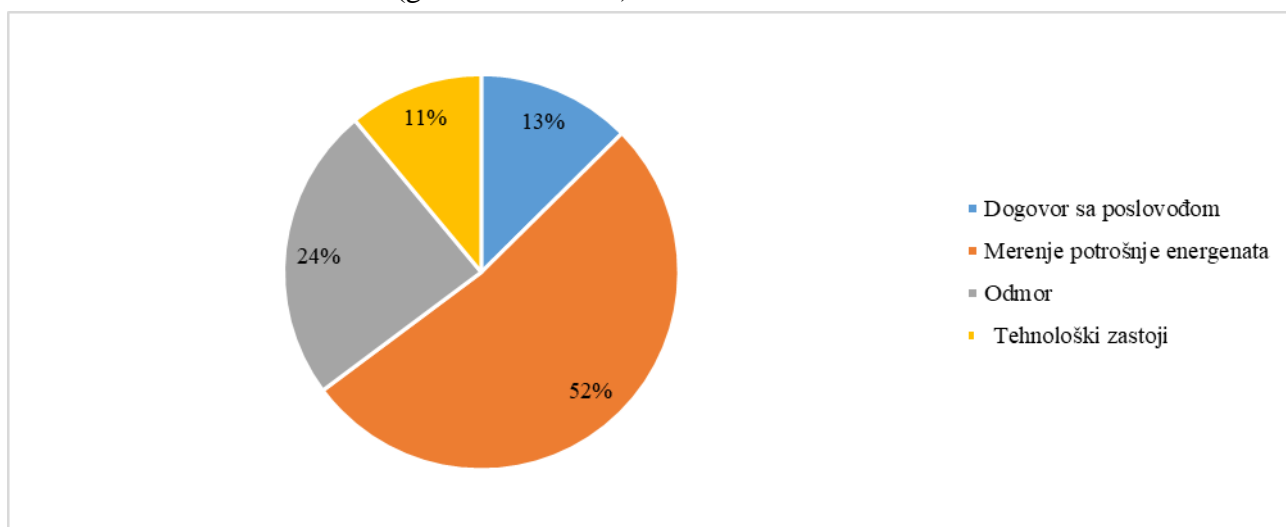


Grafikon 44: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) drugog radnika na OP6 za jelu

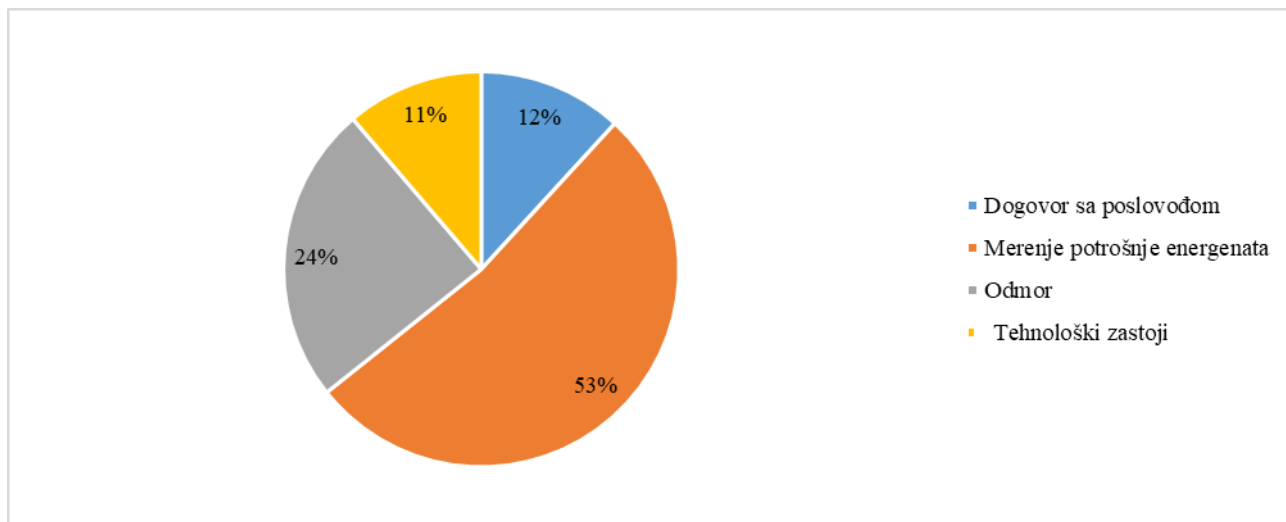
Na grafikonima 43 i 44 prikazana je struktura vremena prvog i drugog radnika koji su u organizacionoj formi 2M+0R radili na seči i obaranju stabala i izradi drvnih sortimenata jele na OP6. Oba radnika su najveći deo vremena potrošili na zajedničke radne operacije (38% za prvog, odnosno 45% za drugog radnika), zatim sledi vreme izrade tehničkog oblog i prostornog drveta (za prvog

radnika 46%, a za drugog 39%). Kada se analizira vreme utroška pojedinačnih radnih operacija, možemo konstataovati da je najveći procenat vremena potrošen na radnu operaciju odsecanje brade i kresanje grana, što je zbog rasta grana u pršljenovima uobičajeno veliki procenat vremena za četinarske vrste drveta (26% za prvog i 36% za drugog radnika). Radnu operaciju „guljenje kore i uspostava šumskog reda“ uglavnom je vršio prvi radnik (25% ukupnog vremena).

Za razliku od radnika na OP4 i OP5 gde su radnici radili u „modifikovanoj“ organizacionoj formi 2M+OR, pri čemu su bili zajedno samo prilikom obaranja stabla, a zatim se razdvajali, njihova vremena prekida (ostalih vremena) su veoma različita, jer su npr. pauze pravili gotovo potpuno nezavisno jedan od drugog, dok su radnici na OP6 i OP7 skoro sve pauze pravili zajedno, pa je i struktura ovih vremena slična (grafikoni 45 i 46).

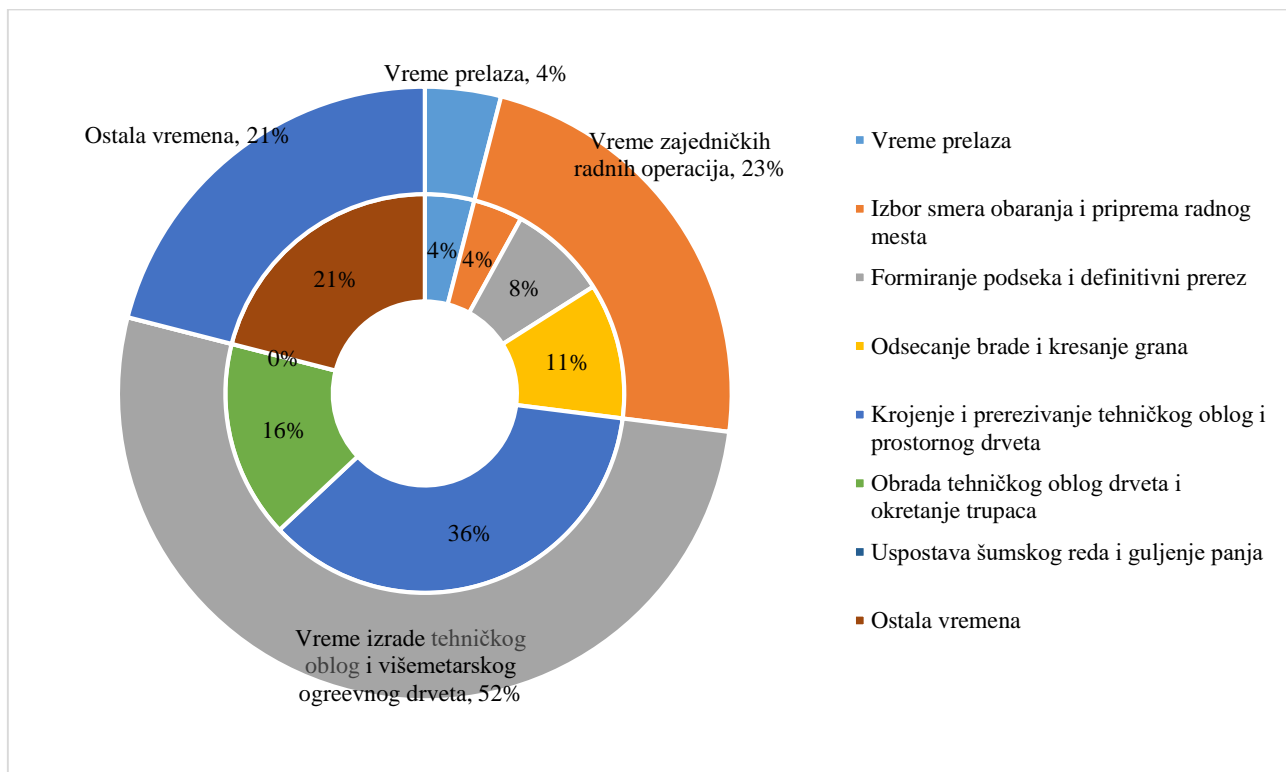


Grafikon 45: Struktura vremena trajanja prekida rada za prvog radnika na OP6

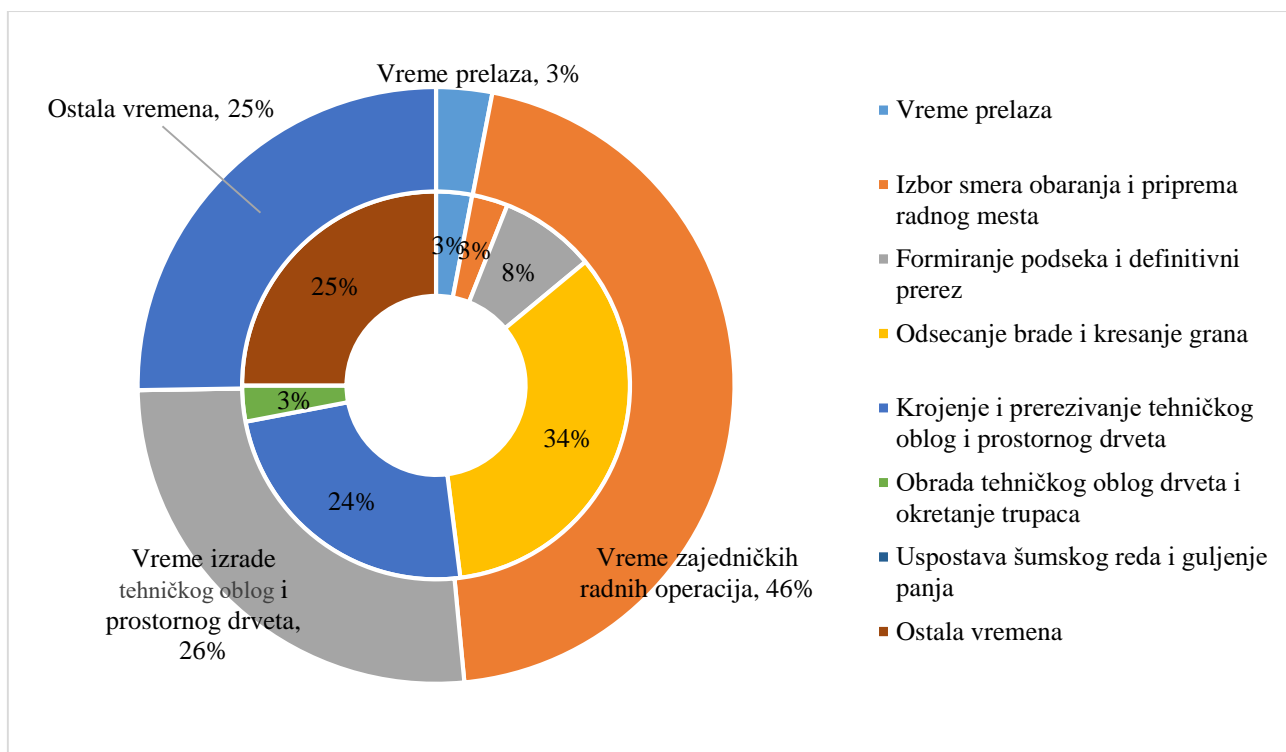


Grafikon 46: Struktura vremena trajanja prekida rada za drugog radnika na OP6

6.4.7. Struktura vremena na OP7



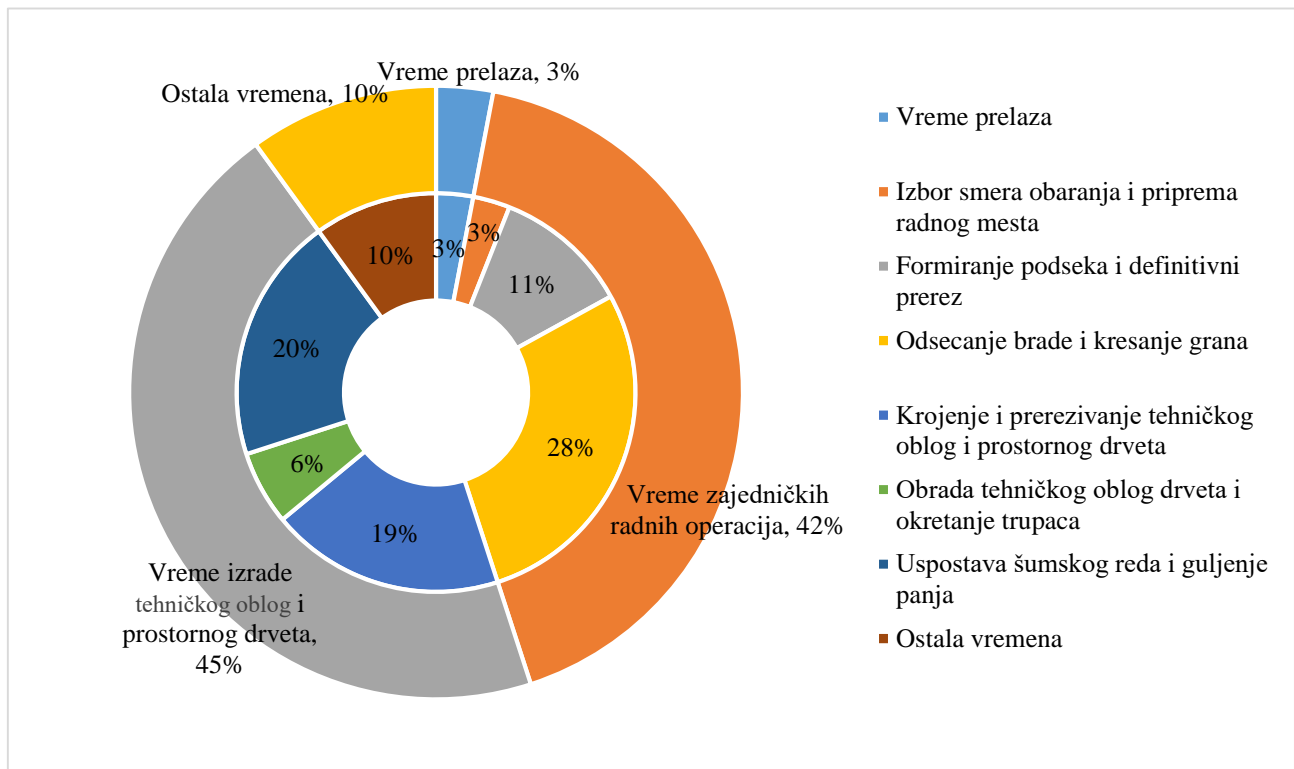
Grafikon 47: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) prvog radnika na OP7 za buku



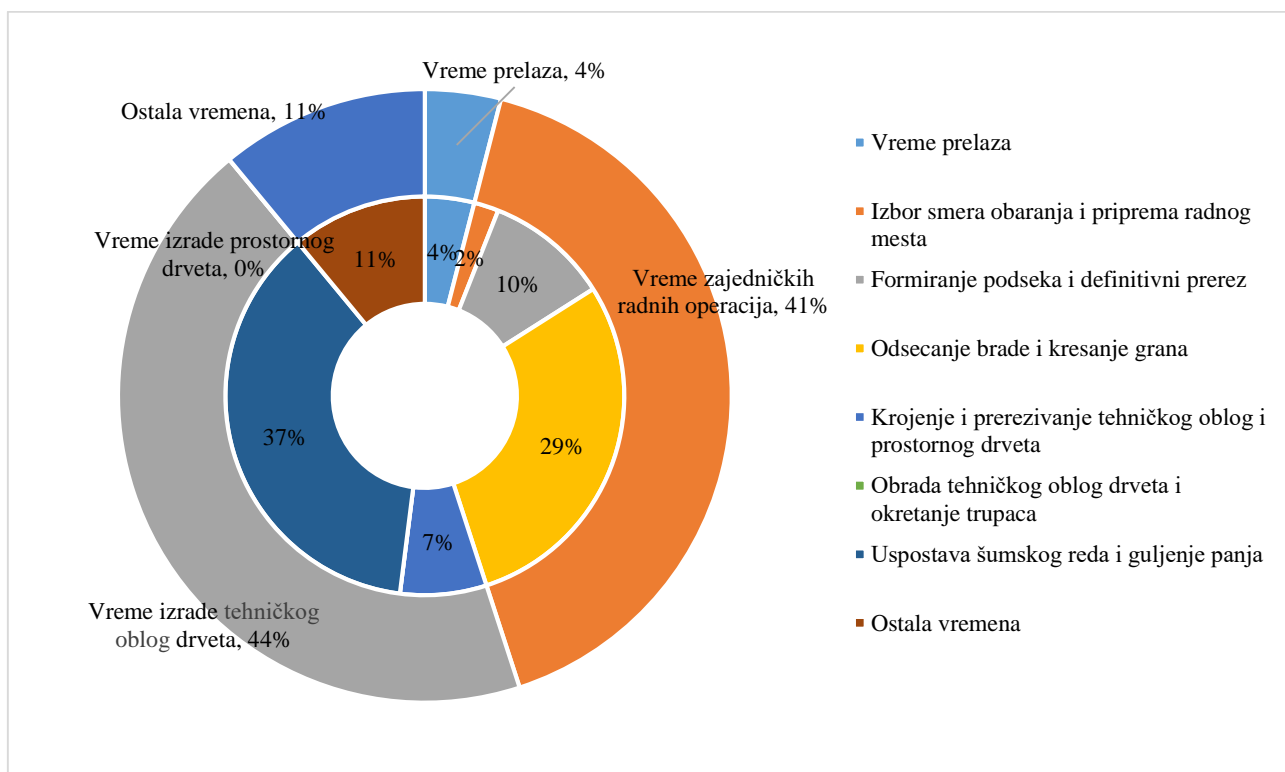
Grafikon 48: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija drugog radnika (stvarnog rada) na OP7 za buku

Na oglednoj površini 7 seča i obaranje stabala i izrada drvnih sortimenata vršena je u klasičnoj organizacionoj formi rada 2M+0R, gde je prvi radnik rukovao testerom veće snage, a drugi radnik testerom manje snage. Kao i na prethodnoj oglednoj površini i ovde je vršena izrada tehničkog oblog oblog drveta i višemetarskog ogrevnog drveta (umesto klasičnog ogrevnog drveta), pa takođe imamo grupaciju radnih operacija – izrada tehničkog oblog i prostornog drveta koja je prikazana zajedno.

Kod stabala jele ne postoji tako ujednačen procenat radnih operacija kao kod bukve, pogotovu što je radnik broj dva u ovoj organizacionoj formi koristio testeru manje snage. Iz tog razloga, drugi radnik je imao duplo veće procentualno učešće zajedničkih radnih operacija (46%) u odnosu na prvog radnika (23%). O tome govori i činjenica da je drugi radnik najviše vremena (34%) potrošio na obavljanje radne operacije odsecanje brade i kresanje grana, dok je prvi radnik radio poslove koji zahtevaju upotrebu testere veće snage (krojenje i prerezivanje drveta) (grafikoni 47 i 48).

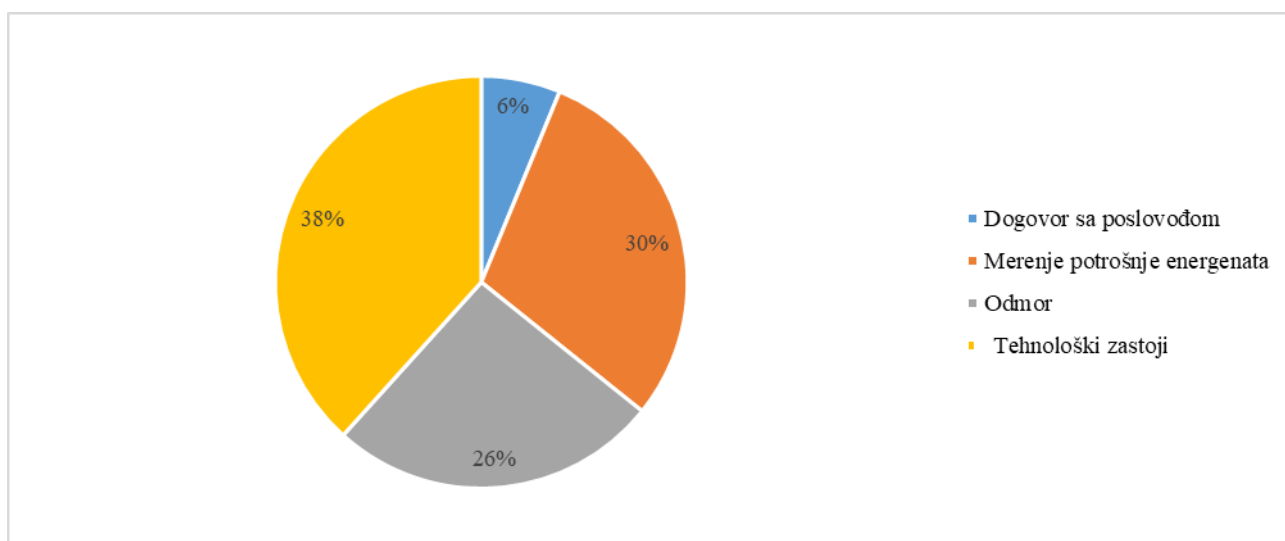


Grafikon 49: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija (stvarnog rada) prvog radnika na OP7 za jelu

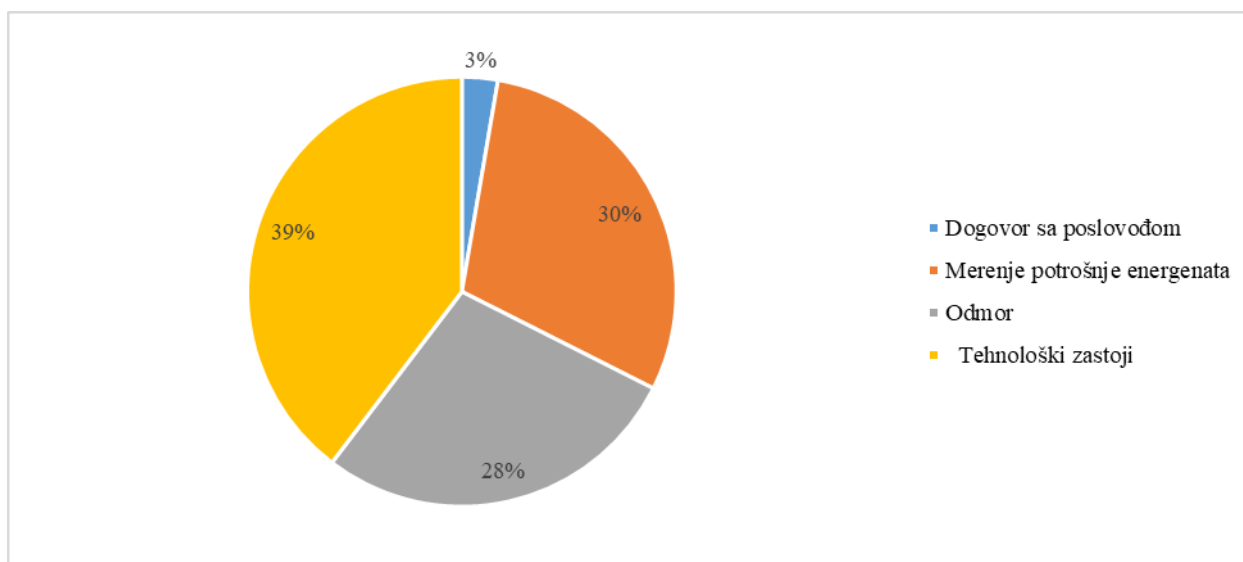


Grafikon 50: Struktura vremena trajanja radnih operacija i grupa radnih operacija drugog radnika (stvarnog rada) na OP7 za jelu

Kod stabala jele oba radnika su imala ujednačeno učešće zajedničkih radnih operacija (41% i 42%). Kada se analizira vreme utroška pojedinačnih radnih operacija, možemo konstatovati da je najveći procenat vremena potrošen na radnu operaciju odsecanje brade i kresanje grana, što je uobičajeno veliki procenat vremena kod četinarskih vrsta drveća (28% za prvog i 29% za drugog radnika (Grafikon 49) i 1/3 ukupnog vremena na radne operacije „guljenje kore panja i uspostava šumskog reda“ (37%), radnu operaciju za čiju realizaciju nije koristio motornu testeru.



Grafikon 51: Struktura vremena trajanja prekida rada za prvog radnika na OP7



Grafikon 52: Struktura vremena trajanja prekida rada za drugog radnika na OP7

Kao i na prethodnoj oglednoj površini, radnici na OP7 su skoro sve pauze pravili zajedno, pa su i ova vremena slična (Grafikoni 51 i 52).

6.4.8. Analiza strukture vremena prema Nikoliću (1993) i IUFRO (1995)

U zavisnosti od ogledne površine, prosečno vreme obaranja stabla i izrade drvnih sortimenata sa uračunatim zastojima po organizacionoj formi (za jednog ili dva radnika ukupno) prikazano je u tabeli 6.

Tabela 6: Prosečno vreme trajanja obaranja stabla i izrade drvnih sortimenata sa zastojima i prosečno vreme rada motornom testerom po oglednim površinama

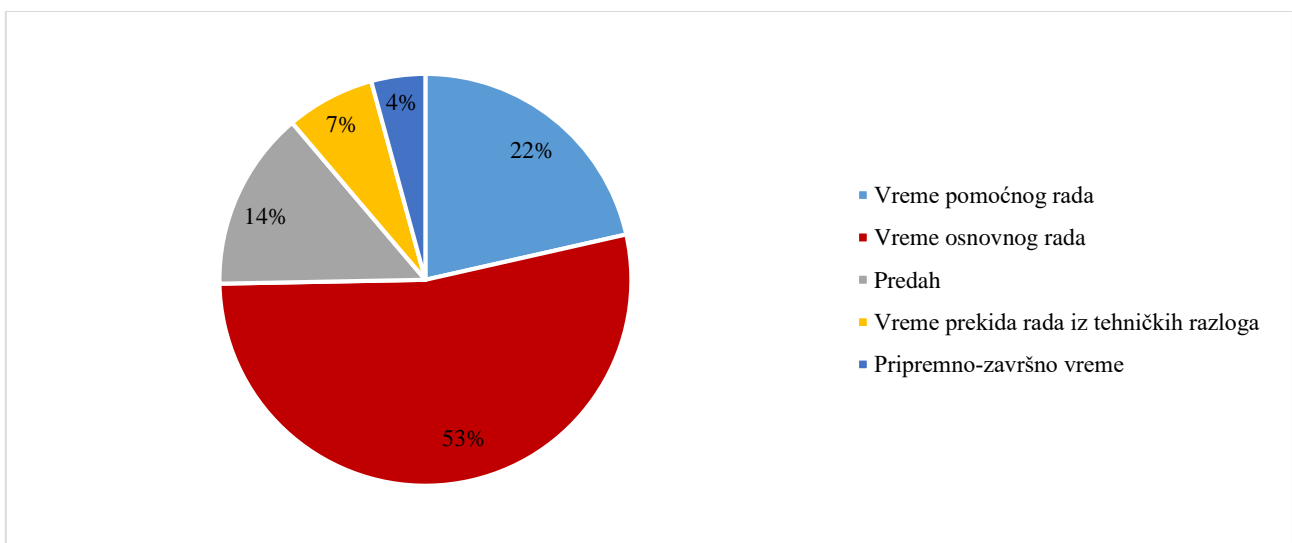
| Ogledna površina | Prosečno vreme trajanja obaranja stabla i izrade drvnih sortimenata sa zastojima (min/stablo) po radniku | Prosečno vreme rada motornom testerom po jednom radniku u toku dana dok je motor upaljen (min/dan) (~sati/dan) |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OP1 | 41,13 | 110,74 (~1,85) |
| OP2 | 26,63 | 98,57 (~1,64) |
| OP3 | 71,96 | 97,56 (~1,63) |
| OP4 | 60,01 | 100,42 (~1,67) |
| OP5 | 61,97 | 73,19 (~1,22) |
| OP6 | 49,45 | 145,98 (~2,43) |
| OP7 | 37,95 | 138,76 (~2,31) |

Kao što se može videti iz table 6, najviše vremena na ceo postupak (obaranje stabla, izrada drvnih sortimenata i zastoji) izraženo u min/stablo je evidentirano na OP3. Na ovoj oglednoj površini su radila dva radnika u organizacionoj formi 1M+1R, pa je ovo vreme mnogo veće od ostalih, zbog

toga što je vreme drugog radnika (pomoćnika) neracionalno iskorišćeno. Najmanje vreme je imao radnik koji je radio sam na OP2 (26,63 min/stablo). Treba napomenuti da je na oglednim površinama 6 i 7, gde su posečena stabla većih dimenzija u odnosu na ostale ogledne površine to vreme neočekivano manje. To se može objasniti činjenicom da su na ovim oglednim površinama radila dvojica radnika, obojica motornim testerama bez pomoćnika, i da je za razliku od drugih površina, na ove dve površine izrađivano višemetarsko ogrevno drvo (umesto klasičnog prostornog drveta), što je verovatno uticalo na ovo vreme.

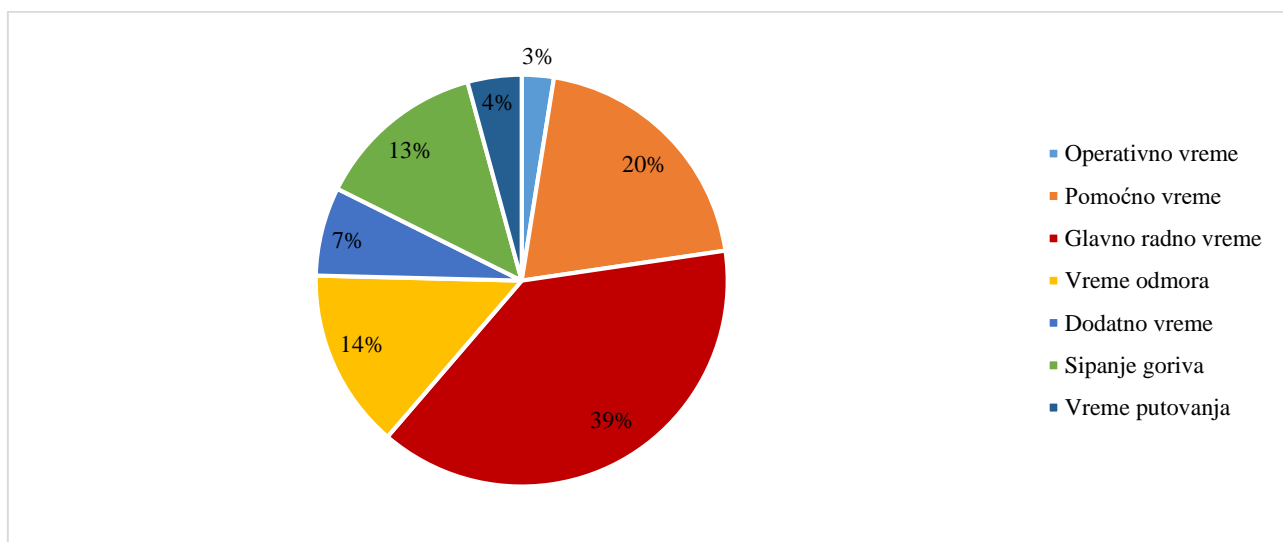
Prosečno vreme rukovanja motornom testerom pojedinačnih sekača u toku dana sa upaljenim motorom, takođe je prikazano u tabeli 6. Podaci iz tabele pokazuju da ni jedan radnik nije premašio vrednost od 4 sata dnevno, koliko je navedeno u Pravilniku o posebnim merama zaštite na radu u šumarstvu („Sl. glasnik SRS“, br. 33/88). Međutim, ono što iz Pravilnika ostaje nejasno je definicija da „radnik koji radi na poslovima seče i izrade drvnih sortimenata može raditi najduže dva časa neprekidno, odnosno četiri časa sa odgovarajućim prekidima u toku jednog dana“. Ovakva nedorečena definicija se može tumačiti dvosmisleno, jer nigde nije decidno navedeno šta tačno znače ta četiri časa. Moglo bi se tumačiti kao rad motorne testere kad je testera uključena, a što je prikazano u gornjoj tabeli, ili uopšteno na rad sa testerama po svim radnim operacijama zajedno sa zastojećima. Dalje se u ovom Pravilniku navodi da radnici treba da se menjaju unutra grupe. To je izvodljivo u organizacionim formama rada 1M+1R (rotacija sekača i pomoćnika) kao i u organizacionoj formi rada 2+1 (takođe rotacija sekača i pomoćnika), ali u slučajevima kada je organizaciona forma rada 2M+0R, obojica radnika rade motornim testerama i suštinski nemaju mogućnost rotacije, osim ako jedan ne radi testerom veće snage, a drugi testerom manje snage.

U potpoglavlju o strukturi vremena detaljno je opisana podela vremena prema Nikoliću (1993) i međunarodnoj nomenklaturi IUFRO (1995) o podeli radnog vremena. Ovde će biti prikazana analiza vremena po jednoj i drugoj podeli vremena, kao i njihova uporedna analiza.



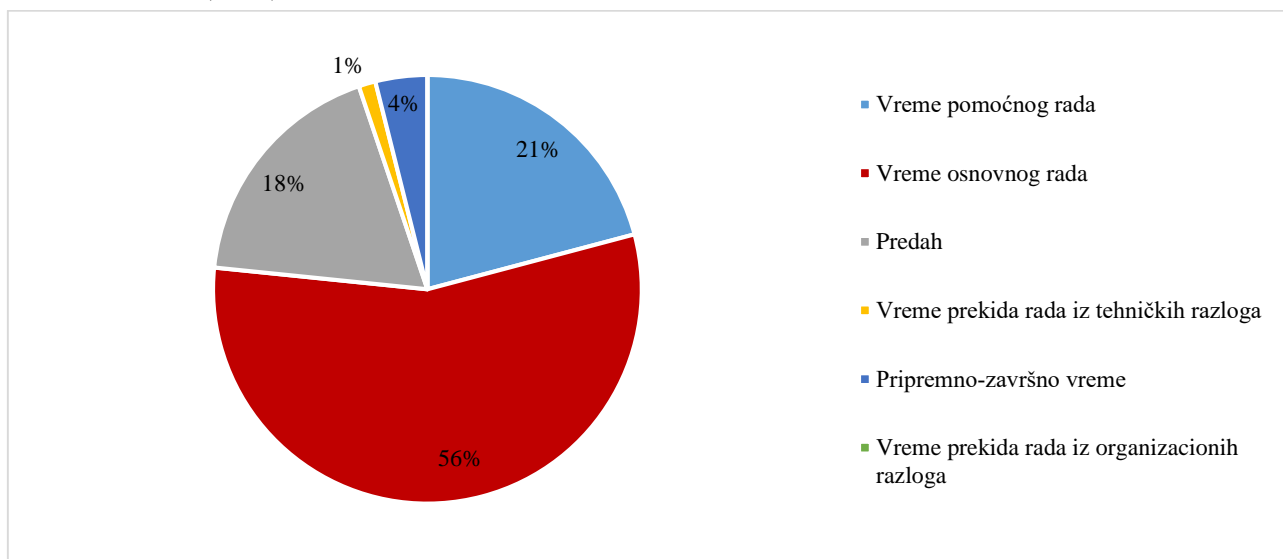
Grafikon 53: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP1 prema Nikoliću (1993)

Na grafikonu 53 prikazana je struktura ukupnog vremena trajanja rada radnika na OP1, gde je radio jedan radnik (organizaciona forma rada 1M+0R, u zasadu topole). Prema Nikoliću (1993) od ukupnog vremena, najveći udeo vremena čini vreme osnovnog rada (53%), a zatim vreme pomoćnog rada (22%). Preostalih 25% čine: predah (14%), vreme prekida rada iz tehničkih razloga (7%) i pripremno-završno vreme (4%).



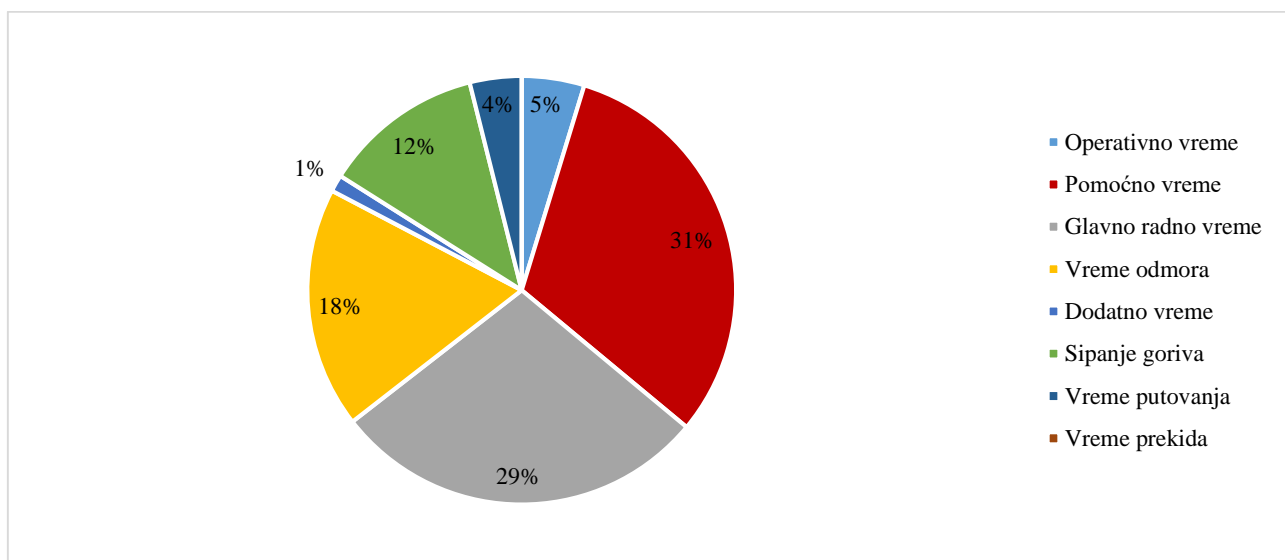
Grafikon 54: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP1 prema IUFRO (1995)

Kada analiziramo strukturu vremena prema IUFRO (1995) koja je prikazana na grafikonu 54, vidimo da najveći udeo vremena čini glavno radno vreme (39%), a zatim pomoćno vreme (20%) i vreme odmora (14%).



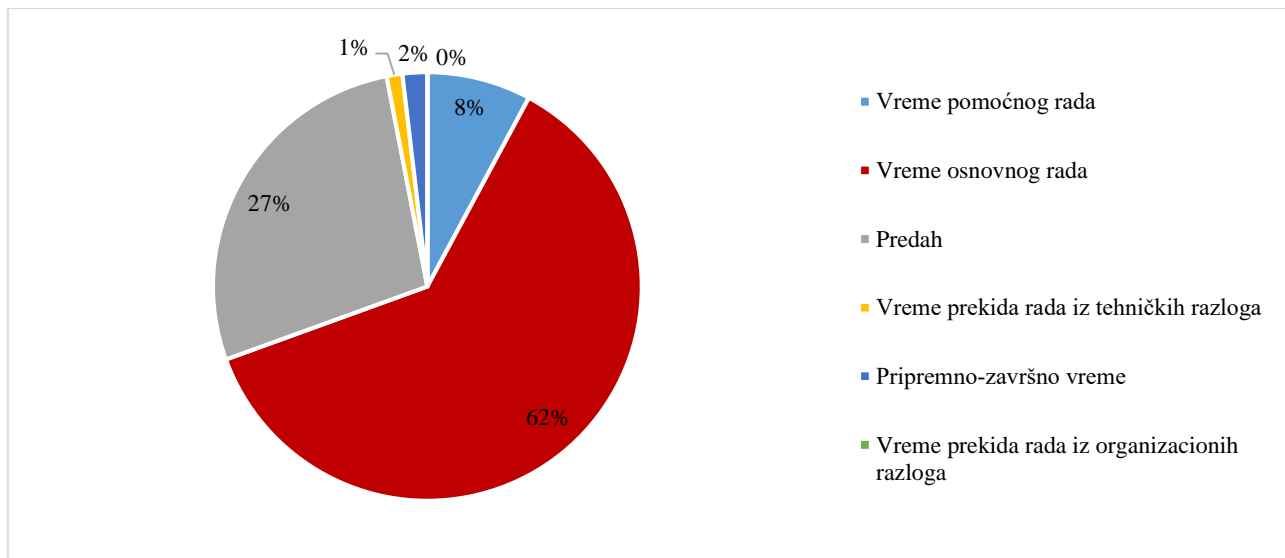
Grafikon 55: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP2 prema Nikoliću (1993)

Na grafikonu 55 prikazana je struktura ukupnog vremena trajanja rada radnika na OP2, gde je radio takođe jedan radnik (organizaciona forma rada 1M+0R, u zasadu topole). Od ukupnog vremena, najveći udeo vremena činilo je vreme osnovnog rada (56%), a zatim vreme pomoćnog rada (21%) i predah (18%).

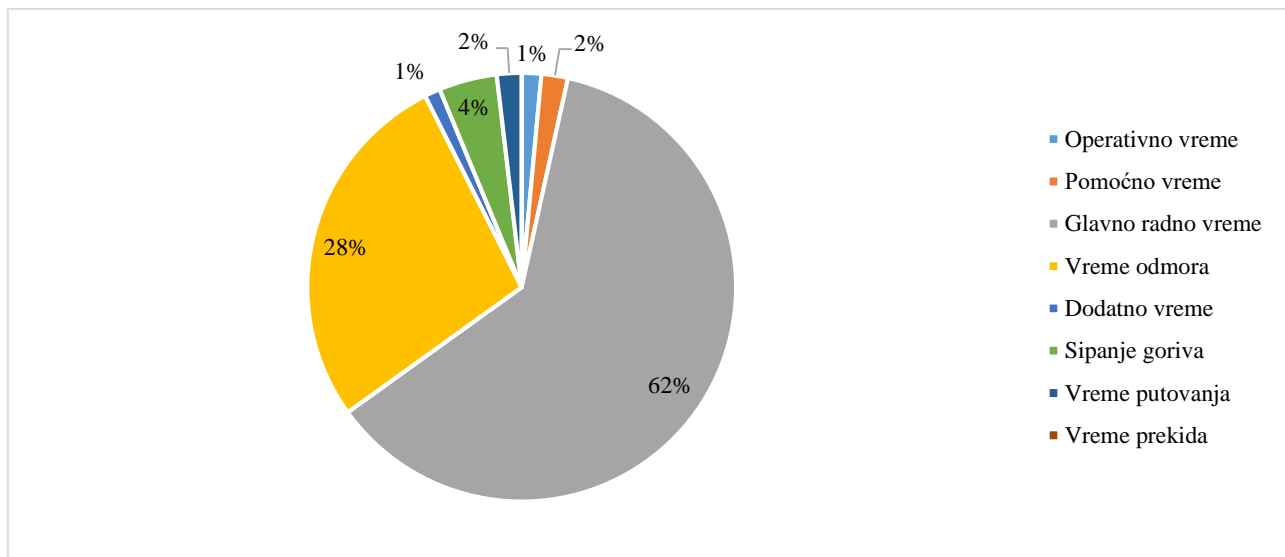


Grafikon 56: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP2 prema IUFRO (1995)

Na grafikonu 56 prikazana je struktura vremena prema IUFRO (1995) gde je najveći udeo vremena čini pomoćno vreme (31%), a zatim glavno radno vreme (29%).

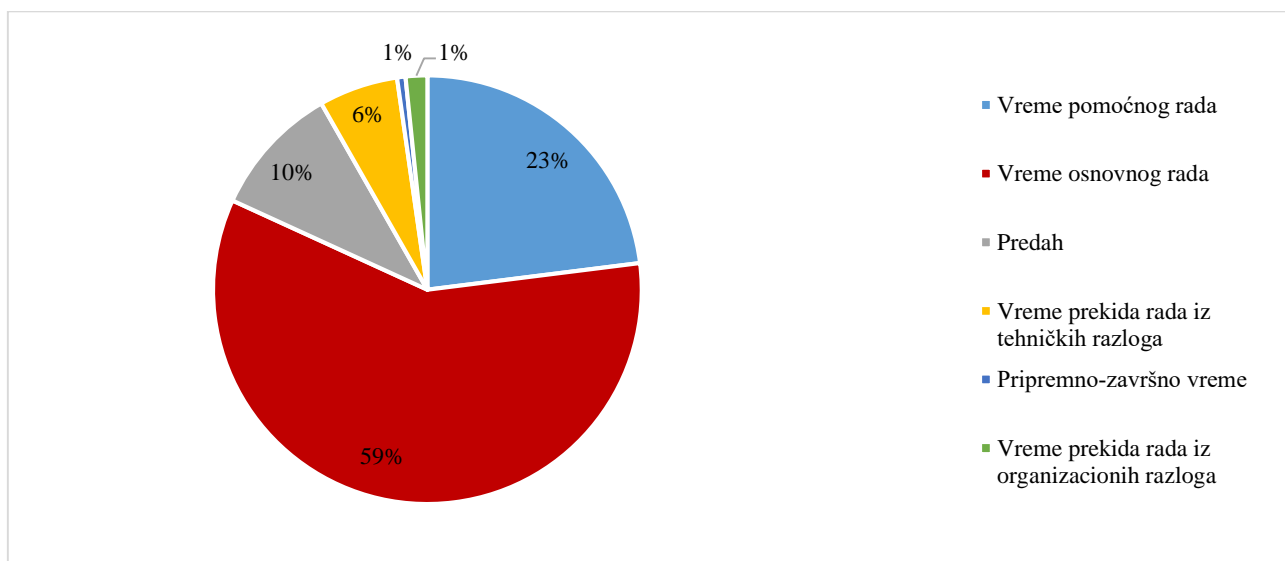


Grafikon 57: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP3 prema Nikoliću (1993)

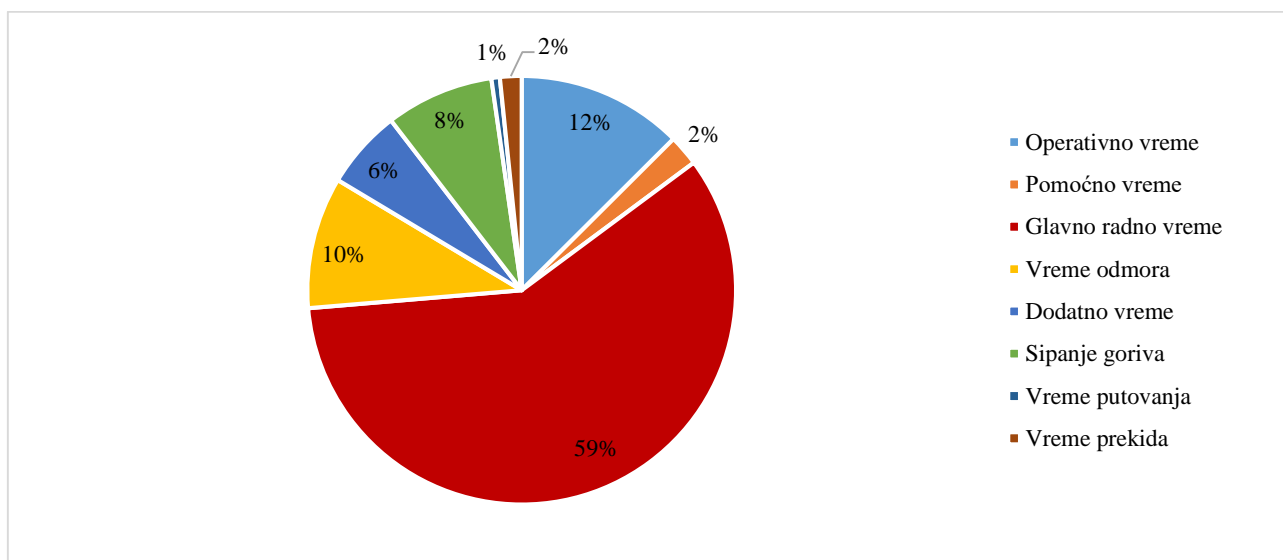


Grafikon 58: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP3 prema IUFRO (1995)

Na grafikonima 57 i 58 prikazane su strukture vremena prema Nikoliću (1993) i IUFRO (1995). Na prvom grafikonu vidimo da najveći procenat zauzima vreme osnovnog rada (62%), a zatim vreme predaha (27%). Slična situacija je i na drugom grafikonu, gde je analiza vremena sprovedena prema IUFRO nomenklaturi. Na ovoj površini su radila dva radnika u organizacionoj formi rada 1M+1R.

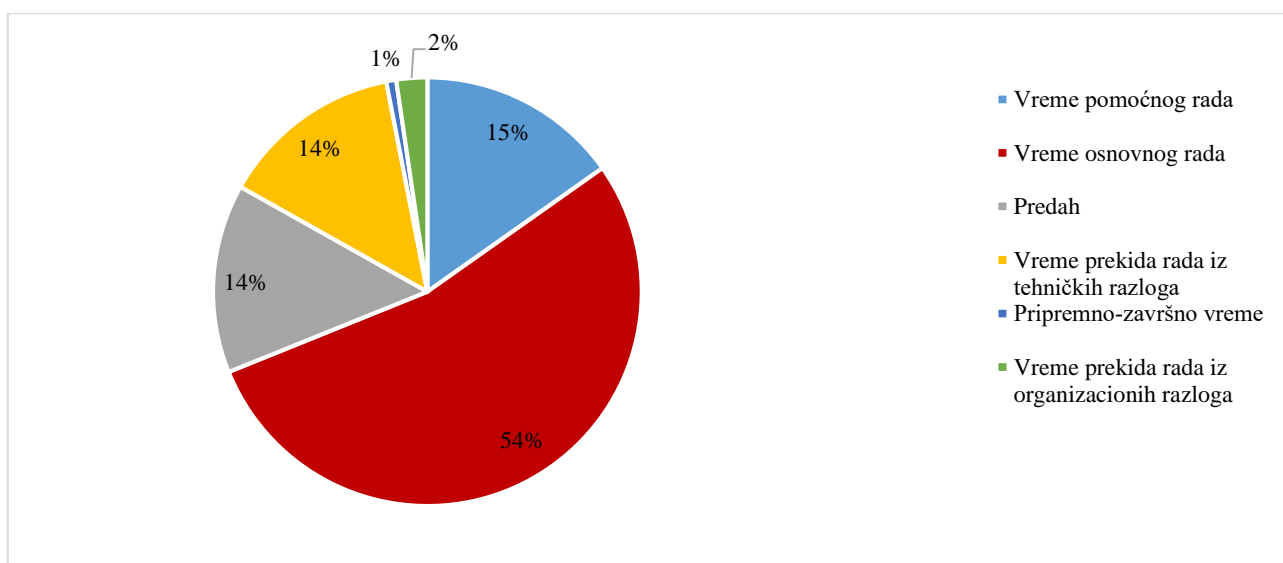


Grafikon 59: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP4 prema Nikoliću (1993)

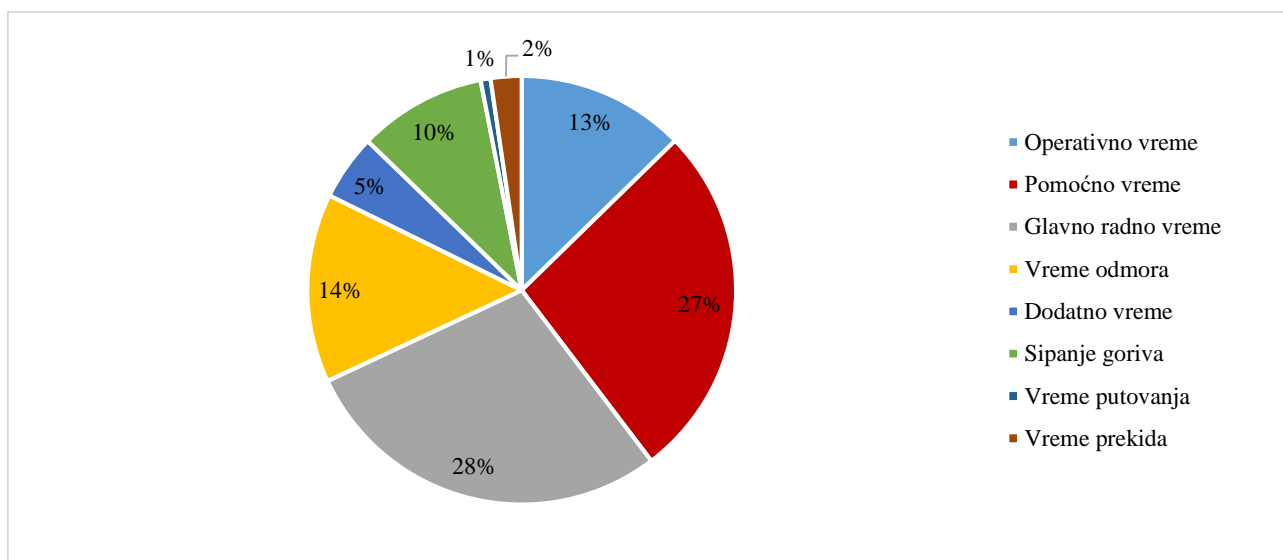


Grafikon 60: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP4 prema IUFRO (1995)

Na grafikonu 59 vidimo da najveći procenat zauzima vreme osnovnog rada (59%), a zatim vreme pomoćnog rada (27%) i predaha. Slična situacija je i na grafikonu 60, gde je analiza vremena prikazana prema IUFRO nomenklaturi. Na ovoj površini su radila dva radnika u organizacionoj formi rada 2M+0R, s tim što su radnici bili zajedno samo prilikom obaranja stabala, a zatim je svako radio na izabranom stablu.

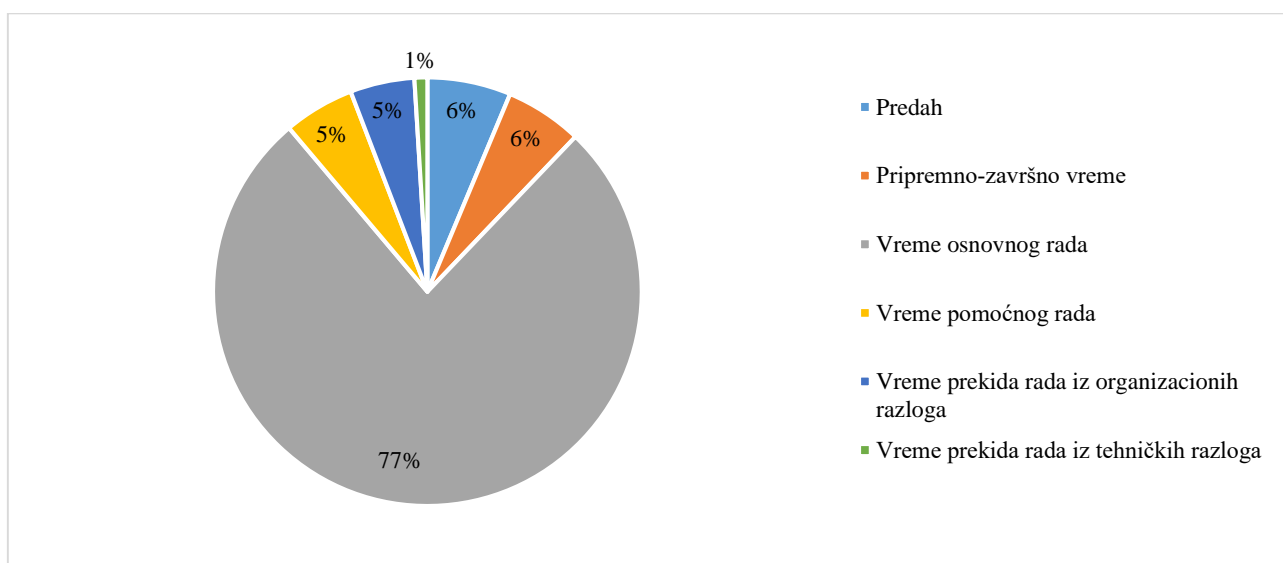


Grafikon 61: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP5 prema Nikoliću (1993)

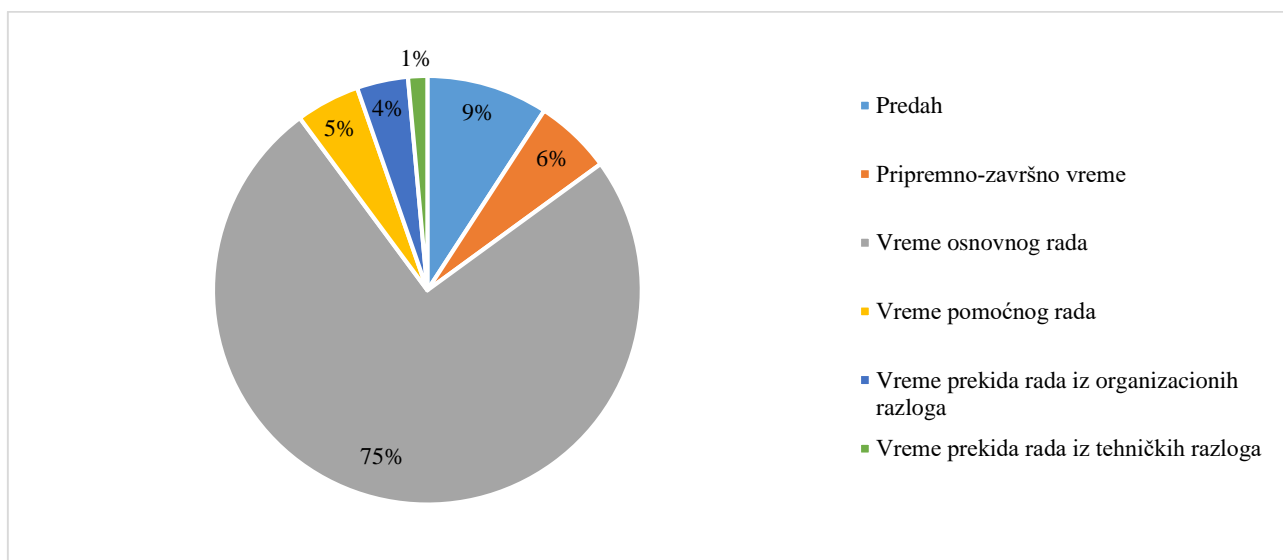


Grafikon 62: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana radnika na OP5 prema IUFRO (1995)

Na grafikonima 61 i 62 prikazana je struktura vremena prema Nikoliću (1993) i IUFRO (1995). Na grafikonu 61 najveći procenat zauzima vreme osnovnog rada (54%), a zatim vreme pomoćnog rada (15%). Na osnovu analize vremena sprovedene prema IUFRO nomenklaturi utvrđeno je da glavno radno vreme čini 28%, a pomoćno 27%. Na ovoj površini su kao i na OP4 radila dva radnika u organizacionoj formi rada 2M+0R.

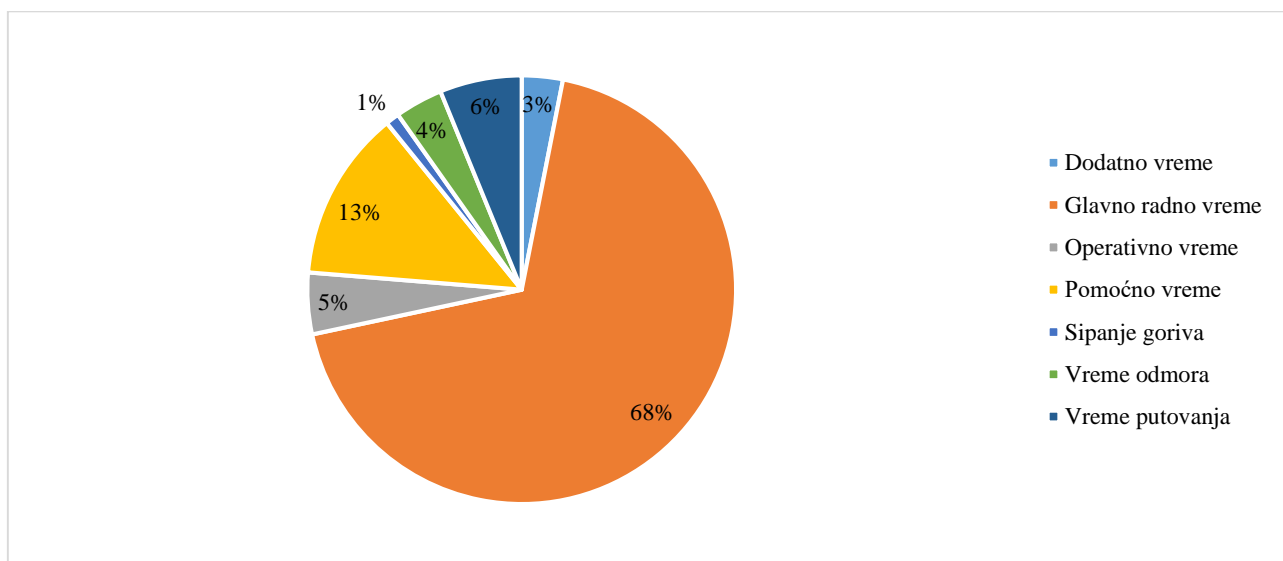


Grafikon 63: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana prvog radnika na OP6 prema Nikoliću (1993)

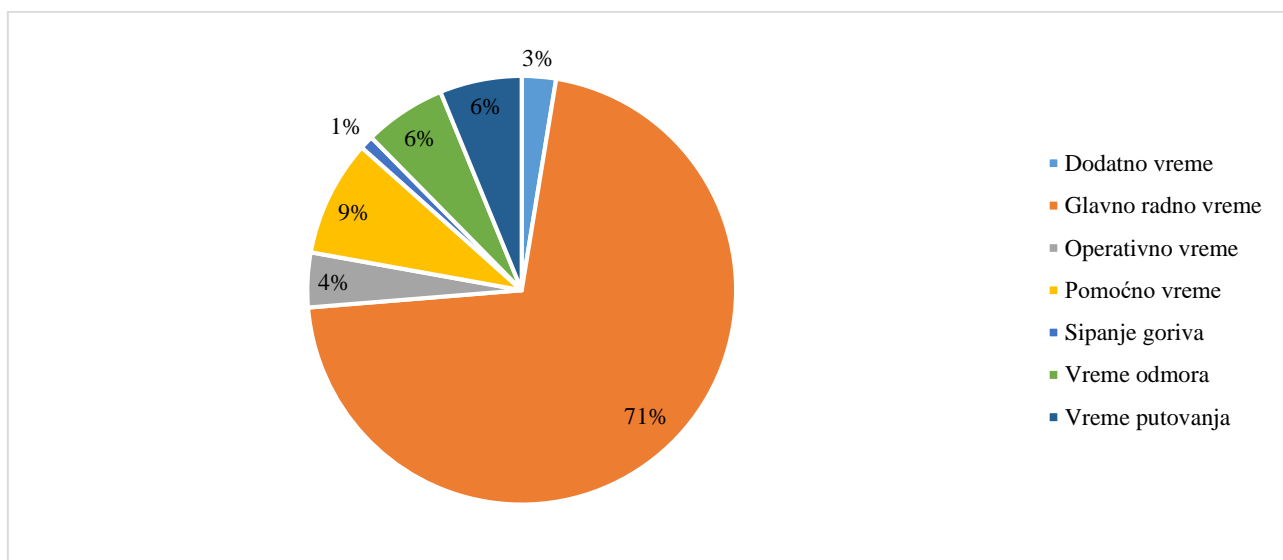


Grafikon 64: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana drugog radnika na OP6 prema Nikoliću (1993)

Na grafikonima 63 i 64 prikazana je struktura vremena prema Nikolić (1993) za prvog i drugog radnika. Na oba grafikonima najveći procenat zauzima vreme osnovnog rada (77% za prvog radnika, odnosno 75% za drugog radnika). Za razliku od prethodnih površina, na ovoj ogleđnoj površini vreme osnovnog rada zauzima oko $\frac{3}{4}$ ukupnog vremena. Na ovoj površini su radila dva radnika u organizacionoj formi rada 2M+0R (oba radnika su imala testere iste snage).

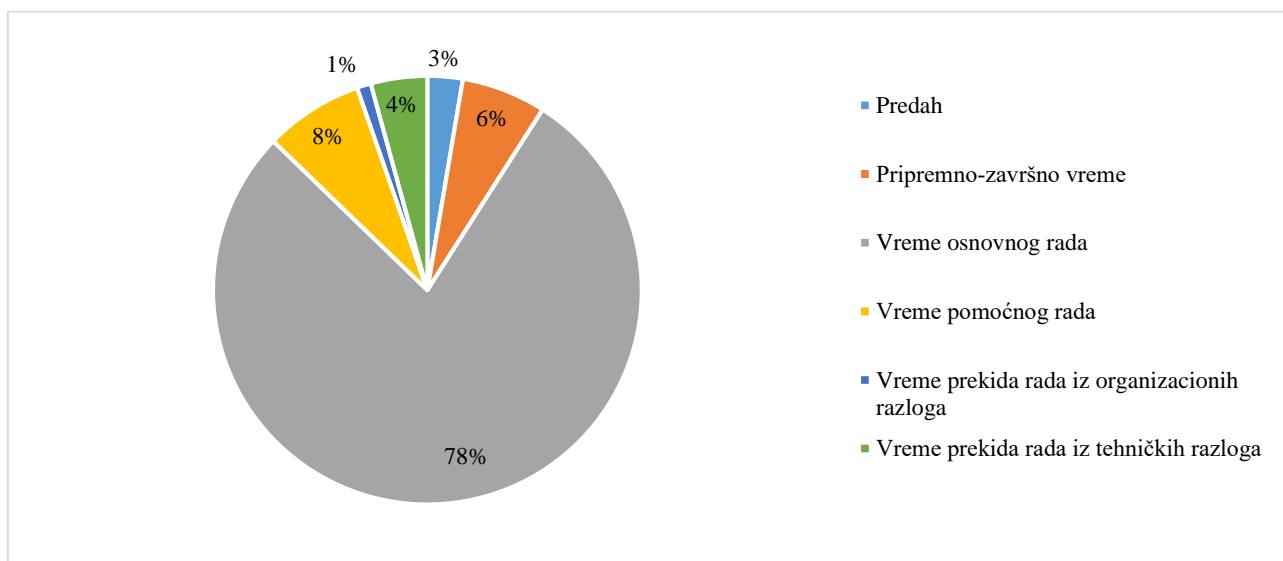


Grafikon 65: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana prvog radnika na OP6 prema IUFRO (1995)

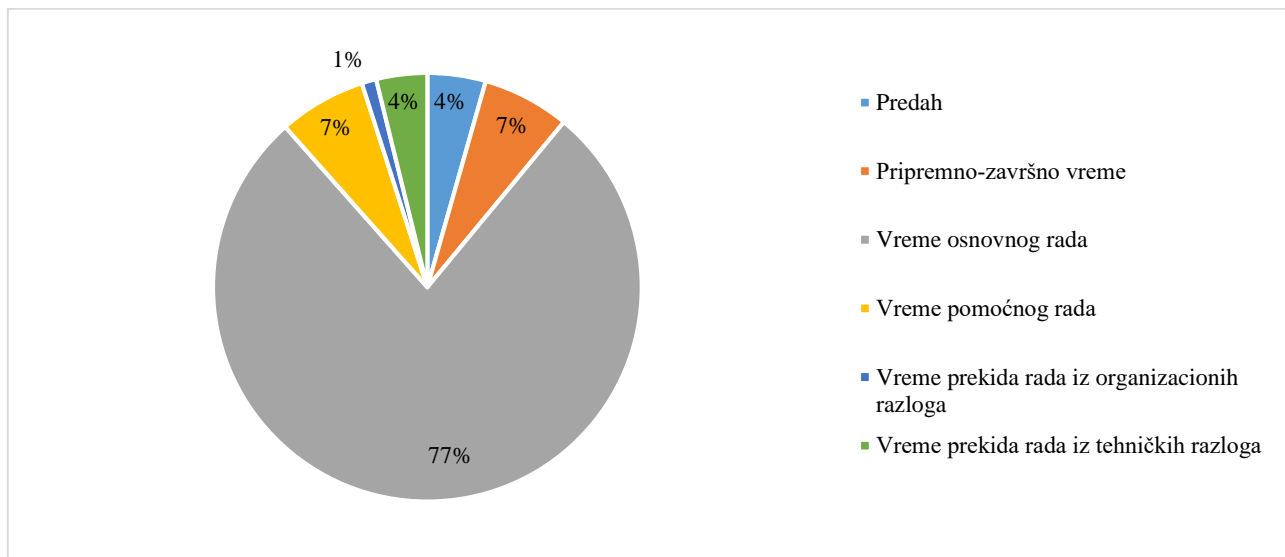


Grafikon 66: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana drugog radnika na OP6 prema IUFRO (1995)

Na grafikonima 65 i 66 prikazana je struktura vremena prema IUFRO (1995) klasifikaciji za prvog i drugog radnika. Na oba grafikona najveći procenat zauzima glavno radno vreme (68% za prvog radnika, a 71% za drugog radnika).

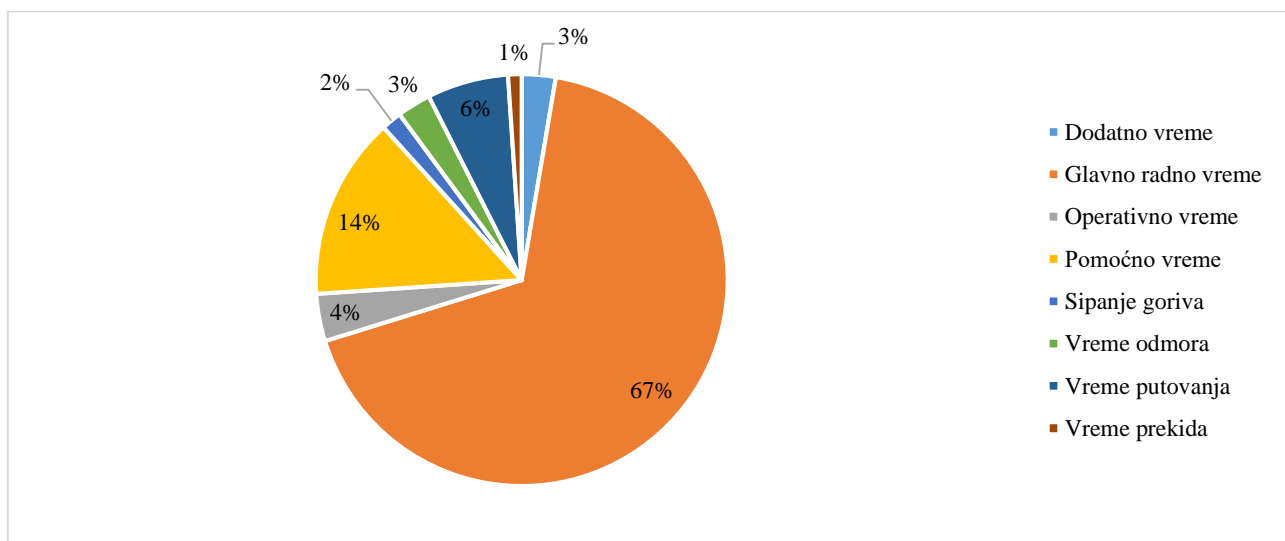


Grafikon 67: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana prvog radnika na OP7 prema Nikoliću (1993)

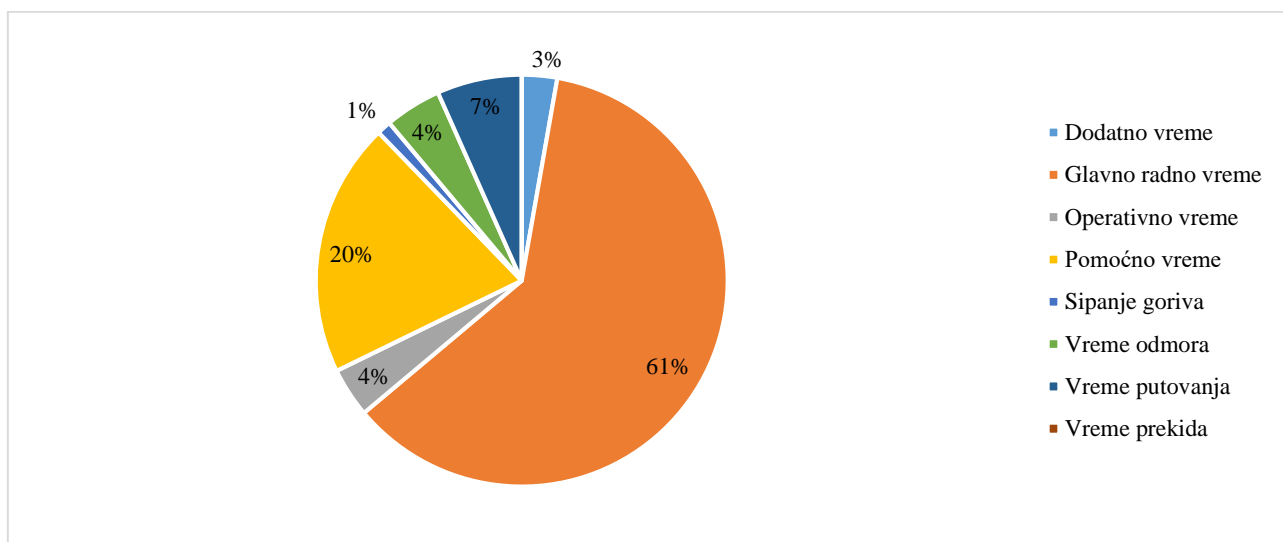


Grafikon 68: Struktura ukupnog vremena trajanja radnog dana drugog radnika na OP7 prema Nikoliću (1993)

Na grafikonima 67 i 68 prikazana je struktura vremena prema Nikoliću (1993) za prvog i drugog radnika na OP7. Kao i na OP6, $\frac{3}{4}$ ukupnog vremena zauzima vreme osnovnog rada (78% za prvog radnika, odnosno 77% za drugog radnika). Na ovoj površini su radila dva radnika u organizacionoj formi rada 2M+0R, s tim što je prvi radnik rukovao testerom veće snage, a drugi radnik testerom manje snage.



Grafikon 69: Struktura ukupnog vremena trajanja prvog radnog dana radnika na OP7 prema IUFRO (1995)



Grafikon 70: Struktura ukupnog vremena trajanja prvog radnog dana radnika na OP7 prema IUFRO (1995)

Na grafikonima 69 i 70 prikazana je struktura vremena prema IUFRO (1995) klasifikaciji za prvog i drugog radnika. Na oba grafikona najveći procenat zauzima glavno radno vreme (67% za prvog radnika, odnosno 61% za drugog radnika).

6.5. UČINCI I NORME RADA

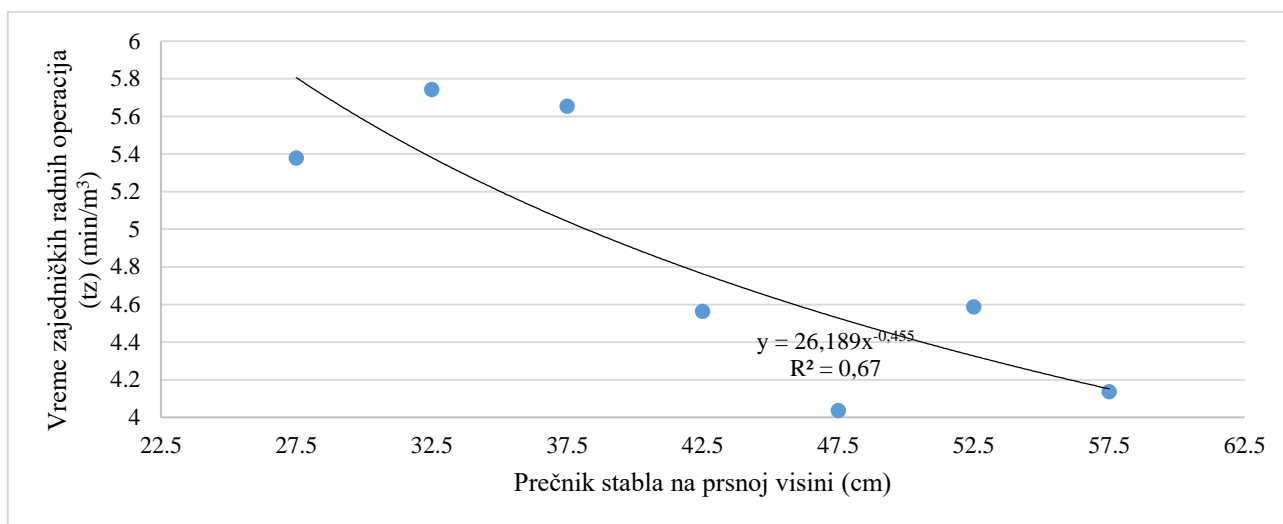
6.5.1. Norme rada po oglednim površinama

Ogledne površine koje su postavljene u ovom istraživanju se razlikuju prema više kriterijuma (vrste drveća, organizaciona forma rada, snaga testere, tip terena – ravničarski ili brdski). Ostvareni učinci su se, u zavisnosti od ogledne površine, kretali od minimalnih 7,05 m³/dan, do 30,12 m³/dan, dok su norme računane prema metodologiji Nikolić (1993) date u nastavku.

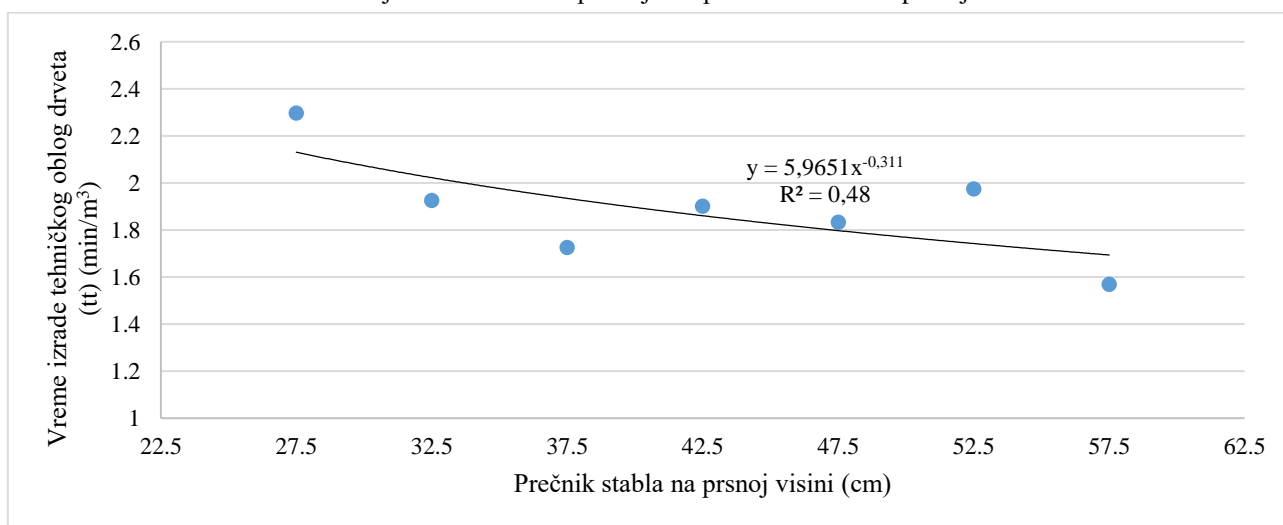
6.5.1.1. Norme rada na OP1

Ogledna površina 1 je bila postavljena u zasadu topole, gde je radio jedan radnik (1M+0R). Na osnovu snimljenih podataka o vremenu trajanja pojedinačnih radnih operacija, izvršeno je grupisanje na vremena zajedničkih radnih operacija, vreme izrade tehničkog oblog drveta i vreme izrade prostornog drveta.

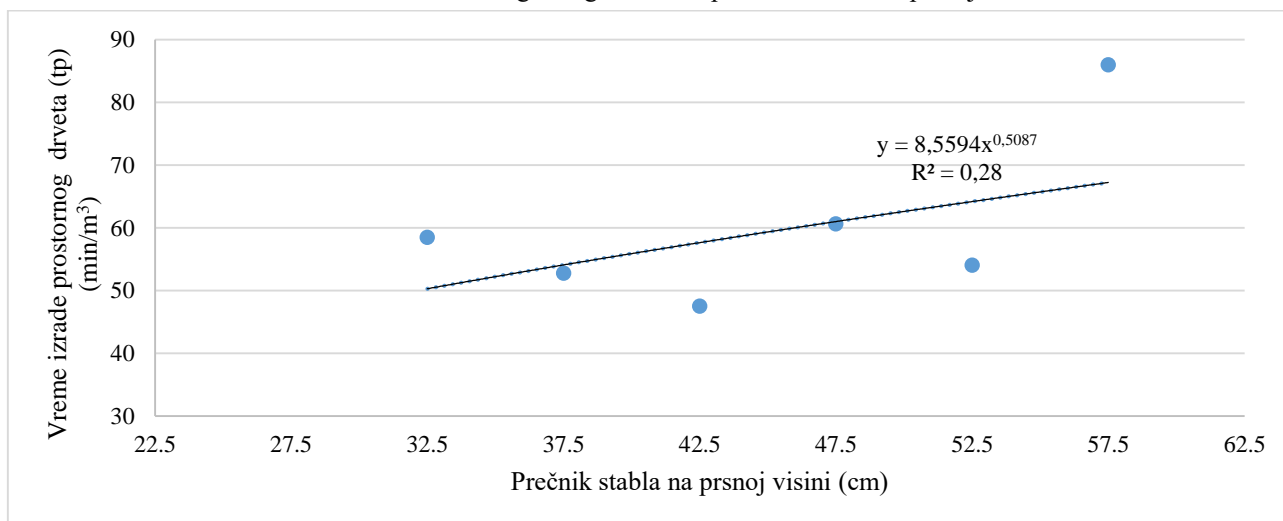
Na grafikonu 71 prikazano je vreme zajedničkih radnih operacija na OP1.



Grafikon 71: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP1



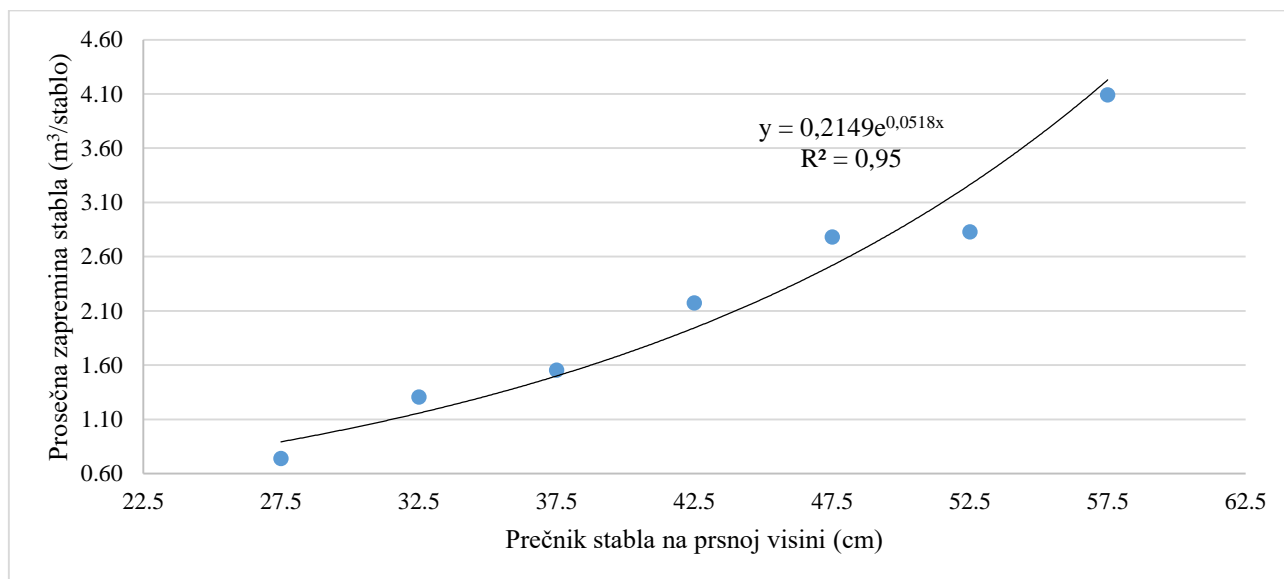
Grafikon 72: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP1



Grafikon 73: Zavisnost vremena izrade prostornog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP1

Na grafikonima 72 i 73 prikazane su vrednosti vremena izrade tehničkog oblog i vreme izrade prostornog drveta sa linijama izravnavanja, odnosno utvrđenim funkcionalnim zavisnostima. Na grafikonu 74 prikazana je prosečna zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP1.

Vreme prelaza na ovoj oglednoj površini bilo je 1,08 min/stablu, dok su ostala vremena iznosila 6,87 min/m³.



Grafikon 74: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP1

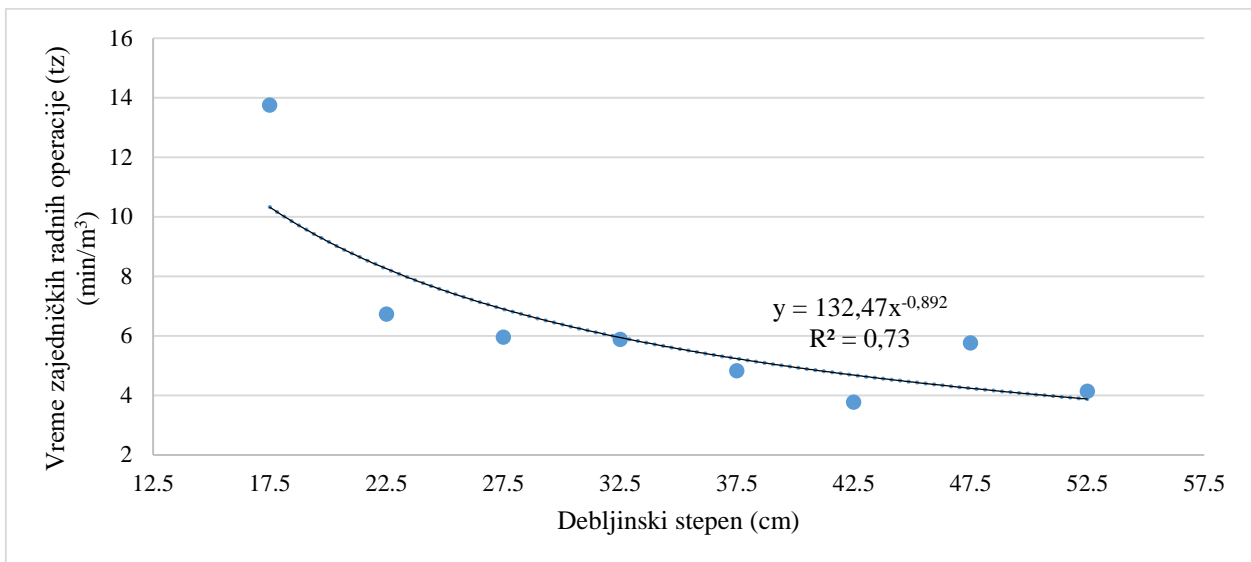
Iz izravnatih vrednosti vremena zajedničkih radnih operacija, vremena izrade tehničkog oblog drveta, vremena izrade prostornog drveta, vremena prelaza i ostalih vremena, izračunate su norme izrade tehničkog oblog drveta i norma izrade prostornog drveta. U tabeli 7 prikazane su posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP1 za debljinske stepene od 27,5 do 57,5 cm. Na ovoj oglednoj površini radio je samo jedan radnik (zasad topole), koji je rukovao motornom testerom Stihl MS 650 čija je snaga motora 4,8 kW.

Tabela 7: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP1

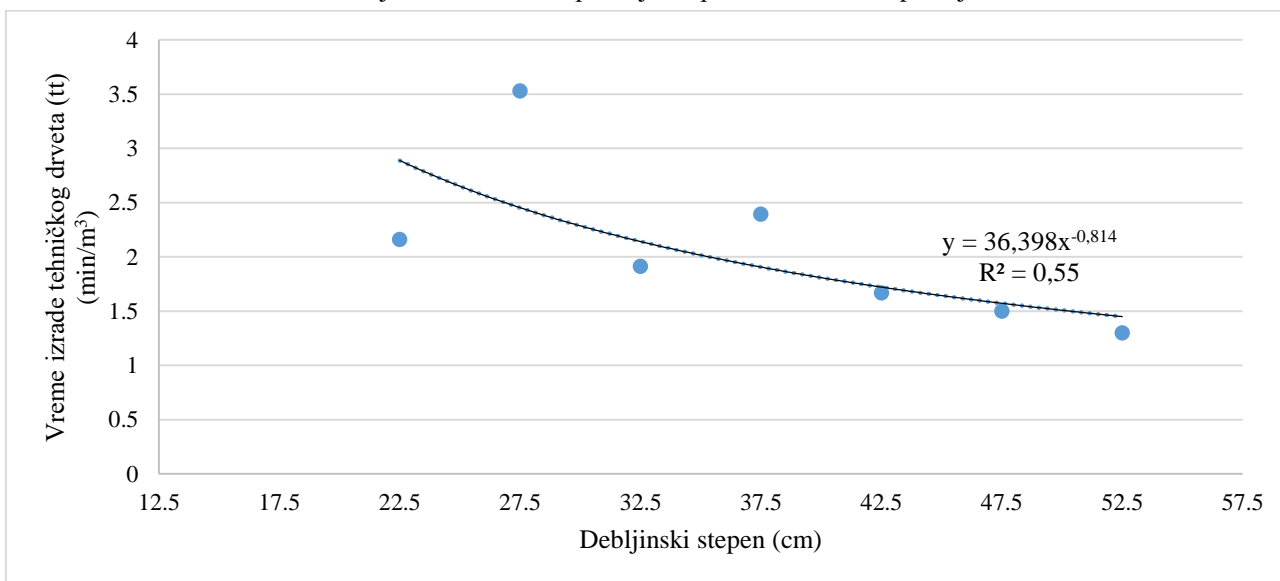
| Debljinski stepen (cm) | Norma tehničkog oblog drveta (m ³ /dan) | Norma prostornog drveta (m ³ /dan) |
|------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 27,5 | 23,81 | 4,08 |
| 32,5 | 25,24 | 4,41 |
| 37,5 | 26,40 | 4,70 |
| 42,5 | 27,35 | 4,98 |
| 47,5 | 28,16 | 5,23 |
| 52,5 | 28,87 | 5,47 |
| 57,5 | 29,49 | 5,69 |

6.5.1.2. Norme rada na OP2

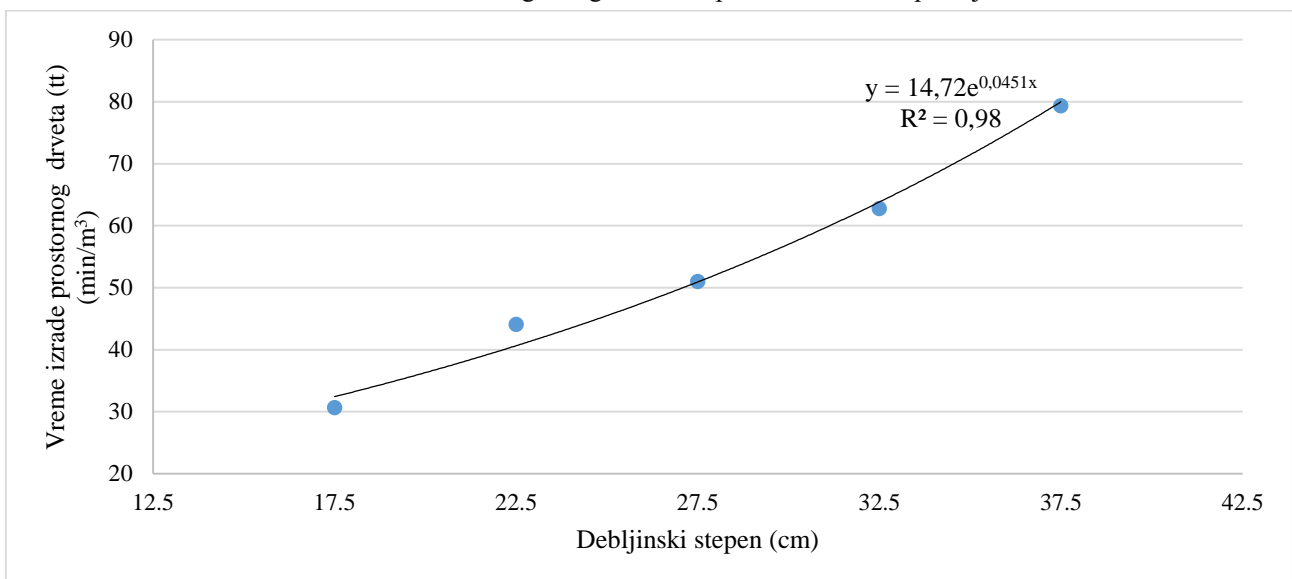
Ova ogledna površina je bila postavljena takođe u zasadu topole, gde je radio jedan radnik (1M+0R), samo za razliku od prethodne ogledne površine, ovde je radnik rukovao testerom manje snage. Na osnovu snimljenih podataka o vremenu trajanja pojedinačnih radnih operacija, izvršeno je grupisanje na vremena zajedničkih radnih operacija, vreme izrade tehničkog oblog drveta i vreme izrade prostornog drveta.



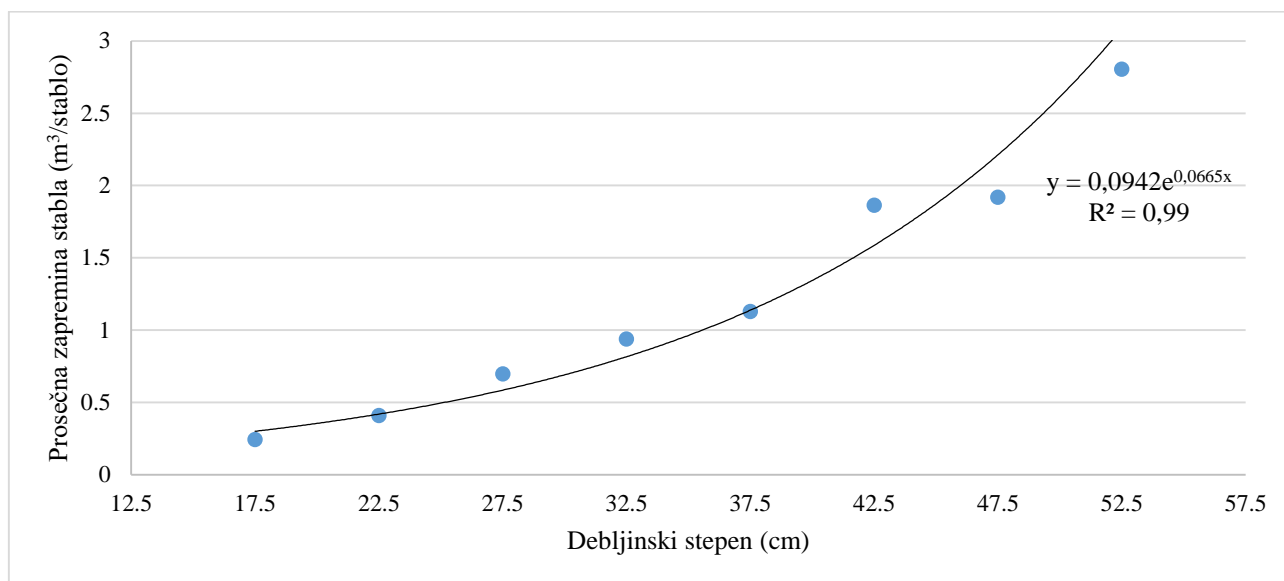
Grafikon 75: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP2



Grafikon 76: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP2



Grafikon 77: Zavisnost vremena izrade prostornog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP2



Grafikon 78: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP2

Na grafikonima 75, 76 i 77 prikazane su vrednosti vremena zajedničkih radnih operacija, odnosno vreme izrade tehničkog oblog i vreme izrade prostornog drveta sa linijama izravnjanja, odnosno utvrđenim funkcionalnim zavisnostima na OP2. Na grafikonu 78 prikazana je prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP2.

Vreme prelaza na ogleđnoj površini 2 iznosilo je 1,31 min/stablu, dok su ostala vremena iznosila 7,49 min/m³.

Tabela 8: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP2

| Debljinski stepen | Norma tehničkog oblog drveta (m ³ /dan) | Norma prostornog drveta (m ³ /dan) |
|-------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 17,5 | 14,88 | 2,28 |
| 22,5 | 17,59 | 2,79 |
| 27,5 | 20,05 | 3,40 |
| 32,5 | 22,26 | 4,10 |
| 37,5 | 24,24 | 4,87 |
| 42,5 | 25,99 | 5,68 |
| 47,5 | 27,53 | 6,45 |
| 52,5 | 28,89 | 7,02 |

U tabeli 8 prikazane su posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP2 za debljinske stepene od 17,5 do 52,5 cm u zasadu topole. Na ovoj ogleđnoj površini radio je samo jedan radnik, koji je rukovao motornom testerom Stihl MS 361 čija je snaga motora 3,4 kW.

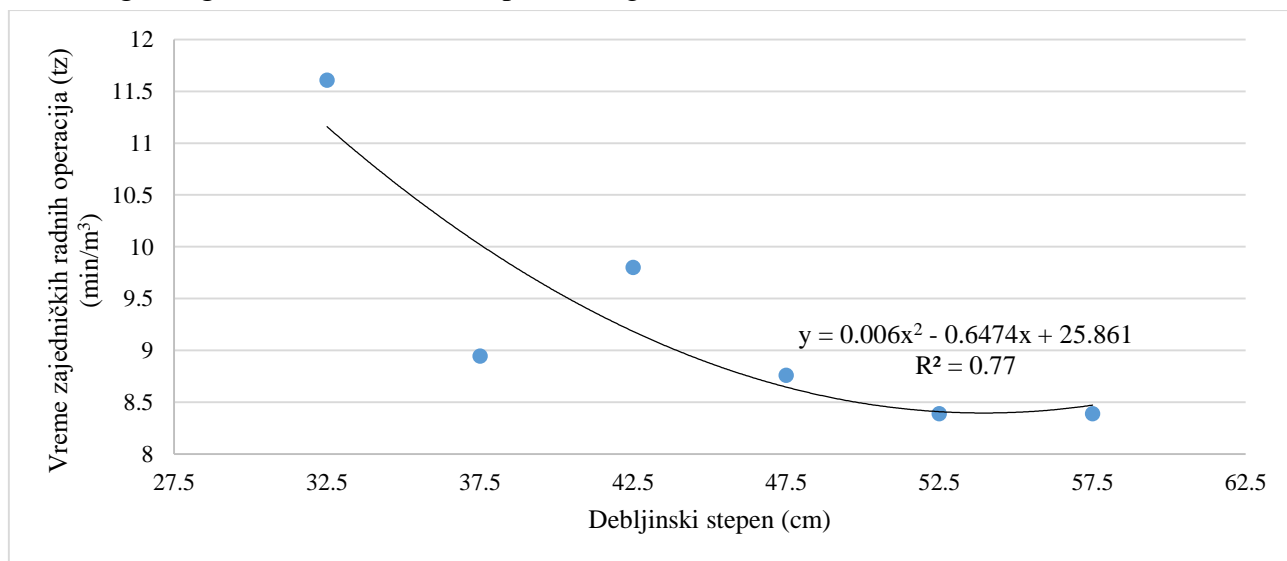
Tabela 9: Statistička analiza utvrđivanja razlika između normi na OP1 i OP2

| Analiza varijanse: Jednofaktorska analiza | | | | | | |
|-------------------------------------------|-------|----|------|------|---------|--------|
| Izvori varijacije | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
| Između grupa | 9,85 | 1 | 9,85 | 1,35 | 0,27 | 4,96 |
| U okviru grupa | 72,77 | 10 | 7,28 | | | |
| Ukupno | 82,62 | 11 | | | | |

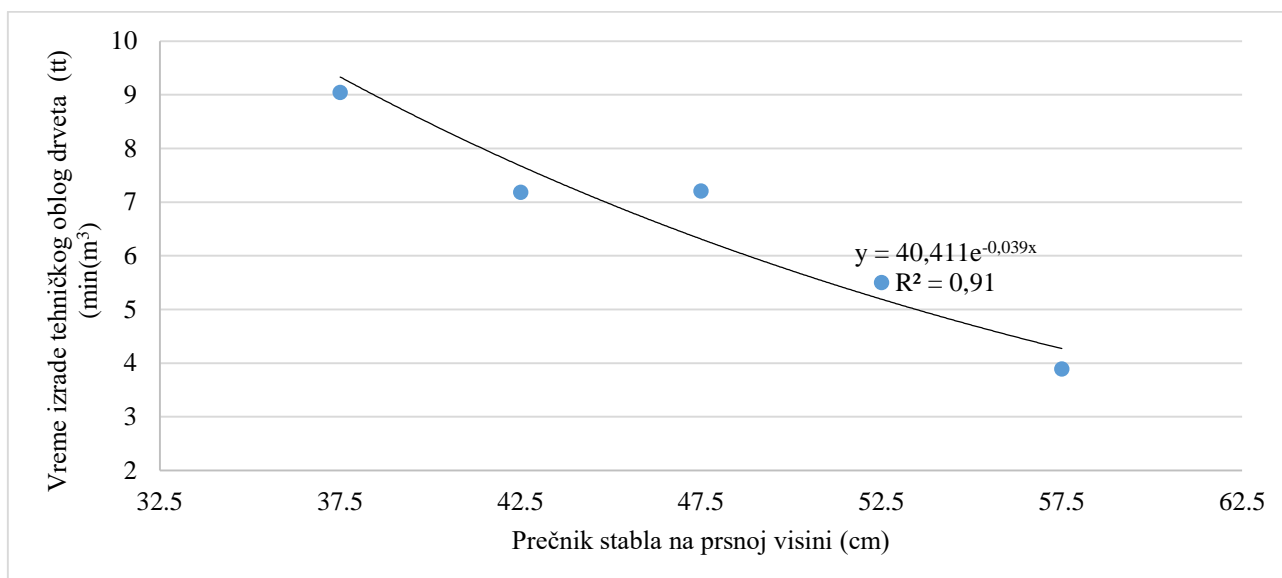
Ogledne površine 1 i 2 su bile postavljene u zasadima topola. Na obe ogledne površine je radio samo jedan radnik bez pomoćnika (1M+0R), i to na prvoj motornom testerom Stihl snage 4,8 kW, a na drugoj snage 3,4 kW. Statistička analiza je pokazala da ne postoje statistički značajne razlike između normi na OP1 i OP2 ($F = 1,35$; $P\text{-value} = 0,27$; $F\text{ crit} = 4,96$ (Tabela 9), odnosno da snaga motorne testere u ovom slučaju nije imala uticaj na produktivnosti radnika u zasadima topole (budući da je izračunata vrednost F statistike manja od kritične vrednosti) odnosno, ne postoji statistički značajan uticaj snage motorne testere na produktivnost. Takođe, p-vrednost od 0,27 ukazuje na to da ne postoji statistički značajna razlika između grupa.

6.5.1.3. Norme rada na OP3

Na ovoj površini su radila dva radnika u organizacionoj formi rada 1M+1R. Kao i na prethodnim oglednim površinama, na osnovu snimljenih podataka o vremenu trajanja pojedinačnih radnih operacija, izvršeno je grupisanje na vremena zajedničkih radnih operacija, vreme izrade tehničkog oblog drveta i vreme izrade prostornog drveta.

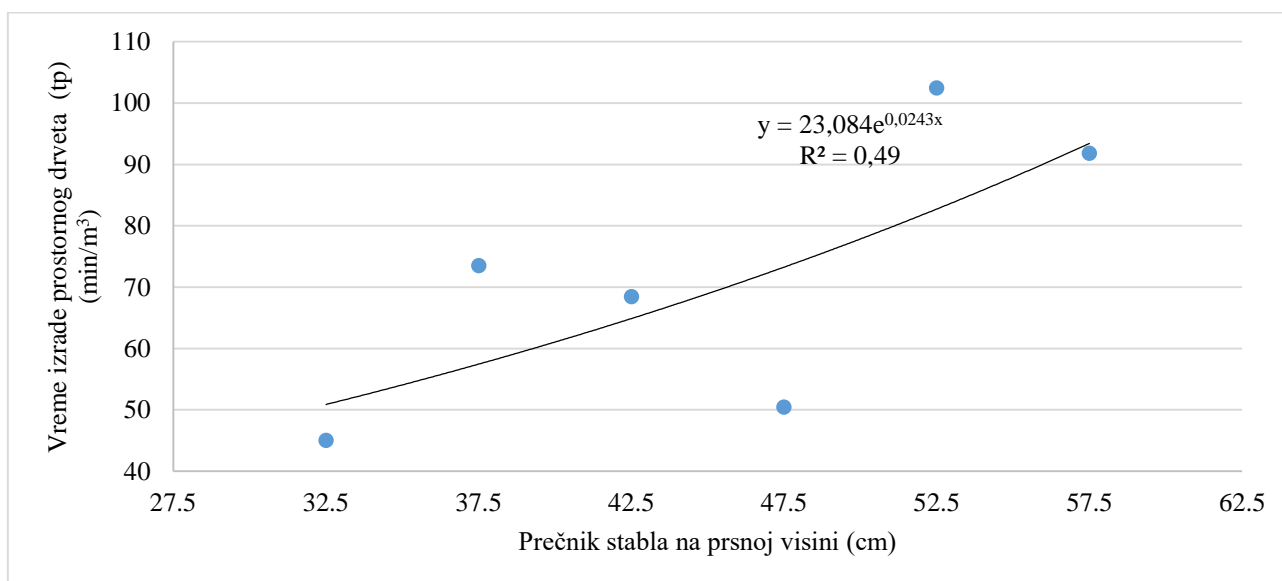


Grafikon 79: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP3

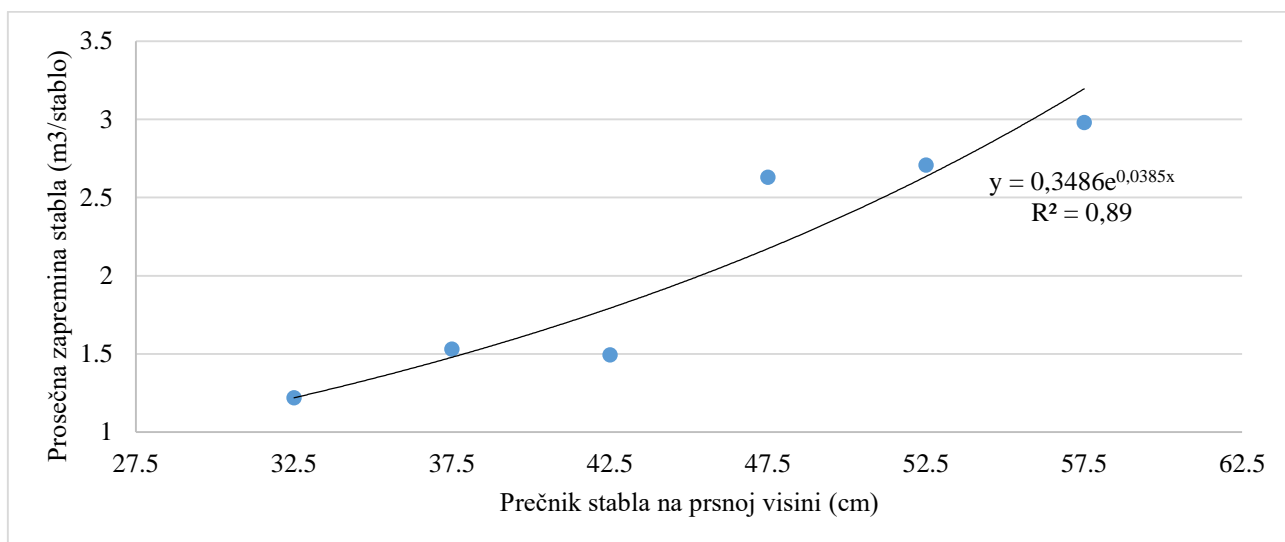


Grafikon 80: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP3

Na grafikonima 79, 80 i 81 prikazane su vrednosti vremena zajedničkih radnih operacija, odnosno vreme izrade tehničkog oblog i vreme izrade prostornog drveta sa linijama izravnjanja, odnosno utvrđenim funkcionalnim zavisnostima na OP3. Na grafikonu 82 prikazana je prosečna zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP3.



Grafikon 81: Zavisnost vremena izrade prostornog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP3



Grafikon 82: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP3

U tabeli 10 prikazane su posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP3 za debljinske stepene od 32,5 do 57,5 cm.

Tabela 10: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP3

| Debljinski stepen | Norma tehničkog oblog drveta (m³/dan) | Norma prostornog drveta (m³/dan) |
|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 32,5 | 10,19 | 3,57 |
| 37,5 | 11,26 | 3,65 |
| 42,5 | 12,27 | 3,72 |
| 47,5 | 13,17 | 3,77 |
| 52,5 | 13,90 | 3,80 |
| 57,5 | 14,42 | 3,83 |

Na ogleđnoj površini 3, koja je postavljena u zasadu topole, radila je grupa radnika, u organizacionoj formi 1M+1R. Radnik koji je rukovao motornom testerom koristio je testeru Stihl MS 361 snage 3,4 kW, dok je drugi radnik obavljao samo poslove koji ne zahtevaju rukovanje motornom testerom.

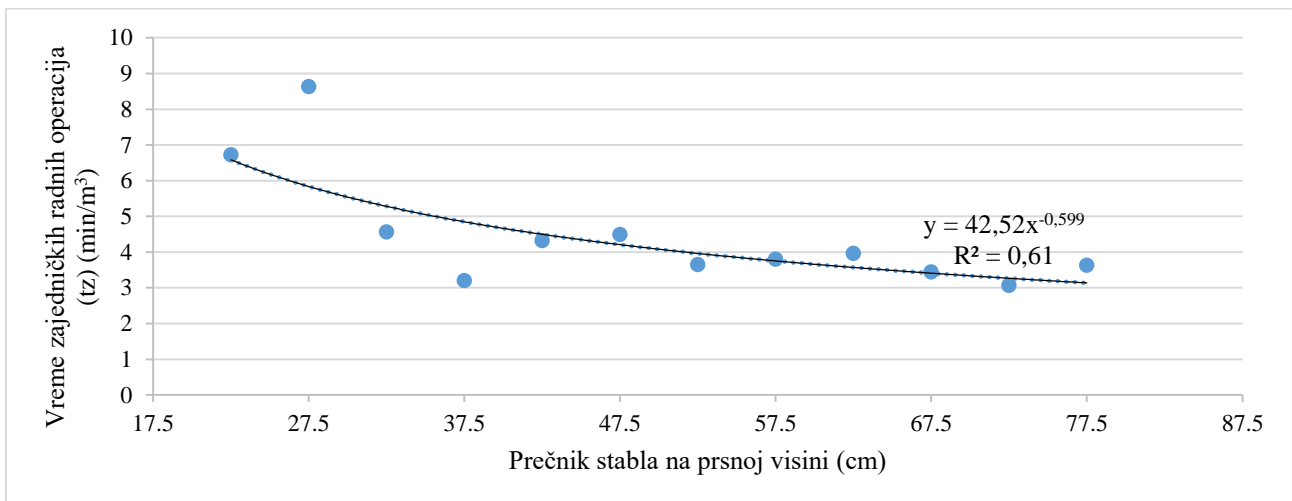
Tabela 11: Statistička analiza utvrđivanja razlika između normi na OP2 i OP3

| | Variabla 1 | Variabla 2 |
|------------------------------------------|------------|------------|
| Srednja vrednost | 25,78 | 12,16 |
| Variance | 6,88 | 2,19 |
| Observations | 5,00 | 5,00 |
| Hypothesized Srednja vrednost Difference | 0,00 | |
| df | 6,00 | |
| t Stat | 10,12 | |
| P(T<=t) one-tail | 0,00 | |
| t Critical one-tail | 1,94 | |
| P(T<=t) two-tail | 0,00 | |
| t Critical two-tail | 2,45 | |

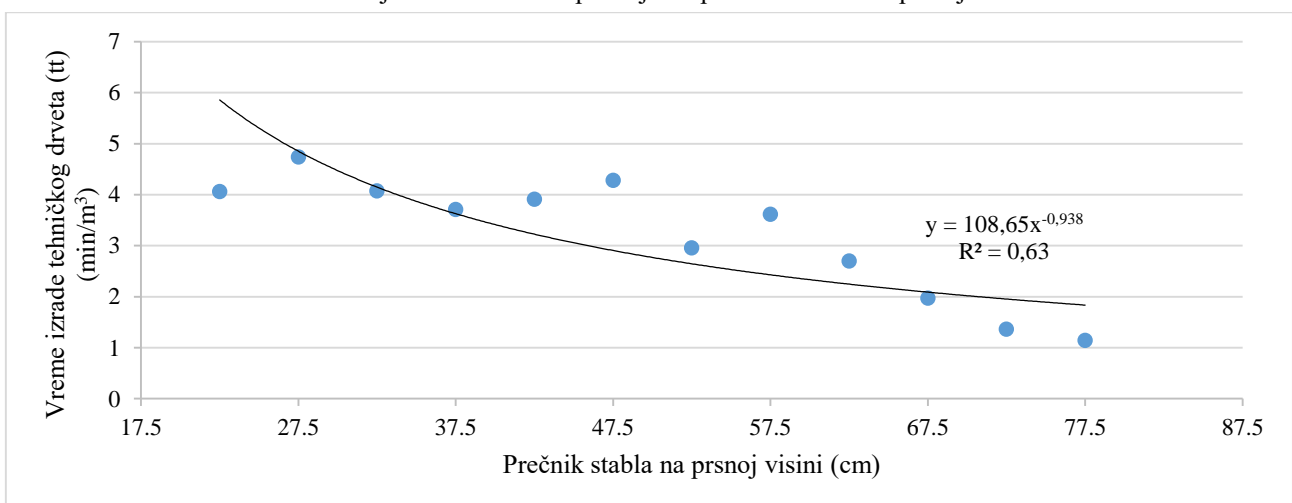
Ogledne površine 2 i 3 su bile postavljene u zasadima topola. Na OP2 je radio jedan radnik bez pomoćnika (1M+0R), motornom testerom snage 3,4 kW, dok su na OP3 radila dva radnika zajedno u organizacionoj formi 1M+1R. Prvi radnik u drugoj organizacionoj formi je rukovao testerom iste snage kao na OP1 (3,4 kW). Ovde je primenjen Welch-ov t-test. Statistička analiza je pokazala da na nivou značajnosti 0,05 postoje statistički značajne razlike između normi na OP2 i OP3 (Tabela 11), odnosno da organizaciona forma rada ima uticaj na normu seče stabala i izrade drvnih sortimenata u zasadu topole.

6.5.1.4. Norme rada na OP4

Ogledna površina 4 bila je postavljena u sastojini hrasta, gde su radila dva radnika u organizacionoj formi rada 2M+0R. Ova dva radnika su radila u modifikovanoj formi rada 2M+0R, s obzirom na to da su bili zajedno samo prilikom obaranja stabla, a onda je svaki od njih nastavljao rad na „svom“ stablu. Kao i na prethodnim oglednim površinama, na osnovu snimljenih podataka o vremenu trajanja pojedinačnih radnih operacija, izvršeno je grupisanje na vremena zajedničkih radnih operacija, vreme izrade tehničkog oblog drveta i vreme izrade prostornog drveta.

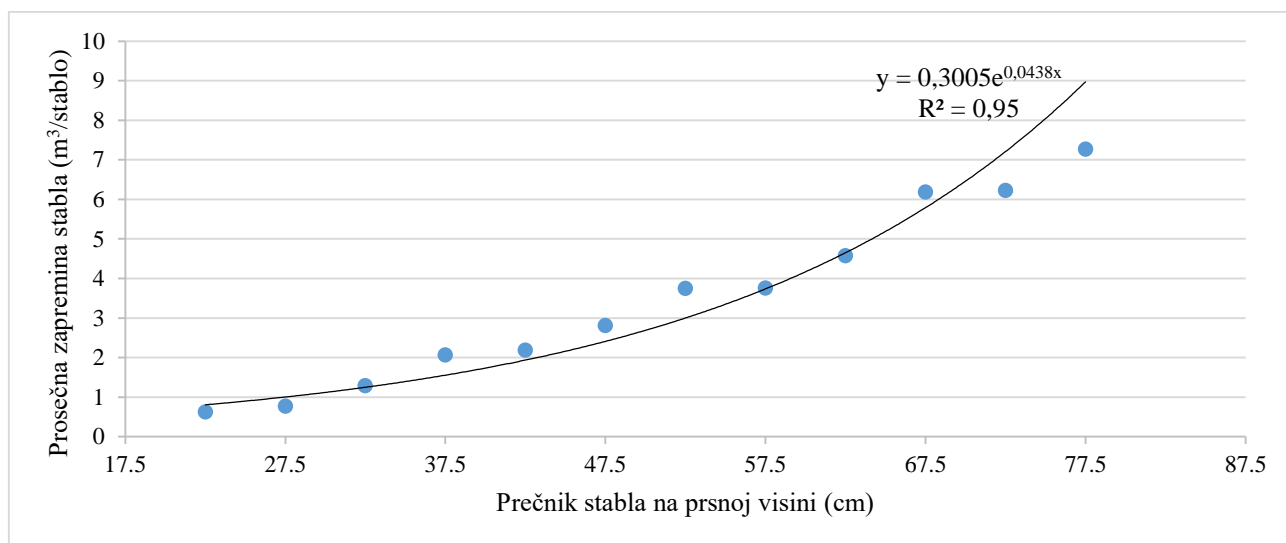


Grafikon 83: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP4



Grafikon 84: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP4

Na grafikonima 83 i 84 prikazane su vrednosti vremena zajedničkih radnih operacija, odnosno vreme izrade tehničkog oblog drveta sa linijama izravnjanja i utvrđenim funkcionalnim zavisnostima na OP4. Na grafikonu 85 prikazana je prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP4. Ova ogledna površina je postavljena u sastojini hrasta, gde je vršena proredna seča.



Grafikon 85: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP4

U tabeli 12 prikazane su posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP4 za debljinske stepene od 22,5 do 77,5 cm.

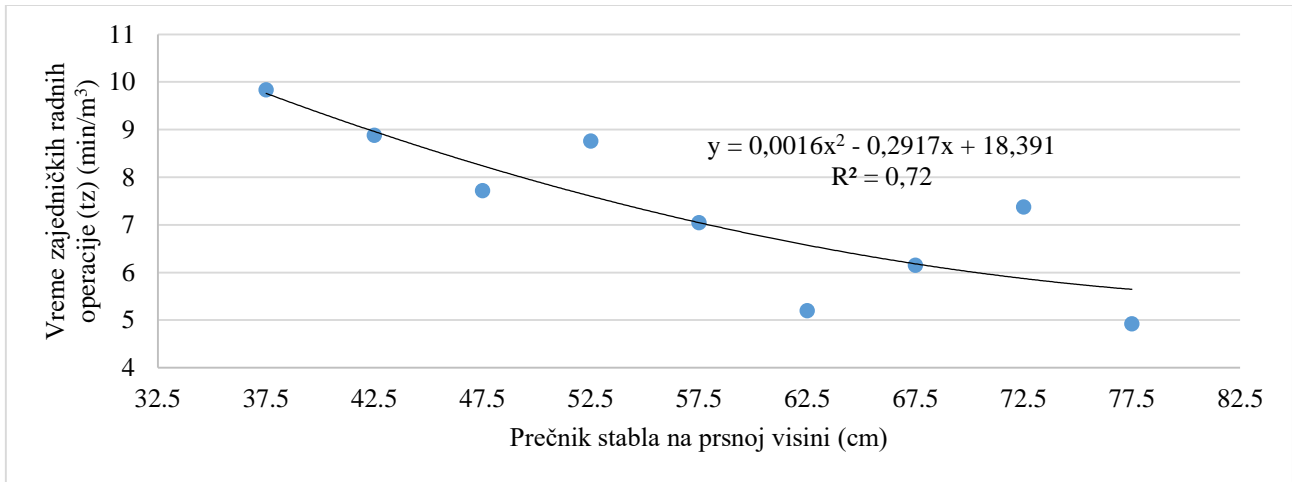
Tabela 12: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP4

| Debljinski stepen | Norma tehničkog oblog drveta (m³/dan) | Norma prostornog drveta (m³/dan) |
|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 22,5 | 19,30 | 7,48 |
| 27,5 | 21,61 | 8,00 |
| 32,5 | 23,57 | 8,43 |
| 37,5 | 25,27 | 8,81 |
| 42,5 | 26,75 | 9,15 |
| 47,5 | 28,07 | 9,46 |
| 52,5 | 29,25 | 9,74 |
| 57,5 | 30,31 | 10,00 |
| 62,5 | 31,28 | 10,24 |
| 67,5 | 32,17 | 10,47 |
| 72,5 | 32,99 | 10,68 |
| 77,5 | 33,74 | 10,88 |

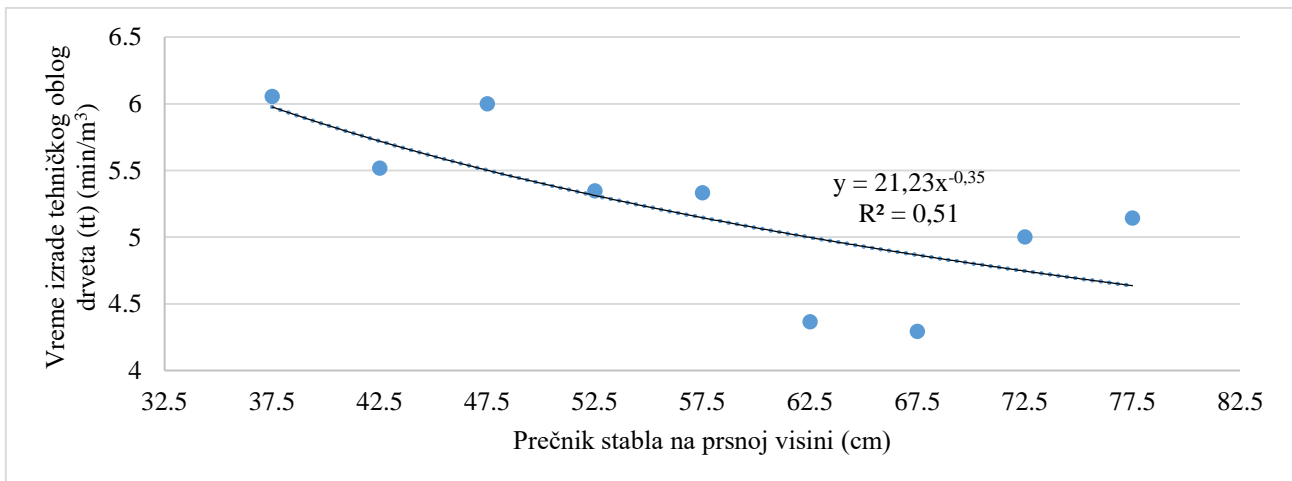
6.5.1.5. Norme rada na OP5

Ogledna površina 5 bila je postavljena u zasadu topole. Međutim, na ovoj oglednoj površini su radila dva radnika u organizacionoj formi rada 2M+0R. Ova dva radnika su radila u modifikovanoj

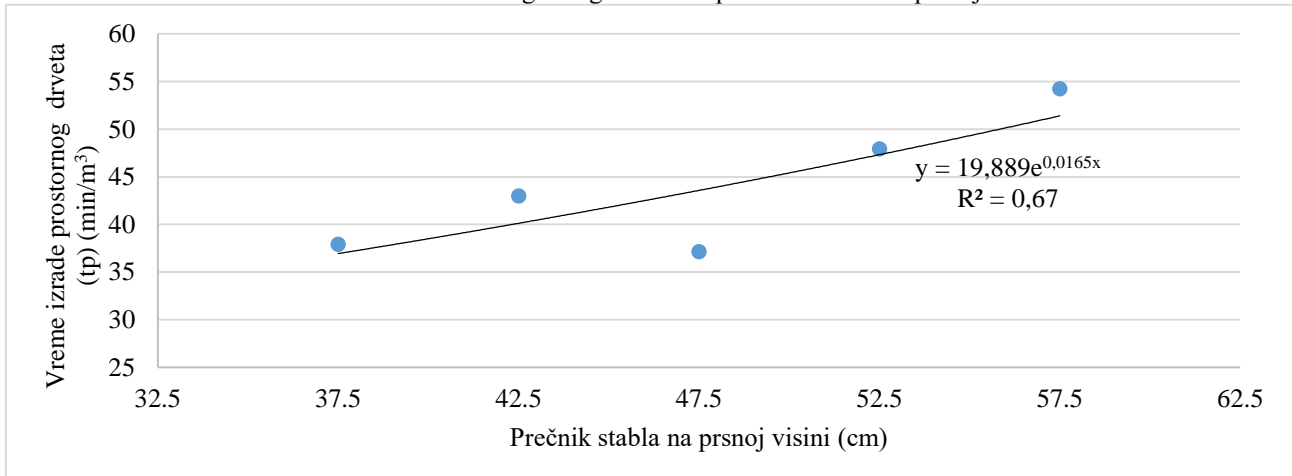
formi rada 2M+0R, s obzirom na to da su bili zajedno samo prilikom obaranja stabla, a onda je svaki od njih nastavljao rad na posebnom stablu. Kao i na prethodnim oglednim površinama, na osnovu snimljenih podataka o vremenu trajanja pojedinačnih radnih operacija, izvršeno je grupisanje vremena.



Grafikon 86: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP5



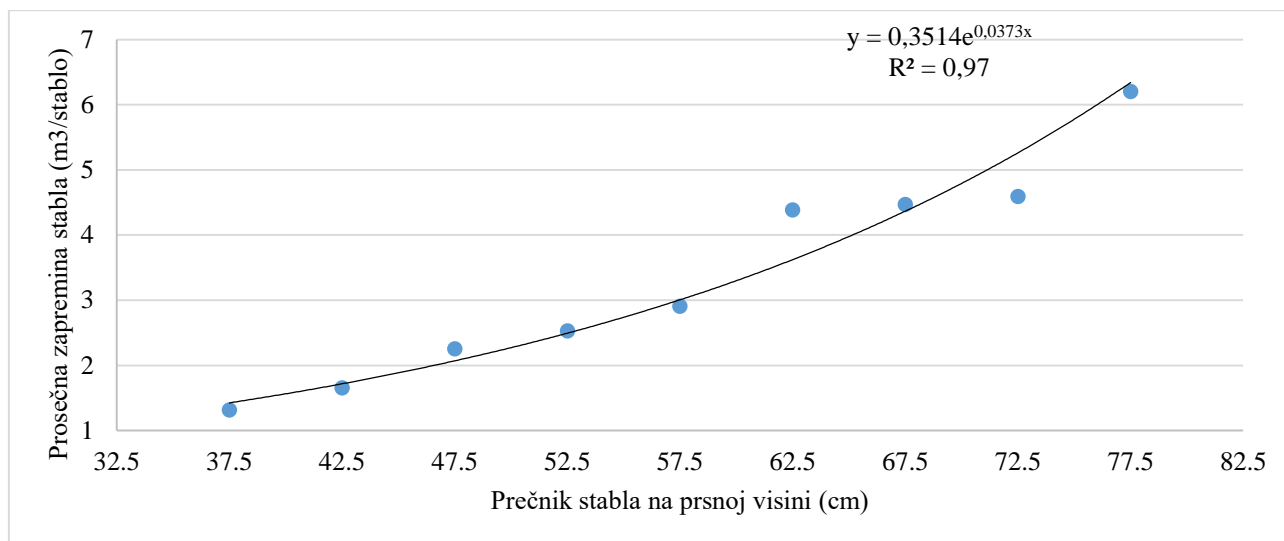
Grafikon 87: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP5



Grafikon 88: Zavisnost vremena izrade prostornog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP5

Na grafikonima 86, 87 i 88 prikazane su vrednosti vremena zajedničkih radnih operacija, odnosno vreme izrade tehničkog oblog i vreme izrade prostornog drveta sa linijama izravnjanja,

odnosno utvrđenim funkcionalnim zavisnostima na OP5. Na grafikonu 89 prikazana je prosečna zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP5.



Grafikon 89: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP5

U tabeli 13 prikazane su posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP5, za debljinske stepene od 37,5 do 77,5 cm

Tabela 13: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP5

| Debljinski stepen | Norma tehničkog oblog drveta (m³/dan) | Norma prostornog drveta (m³/dan) |
|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 37,5 | 16,72 | 6,49 |
| 42,5 | 17,75 | 6,69 |
| 47,5 | 18,76 | 6,88 |
| 52,5 | 19,75 | 7,06 |
| 57,5 | 20,70 | 7,22 |
| 62,5 | 21,60 | 7,37 |
| 67,5 | 22,42 | 7,50 |
| 72,5 | 23,15 | 7,62 |
| 77,5 | 23,78 | 7,73 |

Na oglednim površinama 4 i 5 su radila dva radnika, i koristili su testere iste snage, s tim što je ogledana površina 4 bila sastojina hrasta, dok je ogledna površina 5 bila postavljena u zasadu topole. Na ove površine su radnici rukovali istim testerama. Primenjen je Welch-ov t-test. Analiza je pokazala da postoje statistički značajne razlike na nivou značajnosti od 0,05 između normi tehničkog oblog drveta na OP4 i OP5 (Tabela 14). Vrednost t-Stat je 6,994 i p-vrednost je manja od 0,05, što znači da možemo da odbacimo nultu hipotezu i zaključimo da postoji značajna razlika između grupa. Ovo se može zaključiti i na temelju toga što je vrednost t-Stat veća od kritične vrednosti t-Critical two-tail.

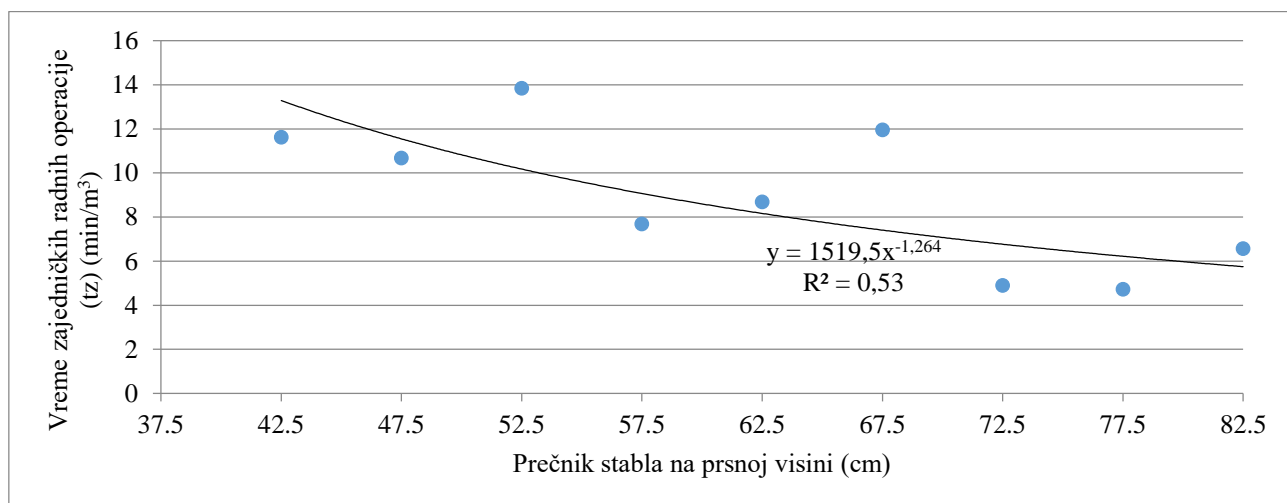
Tabela 14: Statistička analiza utvrđivanja razlika između normi na OP4 i OP5

| Variable 1 | Variable 2 |
|------------|------------|
|------------|------------|

| | | |
|-------------------------------------------------|-------|-------|
| Srednja vrednost | 29,57 | 20,51 |
| Variance | 9,08 | 6,01 |
| Observations | 9,00 | 9,00 |
| Hypothesized Srednja vrednost Difference | 0,00 | |
| df | 15,00 | |
| t Stat | 6,99 | |
| P(T<=t) one-tail | 0,00 | |
| t Critical one-tail | 1,75 | |
| P(T<=t) two-tail | 0,00 | |
| t Critical two-tail | 2,13 | |

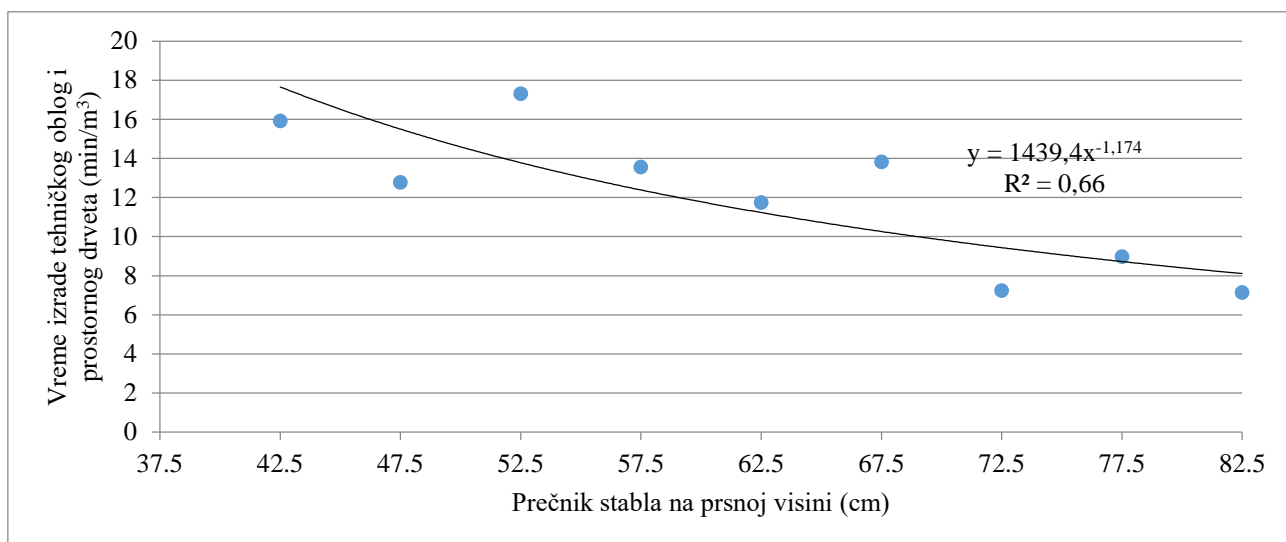
6.5.1.6. Norme rada na OP6

Ogledna površina 6 bila je postavljena u prebirnoj sastojini bukve i jele. Na ovoj oglednoj površini su radila dva radnika u organizacionoj formi rada 2M+0R, obojica testerom Stihl, snage 3,9 kW. S obzirom da je na ovoj površini izrađivano tehničko oblo drvo i višemetarsko ogrevno drvo, vreme izrade tehničkog oblog i prostornog drveta nije dato zasebno kao na prethodnim površinama, gde je izrađivano klasično ogrevno drvo, već je dato zbirno.

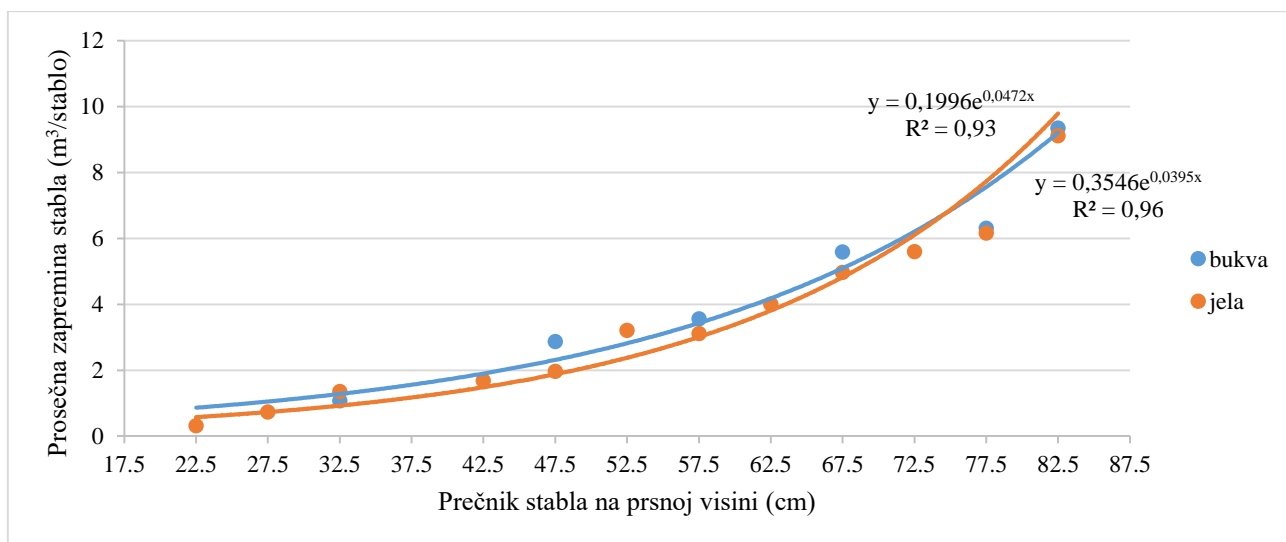


Grafikon 90: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visnini na OP6

Na grafikonima 90 i 91 prikazane su vrednosti vremena zajedničkih radnih operacija, odnosno vreme izrade tehničkog oblog i prostornog drveta sa linijama izravnjanja, odnosno utvrđenim funkcionalnim zavisnostima na OP6. Na grafikonu 92 prikazana je prosečna zapremina stabla po debljinskim stepenima i po vrstama drveća na OP6.



Grafikon 91: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog i višemetarskog ogrevnog drveta po debljinskim stepenima na OP6



Grafikon 92: Prosečna neto zapremina stabla po debljinskim stepenima na OP6

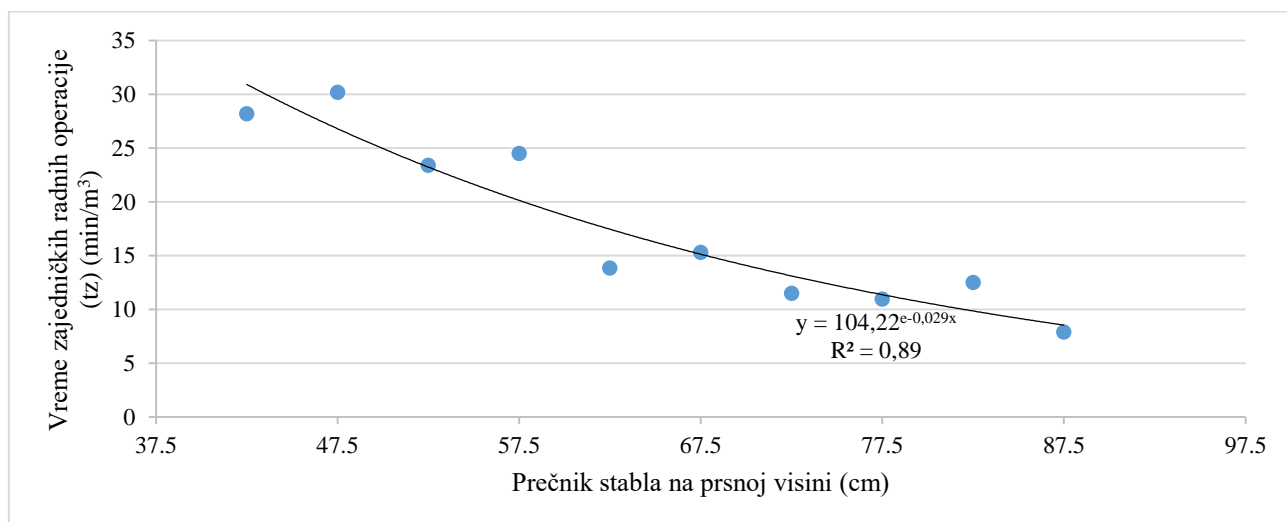
U tabeli 15 prikazane su posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP6. S obzirom da je na ovoj površini izrađivano tehničko oblo i višemetarsko ogrevno drvo, koje izgleda isto kao tehničko oblo drvo, samo je manjih dimanzija, norme su objedinjene. Kao što se može videti iz ove tabele, norme za jelu su bile veće od normi za bukvu za nešto manje od 20% kod nižih debljinskih stepeni (od 32,5-47,5 cm), odnosno manje od 10% kod viših debljinskih stepeni (od 67,5-82,5 cm).

Tabela 15: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP6

| Debljinski stepen (cm) | Bukva | Jela |
|---------------------------|-----------------------|-------|
| | (m ³ /dan) | |
| 32,5 | 17,04 | 21,46 |
| 37,5 | 18,89 | 23,52 |
| 42,5 | 20,73 | 25,27 |
| 47,5 | 22,43 | 26,8 |
| 52,5 | 24,02 | 28,16 |
| 57,5 | 25,5 | 29,38 |
| 62,5 | 26,89 | 30,48 |
| 67,5 | 28,21 | 31,49 |
| 72,5 | 29,44 | 32,43 |
| 77,5 | 30,62 | 33,3 |
| 82,5 | 31,73 | 34,12 |

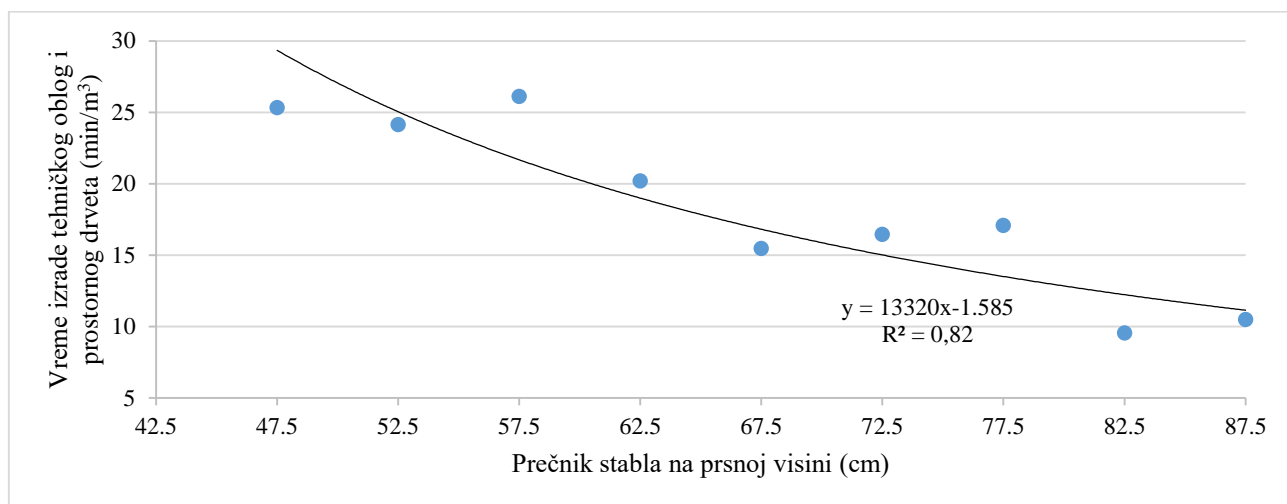
6.5.1.7. Norme rada na OP7

Ogledna površina 7 takođe je bila postavljena u prebornoj sastojini bukve i jele. Na ovoj oglednoj površini su radila dva radnika u organizacionoj formi rada 2M+0R, s tim što je jedan radnik rukovao testerom Husqvarna snage 3,9 kW, dok je drugi rukovao testerom snage 2,5 kW. S obzirom da je na ovoj površini izrađivano tehničko oblo drvo i višemetarsko ogrevno drvo, vreme izrade tehničkog oblog i prostornog drveta nije dato zasebno kao na prethodnim površinama, gde je izrađivano klasično ogrevno drvo, već je dato zbirno (kao i na OP6).

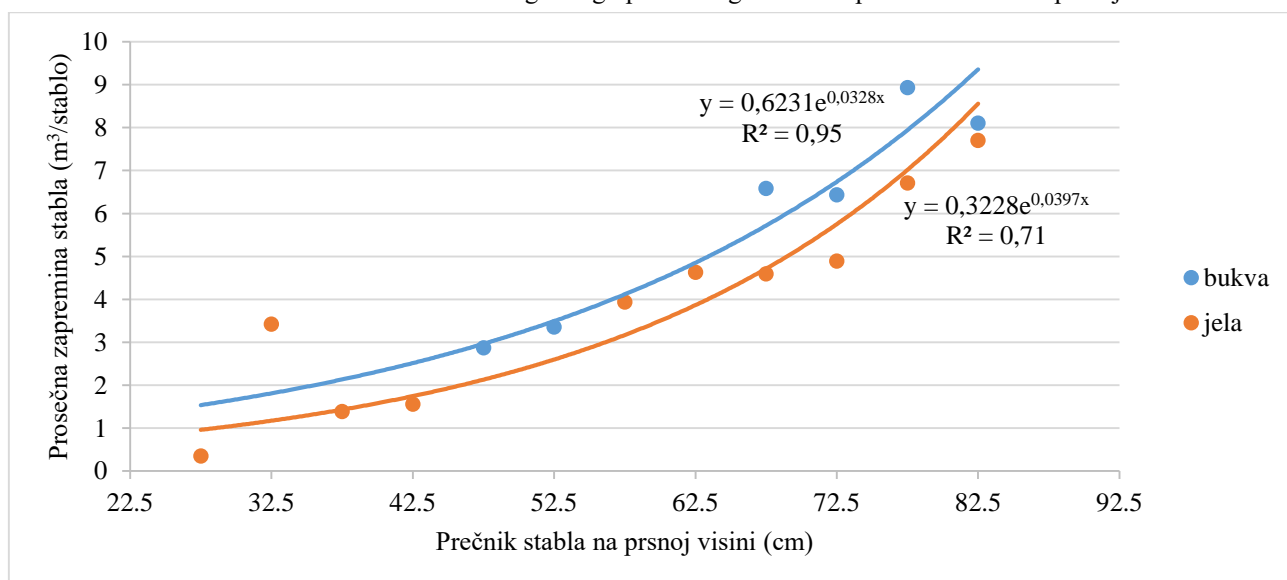


Grafikon 93: Zavisnost vremena zajedničkih radnih operacija od prečnika stabla na prsnoj visini na OP7

Na grafikonima 93 i 94 prikazane su vrednosti vremena zajedničkih radnih operacija, odnosno vreme izrade tehničkog oblog i vreme izrade prostornog drveta sa linijama izravnavanja i funkcijama po kojima su te krive povučene na OP7, dok je na grafikonu 95 prikazana prosečna zapremina stabala bukve i jele po debljinskim stepenima za ovu oglednu površinu.



Grafikon 94: Zavisnost vremena izrade tehničkog oblog i prostornog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini na OP7



Grafikon 95: Prosečna neto zapremina stabala po debljinskim stepenima na OP7

U tabeli 16 prikazane su posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP7. Kao i na prethodnoj površini, norme za tehničko oblo i prostorno drvo su objedinjene. Takođe, norme za jelu su bile veće od normi za bukvu kod debljinskih stepeni od 32,5-67,5 cm, dok su norme za bukvu bile veće kod većih debljinskih stepeni (72,5-82,5 cm).

Analizom varijanse (Tabela 17) je utvrđeno da ne postoje statistički značajne razlike u normama na OP6 i OP7 za norme za uzradu tehničkog oblog i prostornog drveta bukve ($F = 0,52$, $p = 0,48$, $F_{crit} = 4,35$), dok za norme za tehničko oblo drvo jele postoje statistički značajne razlike u normi između oglednih površina ($p = 0,02$). To znači da organizaciona forma rada ima uticaj na norme tehničkog oblog drveta jele, dok na osnovu rezultata istraživanja ona nema statistički značajan uticaj na norme bukve.

Tabela 16: Posebne norme seče i izrade drvnih sortimenata na OP7

| Debljinski stepen | Bukva | Jela |
|--------------------------|----------------------------|-------------|
| (cm) | (m³/dan) | |
| 32,5 | 14,74 | 18,62 |
| 37,5 | 16,79 | 20,8 |
| 42,5 | 18,74 | 22,33 |
| 47,5 | 20,57 | 23,57 |
| 52,5 | 22,30 | 24,63 |
| 57,5 | 23,92 | 25,57 |
| 62,5 | 25,47 | 26,41 |
| 67,5 | 26,91 | 27,18 |
| 72,5 | 28,30 | 27,89 |
| 77,5 | 29,60 | 28,57 |
| 82,5 | 30,84 | 29,19 |

Tabela 17: Analiza varijanse između normi na OP6 i OP7

ANALIZA VARIJANSE bukva

| <i>Izvori varijacije</i> | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-value</i> | <i>F crit</i> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|---------------|
| Između grupa | 13,63556 | 1 | 13,63 | 0,52 | 0,48 | 4,35 |
| U okviru grupa | 521,4322 | 20 | 26,07 | | | |
| Ukupno | 535,0677 | 21 | | | | |

ANALIZA VARIJANSE jela

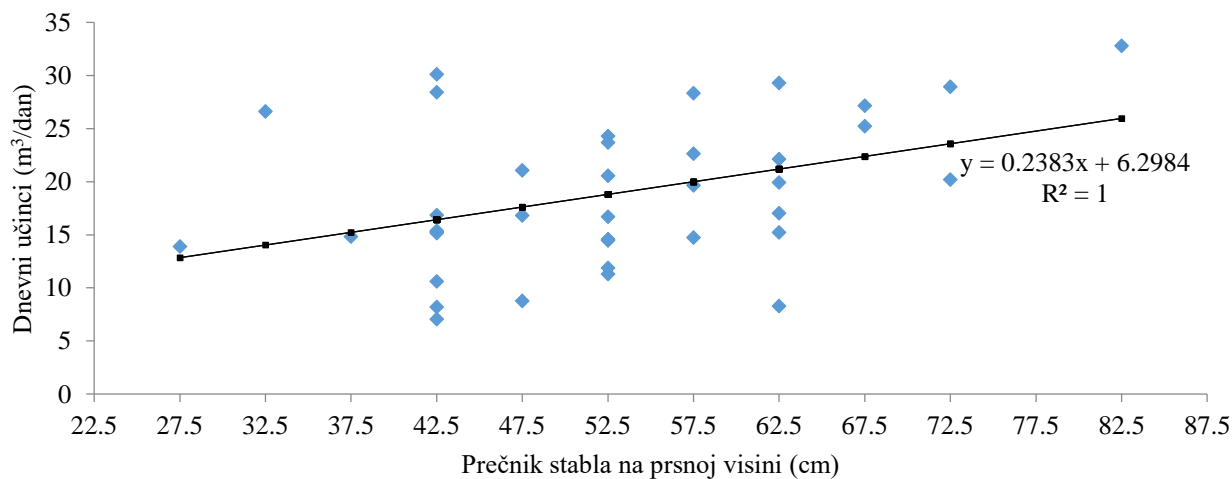
| <i>Izvori varijacije</i> | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-value</i> | <i>F crit</i> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|---------------|
| Između grupa | 78,85102 | 1 | 78,85 | 5,55 | 0,03 | 4,35 |
| U okviru grupa | 284,1032 | 20 | 14,20 | | | |
| Ukupno | 362,9543 | 21 | | | | |

Produktivnost rada u svim fazama iskorišćavanja šuma, uključujući seču stabala i izradu drvnih sortimenata, u najvećoj meri je uslovljena zapreminom komada, odnosno njegovim prečnikom (Spiedel, 1952). Dominantan uticaj prečnika stabla na ostvareni radni učinak potvrđen je i ovim istraživanjem. Analiza podataka sa svih oglednih površina pokazala je da učinak raste sa povećanjem prečnika na prsnoj visini, bez obzira na sve ostale faktore (Tabela 18 i Grafikon 96).

Tabela 18: Regresiona analiza ostvarenih učinaka u zavisnosti od prečnika stabla na prsnoj visini

| Regresija Statistics | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------|--------------------------|---------------|----------------|-----------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Višestruko R | 0,40 | | | | | | | |
| R Kvadrat | 0,16 | | | | | | | |
| Prilagodeni R Kvadrat | 0,14 | | | | | | | |
| Standardna greška | 6,43 | | | | | | | |
| Observations | 38,00 | | | | | | | |
| ANALIZA VARIJANSE | | | | | | | | |
| | <i>df</i> | <i>SS</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Significance F</i> | | | |
| Regresija | 1 | 287,77 | 287,77 | 6,97 | 0,01 | | | |
| Residual | 36 | 1487,25 | 41,31 | | | | | |
| Ukupno | 37 | 1775,03 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | <i>Koeficijenti</i> | <i>Standardna greška</i> | <i>t Stat</i> | <i>P-value</i> | <i>Lower 95%</i> | <i>Upper 95%</i> | <i>Lower 95,0%</i> | <i>Upper 95,0%</i> |
| Intercept | 6,30 | 4,89 | 1,29 | 0,21 | -3,61 | 16,21 | -3,61 | 16,21 |
| Debjiński stepen | 0,24 | 0,09 | 2,64 | 0,01 | 0,06 | 0,42 | 0,06 | 0,42 |

Opšti oblik jednačine prikazane regresione analize glasi: $y = 0,2383x + 6,2984$; gde je x prečnik stabla na prsnoj visini.



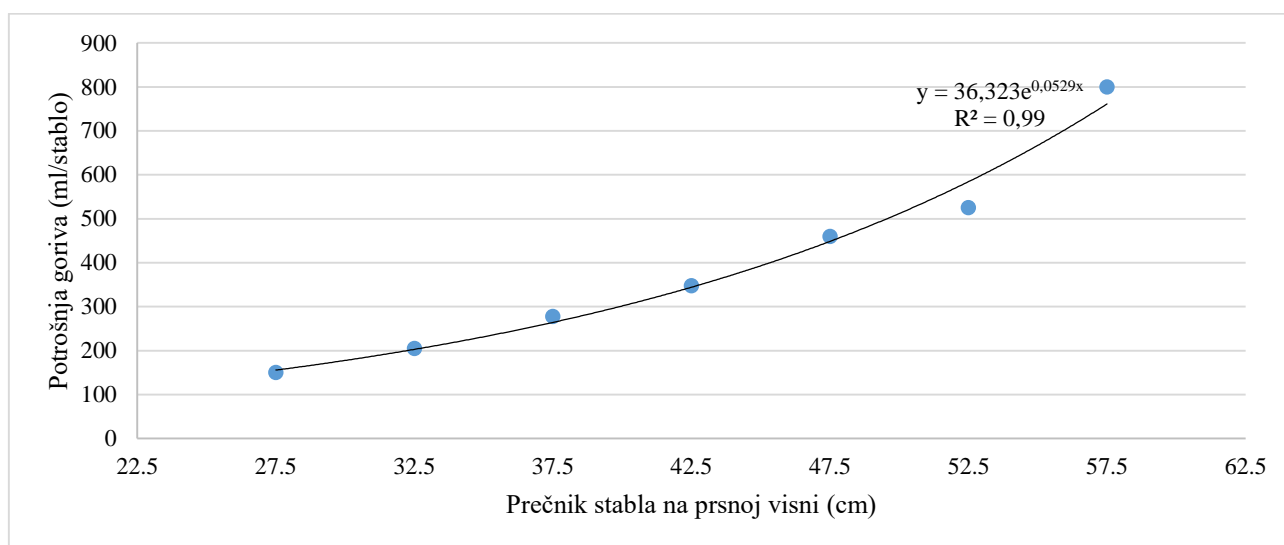
Grafikon 96: Zavisnost učinaka tehničkog oblog drveta od prečnika stabla na prsnoj visini

6.6. POTROŠNJA GORIVA I MAZIVA

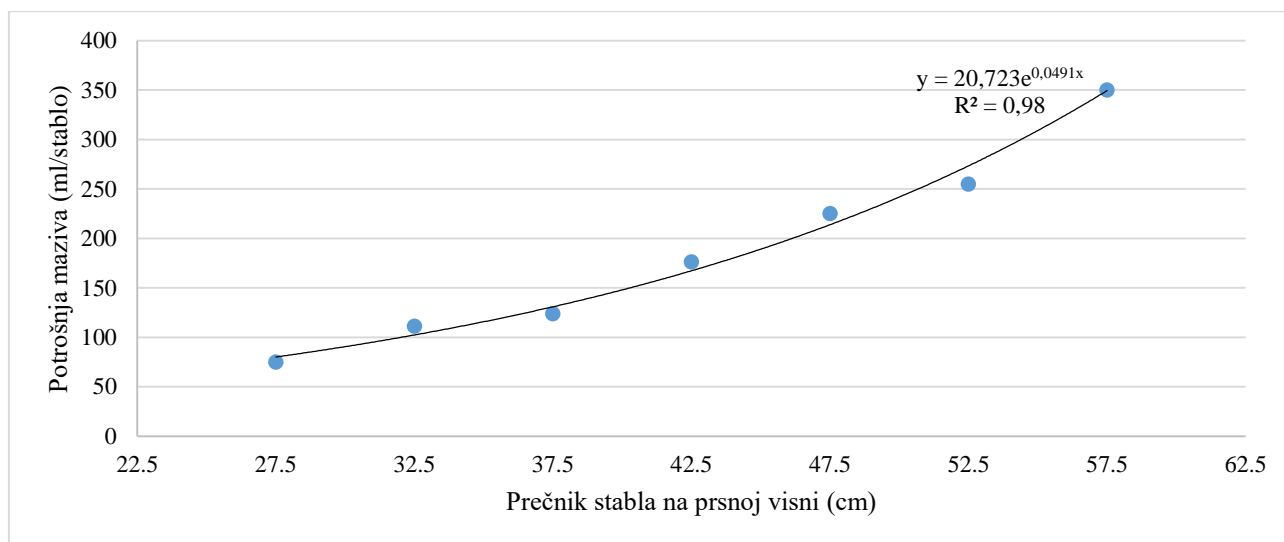
Utvrđivanje potrošnje goriva i maziva izvršeno je na svim oglednim površinama. Kao što je već navedeno u metodologiji, potrošnja energenata merena je za svako stablo pojedinačno. Rezultati su prikazani kroz potpoglavlja, prema redosledu broja ogledne površine.

6.6.1. Potrošnja goriva i maziva na OP1

Na oglednoj površini 1 je radio jedan radnik u organizacionoj formi rada 1M+0R, u zasadu topole.



Grafikon 97: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini OP1



Grafikon 98: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini OP1

Na grafikonima 97 i 98 su prikazane prosečne potrošnje goriva odnosno maziva po debljinskim stepenima na OP1. Utvrđeno je da postoji jaka veza između prečnika stabla na prsnoj visini i potrošnje goriva i maziva (koeficijent determinacije je za obe vrednosti veći od 0,9).

Tabela 19: Izravnate vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva na OP1 po stablu u zavisnosti od debljinskog stepena

| Prečnik stabla na prsnoj visini (cm) | 22,5 | 27,5 | 32,5 | 37,5 | 42,5 | 47,5 | 52,5 | 57,5 |
|-------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Izravnate vrednosti potrošnje goriva (ml) | 119 | 155 | 202 | 262 | 342 | 445 | 579 | 754 |
| Izravnate vrednosti potrošnje maziva (ml) | 62 | 80 | 102 | 130 | 166 | 212 | 271 | 346 |

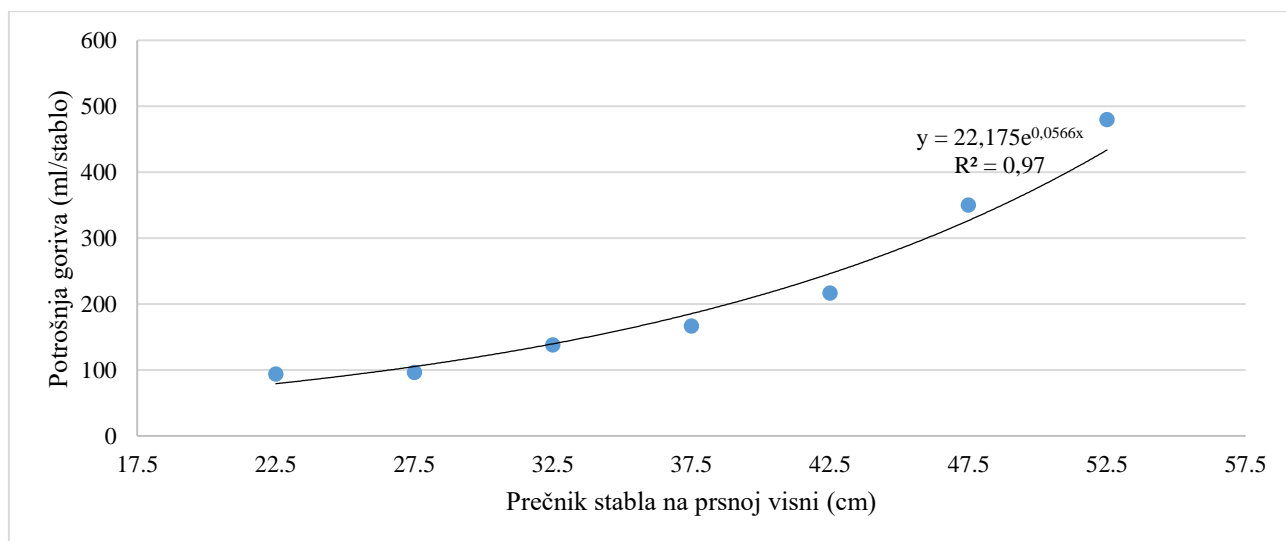
U tabeli 19 prikazane su izravnate vrednosti potrošnje goriva i maziva na OP1, dok je u tabeli 20 prikazana prosečna potrošnja goriva i maziva na OP1 izražena po zapremini sortimenata i po stablu.

Tabela 20: Prosečna potrošnja goriva i maziva na OP1 izražena po zapremini sortimenata i po stablu

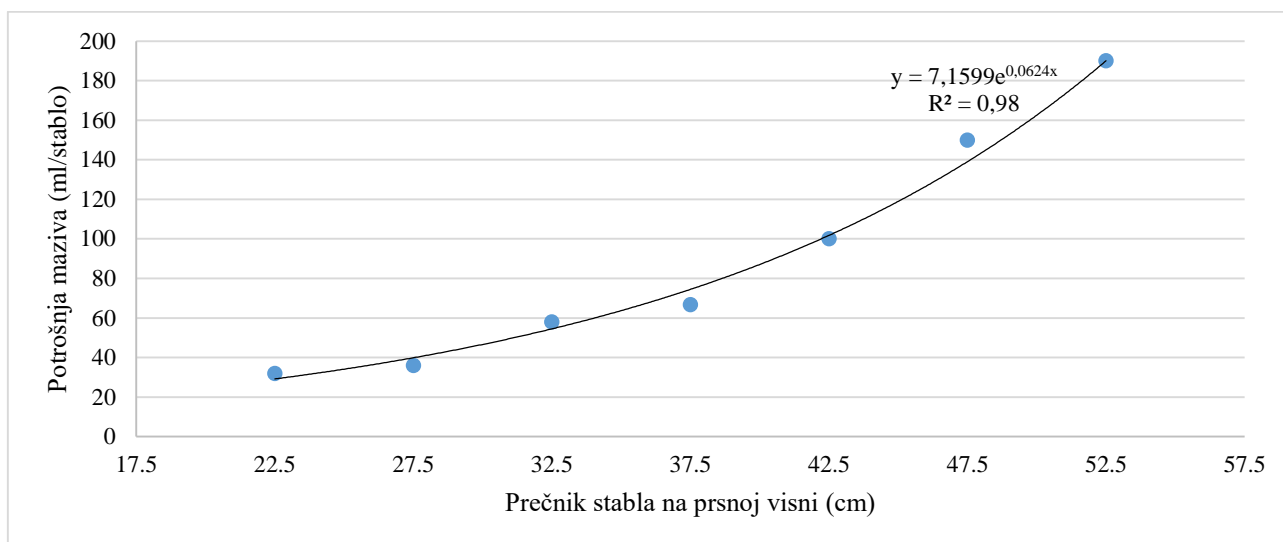
| Prosečna potrošnja goriva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja maziva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (ml/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (ml/stablo) |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 173 | 84 | 373 | 181 |

6.6.2. Potrošnja goriva i maziva na OP2

Na ogleđnoj površini 2 je radio jedan radnik u organizacionoj formi rada 1M+0R, u zasadu topole. Za razliku od prethodne ogleđne površine, gde je radnik rukovao testerom snage 4,8 kW, na ovoj ogleđnoj površini radnik je rukovao testerom manje snage – 3,4 kW.



Grafikon 99: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini OP2



Grafikon 100: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini OP2

Na grafikonima 99 i 100 su prikazane prosečne potrošnje goriva i maziva po debljinskim stepenima na OP2. Kao i na prethodnoj oglednoj površini, utvrđena je jaka korelacija između potrošnje energenata i prečnika stabla na prsnoj visini.

Tabela 21: Izravnote vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva na OP2 po debljinskim stepenima

| Prečnik stabla na prsnoj visini (cm) | 22,5 | 27,5 | 32,5 | 37,5 | 42,5 | 47,5 | 52,5 | 57,5 |
|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Izravnote vrednosti potrošnje goriva (ml/stablo) | 79 | 105 | 139 | 184 | 244 | 324 | 429 | 569 |
| Izravnote vrednosti potrošnje maziva (ml/stablo) | 29 | 40 | 54 | 74 | 101 | 137 | 188 | 256 |

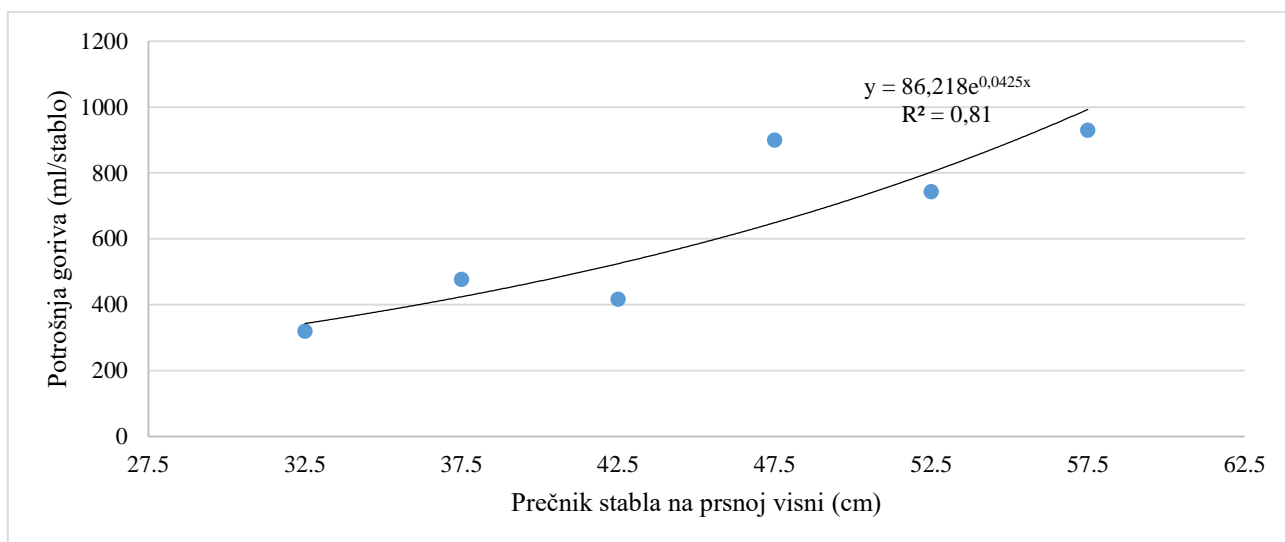
Tabela 22: Prosečna potrošnja goriva i maziva na OP2 izražena po zapremini sortimenata i po stablu

| Prosečna potrošnja goriva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja maziva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (ml/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (ml/stablo) |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 157 | 63 | 183 | 74 |

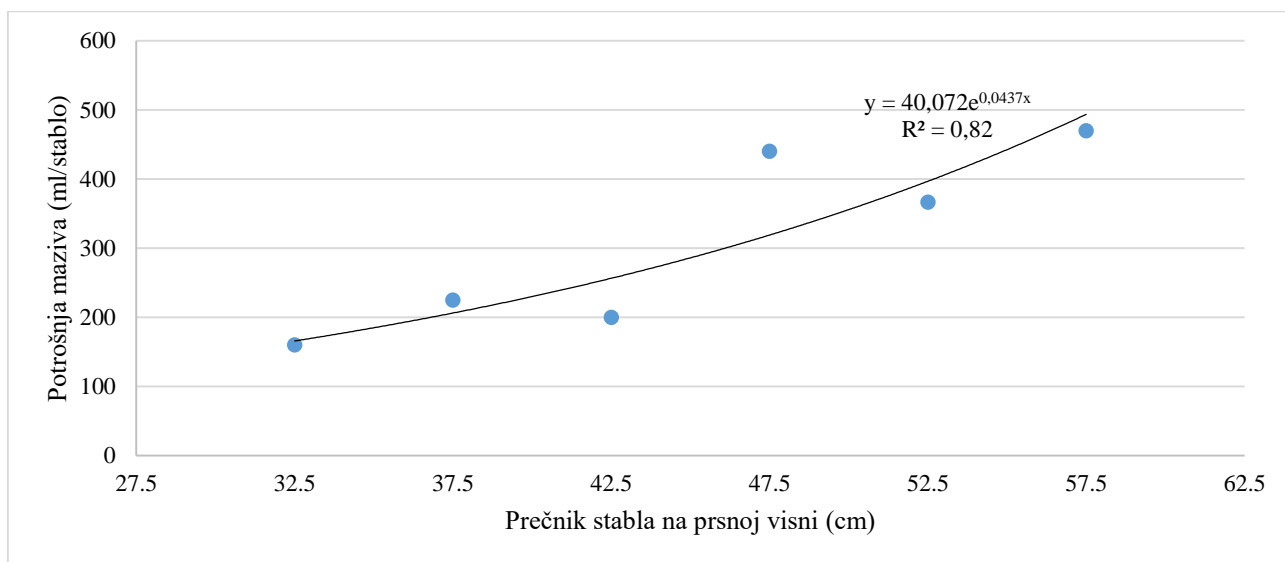
U tabeli 21 prikazane su izravnote vrednosti potrošnje goriva i maziva na OP2, dok je u tabeli 22 prikazana prosečna potrošnja goriva i maziva na OP2 izražena po zapremini sortimenata i po stablu.

6.6.3. Potrošnja goriva i maziva na OP3

Na oglednoj površini 3 su radila dva radnika, u organizacionoj formi rada 1M+1R, u zasadu topole. Na ovoj oglednoj površini radnik je rukovao testerom snage 3,4 kW, dok je njegov pomoćnik radio samo one poslove (radne operacije) koje ne zahtevaju upotrebu motorne testere.



Grafikon 101: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini OP3



Grafikon 102: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini OP3

Na grafikonima 101 i 102 su prikazane prosečne potrošnje goriva i maziva po debljinskim stepenima na OP3.

Tabela 23: Izravnate vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva na OP3 po debljinskim stepenima

| Prečnik stabla na prsnoj visini (cm) | 32,5 | 37,5 | 42,5 | 47,5 | 52,5 | 57,5 |
|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Izravnate vrednosti potrošnje goriva (ml) | 342 | 422 | 522 | 645 | 797 | 986 |
| Izravnate vrednosti potrošnje maziva (ml) | 165 | 205 | 255 | 317 | 395 | 491 |

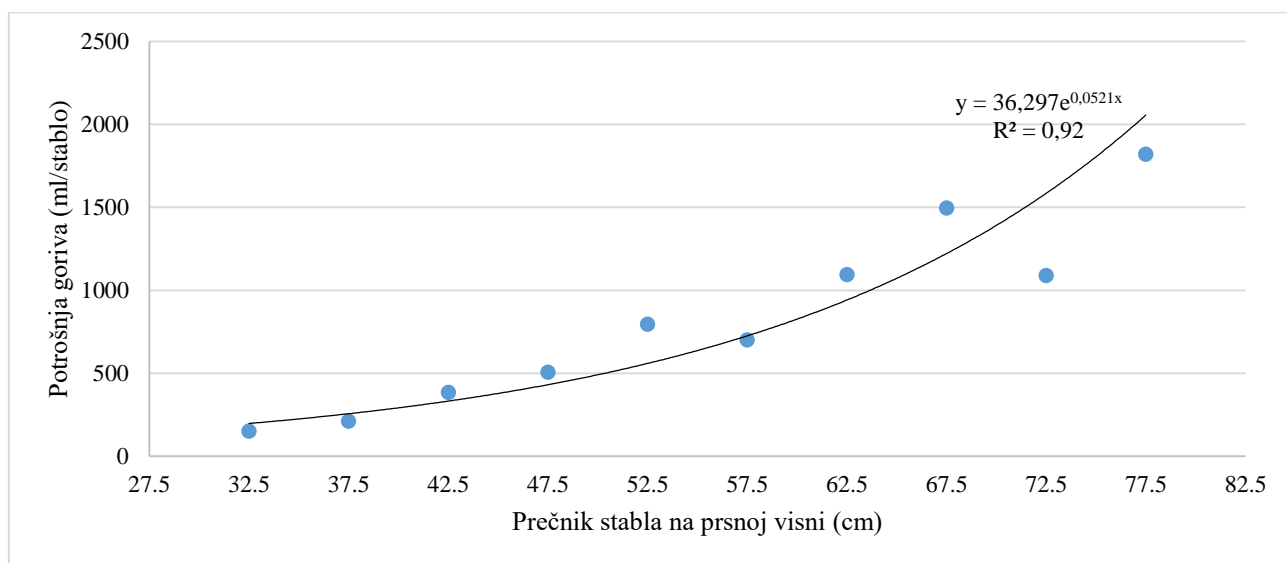
Tabela 24: Prosečna potrošnja goriva i maziva na OP3 izražena po zapremini sortimenata i po stablu

| Prosečna potrošnja goriva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja maziva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (ml/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (ml/stablo) |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 294 | 143 | 588 | 287 |

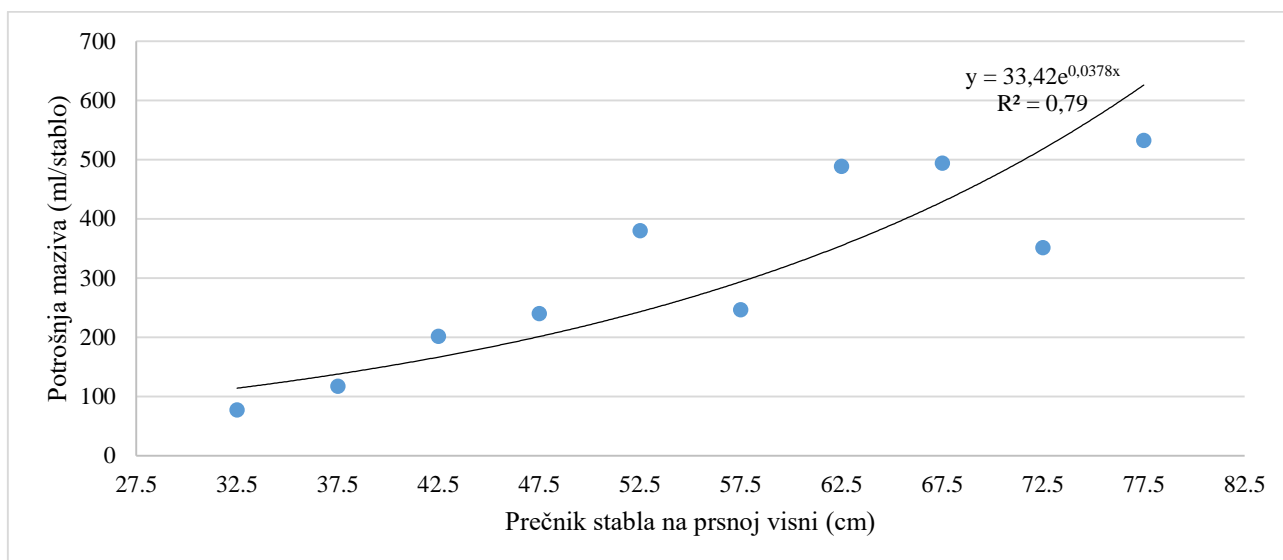
U tabeli 23 prikazane su izravnete vrednosti potrošnje goriva i maziva na OP3, dok je u tabeli 24 prikazana prosečna potrošnja goriva i maziva na istoj oglednoj površini izražena po zapremini sortimenata i po stablu. Kao i na prethodne dve ogledne površine, postoji jaka korelacija između potrošnje goriva i maziva i prečnika stabla na prsnoj visini. Značajno veća potrošnja goriva i maziva na ovoj oglednoj površini u odnosu na prethodne dve je nastala zbog velikog učešća prostornog drveta, ali i visokog podrasta na ovoj površini. Svi ovi faktori su uticali na veću potrošnju goriva i maziva.

6.6.4. Potrošnja goriva i maziva na OP4

Ova ogledna površina postavljena je u sastojini hrasta. Na ovoj oglednoj površini su radila dva radnika, u organizacionoj formi rada 2M+0R, tako da su i podaci na grafikonima i u tabelama prikazani za svakog pojedinačnog radnika, a zatim i za organizacionu formu (grupu).



Grafikon 103: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP4



Grafikon 104: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP4

Na grafikonima 103 i 104 su prikazane prosečne potrošnje goriva i maziva po debljinskim sepenima na OP4 prvog radnika. Koeficijent determinacije u slučaju goriva jak (0,92), dok je kod maziva nešto manji (0,79), što pokazuje veliki uticaj prečnika na potrošnju energenata. Na ovoj ogleđnoj površini su radila dva radnika, u organizacionoj formi 2M+0R, s tim što su bili zajedno samo prilikom obaranja stabla, pa su iz tog razloga njihove potrošnje prikazane odvojeno.

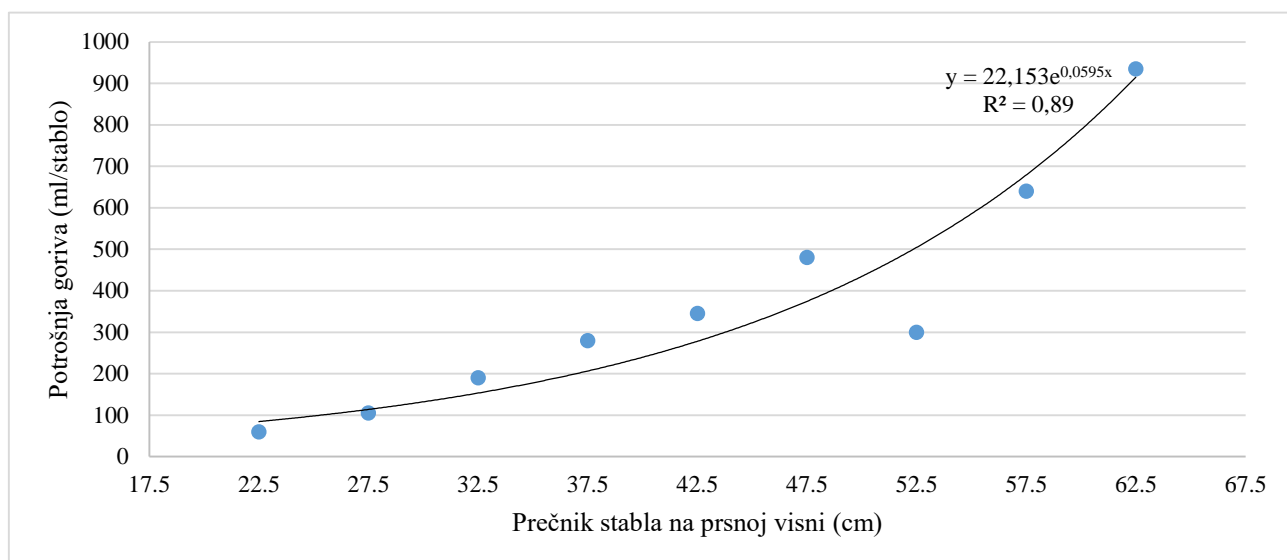
Tabela 25: Izravnate vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva prvog radnika na OP4 po debljinskim stepenima

| Prečnik stabla na prsnoj visini (cm) | 32,5 | 37,5 | 42,5 | 47,5 | 52,5 | 57,5 | 62,5 | 67,5 | 72,5 | 77,5 |
|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Izravnate vrednosti potrošnje goriva (ml/stablo) | 196 | 255 | 330 | 428 | 555 | 719 | 933 | 1209 | 1568 | 2033 |
| Izravnate vrednosti potrošnje maziva (ml/stablo) | 114 | 137 | 166 | 200 | 242 | 292 | 352 | 425 | 514 | 620 |

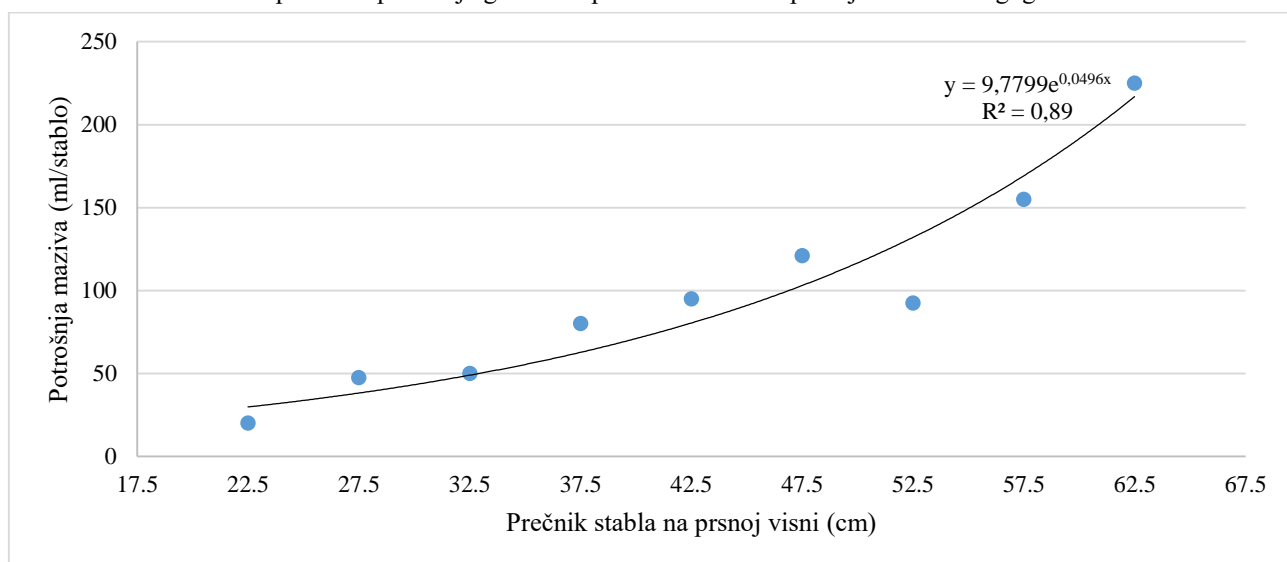
Tabela 26: Prosečna potrošnja goriva i maziva prvog radnika na OP4 izražena po zapremini sortimenata i po stablu

| Prosečna potrošnja goriva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja maziva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (ml/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (ml/stablo) |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 204 | 75 | 895 | 329 |

U tabeli 25 prikazane su izravnate vrednosti potrošnje goriva i maziva na OP4, dok je tabeli 26 prikazana prosečna potrošnja goriva i maziva izražena po zapremini sortimenata.



Grafikon 105: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP4



Grafikon 106: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP4

U tabeli 27 su prikazane izravnate vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva drugog radnika na OP4 po debljinskim stepenima, dok je u tabeli 28 prikazana prosečna potrošnja goriva i maziva drugog radnika na OP4 izražena po zapremini sortimenata i po stablu na istoj oglednoj površini. Utvrđena funkcionalna zavisnost potrošnje goriva i maziva od prsnog prečnika stabla (debljinskog stepena) za drugog radnika na OP4 prikazana je na grafikonima 105 i 106.

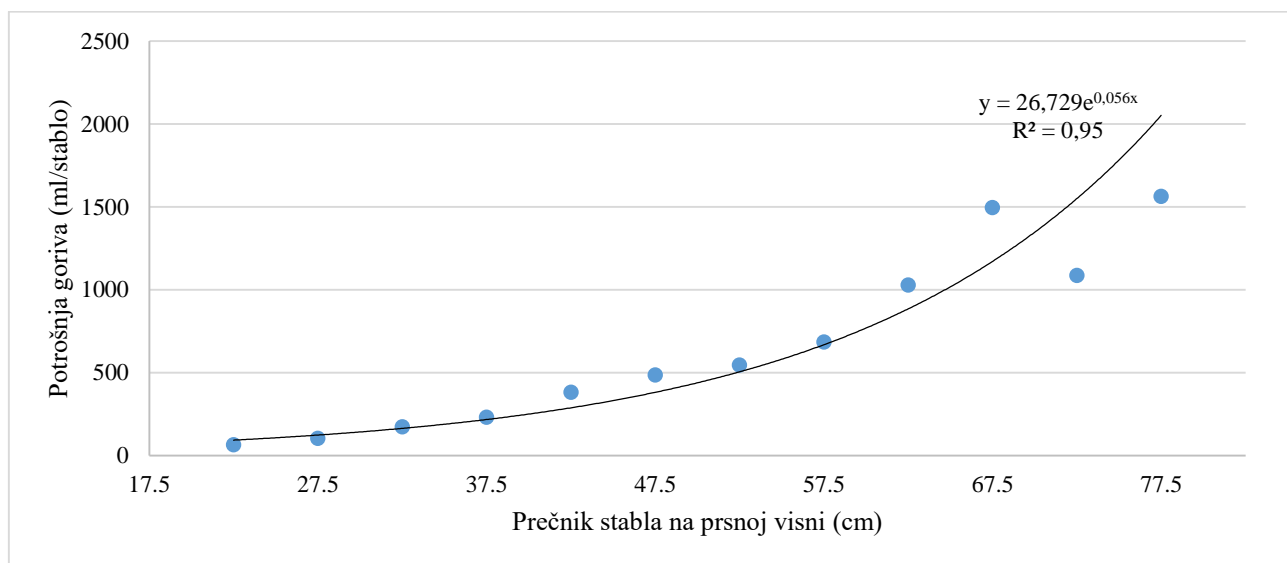
Tabela 27: Izravnate vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva drugog radnika na OP4 po debljinskim stepenima

| Prečnik stabla na prsnoj visini (cm) | 22,5 | 27,5 | 32,5 | 37,5 | 42,5 | 47,5 | 52,5 | 57,5 | 62,5 |
|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Izravnate vrednosti potrošnje goriva (ml/stablo) | 84 | 113 | 152 | 205 | 276 | 371 | 499 | 671 | 903 |
| Izravnate vrednosti potrošnje maziva (ml/stablo) | 30 | 38 | 49 | 62 | 80 | 102 | 131 | 168 | 215 |

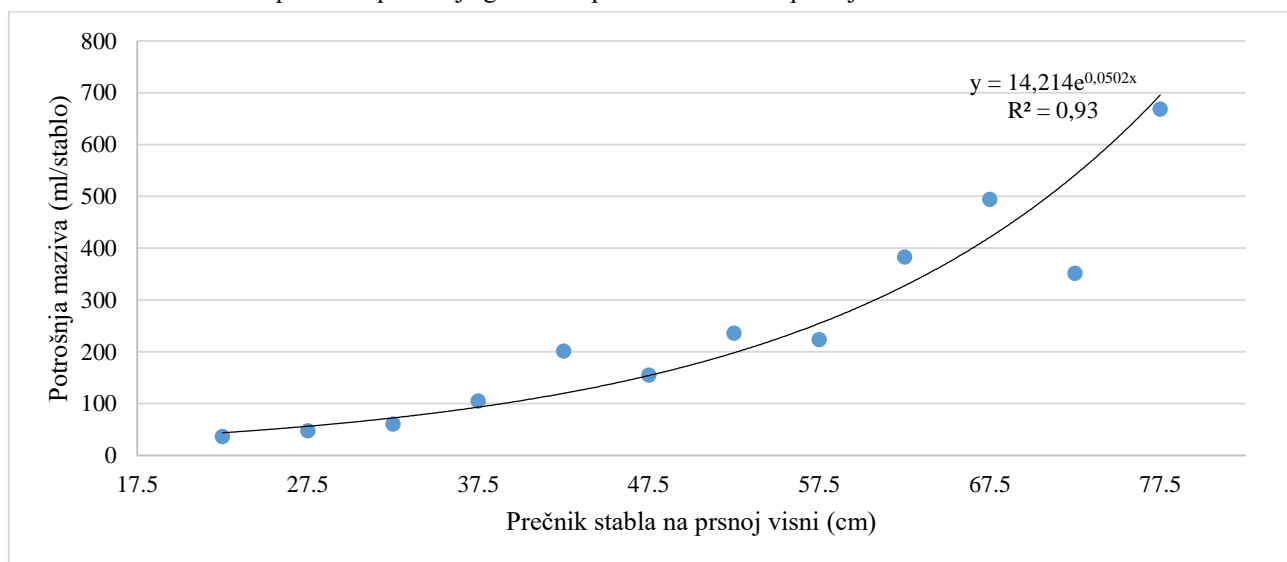
Tabela 28: Prosečna potrošnja goriva i maziva drugog radnika na OP4 izražena po zapremini sortimenata i po stablu

| Prosečna potrošnja goriva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja maziva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (ml/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (ml/stablo) |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 176 | 61 | 427 | 149 |

S obzirom da su na ovoj oglednoj površini radila 2 radnika, na grafikonima 107 i 108 su prikazane vrednosti potrošnje goriva odnosno maziva za oba radnika zajedno, jer su radili u grupi, ali ne kao klasična forma 2M+0R, već su se međusobno pomagali (zajedno su bili prilikom obaranja stabla). Korelacija između potrošnje energenata je jaka, jer je koeficijent determinacije u oba slučaja veći od 0,90.



Grafikon 107: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za oba radnika na OP4



Grafikon 108: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za oba radnika na OP4

Tabela 29: Izravnate vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva za oba radnika zajedno i pojedinačno na OP4 po debljinskim stepenima

| Prečnik stabla na prsnoj visni (cm) | 22,5 | 27,5 | 32,5 | 37,5 | 42,5 | 47,5 | 52,5 | 57,5 | 62,5 | 67,5 | 72,5 | 77,5 |
|-------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Izravnate vrednosti potrošnje goriva za oba radnika (ml) | 94 | 124 | 164 | 217 | 287 | 379 | 501 | 662 | 876 | 1158 | 1531 | 2023 |
| Izravnate vrednosti potrošnje maziva za oba radnika (ml) | 44 | 56 | 72 | 93 | 119 | 153 | 197 | 253 | 324 | 417 | 535 | 687 |
| Izravnate vrednosti potrošnje goriva po jednom radniku (ml) | 47 | 62 | 82 | 108 | 143 | 190 | 251 | 331 | 438 | 579 | 765 | 1012 |
| Izravnate vrednosti potrošnje maziva po jednom radniku (ml) | 22 | 28 | 36 | 46 | 60 | 77 | 98 | 126 | 162 | 208 | 268 | 344 |

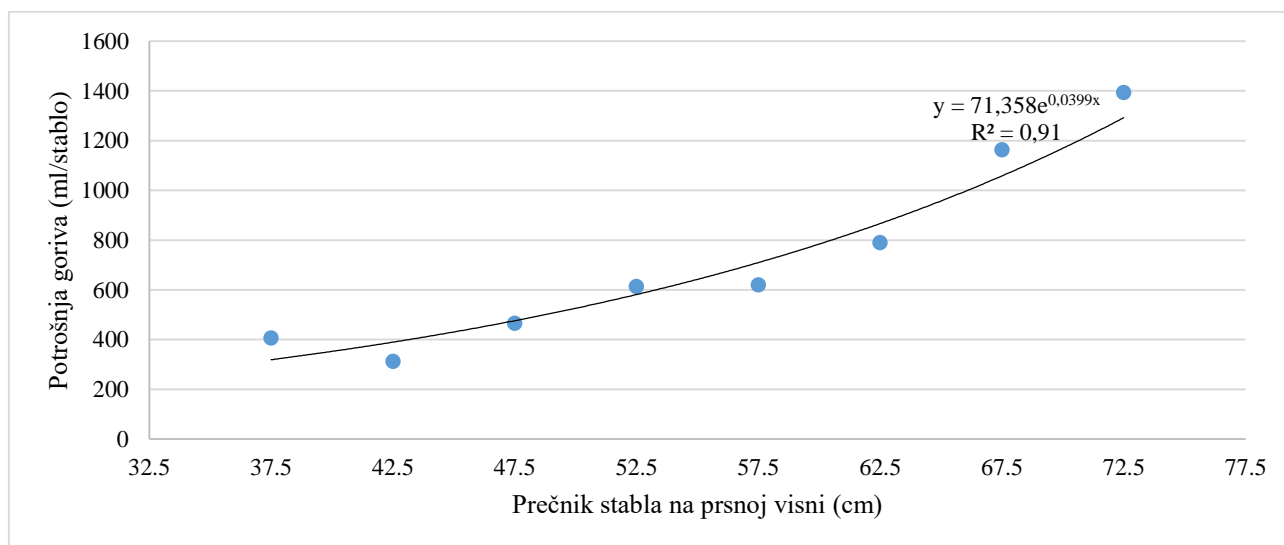
Podaci u tabelama 29 i 30 dati su zbirno za oba radnika, ali i pojedinačno, kako bi kasnije ove vrednosti mogle da se porede sa drugim organizacionim formama.

Tabela 30: Prosečna potrošnja goriva i maziva za oba radnika na OP4 izražena po zapremini izrađenih sortimenata i po stablu

| | Prosečna potrošnja goriva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja maziva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (ml/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (ml/stablo) |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Izravnate vrednosti potrošnje maziva za oba radnika | 197 | 72 | 723 | 263 |
| Izravnate vrednosti potrošnje goriva izražene po jednom radniku | 98,5 | 36 | 361,5 | 131,5 |

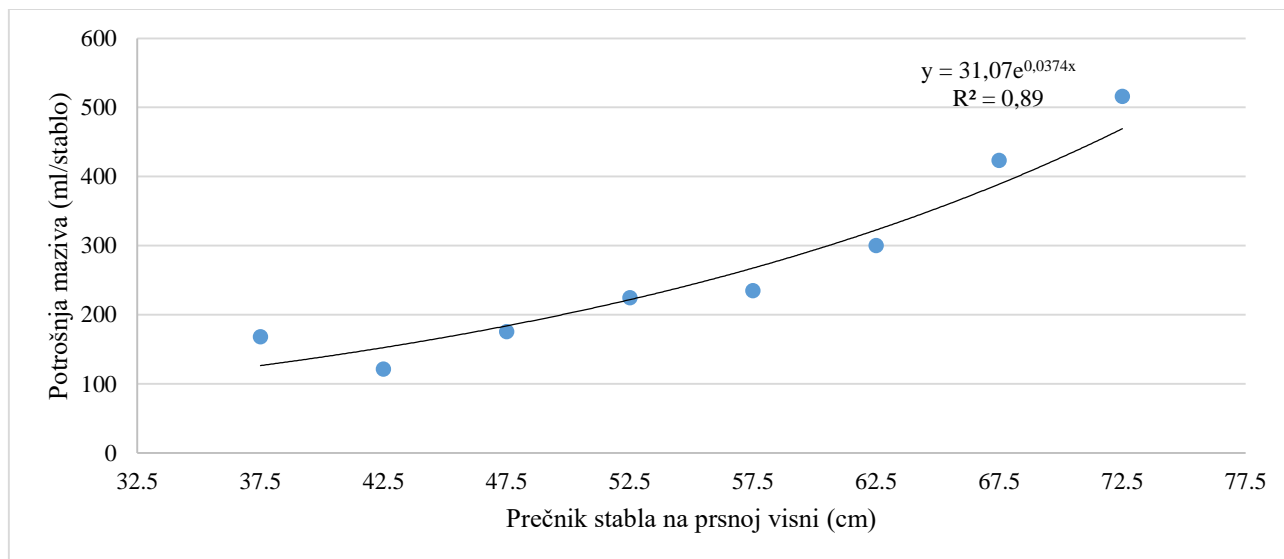
6.6.5. Potrošnja goriva i maziva na OP5

Na ovoj oglednoj površini su kao i na prethodnoj, radila dva radnika u organizacionoj formi rada 2M+0R, s tim što je ova ogledna površina postavljena u sastojini hrasta. Potrošnja energenata je merena za svakog radnika ponaosob, pa je tako i prikazana na grafikonima i tabelama, ali i zbirno, kako bi se utvrdila potrošnja po organizacionoj formi.



Grafikon 109: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP5

Na grafikonima 109 i 110 su prikazane prosečne potrošnje goriva i maziva po debljinskim stepenima na OP5 za prvog radnika. I u ovom slučaju je utvrđena jaka korelacija između prečnika na prsnoj visini i potrošnje energenata.



Grafikon 110: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP4

Tabela 31: Izravnote vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva prvog radnika na OP5 po debljinskim stepenima

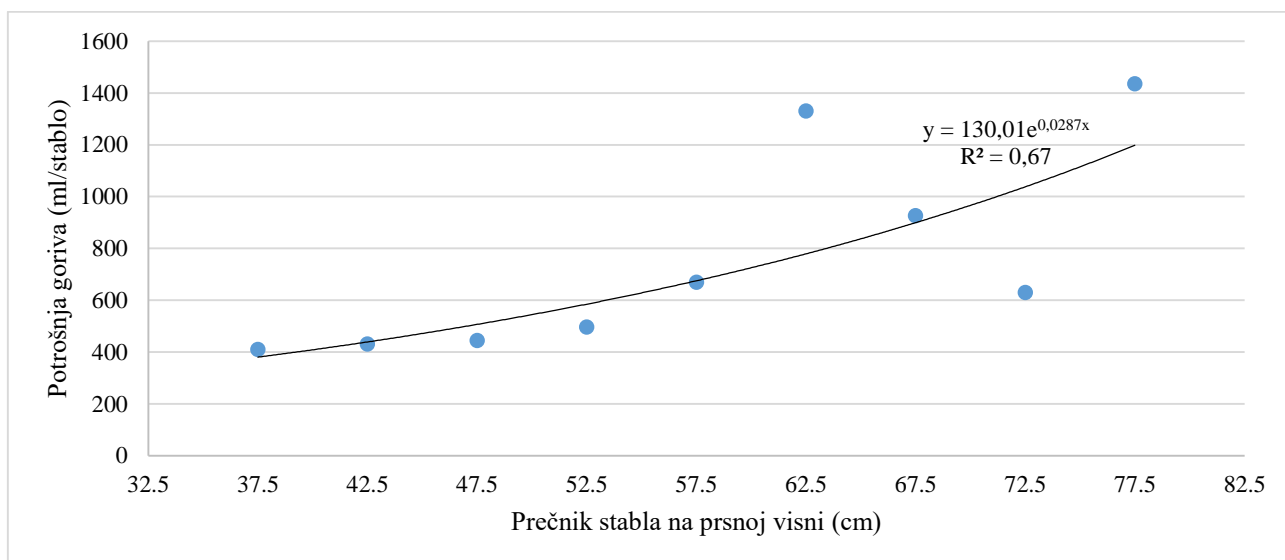
| Prečnik stabla na prsnoj visini (cm) | 37,5 | 42,5 | 47,5 | 52,5 | 57,5 | 62,5 | 67,5 | 72,5 |
|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Izravnote vrednosti potrošnje goriva (ml/stablo) | 317 | 387 | 472 | 576 | 703 | 857 | 1046 | 1276 |
| Izravnote vrednosti potrošnje maziva (ml/stablo) | 126 | 152 | 183 | 220 | 265 | 319 | 385 | 464 |

U tabeli 31 prikazane su izravnote vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva prvog radnika na OP5 po debljinskim stepenima, dok je u tabeli 32 prikazana prosečna potrošnja goriva i maziva istog radnika na OP5 izražena po zapremini sortimenata i po stablu.

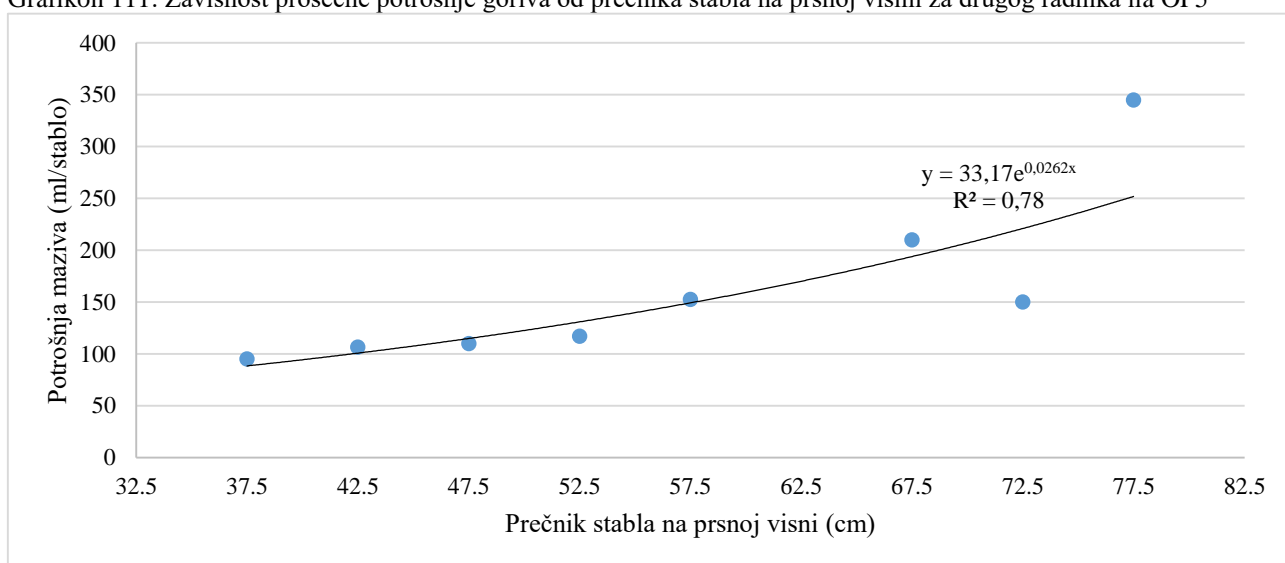
Tabela 32: Prosečna potrošnja goriva i maziva prvog radnika na OP5 izražena po zapremini sortimenata i po stablu

| Prosečna potrošnja goriva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja maziva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (ml/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (ml/stablo) |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 221 | 82 | 707 | 264 |

Na grafikonima 111 i 112 su prikazane prosečne potrošnje goriva i maziva po debljinskim stepenima na OP5 za drugog radnika. Za razliku od prethodnog radnika, kod ovog radnika je utvrđena slabija korelacija potrošnje energenata i prečnika na prsnoj visini ($R^2 = 0,66$ za gorivo, odnosno $R^2 = 0,42$ za mazivo).



Grafikon 111: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP5



Grafikon 112: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP5

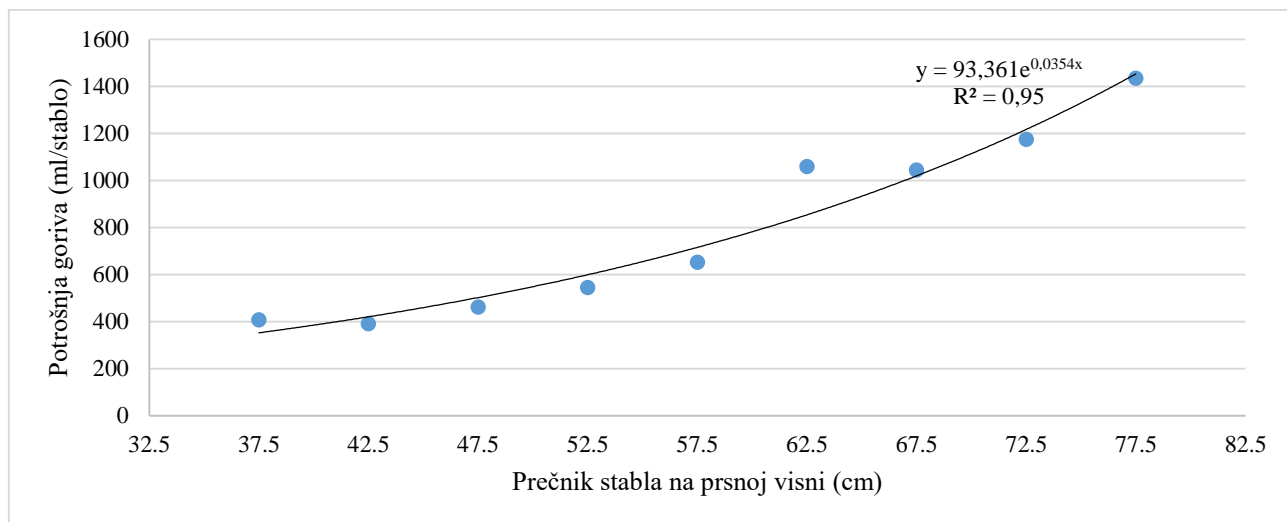
U tabeli 33 su prikazane izravnete vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva drugog radnika na OP5 po debljinskim stepenima, dok je u tabeli 34 prikazana prosečna potrošnja goriva i maziva istog radnika na OP6 izražena po zapremini sortimenata i po stablu na istoj oglednoj površini.

Tabela 33: Izravnete vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva drugog radnika na OP5 po debljinskim stepenima

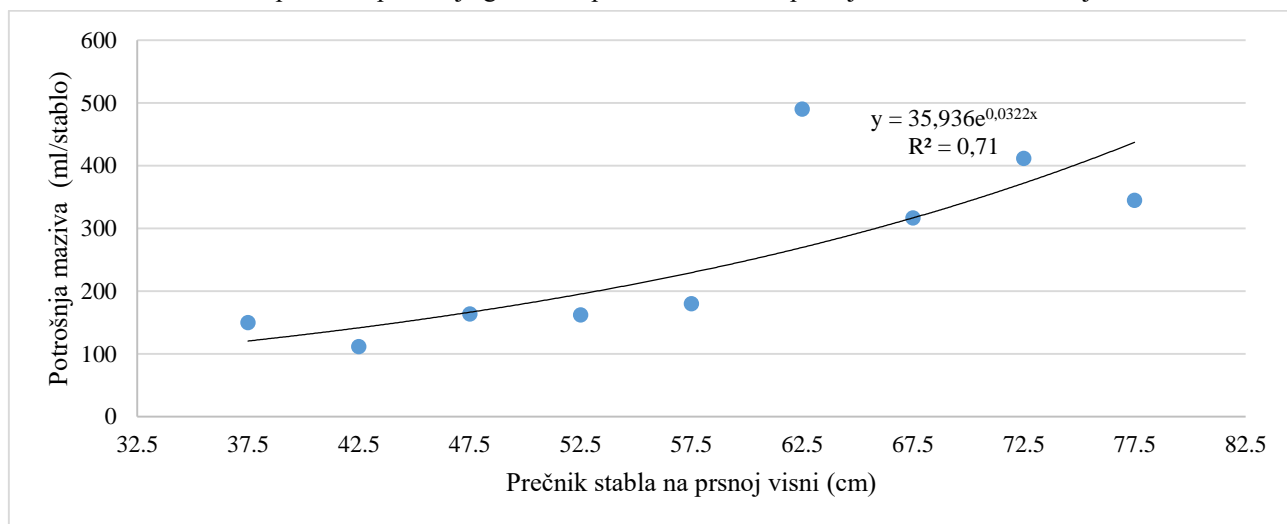
| Prečnik stabla na prsnoj visini (cm) | 37,5 | 42,5 | 47,5 | 52,5 | 57,5 | 62,5 | 67,5 | 72,5 | 77,5 |
|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Izravnete vrednosti potrošnje goriva (ml) | 380 | 439 | 506 | 584 | 674 | 777 | 897 | 1035 | 1194 |
| Izravnete vrednosti potrošnje maziva (ml) | 94 | 109 | 128 | 149 | 173 | 202 | 236 | 275 | 320 |

Tabela 34: Prosečna potrošnja goriva i maziva drugog radnika na OP5 izražena po zapremini sortimenata i po stablu

| Prosečna potrošnja goriva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja maziva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (ml/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (ml/stablo) |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 220 | 56 | 653 | 167 |



Grafikon 113: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini oba radnika zajedno na OP5



Grafikon 114: Zavisnost prosečne potrošnje maziva od prečnika stabla na prsnoj visini oba radnika zajedno na OP5

Na grafikonima 113 i 114 prikazana je zavisnost prosečne potrošnje goriva i maziva od prsnog prečnika (debljinskog stepena) objedinjena za oba radnika na OP5. Za istraživane zavisnosti je utvrđena jaka korelacija potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini ($R^2 = 0,95$), odnosno srednje jaka korelacija potrošnje maziva od prsnog prečnika ($R^2 = 0,71$). Podaci u tabeli 35 i tabeli 36 dati su zbirno za oba radnika, ali i pojedinačno, kako bi kasnije ove vrednosti mogle da se porede sa vrednostima drugih organizacionih formi.

Tabela 35: Izravnate vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva za oba radnika zajedno i pojedinačno na OP5 po debljinskim stepenima

| Prečnik stabla na prsnoj visni (cm) | 37,5 | 42,5 | 47,5 | 52,5 | 57,5 | 62,5 | 67,5 | 72,5 | 77,5 |
|-----------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Izravnate vrednosti potrošnje goriva za oba radnika (ml/stablo) | 351 | 418 | 499 | 595 | 710 | 847 | 1011 | 1206 | 1439 |
| Izravnate vrednosti potrošnje maziva za oba radnika (ml/stablo) | 120 | 141 | 165 | 194 | 228 | 267 | 314 | 368 | 433 |
| Izravnate vrednosti potrošnje goriva po jednom radniku (ml) | 175 | 209 | 250 | 298 | 355 | 424 | 505 | 603 | 719 |
| Izravnate vrednosti potrošnje maziva po jednom radniku (ml) | 60 | 70 | 83 | 97 | 114 | 134 | 157 | 184 | 216 |

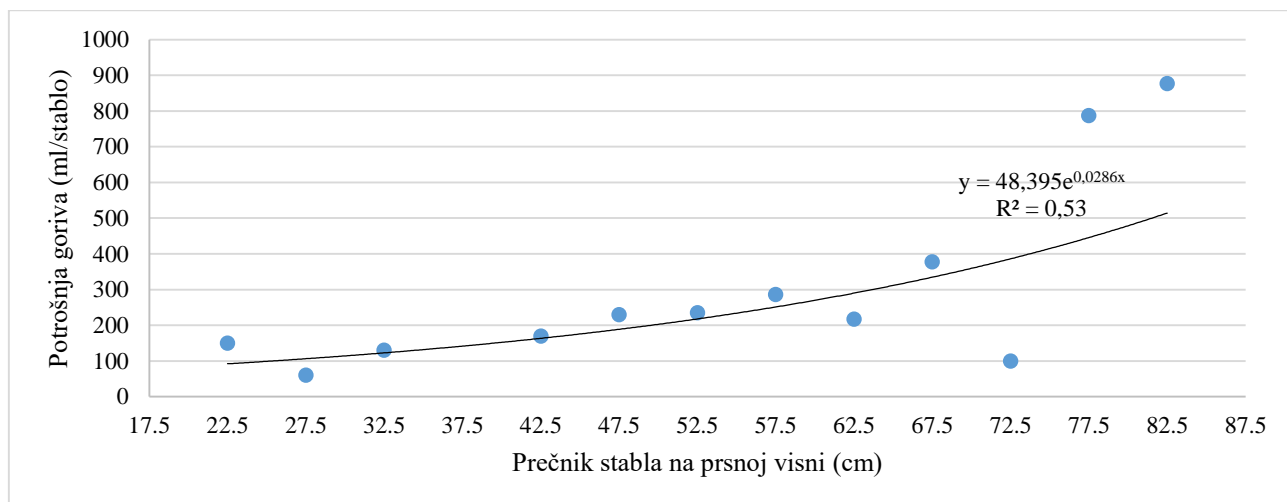
Tabela 36: Prosečna potrošnja goriva i maziva za oba radnika na OP5 izražena po zapremini sortimenata i po stablu

| | Prosečna potrošnja goriva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja maziva po zapremini (ml/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (ml/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (ml/stablo) |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Izravnate vrednosti potrošnje maziva za oba radnika | 220 | 71 | 681 | 218 |
| Izravnate vrednosti potrošnje goriva izražene po jednom radniku | 110 | 35 | 341 | 109 |

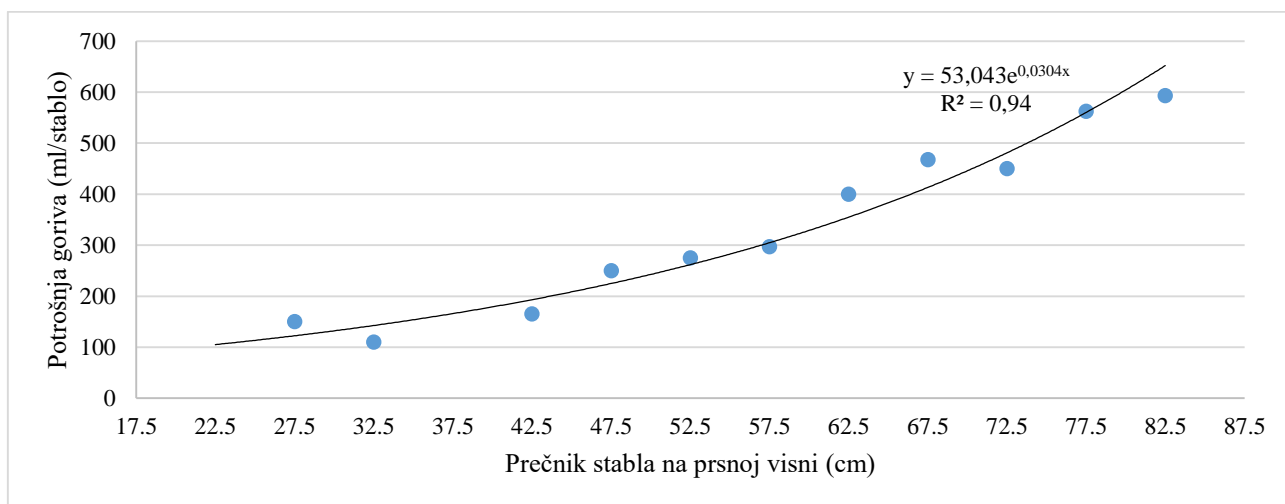
6.6.6. Potrošnja goriva i maziva na OP6

Ova ogledna površina nalazila se u sastojii bukve i jele. Na njoj su radila dva radnika, u organizacionoj formi rada 2M+0R, gde su oba radnika rukovala testerama iste snage (3,9 kW).

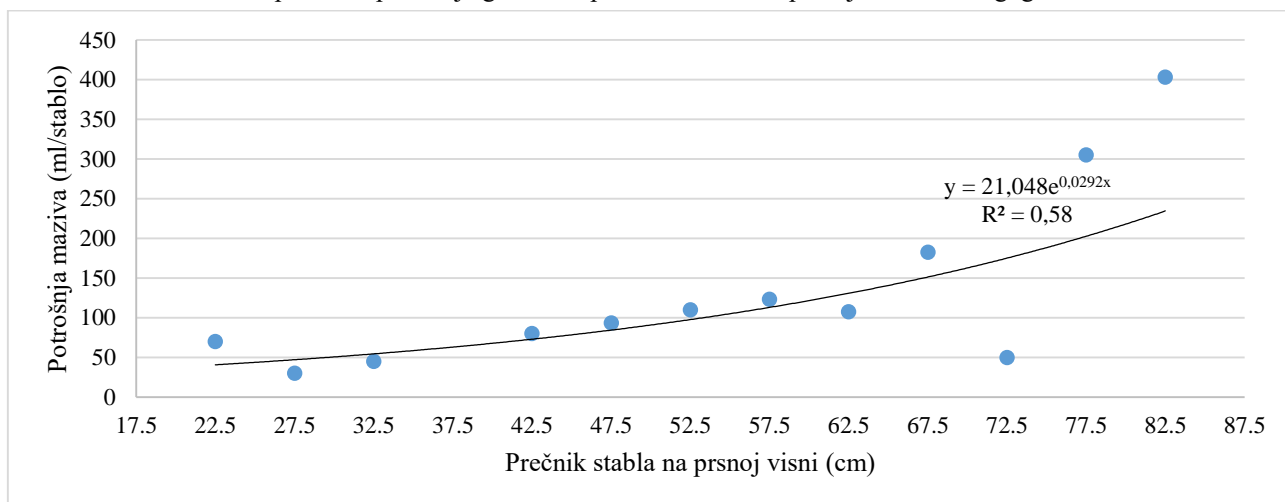
Potrošnja energenata je merena za oba radnika ponaosob, pa je tako i prikazana. Osim toga, potrošnja je prikazana i za oglednu površinu, kako bi podaci sa ostalih oglednih površina bili uporedivi.



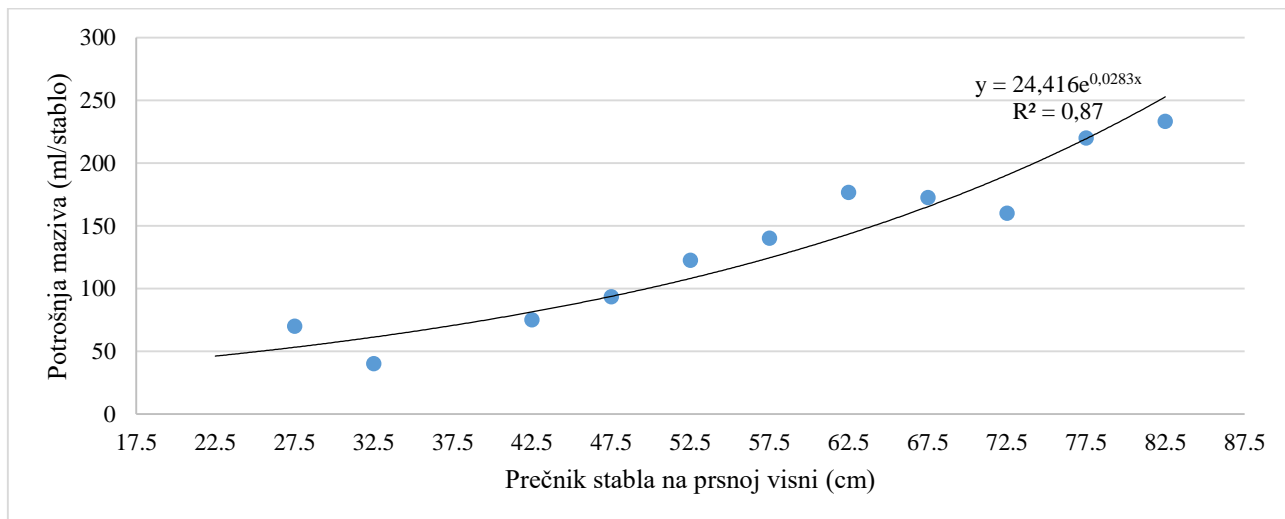
Grafikon 115: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP6



Grafikon 116: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP6



Grafikon 117: Zavisnost prosečne potrošnja maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP6



Grafikon 118: Zavisnost prosečne potrošnja maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP6

Na grafikonima 115 i 117 prikazana je prosečna potrošnja goriva i maziva po debljinskim stepenima za prvog radnika, dok je na grafikonima 116 i 118 prikazana prosečna potrošnja goriva i maziva po debljinskim stepenima posečenih stabala za drugog radnika na OP6.

Izravnote vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva na OP6 za oba radnika po debljinskim stepenima prikazane su u tabeli 37. U ovoj tabeli dat je i prikaz procentualnog povećanja potrošnje goriva i maziva korišćenih motornih testera.

Tabela 37: Izravnote vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva na OP6 za oba radnika po debljinskim stepenima

| Prečnik stabla na prsnoj visini (cm) | 22,5 | 27,5 | 32,5 | 37,5 | 42,5 | 47,5 | 52,5 | 57,5 | 62,5 | 67,5 | 72,5 | 77,5 | 82,5 | 87,5 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Izravnote vrednosti potrošnje goriva za prvog radnika (ml/stablo) | 92 | 106 | 122 | 141 | 163 | 187 | 216 | 249 | 288 | 332 | 382 | 441 | 509 | 587 |
| Izravnote vrednosti potrošnje goriva za drugog radnika (ml/stablo) | 105 | 122 | 142 | 165 | 192 | 224 | 260 | 303 | 353 | 410 | 477 | 556 | 646 | 752 |
| Izravnote vrednosti potrošnje maziva za prvog radnika (ml/stablo) | 41 | 47 | 54 | 63 | 73 | 84 | 97 | 112 | 130 | 150 | 174 | 201 | 232 | 269 |
| Izravnote vrednosti potrošnje maziva za drugog radnika (ml/stablo) | 46 | 53 | 61 | 70 | 81 | 93 | 107 | 124 | 142 | 164 | 189 | 217 | 250 | 288 |
| Procentualno manja /veća potrošnje goriva jedne u odnosu na drugu testeru (%) | 12 | 13 | 14 | 15 | 15 | 16 | 17 | 18 | 18 | 19 | 20 | 21 | 21 | 22 |
| Procentualno manja /veća potrošnje maziva jedne u odnosu na drugu testeru (%) | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 |

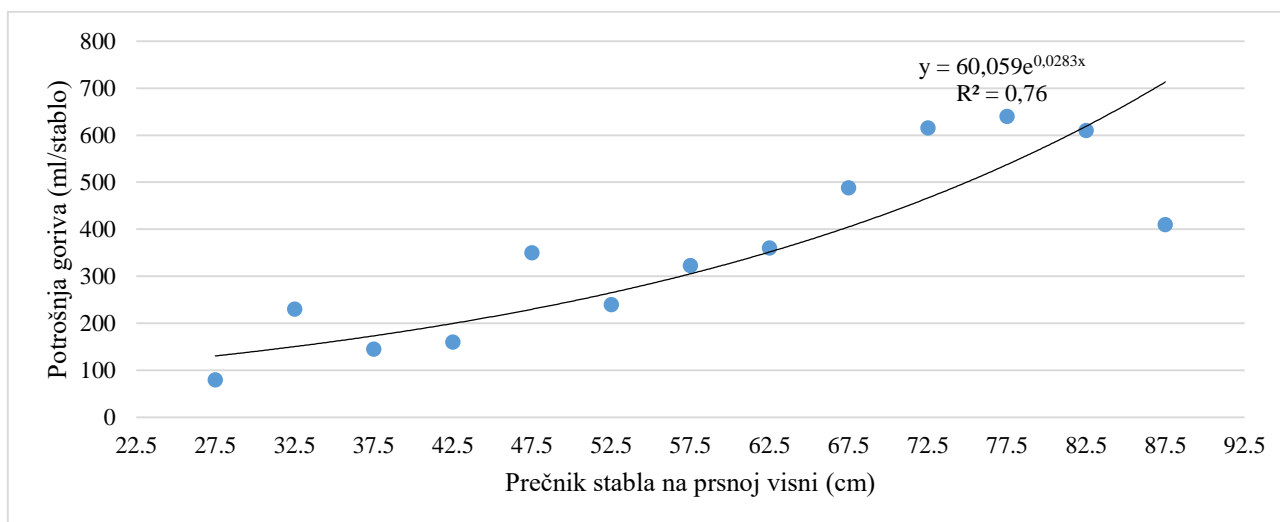
Prosečna potrošnja goriva i maziva izražena u ml/m³ na OP6 prikazana je u tabeli 38. Kao što se može videti iz tabele, veća prosečna potrošnja goriva i maziva je zabeležena kod stabala bukve, nego kod jele. Kada se pogledaju ove vrednosti izražene u ml/stablo, veća potrošnja je takođe kod stabla bukve, nego kod stabla jele, čak za preko 50% i za gorivo i za mazivo, za isti debljinski stepen.

Tabela 38: Prosečna potrošnja goriva i maziva na OP6 za oba radnika zajedno izražena po zapremini sortimenata

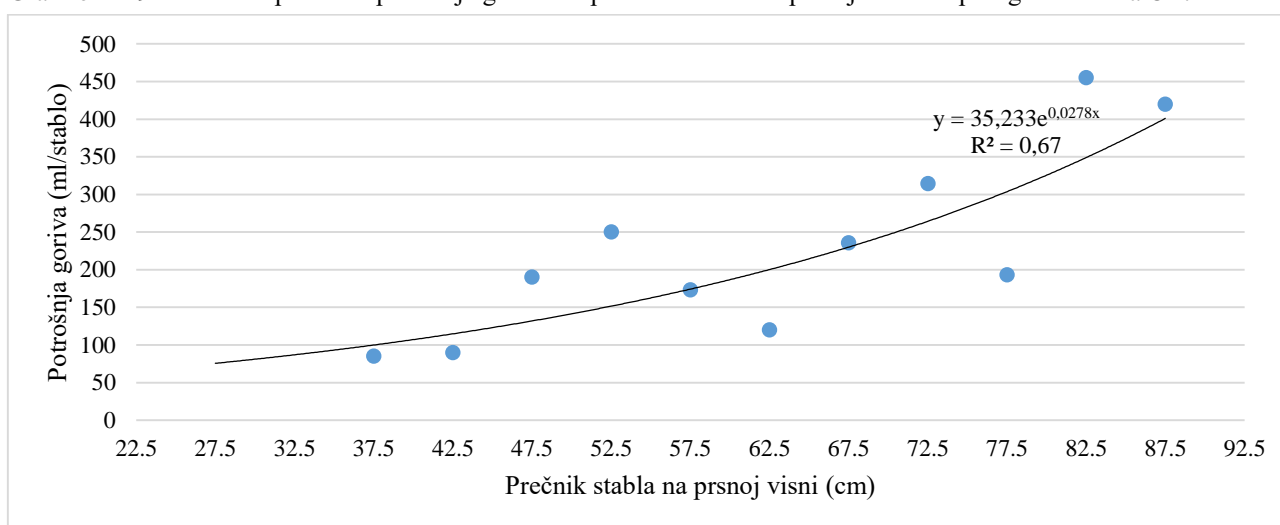
| | Prosečna potrošnja goriva (ml/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (ml/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (ml/m ³) | Prosečna potrošnja maziva (ml/stablo) |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Prosečna potrošnja za obe vrste (bukva i jela) | 170 | 701 | 72 | 296 |
| Prosečna potrošnja goriva za bukvu | 198 | 1116 | 82 | 463 |
| Prosečna potrošnja goriva za jelu | 153 | 538 | 65 | 231 |

6.6.7. Potrošnja goriva i maziva na OP7

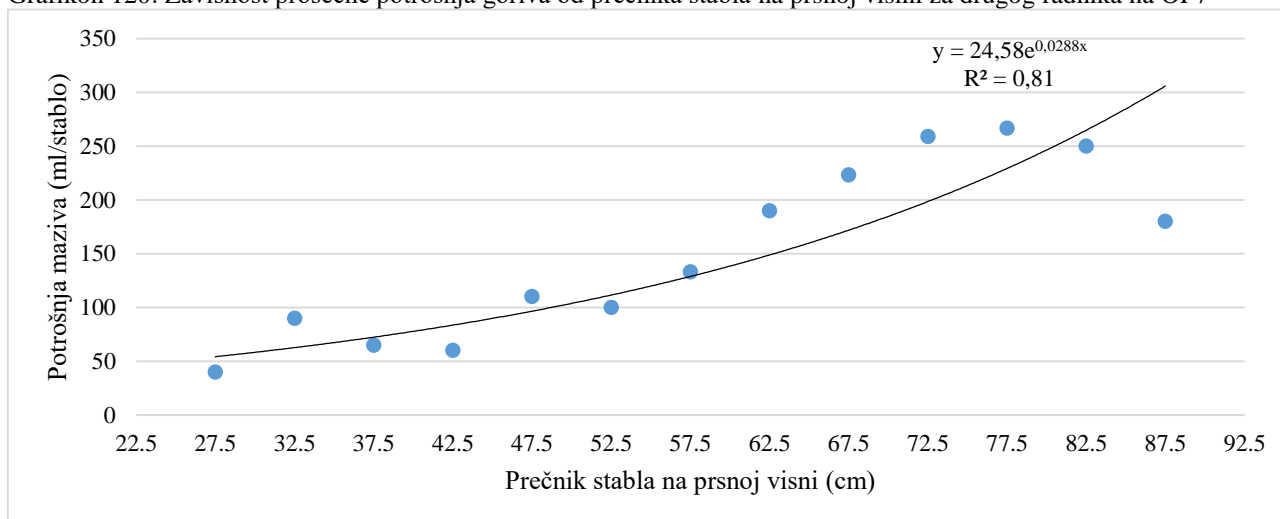
Ova ogledna površina se kao i prethodna nalazila se u sastojii bukve i jele. Na njoj su radila dva radnika, u organizacionoj formi rada 2M+0R, s tim što je jedan radnik rukovao testerom veće snage (3,9 kW), a drugi testerom manje snage (2,5 kW). Potrošnja energenata je merena za oba radnika ponaosob i prikazana kao i na prethodnim oglednim površinama – pojedinačno i zbirno.



Grafikon 119: Zavisnost prosečne potrošnje goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP7

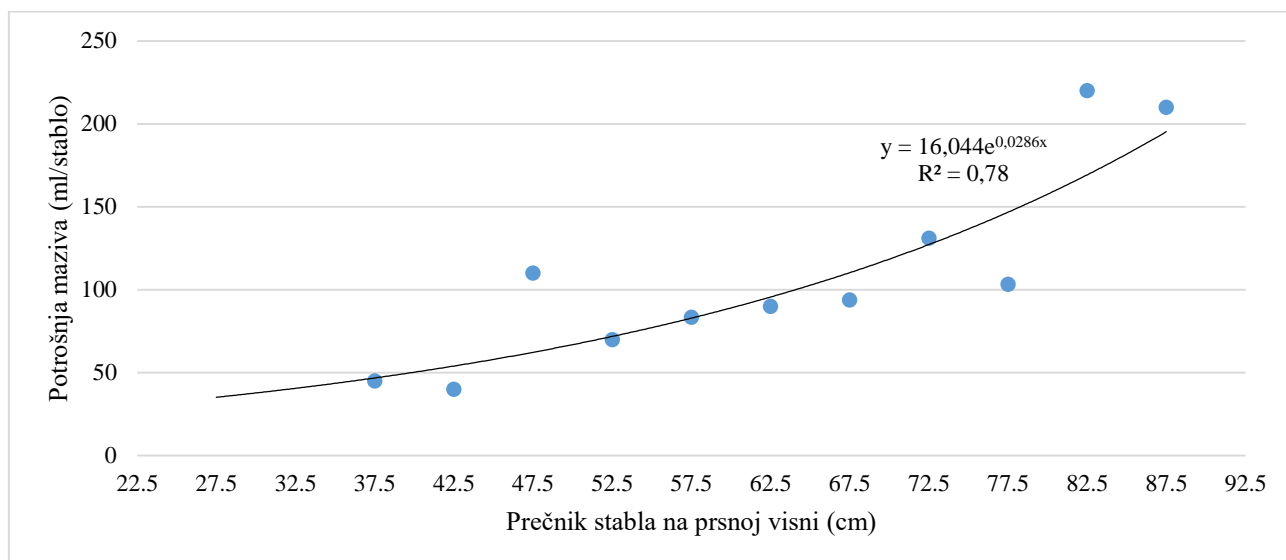


Grafikon 120: Zavisnost prosečne potrošnja goriva od prečnika stabla na prsnoj visini za drugog radnika na OP7



Grafikon 121: Zavisnost prosečne potrošnja maziva od prečnika stabla na prsnoj visini za prvog radnika na OP7

Na grafikonima 119 i 121 prikazana je prosečna potrošnja goriva po debljinskim stepenima za prvog i drugog radnika na OP7, dok je na grafikonima 120 i 122 prikazana prosečna potrošnja maziva po debljinskim stepenima prsnih visina posečenih stabala na istoj oglednoj površini.



Grafikon 122: Zavisnost prosečne potrošnja maziva od prečnika stabla na prsnoj visini drugog radnika na OP7

Na osnovu prikupljenih podataka i utvrđene funkcionalne zavisnosti analiziranih obilježja, izračunate su izravne vrednosti potrošnje goriva i maziva na OP7 i prikazane u tabeli 39.

Tabela 39: Izravne vrednosti prosečne potrošnje goriva i maziva na OP7 za oba radnika po debljinskim stepenima

| Prečnik stabla na prsnoj visini (cm) | 27,5 | 32,5 | 37,5 | 42,5 | 47,5 | 52,5 | 57,5 | 62,5 | 67,5 | 72,5 | 77,5 | 82,5 | 87,5 |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Izravne vrednosti potrošnje goriva za prvog radnika (ml/stablo) | 130 | 150 | 173 | 199 | 229 | 264 | 304 | 350 | 403 | 464 | 535 | 616 | 709 |
| Izravne vrednosti potrošnje goriva za drugog radnika (ml/stablo) | 76 | 87 | 100 | 114 | 131 | 151 | 173 | 199 | 229 | 263 | 302 | 347 | 398 |
| Izravne vrednosti potrošnje maziva za prvog radnika (ml/stablo) | 54 | 62 | 72 | 83 | 96 | 111 | 128 | 148 | 171 | 197 | 227 | 263 | 303 |
| Izravne vrednosti potrošnje maziva za drugog radnika (ml/stablo) | 35 | 41 | 47 | 54 | 62 | 72 | 83 | 95 | 110 | 127 | 146 | 169 | 194 |
| Procentualno manja /veća potrošnje goriva jedne u odnosu na drugu testeru (%) | 42 | 42 | 42 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 44 | 44 | 44 |
| Procentualno manja /veća potrošnje maziva jedne u odnosu na drugu testeru (%) | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |

Kao što se može videti iz tabele 39 potrošnja goriva prve testere, koja je u ovoj organizacionoj formi bila testera veće snage, je veća u odnosu na prosečnu potrošnju goriva testere manje snage, i to u proseku za čak 43%, dok je potrošnja maziva bila veća za oko 35%. Međutim, ove podatke treba uzeti sa rezervom, jer je procenat angažovanja veće testere prilikom rada bio veći nego što je to bio slučaj sa manjom testereom, obzirom da je manja testera uglavnom služila za kresanje grana.

Prosečna potrošnja goriva i maziva izražena u ml/m³ na OP7 prikazana je u tabeli 40. Kao što se može videti iz tabele, veća prosečna potrošnja goriva i maziva je zabeležena kod stabala bukve,

nego kod jele. Kada se pogledaju ove vrednosti izražene u ml/stablo, veća potrošnja je takođe kod stabla bukve, nego kod stabla jele, čak za preko 50% i za gorivo i za mazivo.

Tabela 40: Prosečna potrošnja goriva i maziva na OP7 za oba radnika zajedno izražena po zapremini sortimenata

| | Prosečna potrošnja goriva (ml/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (ml/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (ml/m ³) | Prosečna potrošnja maziva (ml/stablo) |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Prosečna potrošnja za obe vrste vrste (bukva i jela) | 139 | 751 | 61 | 331 |
| Prosečna potrošnja goriva za bukvu | 163 | 1049 | 71 | 457 |
| Prosečna potrošnja goriva za jelu | 119 | 565 | 53 | 253 |

6.6.8. Utvrđivanje uticaja različitih faktora na potrošnju goriva i maziva

6.6.8.1. Uticaj snage motorne testere na potrošnju goriva

U tabeli 41 je prikazana analiza varijanse između različitih oglednih površina, kako bi se utvrdilo da li snaga motorne testere utiče na potrošnju goriva.

Tabela 41: Uticaj tipa testere na potrošnju goriva

| Poređenje između površina | Izvori varijacije | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
|---------------------------|-------------------|---------|----|-----------|------|---------|--------|
| OP1 i OP2 | Između grupa | 106954 | 1 | 106954,30 | 3,03 | 0,11 | 4,78 |
| | U okviru grupa | 422668 | 12 | 35222,40 | | | |
| | Ukupno | 529623 | 13 | | | | |
| OP1 i OP3 | Između grupa | 111654 | 1 | 111654,40 | 2,30 | 0,17 | 5,32 |
| | U okviru grupa | 388078 | 8 | 48509,80 | | | |
| | Ukupno | 499733 | 9 | | | | |
| OP6 i OP7 | Između grupa | 161694 | 1 | 161694,21 | 0,92 | 0,35 | 4,30 |
| | U okviru grupa | 3864391 | 22 | 175654,13 | | | |
| | Ukupno | 4026085 | 23 | | | | |

Kada poredimo potrošnju goriva na oglednim površinama 1 i 2 (zasadi topola), gde je na OP1 seča izvršena motornom testerom Stihl MS 650 (snage 4,8 kW), a na OP2 motornom testerom Stihl MS 361 (snage 3,4 kW), postavljena je nulta hipoteza da ne postoje statistički značajne razlike između potrošnje goriva na OP1 i OP2. Analizom varijanse ($F = 3,03$, $F_{crit} = 4,74$, $P\text{-value} = 0,11$) je utvrđeno da ne postoji statistički značajna razlika između dve površine, jer je

vrednost F-statistike manja od kritične vrednosti F ($F = 3,03 < F_{crit} = 4,74$), a p-vrednost je veća od nivoa značajnosti od 0,05 ($P\text{-value} = 0,11 > 0,05$).

Slična situacija je i prilikom poređenja potrošnje goriva na OP1 i OP3, gde je na OP1 seča izvršena motornom testerom Stihl MS 650 (organizaciona forma rada 1M+0R), a na OP3 motornom testerom Stihl MS 361 (organizaciona forma rada 1M+1R). Analizom varijanse ($F = 2,30$, $F_{crit} = 5,32$, $p\text{-value} = 0,17$) utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u potrošnji između dve površine, odnosno snaga motorne testere nije imala značajan uticaj, jer je vrednost F-statistike manja od kritične vrednosti F ($F = 2,30 < F_{crit} = 5,32$), a p-vrednost je veća od nivoa značajnosti od 0,05 ($p\text{-value} = 0,17 > 0,05$).

Na OP6 i OP7 su radile dve testere u organizacionoj formi 2M+0R, s tim što su na OP6 obe testere bile iste snage (3,9 kW), dok je na OP7 radila jedna testera veće (3,9 kW) i druga testera manje snage (2,5 kW).

Analizom varijanse utvrđeno je da ($F = 0,920$, $F_{crit} = 4,301$, $p\text{-value} = 0,35$) ne postoje statistički značajne razlike između potrošnje goriva na OP6 i OP7, odnosno između prve i druge grupe radnika na pojedinačnim površinama. Iz ovih podataka možemo zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika između dve površine, jer je vrednost F-statistike manja od kritične vrednosti F ($F = 0,920 < F_{crit} = 4,301$), a p-vrednost je veća od nivoa značajnosti od 0,05 ($p\text{-value} = 0,35 > 0,05$). Ova analiza, takođe, ukazuje na to da snaga testere u ovom slučaju nije značajno uticala na potrošnju goriva.

Deskriptivnom statistikom je utvrđeno da je manja prosečna potrošnja na OP7, gde je radila jedna manja i jedna veća testera (Tabela 42).

Tabela 42: Prosečna potrošnja goriva, medijana i standardna devijacija na OP6 i OP7

| Ogledna površina (potrošnja goriva izražena u ml) | Prosečna vrednost | Medijana | Standardna devijacija |
|---------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------------------|
| OP6 | 694 | 533 | 511 |
| OP7 | 533 | 435 | 318 |

Daljom analizom (*t-testom*) je utvrđeno da na nivou značajnosti 0,05 postoje statistički značajne razlike u potrošnji goriva između OP6 i OP7 za bukvu ($t = 2,200$; $df = 11$; $p = 0,025$), kao i za potrošnju maziva ($t = 2,178$; $df = 12$; $p = 0,020$). Međutim, ne postoje statistički značajne razlike između OP6 i OP7 na nivou značajnosti 0,05 za jelu u pogledu potrošnje goriva ($t = 2,021$; $df = 40$; $p = 0,178$) kao i potrošnji maziva ($t = 2,026$; $df = 37$; $p = 0,261$).

6.6.8.2. Uticaj snage motorne testere na potrošnju maziva

U tabeli 43 prikazana je analiza varijanse između oglednih površina, kako bi se utvrdilo da li snaga testere utiče na potrošnju maziva. Utvrđeno je da kao i za gorivo, ne postoje statistički značajne razlike između svih analiziranih oglednih površina, odnosno da snaga motorne testere nije uticala značajno na potrošnju maziva u istraživanim uslovima.

Tabela 43: Uticaj tipa testere na potrošnju maziva

| Poređenje između površina | Izvori varijacije | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
|---------------------------|-------------------|----------|----|---------|------|---------|--------|
| OP1 i OP2 | Između grupa | 10665,7 | 1 | 10665,7 | 3,03 | 0,12 | 5,32 |
| | U okviru grupa | 28178,1 | 8 | 3522,3 | | | |
| | Ukupno | 38843,8 | 9 | | | | |
| OP1 i OP3 | Između grupa | 32680,3 | 1 | 32680,3 | 2,92 | 0,13 | 5,32 |
| | U okviru grupa | 89583,7 | 8 | 11198,0 | | | |
| | Ukupno | 122264,0 | 9 | | | | |
| OP6 i OP7 | Između grupa | 14179,4 | 1 | 14179,4 | 0,38 | 0,54 | 4,32 |
| | U okviru grupa | 774216,1 | 21 | 36867,4 | | | |
| | Ukupno | 788395,4 | 22 | | | | |

6.6.8.3. Uticaj vrste drveća na potrošnju goriva

U tabeli 44 prikazana je analiza varijanse između oglednih površina, kako bi se utvrdilo da li vrsta drveća utiče na potrošnju goriva.

Tabela 44: Uticaj vrste drveća na potrošnju goriva

| Poređenje između površina | Izvori varijacije | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
|---------------------------|-------------------|-----------|----|----------|------|---------|--------|
| OP1 i OP4 | Između grupa | 543,0 | 1 | 543,0 | 0,02 | 0,90 | 5,32 |
| | U okviru grupa | 279377,4 | 8 | 34922,2 | | | |
| | Ukupno | 279920,4 | 9 | | | | |
| OP4 i OP5 | Između grupa | 16312,9 | 1 | 16312,9 | 0,09 | 0,77 | 4,60 |
| | U okviru grupa | 2476123,7 | 14 | 176866,0 | | | |
| | Ukupno | 2492436,6 | 15 | | | | |

Na oglednoj površini 1 radio je jedan radnik (1M+0R), dok su na OP4 radila dva radnika (2M+0R), pri čemu su na obe površine radnici rukovali istim tipom testere (Stihl MS 650). Međutim, na OP1 je bio zasad topole, dok je OP4 bila sastojina hrasta. Analiza varijanse ($F = 0,02$; $F_{crit} = 5,32$; $P\text{-value} = 0,90$) je pokazala da ne postoji statistički značajna razlika između dve varijable, jer je vrednost F-statistike mnogo manja od kritične vrednosti F ($F = 0,02 < F_{crit} = 5,32$), a p-vrednost je veća od nivoa značajnosti od 0,05 ($P\text{-value} = 0,90 > 0,05$).

Kada se uporede podaci sa OP4 i OP5, gde je na obe površine bila organizaciona forma rada 2M+0R (motorne testere Stihl MS 650), s tim što je na OP4 bila sastojina hrasta, a na OP5 zasad topole, statistička analiza ($F = 0,09$; $F_{crit} 4,60$; $P\text{-value} = 0,77$) je pokazala da na nivou značajnosti od 0,05 ne postoje statistički značajne razlike i da vrsta drveća i u ovom slučaju nema uticaj na potrošnju goriva.

Ogledne površine 6 i 7 predstavljaju prebirne šume bukve i jele, gde su radile dve grupe radnika u istoj organizacionoj formi (2M+0R). Analiza varijanse ($F = 1,082$; $F_{crit} = 4,747$, $p\text{-value}$

= 0,32) je pokazala da ne postoje statistički značajne razlike u potrošnji goriva između bukve i jele i da vrsta drveća i u ovom slučaju nije imala uticaj na potrošnju goriva.

6.6.8.4. Uticaj vrste drveća na potrošnju maziva

U tabeli 45 prikazana je analiza varijanse između oglednih površina, kako bi se utvrdilo da li vrsta drveća utiče na potrošnju maziva.

Utvrđeno je da kao i za gorivo, ne postoje statistički značajne razlike između svih testiranih oglednih površina, odnosno da vrsta drveća ne utiče na potrošnju maziva među svim upoređenim oglednim površinama.

Tabela 45: Uticaj vrste drveća na potrošnju maziva

| Poređenje između površina | Izvori varijacije | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
|---------------------------|-------------------|----------|----|---------|------|---------|--------|
| OP1 i OP4 | Između grupa | 5572,1 | 1 | 5572,1 | 0,86 | 0,38 | 4,96 |
| | U okviru grupa | 64500,7 | 10 | 6450,1 | | | |
| | Ukupno | 70072,8 | 11 | | | | |
| OP4 i OP5 | Između grupa | 3138,1 | 1 | 3138,1 | 0,18 | 0,68 | 4,78 |
| | U okviru grupa | 213608,0 | 12 | 17800,7 | | | |
| | Ukupno | 216746,0 | 13 | | | | |

6.6.8.5. Uticaj organizacione forme rada na potrošnju goriva

U tabeli 46 prikazana je analiza varijanse između oglednih površina, kako bi se utvrdilo da li organizaciona forma rada utiče na potrošnju goriva. Upoređena je potrošnja goriva na OP2 (gde je organizaciona forma rada bila 1M+0R) i OP3 (gde je organizaciona forma rada bila 1M+0R). Na obe ogledne površine se radilo o zasadu topole, a motorna testera koja je korišćena na obe površine je bila Stihl MS 361.

Analiza je pokazala da, na nivou značajnosti od 0,05, postoje statistički značajne razlike ($F = 6,13$; $F_{crit} = 5,99$; $P\text{-value} = 0,04$) i da kada se uporede organizacione forme rada 1M+0R i 1M+1R, u istim uslovima rada, postoje značajne razlike u potrošnji goriva.

Međutim, prilikom poređenja potrošnje goriva na OP1 i OP5 (zasad topole na obe površine, gde je korišćena motorna testera Stihl MS 361), s tim što je na OP1 bila organizaciona forma rada 1M+0R, a na OP5 2M+0R dobijeni su drugačiji rezultati. Analizom varijanse utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike u potrošnji goriva između ove dve površine ($F = 0,06$; $F_{crit} = 5,99$; $P\text{-value} = 0,81$).

Tabela 46: Uticaj organizacione forme rada na potrošnju goriva

| Poređenje između površina | Izvori varijacije | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
|---------------------------|-------------------|----------|----|----------|------|---------|--------|
| OP2 i OP3 | Između grupa | 218901,4 | 1 | 218901,4 | 6,13 | 0,05 | 5,987 |
| | U okviru grupa | 214275,0 | 6 | 35712,5 | | | |
| | Ukupno | 433176,4 | 7 | | | | |
| OP1 i OP5 | Između grupa | 1788,4 | 1 | 1788,4 | 0,06 | 0,81 | 5,987 |
| | U okviru grupa | 174477,5 | 6 | 29079,6 | | | |
| | Ukupno | 176265,9 | 7 | | | | |

6.6.8.6. Uticaj organizacione forme rada na potrošnju maziva

U tabeli 47 prikazana je analiza varijanse između oglednih površina, kako bi se utvrdilo da li organizaciona forma rada utiče na potrošnju maziva.

Utvrđeno je, da kao i za gorivo, ne postoje statistički značajne razlike (na nivou značnanosti 0,05) između oglednih površina OP1 i OP5 ($F = 1,93$; $F_{crit} = 5,99$; $P = 0,21$), dok između OP2 i OP3 postoje statistički značajne razlike u potrošnji maziva ($F = 8,16$, $F_{crit} = 5,99$, $P = 0,03$).

Tabela 47: Uticaj organizacione forme rada na potrošnju maziva

| Poređenje između površina | Izvori varijacije | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
|---------------------------|-------------------|----------|----|---------|------|---------|--------|
| OP2 i OP3 | Između grupa | 65703,1 | 1 | 65703,1 | 8,16 | 0,03 | 5,99 |
| | U okviru grupa | 48285,4 | 6 | 8047,6 | | | |
| | Ukupno | 113988,5 | 7 | | | | |
| OP1 i OP5 | Između grupa | 7776,8 | 1 | 7776,8 | 1,93 | 0,21 | 5,99 |
| | U okviru grupa | 24177,0 | 6 | 4029,5 | | | |
| | Ukupno | 31953,8 | 7 | | | | |

6.6.8.7. Faktori uticaja na potrošnju goriva i maziva

Na osnovu prethodno izvršenih analiza utvrđeno je da postoje razlike u potrošnji goriva na različitim oglednim površinama, a kao faktori uticaja su uzeti: vrsta drveća, snaga motorne testere i organizaciona forma rada. Uticaj prečnika nije testiran, jer se potrošnja energenata logično povećava sa povećanjem prečnika na prsnoj visini. Međutim, analizom varijanse nije bilo moguće utvrditi koliko svaki od ovih faktora doprinosi potrošnji goriva i maziva.

Urađeno je testiranje pomoću generalnog linearnog modela. Kao nezavisne varijable uzete su: organizaciona forma rada (nominalna varijabla), vrsta drveta (nominalna varijabla), snaga motorne testere (nominalna varijabla) i prečnik na prsnoj visini (skalarna varijabla). Kao zavisne varijable uzete su potrošnja goriva i potrošnja maziva (obe varijable su skalarne). Za utvrđivanje uticaja korišćen je generalni linearni model (GLM) u programskom paketu SPSS.

Primenom navedenog modela dobijeni su sledeći rezultati (Tabela 48). U daljem postupku analize može se zaključiti da najveći uticaj na potrošnju goriva i maziva ima prsni prečnik stabla (66%), zatim vrsta drveća (14%), snaga motorne testere (13%), a najmanji organizaciona forma rada (7%).

Tabela 48: Primena generalnog linearnog modela za utvrđivanje faktora potrošnje goriva motornih testera

Multivarijantni testovi^a

| Efekt | | Value | F | Hipoteza df | Greška df | Sig. | DelimičnoEta Kvadratd |
|-----------|--------------------|-------|---------|-------------|-----------|------|-----------------------|
| Intercept | Pillai's Trace | ,268 | 42,557b | 2,000 | 232,000 | ,000 | ,268 |
| | Wilks' Lambda | ,732 | 42,557b | 2,000 | 232,000 | ,000 | ,268 |
| | Hotelling's Trace | ,367 | 42,557b | 2,000 | 232,000 | ,000 | ,268 |
| | Roy's Largest Root | ,367 | 42,557b | 2,000 | 232,000 | ,000 | ,268 |

| | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|-------|----------|-------|---------|-------|------|
| Prečnik na prsnoj visini $D_{1,3}$ | Pillai's Trace | ,659 | 223,960b | 2,000 | 232,000 | ,000 | ,659 |
| | Wilks' Lambda | ,341 | 223,960b | 2,000 | 232,000 | ,000 | ,659 |
| | Hotelling's Trace | 1,931 | 223,960b | 2,000 | 232,000 | ,000 | ,659 |
| | Roy's Largest Root | 1,931 | 223,960b | 2,000 | 232,000 | ,000 | ,659 |
| Organizaciona forma | Pillai's Trace | ,131 | 8,182 | 4,000 | 466,000 | ,000 | ,066 |
| | Wilks' Lambda | ,870 | 8,330b | 4,000 | 464,000 | ,000 | ,067 |
| | Hotelling's Trace | ,147 | 8,476 | 4,000 | 462,000 | ,000 | ,068 |
| | Roy's Largest Root | ,132 | 15,328c | 2,000 | 233,000 | ,000 | ,116 |
| Vrsta drveća | Pillai's Trace | ,270 | 12,114 | 6,000 | 466,000 | ,000 | ,135 |
| | Wilks' Lambda | ,745 | 12,257b | 6,000 | 464,000 | ,000 | ,137 |
| | Hotelling's Trace | ,322 | 12,399 | 6,000 | 462,000 | ,000 | ,139 |
| | Roy's Largest Root | ,238 | 18,452c | 3,000 | 233,000 | ,000 | ,192 |
| Organizaciona forma * vrsta drveća | Pillai's Trace | ,000 | .b | ,000 | ,000 | . | . |
| | Wilks' Lambda | 1,000 | .b | ,000 | 232,500 | . | . |
| | Hotelling's Trace | ,000 | .b | ,000 | 2,000 | . | . |
| | Roy's Largest Root | ,000 | ,000b | 2,000 | 231,000 | 1,000 | ,000 |

a. Design: Intercept + $D_{1,3}$ + organizaciona forma rada + vrsta drveća + organizaciona forma rada * vrsta drveća

b. Exact statistic

c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level

6.6.8.8. Energetska vrednost potrošnje goriva

Prema metodologiji Gałęzia (2014) potrošnja energenata izražena kroz energetska vrednost goriva iznosi 33,75 MJ/l. U tabeli 49 je prikazana prosečna potrošnja goriva po oglednim površinama izražena u MJ/m³. Najveća potrošnja energije, a shodno tome i emisija štetnih gasova bila je na OP3, a zatim na OP5. Najmanja potrošnja bila je na OP7 (gde je korišćena jedna manja i jedna veća testera).

Tabela 49: Prosečna potrošnja goriva po oglednim površinama izražena u MJ/m³

| Ogledna površina | Potrošnja energije (MJ/m ³) (prema metodologiji Gałęzia (2014)) | Procenjena emisija CO (mg/m ³) (prema metodologiji EPA) |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| OP1 | 5,839 | 414 |
| OP2 | 5,299 | 376 |
| OP3 | 9,923 | 703 |
| OP4 | 6,649 | 471 |
| OP5 | 7,425 | 526 |
| OP6 Prosečno za obe vrste (bukva i jela) | 5,752 | 408 |

| | | |
|-------------------------------------------------|-------|-----|
| OP6 Prosečna potrošnja za bukvu | 6,690 | 474 |
| OP6 Prosečna potrošnja za jelu | 5,165 | 366 |
| OP7 Prosečno za obe vrste (bukva i jela) | 4,691 | 332 |
| OP7 Prosečna potrošnja za bukvu | 5,501 | 390 |
| OP7 Prosečna potrošnja za jelu | 4,016 | 285 |

6.7. OŠTEĆENJA NA PREOSTALIM STABLIMA U SASTOJINI

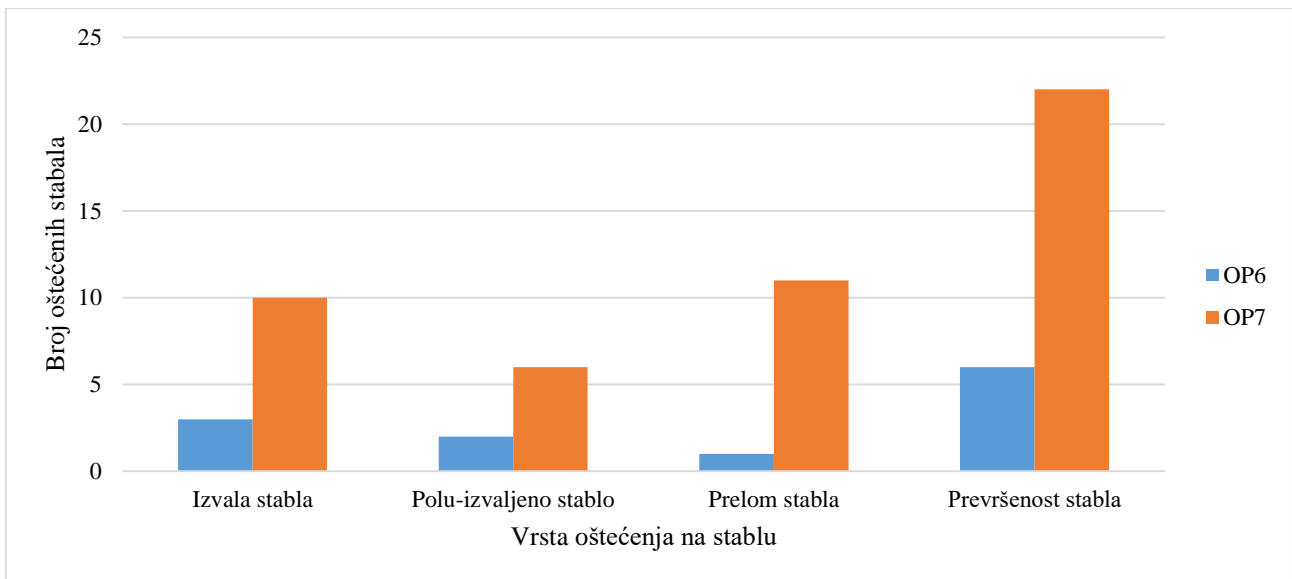
Istraživanja vezana za oštećenja na preostalim stablima sprovedena su na OP6 i OP7 (prebirna šuma bukve i jele), gde je to jedino bilo i smisleno. Kao faktori od kojih zavise oštećenja preostalih stabala i podmlatka u sastojini uzeti su nagib terena, veličina i gustina podrasta, sklop sastojine, nagib terena i organizaciona forma rada (veština sekača koji obara stablo). Podaci sa ovih oglednih površina dati su u tabeli i na grafikonima koji slede.

Tabela 50: Nagib terena, tip podrasta, visina podrasta, tip sklopa i veličina krošnje za oborena stabla po oglednim površinama

| Nagib terena (°) | | | | | | |
|------------------------------------|----------|-------------|--------------|---------|---------|------|
| | <5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | >21 | Suma |
| OP6 - broj oborenih stabala | 8 | 8 | 9 | 2 | 5 | 32 |
| OP7 - broj oborenih stabala | 6 | 7 | 23 | 4 | 2 | 42 |
| Tip podrasta | | | | | | |
| | Nema | Redak | Srednje gust | Gust | | |
| OP6 - broj oborenih stabala | 11 | 14 | 5 | 2 | | 32 |
| OP7 - broj oborenih stabala | 12 | 22 | 6 | 2 | | 42 |
| Visina podrasta (m) | | | | | | |
| | Nema | <1 | 1,1-1,5 | 1,6-2 | >2 | |
| OP6 - broj oborenih stabala | 9 | 18 | 4 | 1 | 0 | 32 |
| OP7 - broj oborenih stabala | 12 | 18 | 3 | 7 | 2 | 42 |
| Tip sklopa | | | | | | |
| | Nepotpun | Veoma redak | Redak | Potpun | | |
| OP6 - broj oborenih stabala | 14 | 5 | 8 | 5 | | 32 |
| OP7 - broj oborenih stabala | 14 | 2 | 15 | 11 | | 42 |
| Veličina krošnje | | | | | | |
| | >1/2 | oko 1/2 | oko 1/3 | oko 1/4 | oko 1/5 | |
| OP6 - broj oborenih stabala | 10 | 4 | 10 | 4 | 4 | 32 |
| OP7 - broj oborenih stabala | 7 | 17 | 13 | 3 | 2 | 42 |

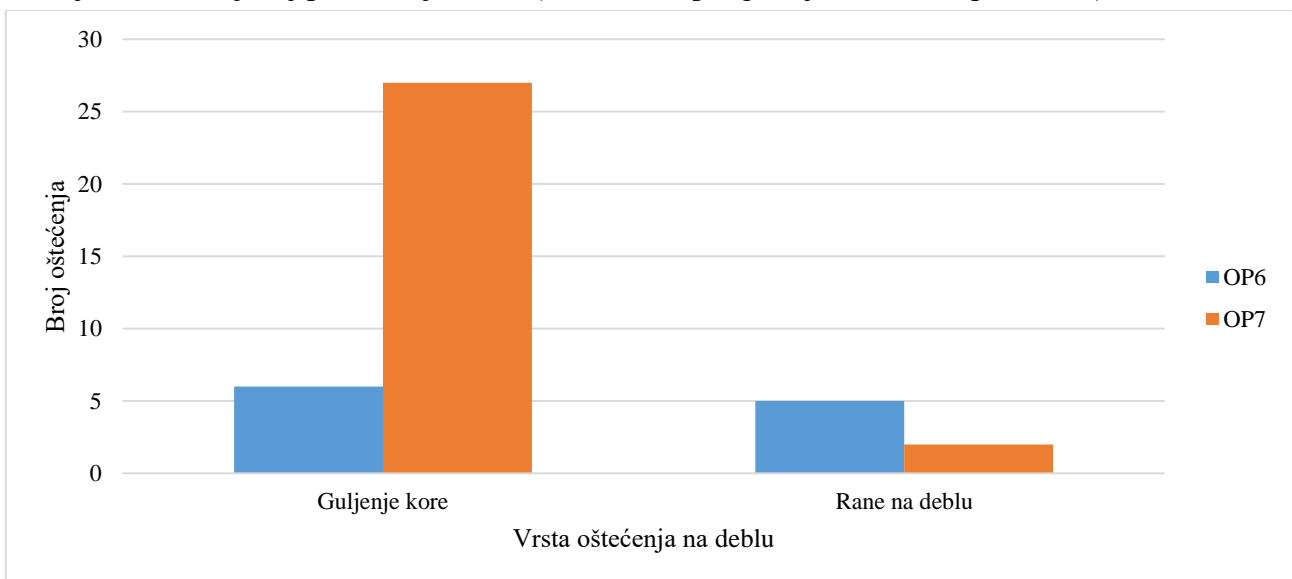
Kao što se može videti iz tabele 50 najveći broj stabala na OP6 nalazio se na terenu sa nagibom između 6 i 20° (čak oko 2/3 stabala), dok na OP7 najveći broj stabala se nalazio na nagibu terena između 11 i 20° (slično kao i na prethodnoj površini, nešto više od 2/3 stabala). U neposrednoj okolini većine oborenih stabala podrast uglavnom bio redak ili ga uopšte nije bilo. Samo za 20% za OP7, tj. 14% stabala na OP6 podrast je bio srednje gust ili gust. Kada je u pitanju visina podrasta, na OP6 čak preko 80% stabala u neposrednoj okolini uopšte nije imalo podrast ili je on bio visine <1 m. Slična situacija je i na OP7, s tim da je ovaj procenat nešto manji (oko 70%). Najveći broj stabala i na jednoj i na drugoj površini imao je nepotpun sklop (44% na OP6 i 33% na OP7), a zatim slede stabla koja su imala redak sklop (25% na OP6 i 36% na OP7). Kada je u pitanju procenjena veličina krošnje, na OP6 najveći broj stabala je imao krošnju čija je veličina bila oko 1/2 stabla, dok je na OP7 najveći broj

stabala imao krošnju čija je veličina veća od $\frac{1}{2}$, ali i isti procenat stabala čije su krošnje bile oko $\frac{1}{3}$ veličine stabla. Sva stabla na obe ogledne površine su se nalazila na severnoj i severoistočnoj ekspoziciji.



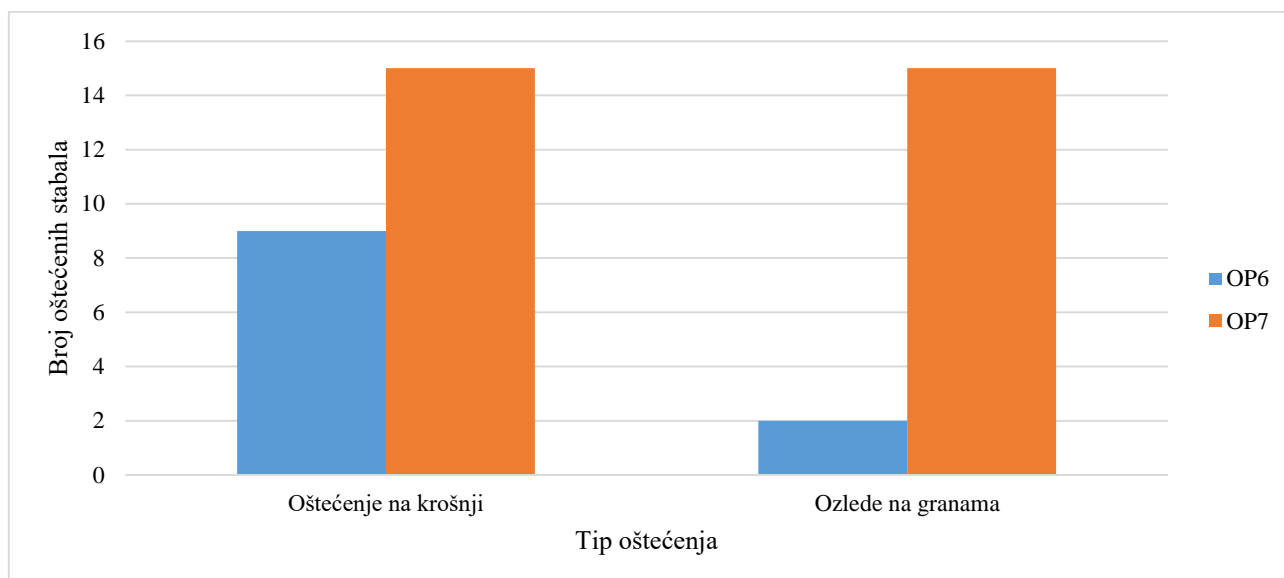
Grafikon 123: Raspodela vrste oštećenja na stablu po kategorijama uzrokovanih obaranjem stabala na OP6 i OP7

Na grafikonu 123 prikazano je učešće oštećenja na stablu po kategorijama uzrokovanih obaranjem stabala. Na OP6 najveći broj oštećenja na stablu su bila prevršena stabla sa oštećenjima na krošnji, a na OP7 je taj procenat još veći (čak $\frac{2}{3}$ ukupnog broja stabala su prevršena).



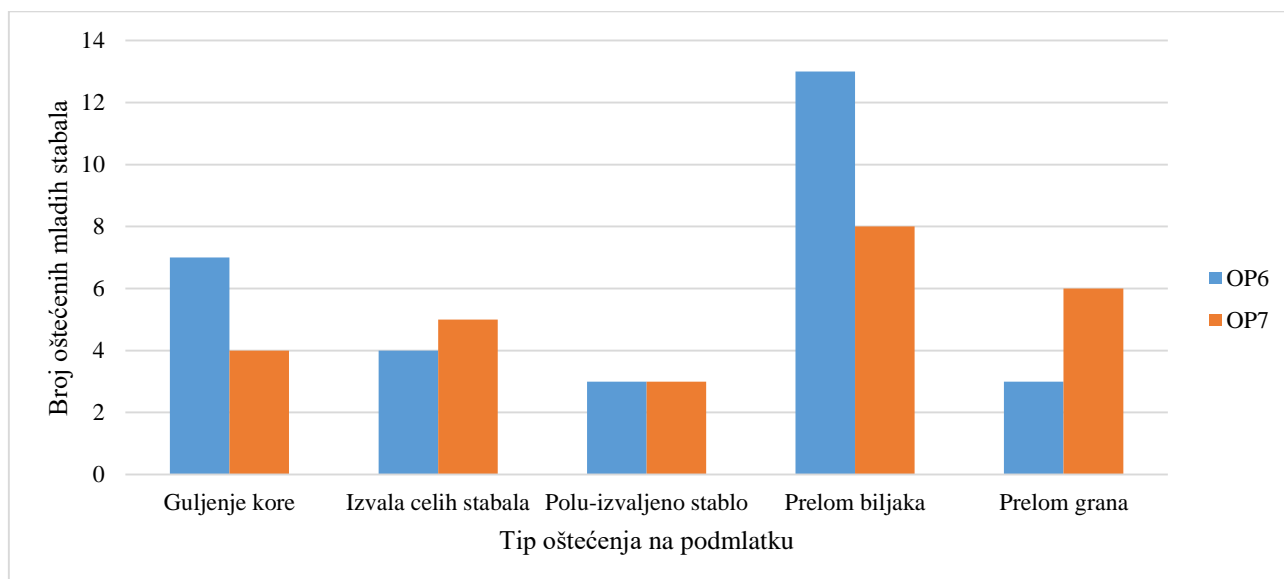
Grafikon 124: Raspodela vrste oštećenja na deblu po kategorijama uzrokovanih obaranjem stabala na OP6 i OP7

Kao što se može videti na grafikonu 124 najveći broj oštećenja na deblu čini guljenje kore (93% na OP6, odnosno 55% od ukupnog broja oštećenja na OP7).



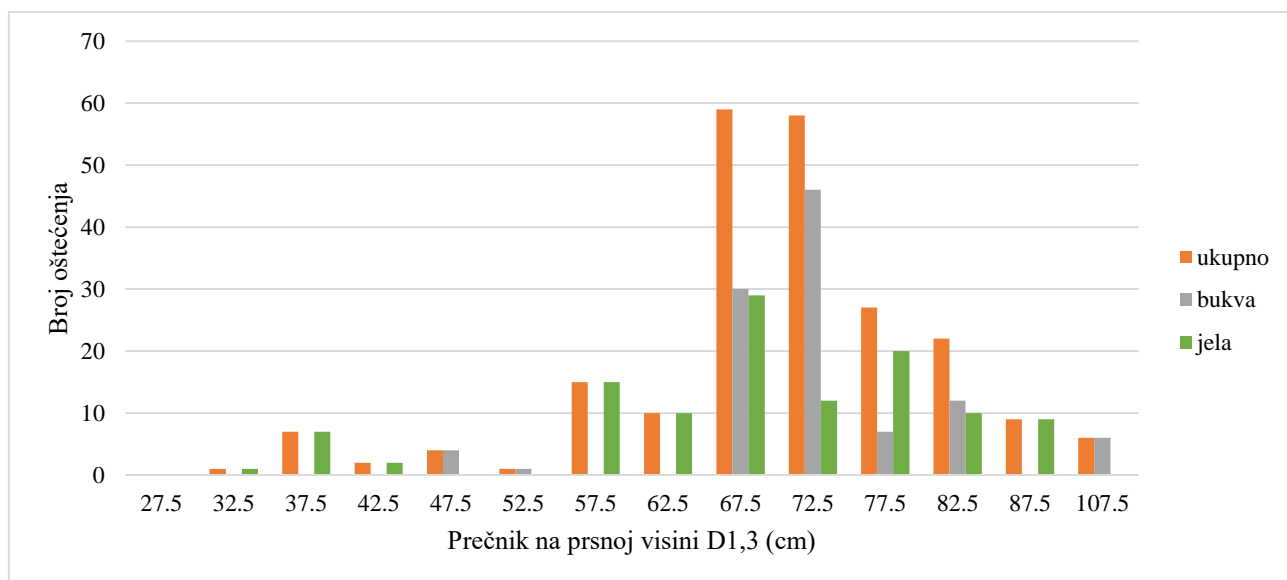
Grafikon 125: Raspodela vrste oštećenja na krošnji po kategorijama uzrokovanih obaranjem stabala na OP6

Na grafikonu 125 je prikazano učešće oštećenja na krošnji po kategorijama uzrokovanih obaranjem stabala na OP6 i OP7. Polovina oštećenih stabala imalo je oštećenja na celoj krošnji, dok je druga polovina oštećenih stabala imala samo pojedinačne ozlede na granama. Na oglednoj površini 6 čak 82% oštećenih stabala imalo je oštećenja na krošnji, dok je preostalih 18% imalo oštećenja samo na granama. Međutim, na OP7 je bio veći broj ukupnih oštećenja.

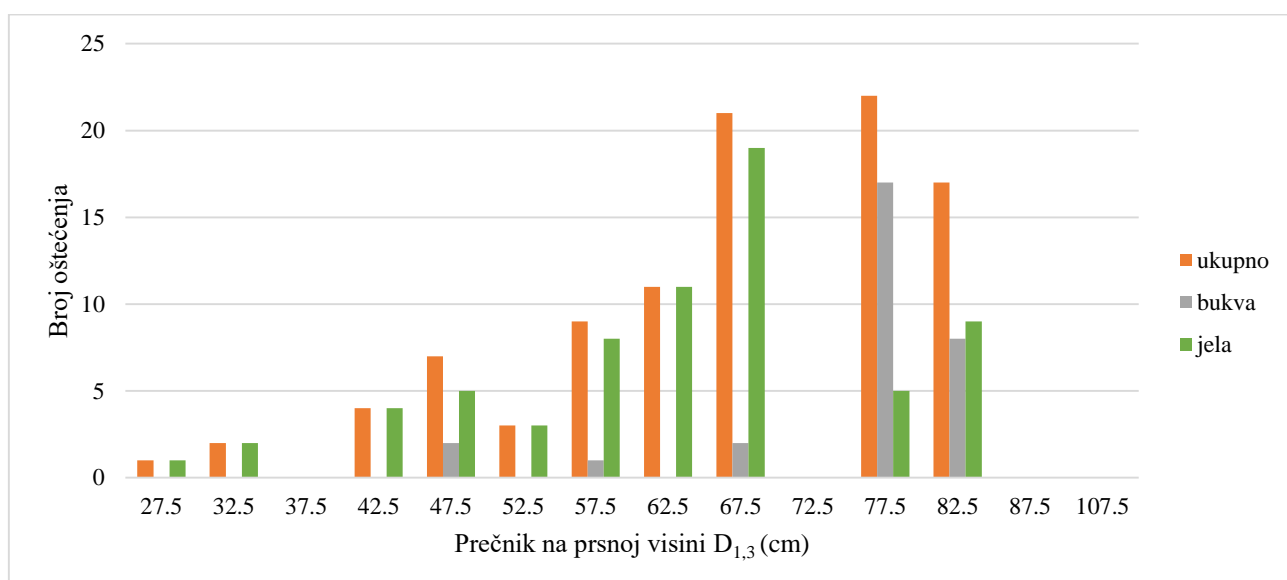


Grafikon 126: Raspodela vrste oštećenja na podmlatku po kategorijama uzrokovanih obaranjem stabala na OP6 i OP7

Kada govorimo o oštećenjima na podmlatku, važno je napomenuti da su u ovom istraživanju kao stabla podmlatka uzeta sva ona stabla čiji su prečnici bili ispod taksacione granice. Na obe površine najveći broj mladih stabala je imao oštećenje u vidu preloma biljke, što se odražava na potencijalna stabla budućnosti, jer ovakva stabla najverovatnije neće moći da se regenerišu (grafikon 126).



Grafikon 127: Broj oštećenja po vrstama drveća koje su uzrokovala stabla koja su oborena na OP6



Grafikon 128: Broj oštećenja po vrstama drveća koje su uzrokovala stabla koja su oborena na OP7

Kao što se može videti na grafikonu 127 i grafikonu 128 češće od stabala bukve, oštećenja na preostalim stablima uzrokovala su stabla jele. Taj broj je izraženiji na OP6.

Stabla bukve su participirala sa značajno manjim udelom u oštećenim stablima u odnosu na stabla jele. Na OP6 od ukupnog broja oštećenja 38% su bila na stablima bukve, dok je 62% oštećenja evidentirano na stablima jele. Na OP7 je slična situacija, s tim da je 42% oštećenja zabeleženo na stablima bukve, a 58% na stablima jele.

Na oglednoj površini 6 procenat oštećenja u odnosu na broj posečenih stabala bio je 324%, odnosno jedno posečeno stablo uzrokovalo je pojavu 3,24 nekih vrsta oštećenja. To ne mora nužno da znači da su 3 stabla, već je to moglo biti i jedno stablo sa npr. oštećenjem na krošnj, ali i oštećenjem na deblu.

Na oglednoj površini 7 ovaj procenat oštećenja u odnosu na broj posečenih stabala bio je nešto manji i iznosio je 231%, odnosno jedno posečeno stablo je uzrokovalo nešto više od 2 oštećenja, tj. 2,31 oštećenja po jednom posečenom stablu.

6.7.1. Utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja preostalih stabala i podmlatka u sastojini

Kako bismo utvrdili faktore uticaja na oštećenja preostalih stabala i podmlatka u sastojini, najpre su testirana oštećenja koja su se pojavila na celim preostalim stablima (izvaljena ili poluizvaljena stabla). Kao faktori uticaja uzeti su: nagib terena, sklop sastojine, veličina krošnje, ogledna površina (organizaciona forma rada), vrste posečenog drveća, prečnik na prsnoj visini. Utvrđeno je da nijedan od faktora nema statistički značajan uticaj na oštećenja celih stabala (tabela 51).

Tabela 51: Utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja celih preostalih stabala generalnim linearnim modelom

| Testovi efekata između grupa | | | | | | |
|---------------------------------------------|----------------------|-----|--------------------------|-------|------|------------------------|
| Zavisna varijabla: Broj oštećenja na stablu | | | | | | |
| Izvor | Tip III SumaKvadrats | df | Srednja vrednost Kvadrat | F | Sig. | Delimično Eta Kvadratd |
| IspravljenModel | 57,349 ^a | 23 | 2,493 | 3,721 | ,000 | ,435 |
| Intercept | ,205 | 1 | ,205 | ,306 | ,581 | ,003 |
| Nagib terena | 5,372 | 6 | ,895 | 1,336 | ,247 | ,067 |
| Sklop sastojine | 3,970 | 3 | 1,323 | 1,975 | ,122 | ,051 |
| Veličina krošnje | 1,018 | 4 | ,254 | ,380 | ,823 | ,013 |
| Ogledna površini (organizaciona forma) | 2,047 | 1 | 2,047 | 3,055 | ,083 | ,027 |
| Vrsta posečenog drveća | 1,081 | 1 | 1,081 | 1,614 | ,207 | ,014 |
| Prečnik na prsnoj visini | ,138 | 1 | ,138 | ,206 | ,651 | ,002 |
| Greška | 74,384 | 111 | ,670 | | | |
| Ukupno | 200,000 | 135 | | | | |
| IspravljenUkupno | 131,733 | 134 | | | | |

a. R Kvadratd = ,435 (Prilagodeni R Kvadratd = ,318)

Do istih rezultata je dođeno utvrđivanjem faktora uticaja na oštećenja na deblu. Dakle, utvrđeno je da nijedan od faktora (nagib terena, sklop sastojine, veličina krošnje, ogledna površina (organizaciona forma rada), vrsta posečenog drveća, prečnik na prsnoj visini) nema statistički značajan uticaj na oštećenja debla (tabela 52).

Tabela 52: Utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja na deblu generalnim miks modelom

| Testovi efekata između grupa | | | | | | | |
|--------------------------------------------|----------|-----------------------|---------|--------------------------|-------|------|------------------------|
| Zavisna varijabla: Broj oštećenja na deblu | | | | | | | |
| Izvor | | Tip III Suma Kvadrats | df | Srednja vrednost Kvadrat | F | Sig. | Delimično Eta Kvadratd |
| Intercept | Hipoteza | 2,019E-007 | 1 | 2,019E-007 | ,000 | ,999 | ,000 |
| | Greška | 55,535 | 111,976 | ,496 ^a | | | |
| Nagib terena | Hipoteza | 2,441 | 6 | ,407 | ,793 | ,577 | ,041 |
| | Greška | 56,964 | 111 | ,513 ^b | | | |
| Sklop sastojine | Hipoteza | ,331 | 3 | ,110 | ,215 | ,886 | ,006 |
| | Greška | 56,964 | 111 | ,513 ^b | | | |
| Veličina krošnje | Hipoteza | 4,004 | 4 | 1,001 | 1,950 | ,107 | ,066 |
| | Greška | 56,964 | 111 | ,513 ^b | | | |
| Vrsta posečenog drveća | Hipoteza | ,142 | 1 | ,142 | ,277 | ,599 | ,002 |
| | Greška | 56,964 | 111 | ,513 ^b | | | |
| | Hipoteza | ,540 | 1 | ,540 | 1,053 | ,307 | ,009 |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|--------|-----|-------------------|------|------|------|
| Prečnik na prsnoj visini | Greška | 56,964 | 111 | ,513 ^b | | | |
| Ogledna površina | Hipoteza | ,092 | 1 | ,092 | ,179 | ,673 | ,002 |
| | Greška | 56,964 | 111 | ,513 ^b | | | |
| a. ,041 MS(Org) + ,959 MS(Greška) | | | | | | | |
| b. MS(Greška) | | | | | | | |

Primenom istog modela, radi utvrđivanja faktora uticaja na oštećenja krošnje, utvrđeno je da od svih faktora (nagib terena, sklop sastojine, veličina krošnje, ogledna površina (organizaciona forma rada), vrsta posečenog drveća, prečnik na prsnoj visini) jedino prečnik ima uticaj na oštećenja koja nastaju na krošnji preostalih stabala u sastojini (tabela 53).

Tabela 53: Utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja na krošnji generalnim linearnim modelom

| Testovi efekata između grupa | | | | | | | |
|--------------------------------------------|----------|-----------------------|--------|--------------------------|-------|------|------------------------|
| Zavisna varijabla: Oštećenja na krošnji | | | | | | | |
| Izvor | | Tip III Suma Kvadrats | df | Srednja vrednost Kvadrat | F | Sig. | Delimično Eta Kvadratd |
| Intercept | Hipoteza | 1,881 | 1 | 1,881 | 2,680 | ,108 | ,049 |
| | Greška | 36,666 | 52,244 | ,702 ^a | | | |
| Nagib terena | Hipoteza | 6,350 | 6 | 1,058 | 1,624 | ,147 | ,081 |
| | Greška | 72,327 | 111 | ,652 ^b | | | |
| Sklop sastojine | Hipoteza | 4,470 | 3 | 1,490 | 2,287 | ,083 | ,058 |
| | Greška | 72,327 | 111 | ,652 ^b | | | |
| Veličina krošnje | Hipoteza | 2,962 | 4 | ,741 | 1,136 | ,343 | ,039 |
| | Greška | 72,327 | 111 | ,652 ^b | | | |
| Vrsta posečenog drveća | Hipoteza | ,183 | 1 | ,183 | ,281 | ,597 | ,003 |
| | Greška | 72,327 | 111 | ,652 ^b | | | |
| Prečnik na prsnoj visini posečenih stabala | Hipoteza | 2,606 | 1 | 2,606 | 3,999 | ,048 | ,035 |
| | Greška | 72,327 | 111 | ,652 ^b | | | |
| Ogledna površina | Hipoteza | 1,880 | 1 | 1,880 | 2,885 | ,092 | ,025 |
| | Greška | 72,327 | 111 | ,652 ^b | | | |
| a. ,041 MS(Org) + ,959 MS(Greška) | | | | | | | |
| b. MS(Greška) | | | | | | | |

Isti model je korišćen i za utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja žilišta. Utvrđeno je da od svih faktora (nagib terena, sklop sastojine, veličina krošnje, ogledna površina (organizaciona forma rada), vrsta posečenog drveća, prečnik na prsnoj visini), jedino nagib terena ima uticaj na oštećenja koja nastaju na žilištu (tabela 54).

Tabela 54: Utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja na žilištu generalnim linearnim modelom

| Testovi efekata između grupa | | | | | | | |
|----------------------------------------------|----------|-----------------------|---------|--------------------------|-------|------|------------------------|
| Zavisna varijabla: Broj oštećenja na žilišta | | | | | | | |
| Izvor | | Tip III Suma Kvadrats | df | Srednja vrednost Kvadrat | F | Sig. | Delimično Eta Kvadratd |
| Intercept | Hipoteza | ,586 | 1 | ,586 | 3,545 | ,062 | ,031 |
| | Greška | 18,480 | 111,845 | ,165 ^a | | | |
| Nagib terena | Hipoteza | 6,875 | 6 | 1,146 | 6,735 | ,000 | ,267 |
| | Greška | 18,885 | 111 | ,170 ^b | | | |

| | | | | | | | |
|--------------------------------------------|----------|------------|-----|-------------------|------|------|------|
| Sklop sastojine | Hipoteza | ,259 | 3 | ,086 | ,508 | ,678 | ,014 |
| | Greška | 18,885 | 111 | ,170 ^b | | | |
| Veličina krošnje | Hipoteza | ,431 | 4 | ,108 | ,633 | ,640 | ,022 |
| | Greška | 18,885 | 111 | ,170 ^b | | | |
| Vrsta posećenog drveća | Hipoteza | 7,060E-005 | 1 | 7,060E-005 | ,000 | ,984 | ,000 |
| | Greška | 18,885 | 111 | ,170 ^b | | | |
| Prečnik na prosoj visini posećenih stabala | Hipoteza | ,110 | 1 | ,110 | ,646 | ,423 | ,006 |
| | Greška | 18,885 | 111 | ,170 ^b | | | |
| Ogledna površina | Hipoteza | ,050 | 1 | ,050 | ,295 | ,588 | ,003 |
| | Greška | 18,885 | 111 | ,170 ^b | | | |
| a. ,041 MS(Org) + ,959 MS(Greška) | | | | | | | |
| b. MS(Greška) | | | | | | | |

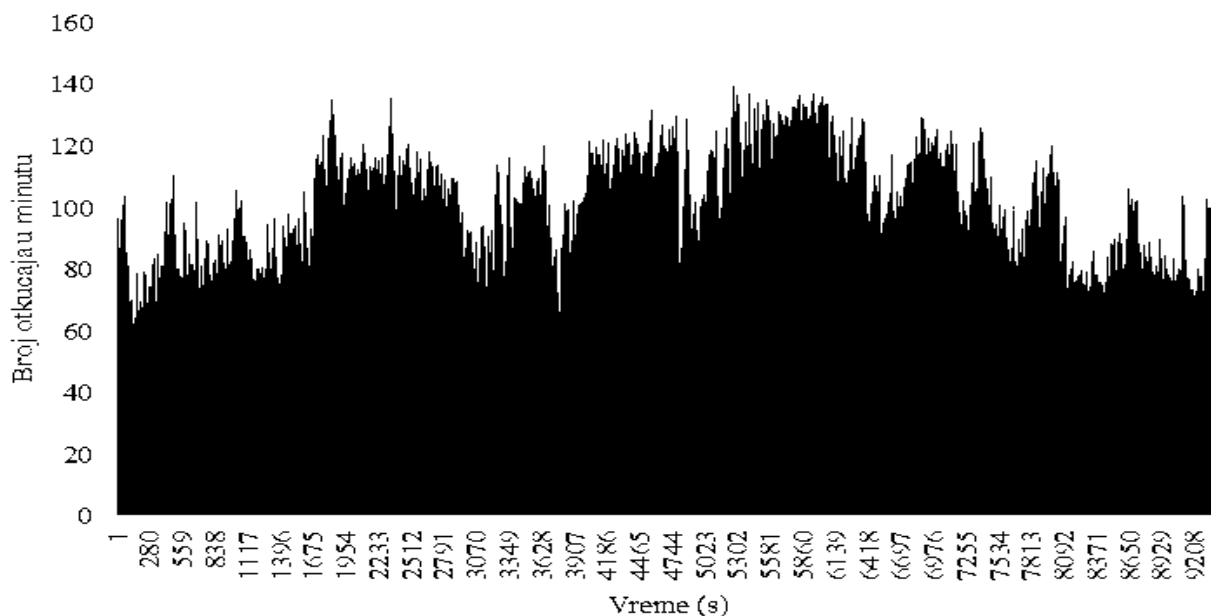
Analizom faktora uticaja na oštećenja na pomladku, utvrđeno je da od svih faktora (nagib terena, sklop sastojine, veličina krošnje, ogledna površina (organizaciona forma rada), vrsta posećenog drveća, prečnik na prosoj visini) jedino organizaciona forma rada ima uticaj na oštećenja koja nastaju na podmlatku (tabela 55). Ovde je ipak važno naglasiti da je uglavnom veći uticaj veštine sekača, nego organizacione forme rada.

Tabela 55: Utvrđivanje faktora uticaja na oštećenja na podmlatku generalnim miks modelom

| Testovi efekata između grupa | | | | | | | |
|------------------------------------------------|----------|-----------------------|--------|--------------------------|-------|------|-----------------------|
| Zavisna varijabla: Broj oštećenja na podmlatku | | | | | | | |
| Izvor | | Tip III Suma Kvadrats | df | Srednja vrednost Kvadrat | F | Sig. | Delimično Eta Kvadrat |
| Intercept | Hipoteza | ,202 | 1 | ,202 | ,229 | ,639 | ,016 |
| | Greška | 12,616 | 14,294 | ,883 ^a | | | |
| Nagib terena | Hipoteza | 7,249 | 6 | 1,208 | 1,762 | ,113 | ,087 |
| | Greška | 76,115 | 111 | ,686 ^b | | | |
| Sklop sastojine | Hipoteza | 1,798 | 3 | ,599 | ,874 | ,457 | ,023 |
| | Greška | 76,115 | 111 | ,686 ^b | | | |
| Veličina krošnje | Hipoteza | 4,919 | 4 | 1,230 | 1,793 | ,135 | ,061 |
| | Greška | 76,115 | 111 | ,686 ^b | | | |
| Vrsta posećenog drveća | Hipoteza | ,047 | 1 | ,047 | ,068 | ,794 | ,001 |
| | Greška | 76,115 | 111 | ,686 ^b | | | |
| Prečnik na prosoj visini posećenih stabala | Hipoteza | ,889 | 1 | ,889 | 1,297 | ,257 | ,012 |
| | Greška | 76,115 | 111 | ,686 ^b | | | |
| Ogledna površina | Hipoteza | 5,500 | 1 | 5,500 | 8,021 | ,005 | ,067 |
| | Greška | 76,115 | 111 | ,686 ^b | | | |
| a. ,041 MS(Org) + ,959 MS(Greška) | | | | | | | |
| b. MS(Greška) | | | | | | | |

6.8. UTVRĐIVANJE OPTEREĆENJA RADNIKA PREKO PULSA RADNIKA

Ukupno opterećenje radnika spoljašnjim uticajima je suma produkata između izloženosti odnosno kvantitativna ocena težine rada ili opterećenosti spoljašnjim uticajima unutar radnih operacija. Zato struktura vremena i trajanje radnih operacija predstavlja osnovu za svako ergonomsko istraživanje (Poje, 2011).

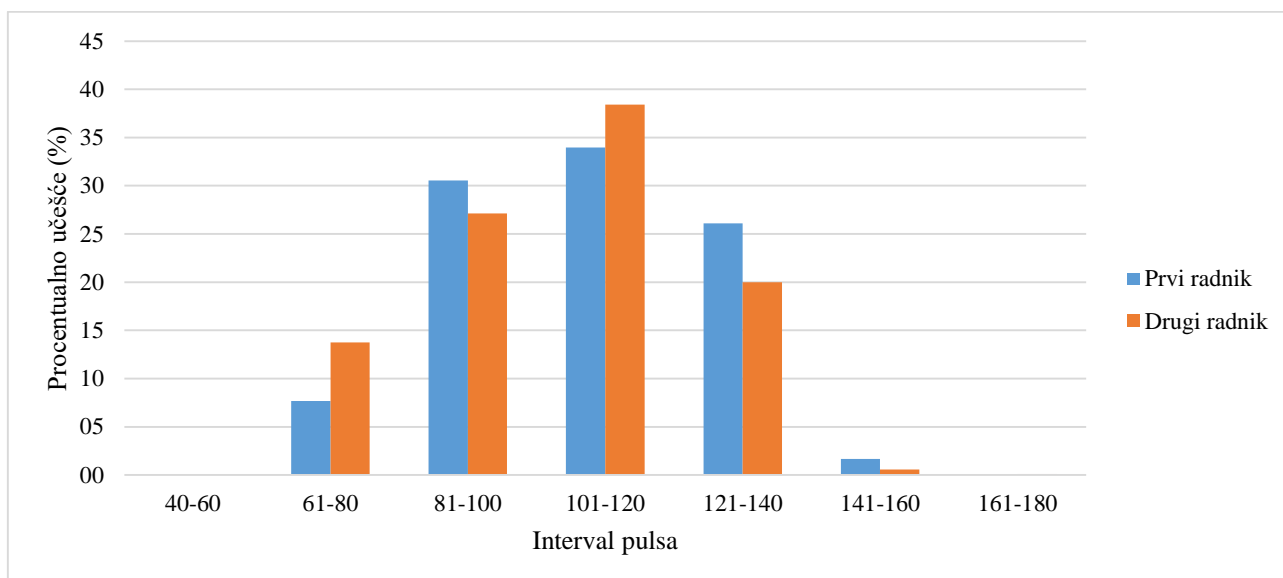


Slika 28: Primer izgleda grafikona kretanja pulsa radnika u toku dana

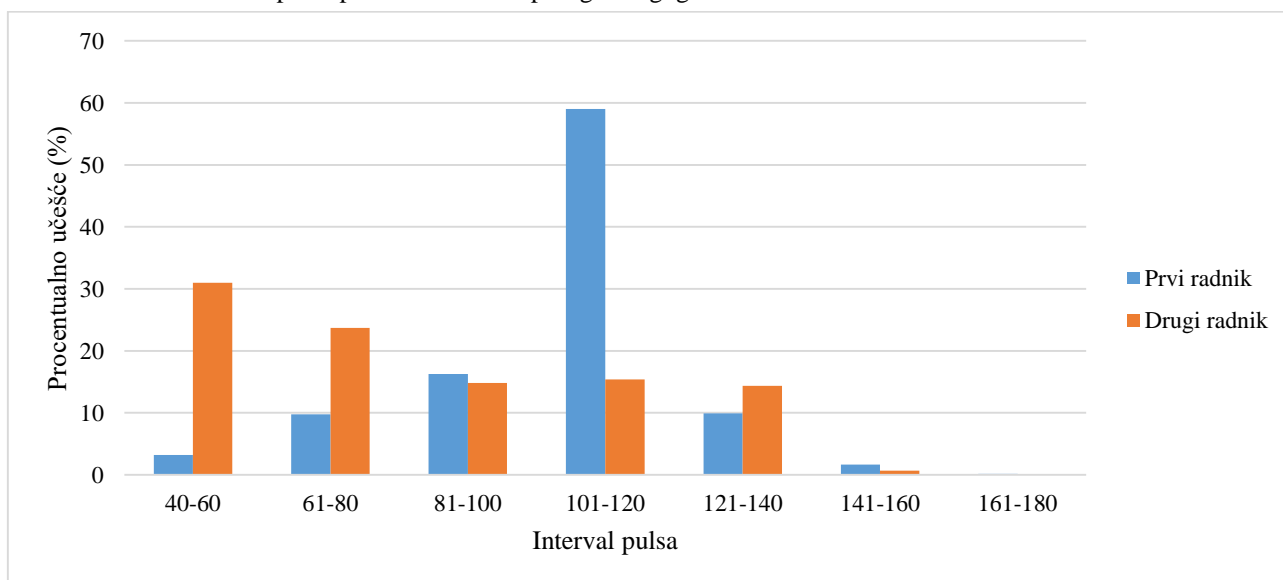
Tabela 56: Deskriptivna statistika pulsa radnika na OP6 i OP7

| | <i>OP6 prvi radnik</i> | <i>OP6 drugi radnik</i> | <i>OP7 prvi radnik</i> | <i>OP7 drugi radnik</i> |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Srednja vrednost | 107 | 104 | 106 | 83 |
| Standardna greška | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,14 |
| Median | 108 | 106 | 114 | 71 |
| Mode | 100 | 119 | 114 | 56 |
| Stiard Deviation | 18,03 | 17,72 | 18,91 | 27,49 |
| Minimum | 59 | 63 | 43 | 49 |
| Maximum | 151 | 174 | 170 | 149 |
| Confidence Level (95,0%) | 0,25 | 0,21 | 0,19 | 0,28 |

Kao što se može videti iz tabele 56 najniža srednja vrednost pulsa (83 otkucaja/min) zabeležena je kod drugog radnika na ogleđnoj površini 7, dok su vrednosti za preostala tri radnika skoro ujednačene (104, 106 i 107 otkucaja/min).



Grafikon 129: Vrednosti pulsa po intervalima za prvog i drugog radnika na OP6



Grafikon 130: Vrednosti pulsa po intervalima za prvog i drugog radnika na OP7

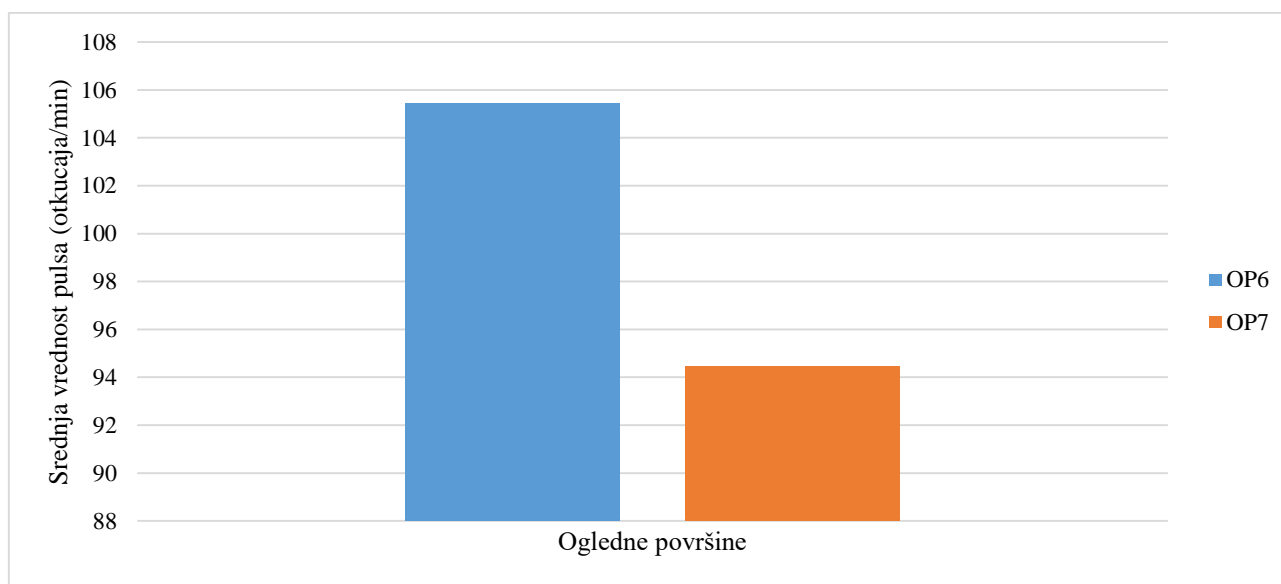
Intervalske vrednosti izmerenog pulsa izražene u procentima, a posmatrane u ukupnom vremenu merenja prikazane su na grafikonima 129 i 130. Za oba radnika na OP6 i prvog radnika na OP7 puls u toku radnog dana se kretao u intervalu između 60 i 160 otkucaja/min. Međutim, najveći deo vremena (oko 30%) puls ovih radnika se kretao u intervalu između 101 i 120 otkucaja/min. Kod drugog radnika na OP7 koji je rukovao testerom manje snage, puls se kretao u intervalu između 40 i čak 160 otkucaja/min. Međutim, najveći deo vremena puls se kretao u intervalu između 40 i 60 (31%), a zatim između 61 i 80 otkucaja/min (24%). Ovo je jednim delom najverovatnije nastalo kao posledica manjeg angažovanja drugog radnika na OP7 (radnika koji je rukovao testerom manje snage).

Prema Wells i dr., 1957 (tabela 57) prikazana je klasifikacija rada prema broju otkucaja srca u minutu. Prema ovoj klasifikaciji sve gore navedene vrednosti klasifikuju rad kao lak ili težak, dok samo drugi radnik u veoma malom procentu vremena je ima puls preko 160, što se može okarakterisati kao maksimalno težak rad. Niko od radnika nije prekoračio granicu od 180 otkucaja/min, što predstavlja granicu iscrpljujućeg rada.

Tabela 57: Klasifikacija rada prema Wells i dr., 1957 u pogledu broja otkucaja srca/min

| Klasifikacija rada | Broj otkucaja/min |
|-----------------------|-------------------|
| LAKI RAD | |
| Lagani | <100 |
| Srednje težak | 101-120 |
| TEŽAK RAD | |
| Optimalni | 121-140 |
| Naporan | 141-160 |
| VRLO TEŽAK RAD | |
| Maksimalni | 161-180 |
| Iscrpljujući | ≥181 |

Kada se kao ponder uzme vreme merenja pulsa radnika, dobija se srednja vrednost pulsa radnika po ogleđnim površinama (Grafikon 131). Na taj način je dobijen rezultat da je srednji puls radnika na OP7 za 11% manji od prosečnog pulsa oba radnika na OP6. Ukoliko bi se radnici sa OP7 smenjivali u toku dana u radnim operacijama, ta razlika bi verovatno bila još veća.



Grafikon 131: Ponderisana, srednja vrednost pulsa radnika na OP6 i OP7

Izračunati maksimalni puls kao i relativni radni puls za svakog pojedinačnog radnika dati su u tabeli 58.

Tabela 58: Maksimalni izračunati puls za svakog pojedinačnog radnika i relativni radni puls radnika (ΔHR)

| Radnik | Starost radnika (god) | Maksimalni izračunati puls | Relativni radni puls ΔHR (%) |
|------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Prvi radnik OP6 | 54 | 171 | 43 |
| Drugi radnik OP6 | 42 | 179 | 36 |
| Prvi radnik OP7 | 34 | 183 | 45 |
| Drugi radnik OP7 | 61 | 165 | 30 |

Relativni radni puls ($\% \Delta HR$) predstavlja kardiovaskularno opterećenje radnika, odnosno opterećenje radnika tokom rada. U ovom slučaju, to opterećenje je izraženo kao prosečno u toku celog radnog dana.

Relativni radni puls radnika kretao se između 30% (za drugog radnika na OP7) do maksimalnih 43% (za prvog radnika na istoj oglednoj površini). Prvi radnik na OP6 imao je opterećenje od 41%, dok je drugi radnik imao nešto niži nivo opterećenja (34%). Međutim, ponderisanjem vrednosti izračunato prosečno opterećenje radne grupe je nešto manje kod sekača koji su radili na OP7 u odnosu na sekačku grupu na OP6. To se isto može videti i kod srednje vrednosti pulsa radnika (ako se kao ponder uzme vreme merenja pulsa). Prosečan puls kod prve grupe radnika bio je 105 otkucaja/min, a za drugu grupu 94 otkucaja u min. Mogli bismo prepostaviti da će razlika između prvog i drugog radnika na OP7 biti manja ukoliko bi se ova dvojica radnika smenjivala u radnim operacijama u toku radnog dana.

Analizom varijanse je utvrđeno da postoje statistički značajne razlike između pulsa prvog i drugog radnika na OP6, kao i na OP7 u broju otkucaja srca (Tabela 59). Takođe, analiza je pokazala da postoje statistički značajne razlike u pulsu između OP6 i OP7 (Tabela 60).

Tabela 59: Analiza varijanse između pulsa prvog i drugog radnika na OP6

Analiza varijanse: jednofaktorska analiza

| Između radnika na OP6 | | | | | | |
|-----------------------|---------|-------|-----------|--------|---------|--------|
| Izvori varijacije | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
| Između grupa | 8016,63 | 1 | 8016,63 | 26,03 | 0,00 | 3,84 |
| U okviru grupa | 4311151 | 13998 | 307,98 | | | |
| Ukupno | 4319167 | 13999 | | | | |
| Između radnika na OP7 | | | | | | |
| Izvori varijacije | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
| Između grupa | 292928 | 1 | 292928,49 | 778,16 | 0,00 | 3,84 |
| U okviru grupa | 5269382 | 13998 | 376,82 | | | |
| Ukupno | 5562310 | 13999 | | | | |

Tabela 60: Analiza varijanse između radnika na OP6 i OP7

Analiza varijanse: jednofaktorska analiza

| Izvori varijacije | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
|-------------------|---------|-------|-----------|---------|---------|--------|
| Između grupa | 313433 | 1 | 313433,49 | 1269,89 | 0,00 | 3,84 |
| U okviru grupa | 3454991 | 13998 | 246,82 | | | |
| Ukupno | 3768425 | 13999 | | | | |

6.9. POLOŽAJ TELA RADNIKA U TOKU RADA

Radnici koji su radili na OP6 i OP7 rukovali su motornim testerama, mase 2,5 i 3,9 kg, i to oba radniak na OP6 većim motornim testerama, a drugi radnik na OP7 testerom manje snage i mase.

Položaj tela radnika se menja tokom promene radnih operacija, i za razliku od zanimanja koja su statična, ovo zanimanje karakteriše veća pokretljivost tokom procesa rada, a samim tim i veći broj položaja tela. Položaj tela radnika po kategorijama na OP6 i OP7 utvrđen OWAS metodom prikazan je u tabeli 61.

Kao što se može videti iz prikazanih rezultata utvrđenih položaja tela OWAS metodom, najveća opterećenja tela (štetnih položaja) prvog radnika na OP6 su bila kod onih radnih operacija koje zahtevaju i rukovanje motornom testerom u savijenom položaju (krojenje i prerezivanje tehničkog oblog i vešemetarskog ogrevnog drveta, obrada tehničkog drveta i obrtanje stabla i formiranje podseka i definitivni prerez). Drugi radnik je imao najveći udeo opterećenje radeći na radnim operacijama odsecanje brade i kresanje, uspostava šumskog reda i krojenje i prerezivanje tehničkog oblog i višemetarskog ogrevnog drveta. Najmanji udeo manjih opterećenja i položaja tela radnika je evidentiran prilikom tehnoloških zastoja i odmora.

Za razliku od OP6, gde su opterećenja radnika skoro ujednačena, na OP7 je vidljivija razlika u optrećeneju prvog radnika, koji je rukovao većom testerom i radnika koji je rukovao testerom manje mase. Prvi radnik je bio najopterećeniji prilikom krojenje i prerezivanje drveta, obrada tehničkog drveta i obrtanje stabla i formiranje podseka i definitivni prerez. Međutim, iako je imao manje opterećenje od prvog, drugi radnik je najviše štetnih položaja imao prilikom uspostave šumskog reda, odsecanje brade i kresanje grana i krojenje i prerezivanje drveta.

Lindkvistov indeks kod sva četiri radnika pokazuje da su radnici izloženi riziku od mišićno-koštanih poremećaja, pogotovu u radnim operacijama gde je on ceoma visok (preko 200). Međutim, vrednosti od već 160 spadaju u katetogoriju štetnog držanja tela.

Tabela 61: Položaj tela radnika po kategorijama na OP6 i OP7 utvrđen OWAS metodom

| I radnik OP6 | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|--------------------|-------|--------------|
| Radna operacija | Uspostava šumskog reda | Odsecanje brade i kresanje grana | Krojenje i prerezivanje | Obrada tehničkog drveta i obrtanje stabla | Formiranje podseka i definitivni prerez | Prelaz od stabla do stabla | Izbor smera obaranja i priprema radnog mesta | Tehnološki zastoji | Odmor | Prosečno (%) |
| Vreme (%) | 25 | 26 | 19 | 2 | 11 | 6 | 1 | 7 | 3 | |
| 1. kategorija (%) | 45 | 36 | 28 | 50 | 12 | 82 | 27 | 100 | 98 | 52 |
| 2. kategorija (%) | 29 | 30 | 11 | 0 | 29 | 14 | 42 | 0 | 1 | 19 |
| 3. kategorija (%) | 7 | 15 | 39 | 0 | 18 | 2 | 24 | 0 | 0 | 7 |
| 4. kategorija (%) | 19 | 19 | 22 | 50 | 41 | 2 | 7 | 0 | 1 | 22 |
| Lindkvistov indeks | 200 | 217 | 255 | 250 | 288 | 124 | 211 | 100 | 104 | 199 |
| II radnik OP6 | | | | | | | | | | |
| Vreme (%) | 21 | 27 | 17 | 7 | 41 | 4 | 3 | 7 | 5 | |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. kategorija (%) | 44 | 36 | 41 | 39 | 31 | 84 | 5 | 97 | 98 | 51 |
| 2. kategorija (%) | 17 | 12 | 39 | 12 | 15 | 12 | 56 | 3 | 1 | 20 |
| 3. kategorija (%) | 15 | 17 | 11 | 17 | 6 | 2 | 7 | 0 | 0 | 7 |
| 4. kategorija (%) | 24 | 35 | 9 | 32 | 7 | 2 | 10 | 0 | 1 | 22 |
| Lindkvistov indeks | 219 | 251 | 188 | 242 | 107 | 122 | 178 | 103 | 104 | 200 |
| I radnik OP7 | | | | | | | | | | |
| Vreme (%) | 10 | 18 | 28 | 11 | 9 | 4 | 5 | 8 | 7 | |
| 1. kategorija (%) | 45 | 36 | 40 | 41 | 17 | 82 | 56 | 99 | 98 | 57 |
| 2. kategorija (%) | 29 | 30 | 2 | 2 | 29 | 14 | 17 | 1 | 1 | 14 |
| 3. kategorija (%) | 20 | 15 | 16 | 42 | 18 | 1 | 7 | 0 | 0 | 13 |
| 4. kategorija (%) | 6 | 19 | 42 | 15 | 36 | 2 | 20 | 0 | 1 | 16 |
| Lindkvistov indeks | 187 | 216 | 260 | 231 | 273 | 122 | 191 | 101 | 104 | 187 |
| II radnik OP7 | | | | | | | | | | |
| Vreme (%) | 15 | 31 | 17 | 1 | 10 | 4 | 3 | 11 | 8 | |
| 1. kategorija (%) | 18 | 16 | 41 | 50 | 51 | 87 | 27 | 99 | 97 | 54 |
| 2. kategorija (%) | 46 | 30 | 39 | 48 | 18 | 6 | 55 | 1 | 1 | 27 |
| 3. kategorija (%) | 7 | 18 | 11 | 2 | 29 | 5 | 7 | 0 | 0 | 9 |
| 4. kategorija (%) | 29 | 36 | 9 | 0 | 2 | 2 | 7 | 0 | 2 | 10 |
| Lindkvistov indeks | 247 | 274 | 188 | 152 | 182 | 122 | 186 | 101 | 107 | 173 |

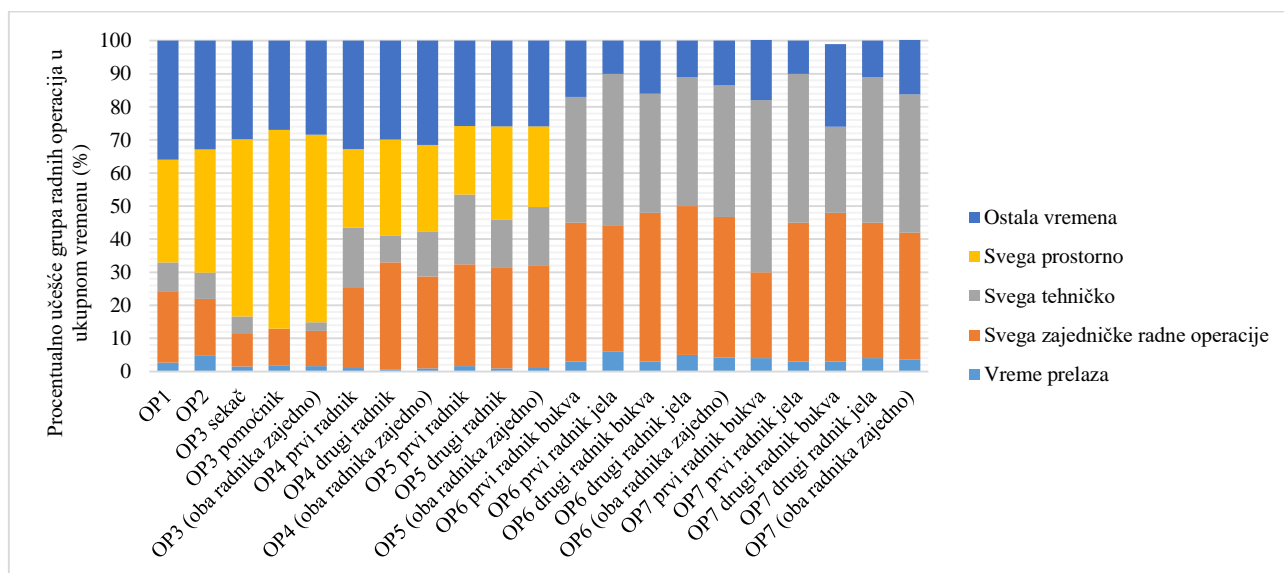
7. DISKUSIJA

Nakon što su svi rezultati prikazani u prethodnom poglavlju, ovde je data njihova uporedna analiza, kao i poređenje sa rezultatima drugih istraživača, kako bi se realnije sagledali dobijeni rezultati sprovedenih istraživanja. Radi bolje preglednosti, diskusija je podeljena na nekoliko delova koje prate celine iz prethodnog poglavlja. Poslednji deo čini diskusija dobijenih rezultata u odnosu na postavljene ciljeve.

Osnovni cilj ovog istraživanja je izbor organizacione forme rada u seči stabala i izradi drvnih sortimenata, istovremeno uvažavajući faktore efikasne primene organizacione forme rada, ekološki i ergonomske aspekt. Dakle, cilj rada je da se ustanove efekti rada kroz ostvarene učinke i potrošnja goriva i maziva na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata u ravničarskim i brdsko-planinskim uslovima za različite vrste drveća i debljinske stepene. Sa ekološkog aspekta, cilj je da se analizira i utvrdi stepen oštećenja preostalih stabla u sastojini nakon seče stabala i izrade drvnih sortimenata kao i da se proceni emisija štetnih gasova kroz potrošnju energenata. Sa ergonomske aspekta cilj je da se utvrde dnevna opterećenja radnika uzimajući puls kao pokazatelj tog opterećenja kao i opterećenja radnika uzrokovano nepravilnim položajem tela u toku radnog dana metodom OWAS. Za svaki od ovih aspekata cilj je da se utvrde razlike koje postoje za različite organizacione forme rada kao i da se definišu glavni faktori koji utiču na izbor odgovarajuće organizacione forme rada sa svakog pojedinačnog aspekta kao i sveukupno posmatrano, odnosno da se da ocena efikasnosti različitih sistema rada.

7.1. Struktura vremena

Kada se posmatra struktura vremena za različite organizacione forme rada, ali i za različite vrste drveća, vidi se da postoje razlike, koje se odnose čak i na vremena pojedinačnih radnika unutar iste forme rada. Struktura vremena radnika prema grupacijama radnih operacija u ukupnom vremenu po oglednim površinama i radnicima prikazana je na grafikonu 132.



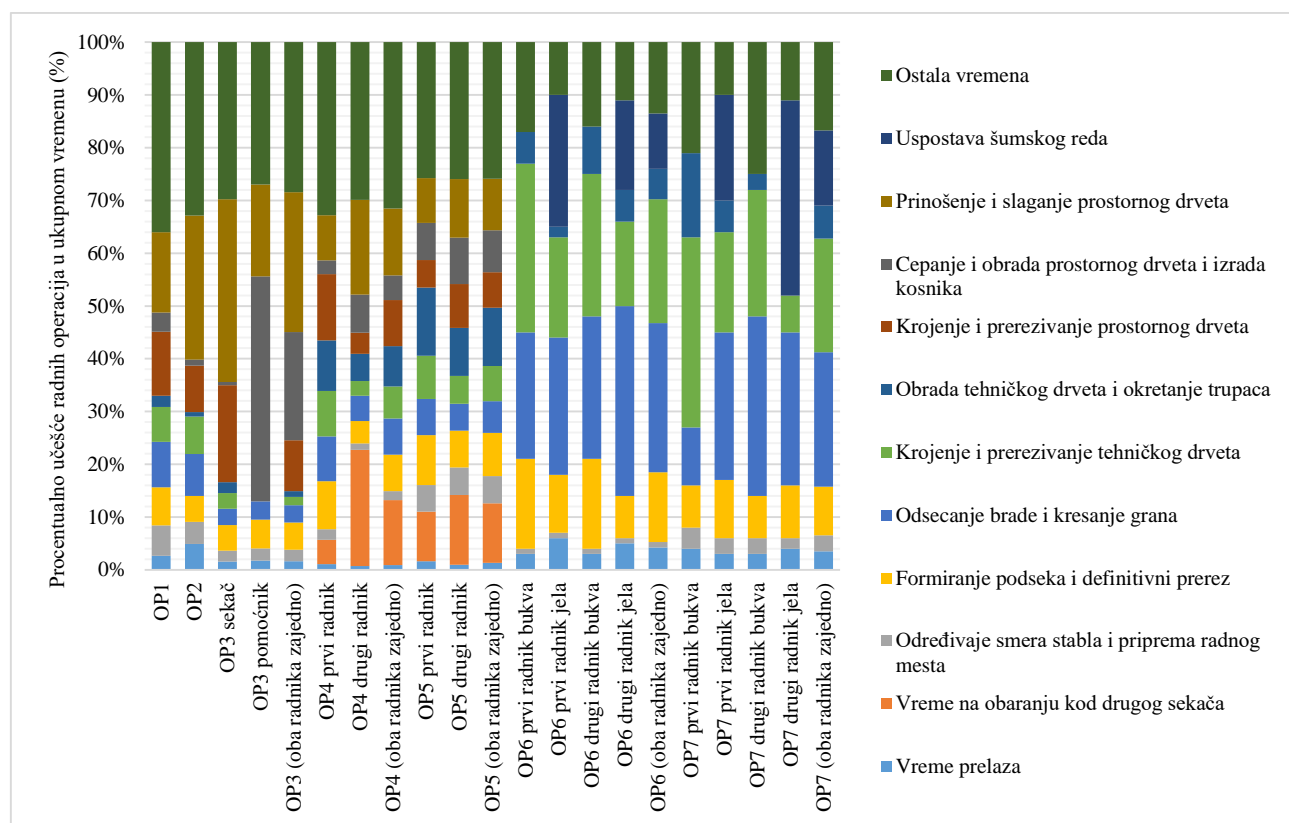
Grafikon 132: Struktura vremena radnika prema grupacijama radnih operacija po oglednim površinama i radnicima

Najveći procenat zajedničkih radnih operacija zabeležen je na OP6 za drugog radnika za bukvu i za jelu (45%), kao i drugog radnika na OP7 za bukvu, gde je ovaj radnik rukovao testerom manje stange.

Kada je u pitanju vreme izrade tehničkog oblog drveta, najveći procenat u ukupnom vremenu zauzimaju vremena prvog radnika na OP4 (24%) i OP5 (21%), dok je vreme izrade tehničkog oblog drveta na ostalim površinama (OP1, OP2 i OP3) nešto manje od 10%.

Vreme izrade prostornog drveta je bilo najveće na OP3 (kod radnika koji je rukovao testerom 54%, a kod pomoćnika čak 60%), a zatim na OP2 i OP1. Važno je napomenuti da je na sve tri ogledne površine u pitanju bile topola.

Kada se pogleda tehnološka struktura drvnih sortimenata na oglednoj površini 3, vidimo da prostorno drvo zauzima veliki procenat zapremine, u odnosu na ukupno produktivno vreme. Na osnovu toga može se zaključiti da na normu, odnosno na vreme izrade prostornog drveta, osim prečnika na prsnoj visini, utiče i učešće prostornog drveta u tehnološkoj strukturi. Osim toga, na ovoj površini se nalazio gust podrast, visine oko 1 m.



Grafikon 133: Struktura vremena radnika prema radnim operacijama u ukupnom vremenu po oglednim površinama i radnicima

Najveći procenat ostalih vremena, u koja su u ovom slučaju uključeni svi zastoji, evidentiran je na OP1 (36%) i OP2 (33%) (grafikon 133). Na ove dve površine su radili po jedan radnik, odnosno organizaciona forma rada je bila 1M+0R. Ovo se može objasniti činjenicom da radnik koji radi samostalno, bez pomoćnika ili drugog sekača, da je radniku potrebno više pauza, jer sve poslove obavlja sam. Najmanje procentualno učešće ostalih vremena zabeleženo je na OP6 i OP7 (prebirna sastojina bukve i jela) i to prosečno 14% i 17% po oglednim površinama i po organizacionim formama).

Vreme prelaza kretalo se od minimalnih 1% (na OP4 i OP5) do maksimalnih 6% (na OP6), ili u proseku oko 3%. Malo učešće prelaza u ukupnom vremenu uslovljeno je činjenicom da su na svim oglednim površinama stabla bila blizu jedno drugom, pa se malo vremena trošilo na vreme prelaza (u proseku 1,5 min/stablu/radniku). Ghaffariyan *i dr.* (2013) su utvrdili da je prelaz od stabla do stabla činio 12%, rekognosciranje terena 11%, formiranje podseka 27%, definitivni prerez 31% i zastoj 19% ukupnog vremena. U ovom istraživanju utvrđeno je da radna operacija formiranje podseka i definitivni prerez čini od 4% do 17% u ukupnom vremenu i bila je uslovljena pre svega veličinom stabala. Na primer, na OP6 gde je prosečna zapremina stabla bukve iznosila skoro 7 m³, ova radna operacija imala je najveći udeo u ukupnom vremenu.

Radna operacija „vreme obaranja kod drugog sekača“ evidentirana je samo na OP4 i OP5, jer su na ovim oglednim površinama radnici bili zajedno samo prilikom obaranja stabla, a kasnije su se razdvajali – svako je radio na „svom“ stablu. Ovo vreme je činilo prosečno 11% odnosno 12% u ukupnom vremenu na ove dve ogledne površine.

Radna operacija odsecanje brade i kresanje je imala najveće oscilacije – od 3% na OP3 (stabla topole) do 36% na OP6 za stabla jele. Gałęzia (2014) takođe navodi u svom istraživanju da je radna operacija koja je oduzimala najviše vremena bila kresanje grana (26% ukupnog vremena). Obaranje je činilo 15%, a krojenje i prerezivanje 18% ukupnog vremena. Prekidi su oduzimali značajan deo vremena (10% ukupnog vremena), kao i tehničko održavanje, promena radnog mesta i priprema radnog mesta po 9%.

Za radnu operaciju krojenje i prerezivanje tehničkog oblog drveta treba napomenuti da je ona vršena na prvih 5 oglednih površina i prikazana je odvojeno od radne operacije krojenje i prerezivanje prostornog drveta, jer je i samo evidentiranje podataka na terenu bilo daleko jednostavnije nego što je to slučaj na OP6 i OP7. Naime, na ovim oglednim površinama su spojene ove dve radne operacije u jednu (krojenje i prerezivanje tehničkog oblog i višemetarskog ogrevnog drveta). Na prvih 5 oglednih površina, krojenje i prerezivanje tehničkog oblog drveta zauzima do 10% u ukupnoj strukturi vremena, dok krojenje i prerezivanje prostornog drveta na OP3 zauzima čak 18%. Ova vremena su u tesnoj vezi sa radnom operacijom cepanje i obrada prostornog drveta, koje na OP3 zauzima čak 43% za pomoćnika. Na OP4 i OP5 ovu radnu operaciju su radila oba radnika, svako na „svom“ stablu, pa njeno učešće iznosi između 3 i 8%. Na radnu operaciju prinošenje i slaganje prostornog drveta, takođe, je utrošeno najviše vremena na OP3 (u proseku 27% za oba radnika).

Međutim, na OP6 i OP7 krojenje i prerezivanje tehničkog oblog i prostornog drveta zauzima od 7% za drugog radnika na OP7 (radnik koji je rukovao testerom manje snage) do čak 36% za prvog radnika kada je radio na stablima bukve.

Najviše vremena na ceo postupak (obaranje stabla, izrada drvnih sortimenata i zastoji) izraženo u min/stablu su potrošili radnici na OP3. Na ovoj oglednoj površini su radila dva radnika u organizacionoj formi 1M+1R, pa je ovo vreme mnogo veće od ostalih zbog toga što je vreme drugog radnika (pomoćnika) neracionalno iskorišćeno. Najmanje vreme je imao radnik koji je radio sam na OP2 (26,63 min/stablu).

Podaci o prosečnom vremenu rukovanja motornom testerom pojedinačnih sekača u toku dana dok je motor upaljen nam pokazuju da nijedan radnik nije premašio vrednost od 4 sata dnevno, koliko je navedeno u Pravilniku o posebnim merama zaštite na radu u šumarstvu („Sl. glasnik SRS“, br. 33/88). Međutim, ono što iz Pravilnika ostaje nejasno je definicija da „radnik koji radi na poslovima seče i izrade drvnih sortimenata može raditi najduže dva časa neprekidno, odnosno četiri časa sa odgovarajućim prekidima u toku jednog dana“. Ovakva nedorečena definicija se može tumačiti dvosmisleno, jer nigde nije decidno navedeno šta tačno znače ta četiri časa. Moglo bi se tumačiti kao rad motorne testere kad je testera uključena, ili uopšteno na rad po svim radnim operacijama zajedno sa zastojima. Dalje se u ovom Pravilniku navodi da radnici treba da se menjaju unutra grupe („u sekačkoj grupi rade najmanje dva radnika, a rad se organizuje tako da se radnici smenjuju u pojedinim fazama rada“). To je izvodljivo u organizacionim formama rada 1M+1R (rotacija sekača i pomoćnika)

kao i u organizacionoj formi rada 2M+1R (takođe rotacija sekača i pomoćnika). Međutim, u slučajevima kada je organizaciona forma rada 2M+0R, obojica radnika rade motornim testerama i suštinski nemaju mogućnost rotacije, osim ako ne rukuju testerama različite snage.

Ovim Pravilnikom je takođe navedeno da poslove sa posebnim uslovima rada u šumarstvu obavljaju najmanje dva radnika na međusobnoj udaljenosti sa koje se mogu u svako vreme videti ili na drugi način neposredno komunicirati (Član 7). Ova konstatacija je na neki način u koliziji sa gore navedenom da „u sekačkoj grupi rade najmanje dva radnika“. Dalje se navodi da „radnici koji obavljaju poslove seče stabala i izrade drvnih sortimenata rade na udaljenosti od najmanje dve dužine najvišeg stabla na radilištu“. To bi moglo da znači da organizaciona forma rada može da bude i 1M+0R (kao na prve dve ogledne površine), s tim da se dvojica sekača nalaze da dovoljno bezbednom rastojanju, a opet dovoljno blizu da u slučaju nepredviđenih okolnosti mogu da priteknu jedan drugom u pomoć.

7.2. Učinci i norme rada

Kao što navode i Ghaffariyan *i dr.* (2013) prečnik na prsnoj visini je najvažniji faktor koji utiče na vremena trajanja radnih operacija, ali i na produktivnost. Pored toga, udaljenost između stabala utiče na produktivnost seče. Do sličnih zaključaka su došli Lortz *i dr.* (1997). Oni su takođe utvrdili da na ukupno vreme seče utiče i intenzitet seče.

U monografiji Danilovića (2021) „Metodika izrade normi i normativa rada u šumarstvu“ obuhvaćene su gotovo sve komercijalne vrste drveća (bukva, hrast, jela, smrča, crni bor), dok su monografijom Danilovića (2020) „Norme i normativi“ obuhvaćene topola i vrba i izračunate norme za različite bonitete (od I do V). Osim toga, dati su i koeficijenti korekcije u zavisnosti od variranja faktora koji imaju uticaj na normu (koeficijent korišćenja radnog vremena, intezitet seče, organizaciona forma rada, granastost i podrast). Danilović u navedenim monografijama prikazuje opšte i posebne norme, gde su kao ulaz uzeti učešće tehničkog drveta, snaga motorne testere, granatost stabala i organizaciona forma rada, što ove norme čini kompleksnim, ali za praksu veoma korisnim i aplikativnim.

U ovom istraživanju najveće norme su obračunate za organizacionu formu rada 1M+0R na OP1, u zasadu topole, a najmanje, takođe, u zasadu topole na OP3, gde je organizaciona forma rada bila 1M+1R. Već je pomenuto da je ova forma rada najnepovoljnija sa aspekta efikasnosti, zbog neracionalnog korišćenja vremena pomoćnika (Danilović *i dr.*, 2016), a što je potvrđeno i ovim istraživanjem. To je potvrđeno i statističkom analizom u ovom istraživanju. Na OP2 je radio samo jedan radnik bez pomoćnika (1M+0R), motornom testerom snage 3,4 kW, dok su na OP3 radila dva radnika zajedno u organizacionoj formi 1M+1R. Prvi radnik u drugoj organizacionoj formi je rukovao testerom iste snage kao na OP1 (3,4 kW). Statistička analiza je pokazala da postoje statistički značajne razlike između normi na OP2 i OP3, odnosno da organizaciona forma rada ima uticaj na normu seče stabala i izrade drvnih sortimenata u zasadu topole.

Norme izrade tehničkog oblog drveta na prvih pet oglednih površina su se kretale u proseku od 12,5 m³/dan na OP3, do 29,5 m³/dan na OP4. Važno je napomenuti da su ove ogledne površine bile postavljene u zasadu topole i sastojini hrasta.

Statistička analiza je pokazala da ne postoje statistički značajne razlike između normi na OP1 i OP2, odnosno da snaga motorne testere u ovom slučaju nije imala značajan uticaj na produktivnosti radnika u zasadima topole.

Kada se uporede norme sa OP6 i OP7 (prebirna šuma bukve i jele) veće su norme za obe vrste na OP6 u odnosu na OP7. Na OP6 su radile dve testere veće snage, dok su na OP7 radile jedna veća i jedna manja testera. Dakle, i za bukvu i za jelu su veće norme, ukoliko rade dve motorne testere veće snage, u odnosu na kombinaciju jedne manje i jedne veće testere. Norma izrade na OP6 i OP7 kretala

se u proseku od 23,47 do 28,76 m³/dan u zavisnosti od vrste drveta (bukva ili jela). Poredeći norme bukve i jele, norme bukve su bile manje u odnosu na jelu, što se može pripisati pre svega granatosti bukve, ali i njenoj veličini (neka stabla su imala neto zapreminu veću od 6 m³).

Utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike u normama na OP6 i OP7 za norme za izradu tehničkog oblog i višemetarskog ogrevnog drveta bukve, dok za norme za tehničko oblo drvo jele postoje statistički značajne razlike u normi između oglednih površina. To znači da je organizaciona forma rada imala uticaj na norme tehničkog oblog drveta jele, dok na osnovu rezultata istraživanja ona nema statistički značajan uticaj na norme bukve.

Ove vrednosti su značajno veće od onih koje su utvrdili Danilović i dr. (2014) u sastojini bukve gde je prosečna opšta norma seče i izrade na oglednoj površini (organizaciona forma rada 2M+0R) iznosila 6,46 m³/dan, a na kontrolnoj 5,61 m³/dan (organizaciona forma rada 1M+1R). Prosečna norma izrade tehničkog oblog oblog drveta je za 1,25 m³/dan, a prosečna norma izrade prostornog drveta za 0,44 m³/dan veća na oglednoj nego na kontrolnoj površini. Takođe, i prosečna opšta norma je za 0,85 m³/dan veća na oglednoj površini nego na kontrolnoj površini. Objektivni razlog utvrđenih razlika su značajno veći prečnici stabala u ovom istraživanju u odnosu na istraživanja Danilovića i dr. (2014).

Ghaffarian i Sobhani (2007) su utvrdili da strmi teren otežava kretanje grupe za seču (sekača i pomoćnika). Produktivnost u seči stabala i izradi drvnih sortimenata je znatno veća na blagom terenu od strmog i neravnog terena. Na strmim terenima, zbog okretanja i klizanja trupaca, prerezivanje trupaca je otežano i zahteva dodatno vreme.

Sličan zaključak bi delimično mogao da se izvede na osnovu rezultata ovog istraživanja, jer je za npr. prosečni prečnik stabla na prsnoj visini 47,5 cm norma u zasadu topole veća nego u prebirnoj sastojini bukve i jele. Međutim, treba još jednom napomenuti da postoji mnogo faktora koji utiču na normu, a ne samo tip sastojine odnosno nagib terena i prečnik na prsnoj visini.

Jedan od faktora koji utiče na produktivnost je i vrsta drveća, što je u svojim istraživanjima utvrdio i Gałęzia (2014). Produktivnost radnika je bila najveća u kulturi bora (15,2 m³/h), a najmanja u kulturi smrče (6,2 m³/h). U njegovim istraživanjima se navodi da je produktivnost bila je u jakoj korelaciji sa obimom i prečnikom debla. Podaci iz tog istraživanja su delimično poredivi sa rezultatima ovog istraživanja i ovi podaci su poredivi samo u slučaju seče smrče, koja ima slične karatristike kao jela.

Na oglednim površinama 4 i 5 su radila dva radnika, i koristili su testere iste snage, s tim što je ogledana površina 4 bila sastojina hrasta, dok je ogledna površina 5 bila postavljena u zasadu topole. Na ovim površinama su radnici rukovali istim testerama. Analiza je pokazala, da kao i kod Gałęzia (2014) postoje statistički značajne razlike između normi tehničkog oblog drveta na OP4 i OP5, odnosno da vrsta drveća u ovom slučaju ima uticaj na normu.

Ghaffarian i Shobani (2007) su utvrdili da je učinak radnika u organizacionoj formi rada 1M+2R (jedan radnik sa motornom testerom i dva pomoćnika) u mešovitoj šumi bukve i graba bio 2,179 m³/h. Ovakav način rada je primenjen kod primene debladne metode, gde je ista grupa radnika kasnije vršila privlačenje traktorom (tehničko oblo drvo) ili animalima (ogrevno drvo).

Rezultate ovog i drugih istraživanja koji se bave istom tematikom veoma je teško uporediti. To je pre svega zbog činjenice da su uslovi za rad veoma varijabilni, a metodologija veoma često nije ista. Osim toga, često je različit način prikazivanja rezultata, ali i vrste uticajnih faktora koji se istražuju u pojedinim radovima, a koji imaju uticaj na učinak.

U ovom istraživanju u obzir nije uziman broj izrađenih komada po jednom stablu. Ghaffarian i Shobani (2007) navode da, ako se zapremina sortimenata poveća, vreme izrade drvnih sortimenata će se takođe povećati, ali povećanje dužine sortimenata će smanjiti ukupno vreme izrade. Ovaj faktor će u krajnjoj instanci uticati na učinke, ali i na troškove. Troškovi u seči stabala i izradi drvnih sortimenata predstavljaju više od polovine ukupnih troškova u šumarstvu (Naghdi i dr., 2004). Razvoj mehanizacije je vodio ka napretku od sortimentne metode preko debladne metode do metode celog

stabla. Glavni cilj je bio unapređenje načina rada i uvođenje odgovarajućeg pristupa kojim bi se smanjili troškovi (Mc-Donald i Clow, 1999).

U poslednje vreme se sve više potencira izrada dugog celuloznog drveta i višemetarskog ogrevnog drveta, umesto klasičnog prostornog drveta, tako da ono minimalno učestvuje u ukupnoj količini sortimenata i izrađuje se uglavnom od tanjih grana (Danilović, 2020).

Ovakav način rada primenjen je na OP6 i OP7, što takođe ima uticaj na norme rada.

Utvrđivanje normi u istim uslovima, ali za različite organizacione forme je važno zbog optimizacije organizacije rada na poslovima seče i izrade. Svakako, osim aspekta efektivnosti, potrebno je uvažiti i ostale aspekte (energetski, ekološki i ergonomski).

Prema dostupnim informacijama, u Srbiji se trenutno ređe primenjuje pomenuti način rada da grupa radnika radi na poslovima seče i izrade drvnih sortimenata, a zatim ta ista grupa radnika radi i poslove prve faze transporta. Ovakav način rada ima niz prednosti, kao što su smanjenje opterećenja i monotonije u radu, pažljiviji način seče kako bi transport bilo jednostavniji, ali i nedostatke kao što je specijalizacija unutar svih poslova u okviru grupe (i seča i transport).

7.3. Potrošnja goriva i maziva

Najveća potrošnja goriva i maziva zabeležena je na OP3 (organizaciona forma rada 1M+1R) i iznosi 294 ml/m³ goriva i 143 ml/m³ maziva, dok je najmanja potrošnja ostvarena na OP7 (gde je radila jedna veća i jedna manja testera). Prosečna potrošnja goriva i maziva na OP6 i OP7 se razlikovala, iako se radi o istim uslovima rada (prebirna šuma bukve i jele). Međutim, ovde je pored veličine stabala, uticaj imala i kombinacija rada motornih testera (jedna manja i jedna veća na OP7, odnosno obe testere iste snage na OP6). Prosečna potrošnja goriva i maziva bila je veća na OP6, gde su radile obe testere iste snage. Na OP7 je prosečna potrošnja goriva za bukvu bila 163 ml/m³, a za jelu 119 ml/m³, dok je na OP6 potrošnja goriva za bukvu bila 198 ml/m³, a za jelu 153 ml/m³.

Kod maziva je ta vrednost na OP7 bila 71 ml/m³ za bukvu i 53 ml/m³ za jelu, dok je na OP6 ova vrednost za bukvu bila 82 ml/m³, odnosno 65 ml/m³ za jelu.

Ako se uporede vrednosti unutar obe grupe za bukvu i za jelu, činjenica je da je veća prosečna potrošnja goriva kod bukve, nego kod jele. To se može protumačiti pre svega činjenicom da radne operacije kresanje grana i obrada tehničkog oblog i prostornog drveta kod bukve zauzima značajno više vremena nego kod jele.

S obzirom da je utvrđena potrošnja goriva i maziva kod bukve na obe ogledne površine gotovo za 50% veća nego kod jele, ovo predstavlja značajnu smernicu za buduća istraživanja, ali i veoma korisnu informaciju za praksu, pogotovu kod prebirnih šuma bukve i jele.

U tabeli 62 je prikazan odnos potrošnje goriva i maziva kroz koeficijent, dobijen deljenjem prosečne potrošnje maziva i goriva (izražene u ml/m³). Kao što se vidi iz tabele, najveći koeficijent ovog odnosa je na OP1 i OP3 (0,49), a najmanji na OP5 (0,32). Ovi koeficijenti mogu biti orijentacioni pokazatelj potrošnje maziva u odnosu na potrošnju goriva.

Tabela 62: Koeficijent prosečne potrošnje maziva u odnosu na gorivo po oglednim površinama

| Ogledna površina | Koeficijent prosečne potrošnje maziva u odnosu na gorivo |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| OP1 | 0,49 |
| OP2 | 0,40 |
| OP3 | 0,49 |
| OP4 samo prvi radnik | 0,37 |
| OP4 samo drugi radnik | 0,36 |
| OP4 prosečno | 0,37 |
| OP5 samo prvi radnik | 0,37 |
| OP5 samo drugi radnik | 0,26 |
| OP5 prosečno | 0,32 |
| OP6 Ukupno za obe vrste (bukva i jela) | 0,42 |
| OP6 Prosečna potrošnja goriva za bukvu | 0,41 |
| OP6 Prosečna potrošnja goriva za jelu | 0,43 |
| OP7 Ukupno za obe vrste (bukva i jela) | 0,44 |
| OP7 Prosečna potrošnja goriva za bukvu | 0,44 |
| OP7 Prosečna potrošnja goriva za jelu | 0,45 |

Kada se upoređi potrošnja goriva i maziva izražena u ml/stablo, vidimo da je najveća potrošnja bila na OP6 i OP7 i to prilikom seče stabala bukve, dok je najmanja potrošnja bila na OP2 (stabla topole). Na OP7 prosečna potrošnja goriva za seču stabala i izradu drvnih sortimenata za stabla bukve iznosi 1048 ml/stablo, dok je ova vrednost na OP6 1116 ml/stablo. Prosečna potrošnja goriva za jelu su 565 ml/stablo na OP7 i 538 ml/stablo na OP6. Prosečne vrednosti potrošnje maziva na OP7 iznose 457 ml/stablo za bukvu i 253 ml/stablo za jelu, dok su na OP6 ove vrednosti 463 i 231 ml/stablo za bukvu, tj. jelu. Ovakve vrednosti mogu da navedu na zaključak da je manja potrošnja goriva bila na OP7 za bukvu, a na OP6 za jelu. Međutim, ovaj način izražavanja potrošnje goriva ima nedostatak što prosečna zapremina stabla može biti faktor koji ima veliki uticaj na potrošnju. Zato je podatak izražen u ml/m³ reprezentativniji, dok podatak izražen u ml/stablo služi samo kao orijentacija, ako se zna prosečna zapremina stabla. Zato treba napomenuti da prosečna zapremina stabla bukve na OP7 iznosi 6,41 m³/stablo, dok je prosečna zapremina stabla jele na istoj oglednoj površini 4,75 m³/stablo, a prosečna zapremina stabla bukve na OP6 iznosila je 5,63 m³/stablo, dok je prosečna zapremina stabla jele na istoj oglednoj površini 3,52 m³/stablo.

Potrošnja goriva i maziva rasla je sa povećanjem prečnika na prsnoj visini, odnosno sa povećanjem debljinskog stepena, što je i logično. Međutim, kod većih debljinskih stepeni razlika u potrošnji npr. između OP6 i OP7 se značajno povećava, a u najvišim debljinskim stepenima dostiže i do 40%. Ovo se može objasniti činjenicom da radnik koji rukuje testerom manje snage (OP7) obavlja uglavnom poslove kresanje grana i izrada prostornog drveta, štedeći na taj način energiju. Za razliku od OP6, gde ove radne operacije obavlja radnik većom motornom testerom, za koju se može reći da je njena primena neracionalna, s obzirom na to da se radi uglavnom o prečnicima ispod 20 cm. To znači da je primena jedne manje i jedne veće testere posebno značajna kod stabala većih dimenzija.

Na sajtu proizvođača, navedeno je da testera Husqvarna H 545 ima smanjenu potrošnju goriva za 20%, ali nije navedeno u odnosu na koji tip testere. Dakle, ova istraživanja su pokazala da je ta potrošnja čak i manja, ali u odnosu na testeru Husqvarna 372 XP.

Na OP6 veću potrošnju goriva je imao drugi radnik i to u proseku za oko 17%, odnosno 9% veću potrošnju maziva. To se može objasniti činjenicom da je vreme rada odnosno upotrebe testere prvog radnika veće u odnosu na drugog radnika. Zato je za poređenje vrednosti između oglednih površina potrebno svesti potrošnju po m³ (zapremini sortimenata) ili posečenom stablu.

Dakle, kada se sagleda aspekt potrošnje goriva u ovom istraživanju, najpovoljnija je organizaciona forma 2M+0R, ali u kombinaciji sa jednom većom i jednom manjom testerom, tako da ukupna prosečna potrošnja goriva na kraju bude manja nego kada je to slučaj organizacionih formi 1M+0R ili 2M+0R, ali sa obe velike testere. Naravno, ovaj zaključak proističe samo iz analize snimljenih podataka i treba ga uzeti sa rezervom, a buduća istraživanja proširiti na više oglednih površina i kombinaciju više organizacionih formi rada u istim uslovima rada (pre svega kada su u pitanju sastojine različitih vrsta drveća).

Rezultati drugih istraživača koji su se bavili potrošnjom energenata kod motornih testera dati su u tabeli 63, dok je rekapitulacija rezultata ovih istraživanja data u tabeli 64. Radi poređenja rezultata, potrošnja goriva i maziva je u obe tabele izražena u L/m³, odnosno u L/stablu.

Tabela 63: Sistematizovani podaci dosadašnjih istraživanja na području potrošnje goriva i maziva kod motornih testera

| Referenca | Tip testere | Snaga motorne testere (kW) | Vrsta drveća | Potrošnja goriva (L/m ³) | Potrošnja maziva (L/m ³) | Potrošnja goriva (L/stablu) | Potrošnja maziva (L/stablu) |
|--------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Halilović (2019) | Husqvarna 365 | 3,4 | Kitnjak | 0,306 | 0,102 | - | - |
| | Dolmar PS – 7310 | 4,1 | | 0,264 | 0,090 | - | - |
| Danilović i dr., (2014) | Stihl MS 441 i Husqvarna 353 | 4,2 i 2,4 | Bukva | 0,295 | - | - | - |
| | Stihl MS 441 | 4,2 | | 0,328 | - | - | - |
| Danilović Norme 2020 | | 3-4 | Topola | 0,137-0,175 | 0,068-0,088 | | |
| | | 4-6 | | 0,142-0,182 | 0,069-0,089 | | |
| Danilović Norme 2021 | - | 3-4 | Bukva | 0,100-0,361 | 0,053-0,175 | - | - |
| | | | Hrast | 0,122-0,367 | 0,059-0,178 | | |
| | | | Jela | 0,112-0,340 | 0,055-0,166 | | |
| Popovici (2013) | Husqvarna H55 | 2,5 | Proreda breze | 0,428 | 0,177 | | |
| Halilović i dr. (2012) | Husqvarna 372 XP | 3,9 | Jela i smrča | 0,104 | 0,023 | 0,179 | 0,039 |
| Bajić i Danilović (2002) | Stihl 026AV | 2,6 | hrastovo-grabova stasojina (čista seča) | - | - | 0,017 | - |
| | | | hrastovo-grabova stasojina (selektivna proreda) | - | - | 0,020 | - |
| Sever i dr. (1989) | - | - | Prorede | 0,163 do 0,296 | 0,085 do 0,150 | - | - |
| Rebula (1985) | - | - | Četinari | 0,292 do 0,980 | - | - | - |
| | - | | Lišćari | 0,129 do 0,244 | - | - | - |

Tabela 64: Prosečna potrošnja goriva i maziva po oglednim površinama u ovom istraživanju

| Ogledna površina i vrste drveća | Tip motorne testere | Snaga motorne testere (kW) | Prosečna potrošnja goriva po zapremini sortimenata (L/m ³) | Prosečna potrošnja maziva po zapremini (L/m ³) | Prosečna potrošnja goriva (L/stablo) | Prosečna potrošnja maziva (L/stablo) |
|----------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| OP1 (topola) | Stihl MS 650 | 4,8 | 0,173 | 0,084 | 0,373 | 0,181 |
| OP2 (topola) | Stihl MS 361 | 3,4 | 0,157 | 0,063 | 0,183 | 0,074 |
| OP3 (topola) | Stihl MS 361 | 3,4 | 0,294 | 0,143 | 0,588 | 0,287 |
| OP4 (hrast) | 2*Stihl MS 650 | 4,8 | 0,197 | 0,072 | 0,723 | 0,263 |
| OP5 (topola) | 2*Stihl MS 650 | 4,8 | 0,220 | 0,071 | 0,681 | 0,218 |
| OP6 Ukupno za obe vrste (bukva i jela) | 2*Husqvarna 372XP | 3,9 | 0,170 | 0,072 | 0,701 | 0,297 |
| OP6 Prosečna potrošnja goriva za bukvu | 2*Husqvarna 372XP | 3,9 | 0,198 | 0,082 | 1,117 | 0,463 |
| OP6 Prosečna potrošnja goriva za jelu | 2*Husqvarna 372XP | 3,9 | 0,153 | 0,066 | 0,539 | 0,231 |
| OP7 Ukupno za obe vrste (bukva i jela) | Husqvarna 372XP i Husqvarna H 545 | 3,9 i 2,7 | 0,139 | 0,061 | 0,751 | 0,331 |
| OP7 Prosečna potrošnja goriva za bukvu | Husqvarna 372XP i Husqvarna H 545 | 3,9 i 2,7 | 0,163 | 0,071 | 1,049 | 0,457 |
| OP7 Prosečna potrošnja goriva za jelu | Husqvarna 372XP i Husqvarna H 545 | 3,9 i 2,7 | 0,119 | 0,053 | 0,565 | 0,253 |

Vrednosti potrošnje goriva i maziva iz ovih istraživanja upoređene su sa vrednostima drugih istraživača. Ako uporedimo podatke za hrast lužnjak u ovom istraživanju i istraživanju Halilovića (2019) za hrast kitnjak, možemo zaključiti da je za testeru približno iste snage - Stihl MS 650 (4,8 kW) u ovom istraživanju i Dolmar PS – 7310 (4,1 kW) u istraživanju navedenog autora, potrošnja goriva i maziva bila manja u ovom istraživanju. Naime, Halilović (2019) je utvrdio prosečnu potrošnju goriva 0,264 L/m³ i maziva 0,090 L/m³, dok su u ovom istraživanju ove vrednosti 0,197 L/m³ odnosno 0,072 L/m³. Preračunato na procenat, to je oko 25% manja potrošnja za gorivo odnosno 20% za mazivo. Ipak, važno je naglasiti da se radi o različitim vrstama hrasta, različitim organizacionim formama rada i različitim motornim testerama.

Kada se uporedi prosečna potrošnja goriva izražena u L/m³ za bukvu kod Danilovića i dr. (2014) može se konstatovati da je ona veća nego u slučaju potrošnje goriva u ovom istraživanju za istu organizacionu formu rada (2M+0R): 0,295 L/m³ u odnosu na 0,198 L/m³ na OP6 odnosno 0,163 L/m³ na OP7. Pretvoreno u procentualne vrednosti, ova potrošnja kod istraživanja Danilovića i dr. (2014) je veća za oko 32% u odnosu na OP6, odnosno za oko 44% u odnosu na OP7.

Danilović (2020, 2021) u svojim monografijama daje intervalne vrednosti potrošnje goriva i maziva, za snagu motornih testera u intervalima od 3-4 kW i 4,1-6 kW. Ove vrednosti su približno iste vrednostima koje su dobijene u ovom istraživanju.

Poredeći podatke Halilović i dr. (2012) za sastojinu jele i smrče gde je korišćena testera Husqvarna 372 XP (3,9 kW), u organizacionoj formi rada 1M+0R, i podatke ovog istraživanja, gde je korišćena ista testera samo u organizacionoj formi 2M+0R, možemo konstatovati da je veća

potrošnja energenata ostvarena u ovom istraživanju (OP6), gde je potrošnja goriva bila $0,153 \text{ L/m}^3$, a maziva $0,066 \text{ L/m}^3$, dok je u istraživanju Halilović *i dr.* (2012) ta vrednost za gorivo bila $0,104 \text{ L/m}^3$, odnosno $0,023 \text{ L/m}^3$ za mazivo. Preračunato u procenite, u pogledu potrošnje goriva taj iznos je nešto veći od 30%, dok je za mazivo ta vrednost čak preko 60%. Međutim, ono što nije uzeto u obzir, a što ima najveći uticaj na potrošnju goriva i maziva, je prečnik na prsnoj visini, tako da su ovi podaci samo delimično uporedivi.

Vrednosti dobijene kod drugih istraživača (Popovici (2013), Bajić i Danilović (2002), Sever *i dr.* (1989), Rebula (1985) skoro da su potpuno neuporedive sa podacima u ovom istraživanju zbog različitih razloga (vrste seče, vrste drveća *i dr.*)

Problem kod poređenja potrošnje goriva i maziva različitih istraživača je taj što u radovima često nisu navedeni svi uslovi (faktori) koji mogu imati uticaj na potrošnju goriva, odnosno da se veoma retko mogu naći podaci koji su uporedivi po većini faktora uticaja. Iz prethodne diskusije vidimo da je samo na jednom mestu došlo do skoro potpunog „preklapanja“ (istraživanja Halilović *i dr.*, 2012 *i podaci sa OP6*) uslova rada *i tipa testere*. Iz tog razloga, podaci drugih istraživača mogu poslužiti samo kao orijentacija, a za utvrđivanje normativa potrebno je sprovesti istraživanja u konkretnim uslovima.

Kada govorimo o energetske potrošnji goriva odnosno njenom uticaju na životnu sredinu, ona je bila najveća na OP3 ($9,923 \text{ MJ/m}^3$), a najmanja na OP7 ($4,691 \text{ MJ/m}^3$). Gałęzia (2014) je u svojim istraživanjima došao do sličnih rezultata (min $2,48 \text{ MJ/m}^3$ u sastojini belog bora do max $8,26 \text{ MJ/m}^3$ u sastojini breze).

Kada se uporede vrednosti sa različitih oglednih površina u ovom istraživanju, utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u potrošnji posmatrajući različite faktore uticaja (snaga motorne testere, vrsta drveća, organizaciona forma rada, prečnik na prsnoj visini). Faktor koji najviše utiče na potrošnju goriva je prečnik na prsnoj visini (66%) zatim vrsta drveća (14%), snaga motorne testere (13%), a na kraju organizaciona forma rada (7%). Dakle, kada se u obzir uzme potrošnja goriva *i maziva*, ova istraživanja su pokazala da organizaciona forma rada nema veliki značaj kao prečnik stabla. Međutim, ukoliko bismo napravili predikcionu analizu potrošnje goriva *i maziva* (Tabela 65), ta relativno mala razlika u potrošnji daje potencijalno velike uštede na godišnjem nivou.

Osim svih navedenih faktora, na potrošnju goriva *i maziva* je uticala *i struktura radnog vremena* odnosno udeo pojedinačnih radnih operacija u ukupnom produktivnom vremenu.

Naravno, neka odstupanja nije bilo moguće utvrditi zbog faktora koji nisu uzeti u razmatranje, a koji su možda imali uticaj u mikro uslovima rada.

Halilović (2012) navodi da bi uštede goriva *i maziva* mogle biti ostvarene pre svega redovnom kontrolom ispravnosti motorne testere, pravilnim skladištenjem *i distribucijom energenata*, upotrebom adekvatnog pribora za manipulaciju gorivom, kao *i obrazovanjem i stimulacijom radnika*. Potrebno je *i dalje posvećivati veliku pažnju racionalizaciji potrošnje goriva *i maziva*, kao *i smanjenju njihovih štetnih uticaja na čoveka *i okolinu* (uvođenje *i korišćenje biorazgradivih goriva *i maziva*).***

Oko 50% ukupno posečene drvene zapremine u državnim šumama Srbije čini bukva (Bukva u Srbiji, 2005). Bukva je pretežno rasprostranjena u brdskim uslovima. Potrošnja goriva u prebornoj sastojini bukve *i jele*, koja je utvrđena u ovom istraživanju je veća, u proseku za 26% za gorivo *i 24%* za mazivo, na OP6 (dve testere veće snage) u odnosu na OP7 (jedna testera veće snage *i jedna manje snage*). Ukoliko bismo napravili predikciju, po kojoj bi sva drvena zapremina iz državnih šuma bukve u Srbiji (procena je oko 1 milion $\text{m}^3/\text{godišnje}$) bila posečena dvema testerama - veće *i manje snage* u odnosu na dve testere veće snage (kako se inače uobičajeno radi), onda bi godišnja ušteda u apsolutnoj vrednosti iznosila oko 120 000 eur/god (Tabela 65). Preračunato u uštedu u gorivu *i mazovu*, to bi iznosilo oko 54 000 litara goriva *i oko 19 000 litara za maziva* po godini. Ove samo naizgled male uštede bi se, pogotovu u vremenu energetske krize, odrazile *i na smanjenje potrošnje energenata*,

odnosno smanjenje zavisnosti od uvoza energenata, ali i u emisiji štetnih gasova. U ovu analizu nije ušla drvena zapremina iz privatnih šuma, koje prema pretpostavkama, čine približno istu vrednost.

Takođe, treba napomenuti i da su testere koje su trenutno u primeni uglavnom snage preko 4 kW, pa je samim tim i razlika u potrošnji energenata verovatno još veća.

Tabela 65: Predikciona analiza potrošnje goriva i maziva

| Kombinacija primene motornih testera | Procenjena drvena zapremina visokih šuma bukve (m ³ /god)* | Prosečna potrošnja goriva (L/m ³) | Prosečna potrošnja maziva (L/m ³) | Jedinična cena goriva (eur/L)* | Jedinična cena maziva (eur/L)* | Cena goriva po zapremini (euro/m ³) | Cena maziva po zapremini (euro/ m ³) | Ukupni trošak goriva (eur/god) | Ukupni trošak maziva (eur/god) | Ukupan trošak energenata (eur/god) |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Dve testere Husqvarna 372 XP | 1 000 000 | 0,198 | 0,082 | 1,57 | 2,13 | 0,31 | 0,17 | 310000 | 170000 | 480000 |
| Husqvarna 372 XP i Husqvarna H 545 | 1 000 000 | 0,144 | 0,063 | 1,57 | 2,13 | 0,23 | 0,13 | 230000 | 130000 | 360000 |
| Apsolutna razlika | | 0,054 | 0,019 | | | 0,08 | 0,04 | 80000 | 40000 | 120000 |
| Procentualna razlika (%) | | | | | | | | 26 | 24 | 25 |

Ako bismo količinu potencijalno uštedene energije preračunali prema metodologiji Gałęzia (2014) kao energetske vrednosti goriva, koja iznosi 33,75 MJ/L, to bi značilo i manju potrošnju energije u sastojinama bukve u ukupnoj vrednosti od oko 2 463 750 MJ/god. Ovo pitanje je veoma važno u vremenu velike energetske krize širom sveta. Naravno, ovo bi posledično značilo i značajno manju emisiju štetnih gasova, čemu treba posvetiti posebnu pažnju.

Međutim, Ghaffariyan *i dr.* (2018) navode da potrošnja goriva u seči i izradi drvnih sortimenata još uvek nije dovoljno istražena (za razliku od transporta) i da su postojeće tehnike merenja uglavnom neproverene, jer iako je sprovedeno nekoliko studija, potrebna su sveobuhvatnija istraživanja kojima bi se utvrdilo kako efikasnije gazdovati šumama, a istovremeno smanjiti potrošnju goriva i zagađenje životne sredine.

Činjenica je i da trenutno ne postoje ni posebni propisi u šumarstvu Srbije u kojima se daju makar preporuke po pitanju upotrebe goriva i maziva koja su prihvatljiva za okolinu, kao ni koju vrstu i kvalitet goriva i maziva koristiti (osim onih koje su date u prospektima i na sajtu proizvođača motornih testera). Jedan od načina za smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte prilikom upotrebe motornih testera je korišćenje bio-goriva i bio-ulja. Razlog za to je činjenica da nema značajnih promena u performansama motorne testere pri upotrebi mineralnih i bio-ulja (Skoupy i dr., 2010; Stanovský i dr., 2013), dok bio-goriva i maziva imaju prednost u brzom razgrađivanju u zemljištu i nižoj ekotoksičnosti (Stanovský i dr., 2013). Takođe, alternativa korišćenju benzinskih testera su testere sa električnim pogonom (na baterije) (Colantoni i dr., 2016; Poje i dr., 2018). Rezultati su pokazali da su električne motorne testere dobra alternativa benzinskim motornim testerama za upotrebu u prorednim sečama, budući da se po efikasnosti rada njihova upotreba može uporediti s benzinskim motornim testerama. Ove testere imaju manju potrošnju energije, te nižu izloženost buci i vibracijama u predelu šaka-ruka. Slično kao i u drugim oblastima, rezultati su potvrdili pozitivan uticaj elektrifikacije na čoveka i životnu sredinu. Očekuje se da će se razvoj električnih alata za šumarstvo intenzivirati razvojem snažnijih baterija koje se još uvek smatraju najvećim „uskim grlom“ (Poje i dr., 2018). Međutim, ove testere su još uvek u razvoju i skoro da su neupotrebljive u komercijalne svrhe, pogotovu za stabla većih prečnika.

7.4. Oštećenja u sastojini

Smanjenje oštećenja stabala kod prebirne seče jedan od najvećih izazova u gajenju i gazdovanju šuma sa kojim se suočava održivo gazdovanje (Nikooy i dr., 2010). Ponavljanje ulazaka u jednu istu sastojinu, što je jedna od odlika prebirnih seča, ima kao krajnji rezultat povećanje rizika da sastojina bude oštećena, tako da je u krajnjem slučaju određen stepen šteta neizbežan (Ficklin i dr., 1997), i to bez obzira na tehnologije, metode i tehnike rada. Stoga se uspešnost određenog načina rada ne sme ocenjivati samo na osnovu učinaka i ekonomičnosti, već se u obzir moraju uzeti i oštećenja koje nastaju pri izvođenju seča (Petreš, 2006).

Prema istraživanjima Miheliča (2014) utvrđeno je da mehanizovana seča i transport drvnih sortimenata uzrokuje nešto manje oštećenja na preostalim stablima u odnosu na klasičnu tehnologiju (motorna testera). Lokacija oštećenja na preostalim stablima je pri mehanizovanoj seči skoncentrisana na deblo, zatim slede koren i pridanak stabla, dok oštećenja na krošnji i na granama skoro da nije ni bilo.

Istraživanja za potrebu izrade ove disertacije su sprovedena u periodu zimske seče, kada je prema istraživanju Žagara (1982) utvrđeno je da procenat šteta pri seči i transportu drvnih sortimenata za 13% manji u odnosu na rad leti, dok su Butora i Schwager (1986) utvrdili da su one manje za čak 25%. Do sličnih zaključaka su došli i Isomäki i Kallio (1974), koji su utvrdili da su zimske štete manje i ne tako duboke kao letnje.

Oštećenja na preostalim stablima češće su uzrokovala stabla jele od stabala bukve, odnosno stabla jele su bila češće uzročnik oštećenja. Taj broj je izraženiji na OP6. Najveći broj oštećenih stabala se nalazio među većim debljinskim stepenima, najviše skoncentrisanim oko debljinskog stepena 72,5 cm. Kada govorimo o odnosu oštećenja između posečenih stabala i oštećenih preostalih stabala u sastojini, klasifikovanih po vrstama drveća, na OP6 od ukupnog broja oštećenih stabala 38% su bila stabla bukve, dok je 62% bilo na stablima jele. Na OP7 je slična situacija, s tim da je 42% oštećenja bilo na stablima bukve, a 58% na stablima jele.

Izuzetno je veliki broj faktora koji utiču na oštećenje celokupne sastojine tokom prebirnih seča, a u literaturi se među važnijim faktorima navode sledeći: izvođački projekat (Pinard i Putz, 1996), intenzitet seča (Sist i dr., 1998), zapremina sastojine (Sist i dr., 2003), sezona seče (Limbeck-Lilienau, 2003), mehanizacija koja se koristi (Han i Kellogg, 2000), gustina traktorskih vlaka (Iskiar i dr., 2006), sastojinske karakteristike i iskustvo radnika (Pinard i dr., 1996).

Utvrđivanje faktora uticaja oštećenja stabala u ovom istraživanju obavljeno je generalnim linearnim modelom. Analiza je pokazala da od svih faktora (nagib terena, sklop sastojine, veličina krošnje, vrsta posečenog drveća, prečnik na prsnoj visini) jedino prečnik ima uticaj na oštećenja krošnji preostalih stabala u sastojini, dok jedino nagib terena ima uticaj na oštećenja koja nastaju na žilištu. Primenom istog metoda, utvrđeno je da od svih faktora (nagib terena, sklop sastojine, veličina krošnje, ogledna površina – organizaciona forma rada, vrsta posečenog drveća, prečnik na prsnoj visini), jedino ogledna površina odnosno organizaciona forma rada ima uticaj na oštećenja koja nastaju na podmlatku, ali se to, pre svega, odnosi na veštinu sekača.

Sist i dr., (1998) navode da inventura pre seče, planiranje puteva, vlaka i stovarišta pre seče, kao i odgovarajuće tehnike obaranja i izrade sortimenata, mogu da dovedu do smanjenja nivoa oštećenja na preostalim stablima u sastojini. Korišćenje šuma sa nedovoljnim planiranjem radova, nepravilnom upotrebom tehnologija korišćenja i nedovoljnom kontrolom tokom izvođenja radova ima za rezultat negativne posledice po podmladak, odnosno prirodnu obnovu sastojina (Rushton i dr., 2003).

Prebirna seča ima brojne potencijalne prednosti, uključujući očivanje gustine sastojine, favorizovanje određenih vrsta, povećanje rasta prečnika i „postizanje prijatnije estetike“ u odnosu na

čistu seču. Međutim, potencijalni štetni uticaj usled oštećenja na preostalim stablima bi trebalo uzeti u obzir u prebirnoj seči (Behjou *et al*, 2012).

Oštećenja na drveću koja nastaju nakon prebirne seče, rezultat su aktivnosti u toku seče i obuhvataju oštećenja korena, ogrebotine na deblu, polomljene grane i slomljene krošnje (Froese i Han, 2006). Kako navode Han i Kellogg (2000a) oštećenja preostalih stabala tokom sprovođenja prebirne seče mogu smanjiti kvalitet preostalih stabala i povećati „oboljevanje sastojine“ zbog najezde insekata i bolesti. Ogrebotine na drveću mogu prouzrokovati fiziološko propadanje stabala (Vasiliauskas, 2001a), a kvalitet preostalih stabala važan je faktor vrednosti buduće sastojine (Bobik, 2008).

Tavankar *i dr.* (2013) su utvrdili da je broj oštećenih stabala prilikom obaranja bio 32 stabla (3,8% ili 11,4 stabla/ha), dok je broj oštećenog drveća privlačenjem bio 93 stabla (11,1% ili 33,2 stabla/ha).

Na oglednoj površini 6 (OP6) procenat oštećenja u odnosu na broj posečenih stabala bio je 324%, odnosno jedno posečeno stablo uzrokovalo je pojavu nešto više od 3 oštećenja, tačnije 3,24 oštećenja. To ne mora nužno da znači da su 3 stabla, već je to moglo biti i jedno stablo sa npr. oštećenjem na krošnji, ali i oštećenjem na deblu. Na oglednoj površini 7 (OP7) ovaj procenat oštećenja u odnosu na broj posečenih stabala bio je nešto manji i iznosio je 231%, odnosno na jedno posečeno stablo „prouzrokovalo je nešto više od 2 oštećenja, tj. 2,31 oštećenja po jednom posečenom stablu.

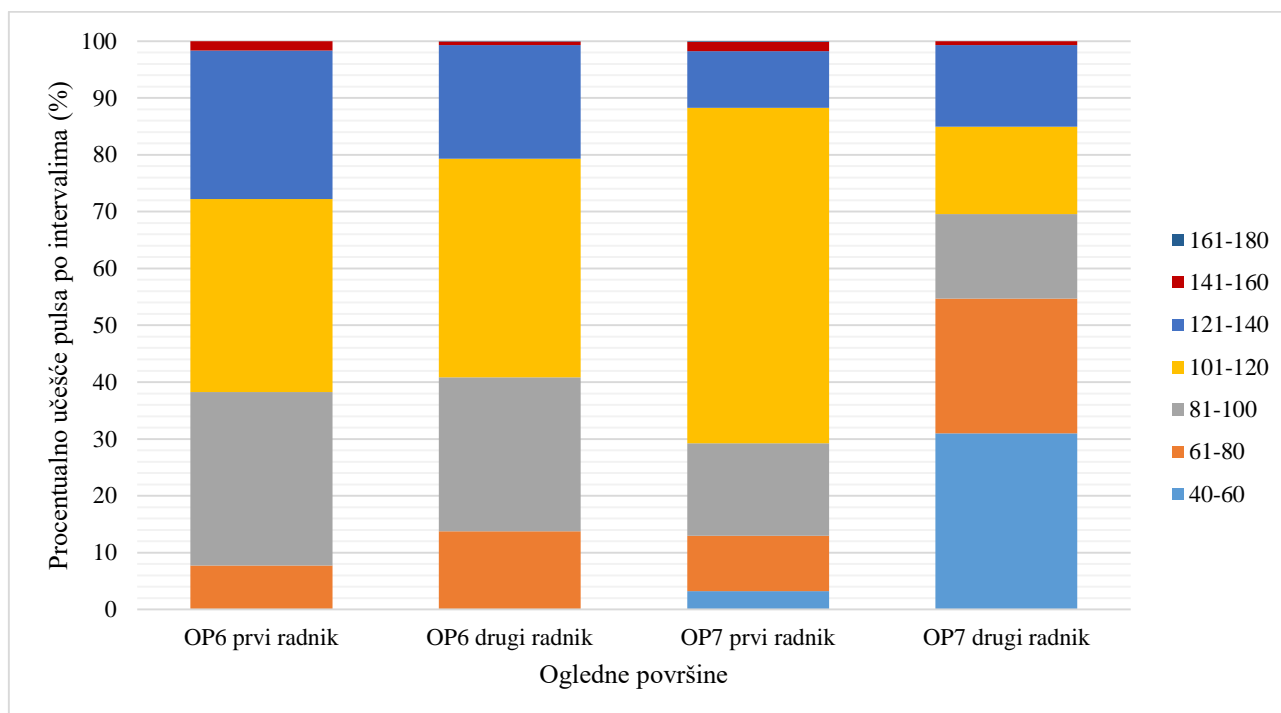
Jedan od ciljeva prilikom seče stabala je da se drvo obori sa minimalnom štetom, da se izbegne oštećenje preostalih stabala, da se minimiziraju negativni uticaji na zemljište i vode, ali i da se stablo ili drvni sortimenti pripreme za sledeću fazu (privlačenje). Uopšteno govoreći, drveće treba obarati prema vlakama ili od vlaka (zavisno od položaja u sastojini), po mogućnosti pod kosim uglom u odnosu na smer privlačenja (MacDonald, 1999). Pre sečenja se preporučuje obeležavanje smera pada stabla. Utvrđeno je da u pojedinim slučajevima smer pada nije bio označen, pa je sekač mogao slobodno da bira smer. Ovakav način rada može povećati vreme i troškove privlačenja (Nikooi, 2007; Mousavi, 2009).

„Smanjen uticaj seče“ je pažljivo planirana i kontrolisana seča kako bi se smanjili uticaji na životnu sredinu odnosno na sastojinu i zemljište (Mihelič, 2014).

Uobičajeno je nemoguće izvršiti seču stabala, bez određenog stepena oštećenja preostalih stabala. Važno je da se šteta svede na minimum, kako po pitanju broja oštećenih stabala, tako i veličine oštećenja na preostalim stablima.

7.5. Opterećenje radnika

Ulaganjem u nova ergonomska dizajnirana tehnološka rešenja značajno se poboljšavaju uslovi za rad i smanjuju ukupni troškovi, jer „dobra ergonomija = dobra ekonomija“ (Hendrick, 1996). Pri svakom izboru načina rada i najbolje tehnologije u određenoj situaciji, pored tehnoloških, ekonomskih i ekoloških kriterijuma potrebno je uvažavati i ergonomske kriterijume, odnosno izabrati onaj način rada pri kome su opterećenja radnika najmanja (Poje, 2011).



Grafikon 134: Procentulano učešće intervala pulsa za sve radnike po oglednim površinama

Kao što se može videti na grafikonu 134 svi radnici su imali najveću procentualnu zasupljenost pulsa u intervalu između 100 i 120 otkucaja/min, osim drugog radnika koji je radio na OP7. Inače, ogledna površina 7 je površina na kojoj je jedan radnik rukovao većom motornom testerom (prvi radnik), dok je drugi radnik rukovao manjom motornom testerom. Međutim, prvi radnik na OP7 je imao značajno veći udeo pulsa u intervalu od 100-120 u odnosu na radnike na šestoj oglednoj površini. Ovo je verovatno nastalo kao posledica većeg angažovanja ovog radnika u odnosu na radnika koji je rukovao motornom testerom manje snage. Kada se pogleda struktura vremena, vidimo da je prvi radnik na OP7 imao veće učešće vremena koje se odnosi na izradu tehničkog oblog i prostornog drveta, gde je dominiralo vreme izrade tehničkog oblog drveta (naročito kod bukve), što je najverovatnije uzrokovalo njegovo veće opterećenje. Osim toga, drugi radnik koji je rukovao testerom manje snage je radio lakše poslove poput kresanja grana.

Abeli i Malisa (1994) su utvrdili da je vrednost HRmax (maksimalni puls) iznosio 165 otkucaja/min za radnike u Tanzaniji. Drugo istraživanje sprovedeno u Italiji pokazalo je da vrednost HRmax za poslove na privlačenju drvnih sortimenata traktorom iznosi 127 otkucaja u minuti (Cristofolini i dr., 1990).

U literaturi postoji više klasifikacija za ocenu težine rada. Prema Astri *i dr.* (2003) ocena težine rada prema broju otkucaja srca klasifikovana je na sledeći način: lagan rad (<90 otkucaja/min), umereno težak rad (90-110), težak rad (111-130), veoma težak rad (131-150), ekstremno težak rad (150-170 otkucaja/min). Wells *i dr.* (1957) klasifikuju rad na više kategorija, gde su intervali po 20 otkucaja/min (od laganog <100 otkucaja/min, do veoma iscrpljujućeg ≥ 180 otkucaja/min).

Oba radnika na OP6 su oko 1/3 vremena imali puls ispod 100 otkucaja/min (38% ukupnog vremena za prvog radnika, odnosno 41% za drugog radnika). Takav rad smatra se lakim ili laganim, dok je na OP7 prvi radnik imao puls u ovom intervalu 29% ukupnog vremena, a drugi radnik čak 70% vremena. Nijedan od radnika nije značajno prekoračio granicu od 160 otkucaja/min, jer se rad sa pulsom u ovoj „zoni“ smatra teškim odnosno ekstremno teškim.

Pojedinačno opterećenje radnika koje se izražava relativnim pulsom radnika ($\% \Delta HR_{ratio}$) kretalo se od 30% za drugog radnika na OP7, do 43% za prvog radnika na OP7. Ovde je važno

napomenuti da je na ovoj oglednoj površini prvi radnik rukovao većom motornom testerom, a drugi manjom motornom testerom. Time se može objasniti i ova razlika od skoro 50% više opterećenja za prvog radnika. Međutim, na OP6 gde su oba radnika radila sa istim tipom motorne testere, takođe, su se razlikovala opterećenja i to u sledećim vrednostima: prvi radnik je imao opterećenje od 41%, a drugi 34%. Iz ovoga se može zaključiti da osim tipa testere, na opterećenje radnika utiče i vreme angažovanja, odnosno rukovanja motornom testerom. Naime, oba radnika (i na OP6 i na OP7) su radila i lakše poslove, koji su uglavnom predviđeni za pomoćnika u organizacionoj formi rada 1M+1R, dok je na OP7 ove lakše poslove obavljao radnik koji je rukovao manjom testerom.

U literaturi se navodi da granična vrednost dnevnog opterećenja sekača ne bi trebala da prelazi 40% (Kirk i Parker, 1994). Iako utvrđena dnevna opterećenja u ovom istraživanju prelaze ovu vrednost, ona su veoma slična vrednostima do kojih su u okviru svojih istraživanja došli drugi autori (Seixas, 1995; Melemez i Tunay, 2010; Caliskan i Caglar 2010). Takođe, Abeli i Malisa (1994) i Kirk i Parker (1994) utvrdili su da je broj otkucaja srca sekača bio 127, a njegovo opterećenje je iznosilo čak 49%, odnosno 52%. Sistematizovani podaci dosadašnjih istraživanja na području opterećenja radnika na poslovima korišćenja šuma prikazani su u tabeli 66.

Tabela 66: Sistematizovani podaci dosadašnjih istraživanja na području opterećenja radnika na poslovima korišćenja šuma

| Referenca | Vrsta posla | Opterećenje (%) | Prosečan broj otkucaja srca po min | Radno mesto | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|------------------------------------|------------------|-------------------|
| Seixas (1995) | Seča | 41 | - | Sekač | |
| Kirk i Parker (1994) | Seča | 52 | - | | |
| Abeli i Malisa (1994) | Seča | 49 | 68 | | |
| Shemwetta i dr. (2002) | Seča | 67 | 133 | | |
| | Utovar | | 178 | | |
| Caliskan i Caglar (2010) | Seča | 45 | 112,8 | | |
| Melemez i Tunay (2010) | Seča | 42 | 115 | | |
| | | 17 | 91 | | Pomoćnik |
| | Privlačenje | 20 | - | | Traktorista |
| | Utovar | 49 | - | | Radnik na utovaru |
| Kirk i Sullman (2001) | Transport žičarom | - | 106 | Radnik na žičari | |

Kao mera kojom bismo verovatno u određenoj meri smanjili opterećenje radnika koji imaju kombinaciju veće i manje testere (na OP7) bi bila ta da se ova dvojica radnika smenjuju u radnim operacijama u toku radnog dana, jer je opterećenje radnika sa motornom testerom veće snage značajno veće od radnika sa manjom motornom testerom (i do 50% ukupnog opterećenja).

Sonmez (2003) je ustanovio da je prosečan broj otkucaja srca tokom radnog vremena (HRwork) iznosio 108,1 otkucaja/min kod radnika na seči i 96,9 otkucaja/min kod radnika na pošumljavanju. Uzimajući u obzir ove vrednosti, oba posla mogu se klasifikovati kao „rad srednje težine“. Razlog zbog kojeg su vrednosti otkucaja srca radnika na seči bile veće u odnosu na radnike koji rade na pošumljavanju bio je taj što je nivo opterećenja radnika tokom aktivnosti seče bio veći, što rezultira i porastom broja otkucaja srca.

Kada je rad takav da zahteva veće opterećenje od dozvoljenih granica u dužem vremenskom periodu, dolazi do pre(umora) ili do trajnog oštećenja zdravlja radnika. Zato je važno utvrditi kolika su opterećenja u toku rada, a zatim rad oblikovati tako da opterećenja ubuduće budu što manja, odnosno da se kreću unutar dozvoljenih vrednosti. Ovom merom se postiže da radnik bude: zadovoljan poslom i na poslu, ima veću volju za rad i što je za poslodavca najčešće najbitnije –

ostvaruje veći učinak u radu. Kada opterećenja pređu dozvoljene granice, mora biti promenjen način rada kako ne bi došlo do oštećenja zdravlja. Kada se vrši odabir načina rada ili tehnologije, moramo pored tehnoloških, ekonomskih i ekoloških kriterijuma poštovati i ergonomske, odnosno oblikovati takav način rada koji podrazumeva i najmanje opterećenja za radnika (Lipoglavšek i Kumer, 1998).

Nikolić (1993) navodi da trajanje predaha pri napornom fizičkom radu treba da iznosi 25-30%, a pri vrlo napornom radu čak i 50% ukupnog radnog vremena. U seči i izradi korisni su predasi u trajanju od 5-10 min posle svakog sata napornog rada, dok je Rován (2000) utvrdio da planirani odmori (3 min odmora na svakih 30 min rada) smanjuju prosečan broj otkucaja srca sekača za 6 otkucaja/min.

7.6. Položaj tela radnika u toku rada

Šumarstvo, a posebno sektor korišćenja šuma, predstavlja jedan od najopasnijih industrijskih sektora u većini zemalja. Radne aktivnosti najčešće se odvijaju u udaljenim područjima, na strmim terenima, na površinama prekrivenim vegetacijom i raznim preprekama, gde čak i hodanje može biti opasno. Šumarski poslovi se smatraju se "teškim i opasnim" i ponekad smrtonosnim. Rastući broj nesreća, veliki udeo profesionalnih bolesti i prevremena penzija među šumarskim radnicima veoma su izraženi u velikom broju zemalja (Garli, 2018).

Jedna od polaznih hipoteza u ovom istraživanju je glasila da položaj tela radnika koji rukuje motornom testerom u toku rada na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata je najčešće nepovoljan, odnosno položaja tela je takav da on zahteva mere koje upućuju na hitnost intervencije na radnom mestu i zavisi od organizacione forme rada. Ova istraživanja su sprovedena na OP6 i OP7 i utvrđeno je da veće opterećenje tela imaju radnici na OP6. Međutim, u odnosu na radnika koji rukuje većom motornom testerom na OP7 ne postoji značajna razlika. U poređenju sa drugim radnikom na OP7, gde postoje značajne rezlike u opterećenju, prikazane kroz Lindkvistov indeks.

Kada se uporede položaj tela radnika po kategorijama i radnim operacijama, za sva četiri radnika se najveći broj položaja tela nalazi u prvoj kategoriji (u proseku preko ½ analiziranih položaja), zatim u drugoj kategoriji oko 20% za prva oba radnika na OP6 i prvog radnika na OP7 (drugi radnik na OP7 je imao nešto veći procenat – 27%). U literaturi se navodi da 3. i 4. kategorija mogu da se prikažu zajedno. U tom slučaju bi isti radnici kao i za prethodnu kategoriju imali oko 30% ukupnog udela po kategorijama (osim drugog radnika na OP7 – oko 20%).

Najveća opterećenja tela (štetnih položaja) prvog radnika na OP6 su bila kod onih radnih operacija koje zahtevaju i rukovanje motornom testerom u savijenom položaju (krojenje i prerezivanje tehničkog oblog i vešemetarskog ogrevnog drveta, obrada tehničkog drveta i obrtanje stabla i formiranje podseka i definitivni prerez). Drugi radnik na ovoj oglednoj površini je imao najveći udeo obavljajući odsecanje brade i kresanje, uspostavu šumskog reda i krojenje i prerezivanje tehničkog oblog i višemetarskog ogrevnog drveta.

Razlika u nepovoljnim položajima tela radnika između radnika je vidljivija na OP7. Na ovoj oglednoj površini prvi radnik, koji je rukovao većom motornom testerom bio najopterećeniji prilikom krojenje i prerezivanje drveta, obrada tehničkog drveta i obrtanje stabla i formiranje podseka i definitivni prerez. Međutim, iako je imao manje opterećenje od prvog, drugi radnik je najviše štetnih položaja imao prilikom uspostave šumskog reda, odsecanje brade i kresanje grana i krojenje i prerezivanje drveta.

Za sva četiri radnika, najmanji udeo manjih opterećenja i položaja tela radnika je evidentiran prilikom tehnoloških zastoja i odmora.

S obzirom da su istraživanja koja su vezana za ovaj aspekt obavljena samo na oglednim površinama 6 i 7, utvrđeno je da je ukupno opterećenje radnika manje na OP7. Na ovoj oglednoj površini su radila dva radnika – jedan većom i jedan manjom motornom testerom, za razliku od OP6 gde su oba radnika radila testerama iste snage. Pojedinačni položaj tela radnika su uglavnom nepravilni, zbog same prirode posla (prevashodno savijena kičma i ruke). Međutim, za sva četiri radnika je utvrđeno da položaj tela nije takav da on upućuju na hitnost intervencije na radnom mestu (4. kategorija).

Ovaj deo ergonomske istraživanja je važan zbog zdravlja radnika, odnosno poremećaja mišićno-skeletnog sistema, koji mogu nastati dugoročnim, nepromenjenim, nepravilnim držanjem tela.

Poremećaji mišićno-skeletnog sistema vezani za rad (musculoskeletal disorders - MSD) su grupa bolnih poremećaja mišića, tetiva, zglobova i živaca. Svi delovi tela mogu biti pogođeni, iako su gornji udovi i leđa najčešća područja koje zahvataju ovi poremećaji. MSD nastaju usled pokreta kao što su savijanje, ispravljanje, hvatanje, držanje, uvrtnje, stezanje, čučanje, klečenje i dohvatanje predmeta. Ova uobičajena kretanja nisu posebno štetna u uobičajenim svakodnevnim aktivnostima. Ono što ih čini opasnim u radnim situacijama je neprekidno ponavljanje, često na silu, a pre svega brzina pokreta i nedostatak vremena za oporavak između njih. Previsoke temperature, hladnoća i vibracije takođe doprinose razvoju MSD-a (OSHA, 2010).

U literaturi se često umesto termina „radom uzrokovani mišićno-skeletni poremećaji“ sreću termini kao što su sindrom prekomerne upotrebe, oboljenja ponavljajućih pokreta, kumulativni traumatski poremećaji, oštećenja usled ponavljajućeg napora i slično. Neki od naziva iz prošlosti za pojedina oboljenja iz ove grupe su staklena ruka, telegrafski grč, praljin palac. Ovi poremećaji (MSD) pokrivaju širok spektar zdravstvenih problema. Glavne grupe su bol u leđima / povrede i poremećaji u radu na gornjim udovima, obično poznati kao „povrede sa ponavljajućim pokretima“ (RSI). Mogu biti pogođeni i donji udovi. Podizanje, loše držanje i ponavljajući pokreti su jedan od uzroka, a neke vrste poremećaja povezane su sa određenim zadacima ili zanimanjima. Lečenje i oporavak su često nezadovoljavajući, naročito kod hroničnih oboljenja. Krajnji rezultat može biti čak i trajna invalidnost, uz gubitak zaposlenja. (Pavlović-Veselinović, 2013).

7.7. Zakonski okviri i preporuke

Kada se rezultati dobijeni u ovom istraživanju uporede sa zakonskim okvirima iz ove oblasti, jedan od zaključaka je da su postojeći akti ili dokumenti zastareli ili uopšte ne postoje.

Prema Pravilniku o posebnim merama zaštite na radu u šumarstvu (“Službeni glasnik SRS”, br. 33/88) definisano je da radnik sekač ne sme da radi sam u grupi. Međutim, na OP1 i OP2 radio je jedan radnik u sastojini topole u prisustvu poslovođe. Pravilnikom nije potpuno definisano da li radnik uopšte ne sme da radi u organizacionoj formi 1M+0R ili je to ipak dozvoljeno kao u ovom slučaju u prisustvu trećeg lica (poslovođe). Ovim pravilnikom je takođe definisano da radnik može da radi maksimalno 4 sata dnevno motornom testerom, međutim i to je ostalo nedorečeno, odnosno da li je to 4 sata aktivnog rada upaljenom motornom testerom ili ne. Ono što se postavlja kao organizaciono pitanje šta će taj radnik da radi preostalo radno vreme (3,5 sati ako se uzme u obzir da je 30 min zakonski dozvoljeno vreme za obed). Jedna od mogućnosti je ponovno uvođenje brigadnog sistema rada i zamena radnika na radnim mestima unutar brigade, kako bi opterećenje bilo podjednako raspodeljeno.

Međutim, analizom članaka na globalnom nivou sa sličnom tematikom, se može konstatovati da veliki broj istraživanja (80-90%) koja se odnose na upotrebu motornih testera u seči stabala i izradi drvnih sortimenata, uzima za istraživanje organizacionu formu rada 1M+0R. To naravno ne znači da je samo ova organizaciona forma rada u primeni na nekom području, ali je jedna od najzastupljenijih.

U nekim radovima se navodi da je pored samog sekača prisutan i poslovođa, inženjer ili neko treće lice, kako bi za slučaj eventualnih nepredviđenih okolnosti mogao da pritekne u pomoć povređenom sekaču ili da pozove pomoć.

Sa aspekta ostvarenih učinaka, ovo je najproduktivniji način, odnosno organizaciona forma rada (1M+0R). Međutim, Poje (2011) konstatuje da je ovakav način rada veoma naporan, pa predlaže da u grupi rade dva radnika – jedan na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata (polovinu radnog vremena) i jedan na poslovima privlačenja drvnih sortimenata (drugu polovinu radnog vremena). Dakle, jedan od predloga je da se ova dva radnika, unutar iste grupe, rotiraju u toku dana, kako bi se ne samo smanjilo njihovo opterećenje, nego i monotonost u radu. Međutim, ovo je moguće samo ukoliko nije neophodno prisustvo kopčasa, odnosno odgovarajuća tehnologija (traktor sa vitlom na daljinsko upravljanje). U šumarstvu Srbije, ovakav način rada bi bio realno ostvariv ukoliko bi dva radnika polovinu radnog vremena radila zajedno na seči i menjali se unutar organizacione forme (npr. jedan sa većom i jedan sa manjom testerom), a zatim bi drugu polovinu vremena radili na poslovima prve faze transporta, takođe menjajući mesta na poziciji traktoriste i kopčasa. Naravno, ovo bi bilo mnogo lakše ostvarivo ukoliko bi bila nabavljena nova mehanizacija sa odgovarajućom opremom (traktor sa vitlom sa daljinskim upravljanjem).

Za neke aspekte ovog istraživanja nije bilo postojeće nacionalne niti evropske zakonske regulative kako bi dobijeni podaci mogli da budu upoređeni (opterećenje radnika kroz merenje pulsa). Zato su uzete vrednosti iz sličnih radova i preporuka, kako bi podaci bili upoređeni.

7.8. Doprinos istraživanja i nedostaci

Ovo istraživanje, s obzirom na tematiku, ima za cilj doprinos nauci i praksi. Činjenice navedene u ovom potpoglavlju služe kao smernica za dalja istraživanja, kako bi bile izbegnute eventualne greške i propusti. Ovo potpoglavlje podeljeno je na segmente, radi bolje preglednosti i sistematičnosti.

Kao što je već napomenuto, u šumarstvu Srbije u primeni je više različitih organizacionih formi rada u seči stabala i izradi drvnih sortimenata (1M+0R, 1M+1R, 2M+0R i u poslednje vreme 2M+1R). Ovim istraživanjem obuhvaćene su prve tri i to u nekim od karakterističnih uslova. Međutim, ova istraživanja sprovedena su samo u zimskim uslovima seče, a da bismo zaista mogli da ocenimo koja forma rada je bolja čak i za iste uslove terena i za istu vrstu drveća, neophodna su opsežnija istraživanja. To znači da bi pored istraživanja u sastojinama hrasta, bukve, jele i zasadima topola, istraživanja trebalo proširiti i na druge, najpre komercijalne vrste drveća (čiste sastojine bukve, jele, smrče, borove, kao i mešovite sastojine lišćara, i lišćara i četinara). Metodološki posmatrano, ovim istraživanjem je ispunjen navedeni cilj, jer su obuhvaćeni tipični uslovi rada u šumarstvu Srbije. Međutim, kako bi dobili potpunu sliku, istraživanja je potrebno proširiti i na ostale vrste drveća kao i uslove terena.

Snimanje kamerama

Na oglednim površinama 6 i 7 snimanje podataka studije vremena obavljena su kamerama. Ovaj način snimanja ima određene prednosti i pojedine nedostatke.

Prednost ovakvog načina snimanja je u tome što kasnije, kada se snimci prebace na računar i puste u odgovarajućem programu, moguće je više puta vraćati se i tačno evidentirati radne operacije (pa i zahvate, ukoliko je to neophodno) što je na terenu, kod klasičnog načina snimanja, često teško izvodljivo. To se pre svega odnosi na koncentraciju snimača, koja je ključna kada su u pitanju radne operacije ili zahvati koji traju po nekoliko sekundi i ponekad je teško utvrditi kada su zaista počeli i

završili se. Dakle, najveća prednost je u tačnosti podataka, pogotovu ako oni služe i za neke druge aspekte istraživanja, kao što je u ovom slučaju ergonomska aspekt (analiziranje pulsa kroz radne operacije i određivanje opterećenja radnika kroz metodu OWAS).

Međutim, nedostatak ovakvog načina rada je u tome što baterije na telefonu ili na običnim kamerama kratko traju, pa je potrebno imati dve kamere koje rade u isto vreme ili obezbediti snimanje profesionalnim kamerama. Navedena konstatacija proizlazi iz iskustava provedenih snimanja, jer u periodu kada je bilo veoma hladno (nekoliko stepeni u minusu čitavog dana) baterije su se brzo praznile i bila neophodna pravovremena reakcija kako bi se odmah uključila druga kamera.

Drugi nedostatak ovakvog načina rada je to što kamera mora da bude postavljena na bezbednoj udaljenosti od stabla odnosno od radnika. To je ponekad pricinjavalo problem prilikom utvrđivanja radne operacije (studija vremena i rada) ili prilikom utvrđivanja položaja tela radika (OWAS metod), jer je radnik bio daleko ili zaklonjen krošnjom oborenog stabla, pa nije bilo lako utvrditi šta tačno radi ili koji položaj zauzima.

Puls

Pulsmetri koji su bili postavljeni na grudi radnika nisu radili sve vreme. Zapravo, posebno treba obratiti pažnju da prilikom montaže pulsmetara treba ovlažiti dodirnu površinu pulmestara i grudi radnika, kako bi pulsmetar započeo sa radom.

U nekim danima snimanja, podaci sa pulsmetara su bili izgubljeni, odnosno nismo ih uopšte dobili, kao da pulsmetar uopšte nije radio tog dana. Nedostatak je bio i taj što kad se pulsmetar jednom postavi na doker, ako u tom trenutku nije moguće aktivirati aplikaciju, potrebno je skloniti pulsmetar i staviti ga ponovo. Takođe, ponekad se dešavalo da se u tom drugom pokušaju izgube svi podaci i na aplikaciji stoji kao da puls uopšte nije meren tog dana.

Struktura vremena

Kada je u pitanju struktura vremena prema IUFRO kalsifikaciji, svako vreme je detaljno opisano i dodeljena mu je oznaka. Kod nas postoji stara klasifikacija prema Nikoliću (1993), gde se ukupno radno vreme raščlanjuje na manji broj komponenti, a svaka pojedinačna grupacija nema svoje skraćenice. U ovom istraživanju su predložene skraććenice, kako bi često glomazna analiza bila olakšana ubuduće.

Potrošnja goriva i maziva

Podaci dobijeni u ovim istraživanjima su bili teško poredivi sa rezultatima drugih autora koji su se bavili ovom problematikom. To je, pre svega, iz dva razloga: nejednaki (neuporedivi) uslovi za rad i nedostajući podaci o faktorima koji imaju uticaj na potrošnju energenata u pojedinim člancima. Zato podaci istraživača iz drugih zemalja, mogu poslužiti samo kao orijentacioni. Za dobijanje validnih podataka veće tačnosti, potrebno je sprovesti detaljna istraživanja u konkretnim uslovima rada.

Postojeći važeći normativi utrošaka goriva i maziva motornih testera u Srbiji datiraju iz '90-ih godina prošlog veka. Kako su se tehničke karakteristike motornih testera od tada značajno promenile i kako je ponekad teško uporediti vrednosti iz sadašnjih istraživanja sa postojećim normativima, nameće se potreba za izradom novih normativa.

Ostalo

Sva stabala na OP6 i OP7 su se nalazila na severnoj i severoistočnoj ekspoziciji. S obzirom da je u pitanju zimska seča sa niskim dnevnim temperaturama, poželjno bi bilo da u izvođačkim projektima, kao i u planu organizacije na nedeljnom nivou izbegavati odeljenja na ovim ekspozicijama kada su niske temperature. Ova mera se odnosi pre svega na zdravlje, ali i na učinak radnika koji bi za iste uslove terena verovatno bio veći ukoliko bi radili na južnim, jugoistočnim ili jugozapadnim ekspozicijama.

8. ZAKLJUČCI

Danas u Srbiji još uvek dominira motor-manuelni način seče (seča stabala i izrada drvnih sortimenata motornom testerom). Činjenica je da je u Srbiji uprkos nabavci harvesterata, seča motornim testerama i dalje dominantni način (oko 90% postojeće drvene zapremine se poseče upravo motornim testerama, odnosno preko 3 miliona m³ godišnje (RZS, 2023)). Iako postoji tendencija nabavke novih sredstava, izvesno je da će u narednom periodu seča motornim testerama i dalje imati primat nad harvesterima. Kao što je već navedeno, investicija za nabavku motornih testera je nekoliko stotina puta niža od investicije za nabavku harvesterata što je glavni razlog malog učešća upotrebe harvesterata. Naravno, postoje i drugi razlozi kao što su terenska ograničenja (nagib terena i sastojinski uslovi), veliki prečnici i velike krošnje stabala koje nije moguće poseći harvesterima, manji troškovi održavanja i lakša popravka sredstva (ukoliko dođe do kvara), ali i mnogo kraće vreme popravke. Pored toga, potrebna je duga obuka vozača harvesterata, za razliku od obuke za radnika koji rukuje motornom testerom.

Činjenica je da nije samo u Srbiji, već i u celom svetu, paradigma korišćenja šuma u poslednjih 20-ak godina značajno promenjena. Moglo bi se reći da je pristup uvažavanja gotovo samo tehničkog i ekonomskog aspekta prilikom izbora tehnologije prošlost. Tako se danas prilikom odabira odgovarajuće tehnologije uvažavaju i drugi aspekti, kao što su ekološki, ergonomske i energetske. Stiće se utisak da je najveći fokus u sadašnjosti u nauci usmeren pre svega na ekološki aspekt, odnosno pokušaj da se uticaj seče stabala, ali i transporta drvnih sortimenata na životnu sredinu svede na minimum ili bar smanji na najmanju moguću meru.

Zbog toga rezultati ovog istraživanja imaju ne samo naučni, već i praktičan značaj. Rezultati ovog rada ukazuju na prednosti i nedostatke postojećih načina rada i daju smernice za takav rad koji bi uvažavao ekonomske, ekološke i ergonomske aspekte. Osim toga, mogu se razmotriti opcije uvođenja novih načina rada kao što je rotiranje radnika u okviru brigade ili grupe radnika.

U odnosu na postavljene hipoteze, a na osnovu dobijenih rezultata, hipoteza broj jedan koja je glasila:

- Produktivnost (učinak) radnika na poslovima seče i izrade zavisi od organizacione forme rada i različit je za različite vrste drveća kao i za različite debljinske stepene je **potvrđena**.

Utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike između organizacionih formi rada, ali i između vrste drveća. Takođe, utvrđeno je da sa povećanjem debljinskog stepena, u bilo kojoj organizacionoj formi rada, učinak raste.

- Druga hipoteza koja je glasila: utrošak energenata je veći kod motornih testera veće snage u odnosu na testere manje snage u istim uslovima rada, a različit za različite organizacione forme rada. Testere manje snage emituju manje štetnih gasova koji zagađuju životnu sredinu od testera veće snage motora.

Ova hipoteza je **potvrđena**. Potrošnja goriva najviše zavisi od prečnika stabla na prsnoj visini, zatim od vrste drveća, a tek onda od snage motorne testere i organizacione forme rada. Utvrđeno je da je se najmanja potrošnja goriva, ali i potrošnja energije kao i emisija štetnih gasova ostvaruje kombinacijom dve motorne testere (jedne veće i jedne manje snage) u seči i izradi drvnih sortimenata bukve. U tom slučaju su u ovom istraživanju dobijene najmanje vrednosti potrošnje energenata (za oko 25% manja potrošnja energenata u odnosu na testeru veće snage).

- Treća hipoteza koja je glasila: Štete na preostalim stablima u sastojini prilikom seče i obaranja stabala kao i pri izradi drvnih sortimenata povećavaju se sa porastom prečnika stabla, nagiba terena i sklopa sastojine.

Ova hipoteza je **potvrđena**. Utvrđeno je da na štete na preostalim stablima uticaj imaju prečnik posečenog stabla, nagib terena i sklop sastojine, dok na štete na podmlatku najveći uticaj ima veština rukovaoca.

- Četvrta hipoteza koja je glasila: Dnevno opterećenje radnika koji rukuje motornom testerom zavisi od organizacione forme rada.

Ova hipoteza je **potvrđena**. S obzirom da su istraživanja koja su vezana za ovaj aspekt obavljena samo na oglednim površinama 6 i 7, utvrđeno je da je ukupno opterećenje radnika manje na OP7, odnosno prosečni puls dvojice radnika koji rukuju jednom većom i jednom manjom testerom u proseku je manji za 11% u odnosu na grupu radnika koji rukuju testerama iste, veće snage. Između radnika na OP6 i OP7 postoje statistički značajne razlike. Međutim, prvi radnik je imao u proseku 22% veći puls od drugog radnika na OP7, i njegovo ukupno opterećenje je takođe veće od drugog radnika.

- Peta hipoteza koja je glasila: Položaj tela radnika koji rukuje motornom testerom u toku rada na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata je najčešće nepovoljan, odnosno položaja tela je takav da on zahteva mere koje upućuju na hitnost intervencije na radnom mestu i zavisi od organizacione forme rada.

Ova hipoteza je **delimično potvrđena**. S obzirom da su istraživanja koja su vezana za ovaj aspekt obavljena samo na oglednim površinama 6 i 7, utvrđeno je da je ukupno opterećenje radnika manje na OP7. Na ovoj oglednoj površini su radila dva radnika – jedan većom i jedan manjom motornom testerom, za razliku od OP6 gde su oba radnika radila testerama iste snage. Pojedinačni položaj tela radnika su uglavnom nepravilni, zbog same prirode posla (prevashodno savijena kičma i ruke). Međutim, za sva četiri radnika je utvrđeno da položaj tela nije bio takav da on upućuju na hitnost intervencije na radnom mestu (4. kategorija).

Osnovni cilj istraživanja je bio izbor organizacione forme rada u seči stabala i izradi drvnih sortimenata istovremeno uvažavajući aspekte efektivnosti, kao i ekološke i ergonomske faktore. S obzirom na to da je fokus ovog istraživanja bio na organizacionim formama, koje kako je utvrđeno nisu glavni faktor kod pojedinih aspekata (učinci i oštećenja na preostalim stablima), efikasnost grupe radnika može se dodatno poboljšati usklađivanjem broja radnika u grupi, ali i koordinacijom rada i jasnim definisanjem radnih zadataka i proizvodnih ciljeva. Pored toga, veoma važan segment je nadzor radnika i davanje redovnih povratnih informacija o ostvarenim dnevnim učincima, ali i briga o radnicima i njihovim dnevnim opterećenjima.

Najveći doprinos ove doktorske disertacije je činjenica da su prvi put u oblasti korišćenja šuma u Srbiji, osim aspekta efikasnosti, a koji je u direktnoj vezi sa ekonomskim aspektom, uvaženi i drugi aspekti korišćenja šuma – ergonomske i ekološke. Na osnovu postavljenih ciljeva, hipoteza i dobijenih rezultata može se konstatovati da je u oglednim površinama koje su bile u zasadu topole najefikasniji način rada (uzimajući u obzir ostvarene učinke) u organizacionoj formi rada 1M+0R, ako se primeni motorna tesera snage 4,8 kW, zatim organizaciona forma rada 1M+0R (samo ako se primenjuje manja motorna testera), nakon toga 2M+0R, a kao najmanje efikasna se pokazala organizaciona forma rada 1M+1R. Slična situacija je i ako se analizira potrošnja energenata, s tim što je najmanja potrošnja u zasadu topole ukoliko je u primeni testera manje snage (3,4 kW), takođe u organizacionoj formi rada 1M+0R.

Na OP6 i OP7 su osim aspekta efektivnosti, u obzir uzeti i ekološki i ergonomske aspekt. Potrošnja energenata bila je manja na OP7, odnosno kada je u primeni bila jedna manja i jedna testera veće snage (3,9 i 2,5 kW) u odnosu na OP6 gde su takođe radila dva radnika, ali obojica su rukovala testerama veće snage (3,9 kW). Manja potrošnja energenata se odrazila ne samo na manju količinu utrošenih derivata, već i na manju potrošnju goriva i maziva i manju emisiju štetnih gasova. Sa aspekta efektivnosti, veći učinci su postignuti primenom dve testere veće snage, u odnosu slučaj kada je primenjena testera manje i testera veće snage.

U ovom istraživanju je utvrđeno da primenom odgovarajućeg tipa motorne testere, može doći do smanjenja potrošnje energenata, a posledično i do smanjenja emisije štetnih gasova. Potrošnja energenata u prebirnoj sastojini bukve i jele bila je veća za 27% za gorivo i 23% za mazivo na OP6 (dve testere veće snage) u odnosu na OP7 (jedna testera veće snage i jedna manje snage). Ukoliko bi teoretski sva sečiva drvena zapremina iz državnih šuma bukve u Srbiji bila posečena dvema testerama (oko 1 mil. m³) veće i manje snage u odnosu na dve testere veće snage, onda bi godišnja ušteda u apsolutnoj vrednosti iznosila oko 122 000 eur/god i oko 2,5 mil. MJ/god, odnosno oko 54 000 L goriva i oko 19 000 L maziva.

Kada se u obzir uzme ergonomski aspekt, prosečno opterećenje radnika (posmatrano kroz puls) na OP6 je bilo za 11% veće u odnosu na opterećenje radnika na OP7. Međutim, radnik koji je na OP7 rukovao testerom veće snage je imao značajno veće opterećenje od drugog radnika, koje je uzrokovano većim utroškom vremena na obaranje stabla, krojenje i prezivanje drveta (što su na OP6 oba radnika radila naizmenično), što se vidi i u strukturi vremena. Ovaj nedostatak bi mogao da bude prevaziđen ukoliko bi se radnici naizmenično smenjivali u izvođenju radnih operacija u toku dana.

Položaj tela radnika koji obavljaju poslove sekača uglavnom je savijen (kičma, kolena i ruke). Međutim, ova analiza je pokazala da je većina položaja tela radnika bila takva da za većinu radnih operacija nije potrebno uvoditi kroektivne mere, jer veći deo položaja tela radnika spada u prve dve kategorije. Međutim, indeks opterećenja radnika pokazuje da su svi radnici imaju granično opterećenje tela.

Uzevši u obzir i ekološki aspekt, a koji se odnosi na oštećenja preostalih stabala i podmlatka u sastojini utvrđeno je da na oštećenja krošnje uticaj ima jedino prečnik, dok jedino nagib terena ima uticaj na oštećenja koja nastaju na žilištu. Takođe, utvrđeno je da od svih faktora (nagib terena, sklop sastojine, veličina krošnje, ogledna površina - organizaciona forma rada, vrsta posečenog drveća, prečnik na prsnoj visini) jedino organizaciona forma rada tj. veština rukovaoca motorne testere ima uticaj na oštećenja koja nastaju na podmlatku. Dakle, ovo se više može pripisati veštini sekača, nego organizacionoj formi rada. U ovom istraživanju je utvrđeno da su oštećenja češće nastajala na stablima jele, nego na stablima bukve (bez obzira na mesto nastanka oštećenja). Kako bi oštećenja koja nastaju prilikom seče i obaranja stabala bila smanjena, potrebno je pre svega edukovati sekače i/ili poslovođe o važnosti usmerenog obaranja stabala, jer je u ovom istraživanju utvrđeno da je jedno stablo u proseku uzrokovalo više od 2 odnosno više od 3 oštećenja, koja ostaju u sastojini nakon seče. Ovakva stabla, sa otvorenim ranama, predstavljaju potencijalnu opasnost po čitavu sastojinu zbog mogućeg napada insekata ili bolesti.

Dakle, možemo konstatovati da je organizaciona forma rada kada su u primeni testera manje i testera veće snage efikasnija u odnosu na formu rada gde su u primeni dve testere iste snage. Međutim, ova forma rada bi najverovatnije dala još bolje rezultate ukoliko bi se radnici naizmenično smenjivali u toku dana, rotirajući se na testrama manje i veće snage.

Rezultati, ali i preporuke date u ovom radu mogu poslužiti kao smernice za poslovođe koji rade u operativi, ali i za inženjere prilikom izrada izvođačkih projekata.

Činjenica je da ovo istraživanje samo delimično dalo odgovore na pitanje izbora odgovarajuće forme rada, jer je ono sprovedeno na nekoliko oglednih površina, koje samo delimično „pokrivaju“ uslove rada u Srbiji. Dakle, potrebno je proširiti istraživanja i na druge vrste drveća i druge organizacione forme rada (npr. 2M+1R i sl.).

U perspektivi je potrebno razmotriti i primenu brigadnog sistema rada na pojedinim površinama, gde bi to bilo smisljeno rešenje. U nekim istraživanjima se čak spominje organizaciona forma rada 1M+2R. Međutim, efikasnost ovakvog načina rada je vrlo upitna u šumarstvu Srbije. U nekim budućim istraživanjima bi se mogla izvršiti analiza rada radnika unutar brigade, gde bi radnici vršili rotaciju na radnim mestima, u toku jednog dana. Pretpostavka je da bi opterećenje radnika, zbog promene posla, tj. radnog mesta u relativno kratkom vremenskom intervalu, bilo smanjeno, ukupni

učinci povećani, a monotonija u radu svedena na minimum. Takvim načinom rada bi verovatno bio uvećan koeficijent iskorišćenja radnog vremena, a vreme rukovanja motornom testerom, koje je prema postojećem Pravilniku ograničeno na maksimalno 4 sata dnevno, ne bi bilo prekoračeno. Nedostatak eventualnog uvođenja ovakvog načina rada je činjenica da svako značajno poboljšanje operativne i organizacione efikasnosti zahteva visoko-stručno obučenu radnu snagu. U ovom slučaju bi značilo da bi radnik koji trenutno radi kao sekač morao da bude obučen za traktoristu i obrnuto, odnosno da radnik koji radi kao pomoćnik sekača bude obučen da radi kao sekač i traktorista.

Imajući u vidu da su ova istraživanja sprovedena u periodu zimske seče, treba napomenuti da su i učinci rada bili manji zbog težih uslova za rad nego uobičajeno (pre svega zbog veoma niske temperature koja se spuštala do -10 ude $^{\circ}$ C). Sva stabala koja su oborena na poslednje dve ogledne površine su se nalazila na severnoj i severoistočnoj ekspoziciji. Poželjno bi bilo da izvođačkim projektima, kao i u planu organizacije na nedeljnom nivou budu izbegnuti radovi u odeljenjima na ovim ekspozicijama kada su tako niske temperature. Ova mera se odnosi pre svega na zdravlje, ali i na učinak radnika, koji bi za iste uslove terena verovatno bio veći ukoliko bi radili na južnim, jugoistočnim ili jugozapadnim ekspozicijama.

LITERATURA

1. Acuna, M., Bigot, M., Guerra, S., Hartsough, B., Kanzian, C., Kärhä, K., Lindroos, O., Magagnotti, N., Roux, S., Spinelli, R., Talbot B., Tolosana, E., Zormaier F., 2012. Good practice guidelines for biomass production studies. COSTAction FP[1]0902, WG 2 Operations research and measurement method[1]ologies, CNR Ivalsa – Italy, 1–50.
2. Abeli, W.S., Malisa, E.J. 1994. Productivity and Workload When Cutting with Peg and Raker Toothed Crosscut Saws. Paper Presented in Proceeding International Seminar on Forest Operations Under Mountainous Conditions. Harbin, P.R. of China, July 24-27, pp.173-180.
3. Adebayo, A.B., Han, H-S., Johnson, L., 2007. Productivity i cost of cut-to-length i whole-tree harvesting in a mixed-conifer sti. *Forest Product Journal* 57(5):59–69.
4. Antonić, S., Danilović, M., Stojnić, D., Dražić, S. 2023. Impact of Chainsaw Power on Fuel and Oil Consumption. *Sustainability*. 15, 2795.
5. Apud, E., Valdes, S. 1995. *Ergonomics in Forestry (The Chilean Case)*. Geneva: ILO.
6. Apud, E. 1989. *Human biological methods for ergonomics research in forestry. V: Guidelines on ergonomic study in forestry - prepared for research in developing countries.* (ur.). Geneva, ILO: 242.
7. Armstrong, S. 2000. RIL for real: introducing reduced impact logging techniques in to a commercial forestry operation in Guyana. *International Forestry Review*, 2:17–23.
8. Axelsson, S.-Å., Pontén, B. 1990. New ergonomic problems in mechanized logging operations. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 5(3):267-273.
9. Bajić, V., Danilović, M. 2002. Potrošnja goriva i maziva pri seči u mladim hrastovo-grabovim sastojinama. *Glasnik Šumarskog fakulteta, Beograd*, 86:59 – 66.
10. Banković, S., Medarević, M., Pantić, D., Petrović, N. 2009. Nacionalna inventura šuma Republike Srbije - šumski fond Republike Srbije. Beograd: Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede Republike Srbje - Uprava za šume.
11. Behjou, F.K., Majnounian, B., Dvořák, J., Namiranian, A., Saeed, M., Fegghi, J. 2009. Productivity and cost of manual felling with a chainsaw in Caspian forests. *Journal of Forest Science* 55(2): 96–100.
12. Behjou, F.K. 2012: Effect of selective cutting Tipon the chainsaw productivity in Caspian Forests. *Journal of For[1]estry Research* 23(4): 699–702.
13. Bettinger, P, Kellogg, L.D. 1993. Residual sti damage from cut-to-length thinning of second growth timber in the Cascade Range of western Oregon. *Forest Prod J* 43(11-12):59-64.
14. Björheden, R., 1998. Differentiated processing in motor manual i mechanized logging. *International Journal of Forest Engineering* 9(2): 49–59.
15. Björheden. R. 1991. Basic time concepts for international comparisons of time study reports. *Journal of Forest Engineering*, 2(2):33-39.
16. Bobik, M. 2008. Damages to residual stand in commercial thinnings. Swedish University of Agricultural Sciences Master Thesis no. 127.
17. Bukva u Srbiji. Stojanović, Lj. ed. 2005. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije.
18. Butora, A., Schwager, G. 1986. *Holzerntenschäden in Durchforstungsbeständen*. Birmensdorf, Swiss Federal Institute fo Forestry Research: 51 str.
19. Caliskan, E., Caglar, S. 2010. An assesment of physioLogical workload of forest workers in felling operations. *African Journal of Biotechnology*, 9 (35):5651–5658.
20. Cristofolini, A., Pollini, C., Maggi, B., Costa, G., Colombini, D., Occhipinti, E., Bovenzi, M., Peretti, S. 1990. Organizational and ergonomical analysis of forest workin the Italian Alps. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 5:197–209.

21. Danilović, M., Đurić, S., AntoniĆ, S. 2014. Efekti rada na poslovima seče i izrade drvnih sortimenata u prorednim sečama bukve. *Glasnik Šumarskog fakulteta u Banjoj Luci*. 21:45-62.
22. Danilović, M., Čuprić, N. 2011. The state of forests in Serbia in terms of their utilization, First Serbian forestry congress-Future with forests, 11 – 13 November 2010, Belgrade.180-190.
23. Danilović, M. 2021. Metodika izrade normi i normativa rada u šumarstvu - monografija. „Istraživačko razvojni i projektni centar“ Banja Luka.
24. Danilović, M. 2020. Norme i normativi – monografija. JP „Vojvodinašume“, Petrovaradin.
25. Direktiva 2003/88/EC o određenim vidovima organizacije radnog vremena
26. Direktiva 2009/104/EC o minimalnim sigurnosnim i zdravstvenim zahtevima za sigurnost i zdravlje radnika pri upotrebi radne opreme na radu
27. Direktiva 89/656/EEC o minimalnim sigurnosnim i zdravstvenim zahtevima za upotrebu lične zaštitne opreme na radnom mestu
28. Doležal, B. 1984. Štete u šumi izazvane primjenom mehanizacije. Dokumentacija za tehniku i tehnologiju u šumarstvu 81:1–47.
29. Eliasson, L., Lageson, H., Valinger, E. 2003. Influence of sapling height i temperature on damage to advance regeneration. *Forest Ecology i Management* 175:217–222.
30. Eroğlu, H., Kayacan, Y., Yilmaz, R. 2015. Effects of Work Types and Workload on Certain Anthropometric Parameters in Forestry Workers. *Anthropologist*. 20:515-522.
31. FAO, 1998. Forest Harvesting case-study 15, Forest harvesting operations in Papua New Guinea the PNG Logging Code of Practice, Y2711/E, 72.
32. Ficklin, R.L., Dwyer, J.P., Cutter, B.E., Draper, T. 1997. Residual tree damage during selection cuts using two skidding system in the Missouri Ozarks. In: Pallardy S.G., Cecich R.A., Garret H.H., Johnson P.S. (eds): *Proceedings of 11th Central Hardwood Forest Conference*.
33. Fjeld, D., Granhus, A. 1998. Injuries After Selection Harvesting in Multi-Stored Spruce Stands– The Influence of Operating Systems and Harvest Intensity. *International Journal of Forest Engineering*, 9, (2):33-40.
34. Forestry Work Nomenclature. Test edition valid 1995-2000. 1995. (IUFRO, WP3.04-02). Garpenberg, Sweden, Sveriges Lantbruksuniv: 16 p.
35. Froese, K., Han, H.S. 2006. Residual sti damage from cut-to-length thinning of a mixed conifer sti in northern Idaho.
36. Gałęzia, T. 2014. Analysis of the duration of basic logging operations performed using a chainsaw. *Forest Research Papers*. Vol. 75(1):25–30.
37. Gellerstedt, S. 1997. Mechanised cleaning of young forest - The strain on the operator. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 20(2):137-143.
38. Ghaffarian, M.R., Sobhani, H. 2007. Cost production study of motor-manually felling and processing of logs. *Forest Science* 3:69–76.
39. Ghaffariyan, M.R., Naghdi, R., Ghajar, I., Nikooy, M. 2013. Time Prediction Models and Cost Evaluation of Cut-To[1]Length (CTL) Harvesting Method in a Mountainous Forest. *Small-Scale Forestry* 12(2):181–192.
40. Ghaffariyan, M., Apolit, R., Kühmaier, M. 2018. A Short Review of Fuel Consumption Rates of Whole Tree i Cut-To-Length Timber Harvesting Methods. *Current Investigations in Agriculture i Current Research*. 52:603-606.
41. Gonzalez, C. 2005. Decision support for real-time, dynamic decision-making tasks. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 96(2):142–154.

42. Halilović, V., Musić J., Gurda S., Topalović J. 2015. Analysis of the Srednja vrednost s of forest harvesting in the Federation of Bosnia i Herzegovina. Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Specijalno izdanje, 55–62.
43. Halilović, V., Musić, J., Bajrić, M., Sokolović, Dž., Knežević, J. i Kupusović, A. 2019. Analiza potrošnje goriva pri sječi i izradi stabala hrasta kitnjaka na području p.j. Šumarija „Zavidovići“. Šumarski list, 143(7-8):337-345.
44. Halilović, V., Gurda S., Sokolović, Dž., Music, J., Bajric, M., Ganić, E. 2012. Fuel And Lubricant Oils Consumption In The Phase Of Harvesting And Processing Wood In Public Enterprise Forest Offices Vareš Section 37. Works of the Faculty of the Forestry University of Sarajevo, 42:31-43.
45. Han, H.S. 1998. Damage to young douglas-fir sti from commercial thinning with various timber harvesting systems i silvicultural prescriptions: characteristics, sampling strategy for assessment i future volume loss. Oregon State Univ, Depart of Forest Engineering, PhD Diss, 220 p.
46. Hannerz, M., Hånell, B. 1993. Changes in the vascular plant vegetation after different cutting regimes on a productive peatli site in central Sweden. Scinavian Journal of Forest Research 8(1–4):193–203.
47. Harstela, P. 1990. Work postures and strain of workers in nordic forest work: A selective review. International Journal of Industrial Ergonomics, 5(3):219-226.
48. Hartsough, B. 2003. Economics of harvesting to maintain high structural diversity i resulting damage to residual trees. Western journal of Applied Forestry, 18:133–142.
49. Ignea, Gh & Ghaffariyan, Mohammad & Borz, Stelian. (2016). Impact of operational factors on fossil energy inputs in motor-manual tree felling and processing: results of two case studies. Annals of Forest Research. 60.
50. Igričić, V. 1983. Ocjena potrošnje goriva za pogon strojeva u iskorišćavanju šuma šumarstva Hrvatske u 1983. godini. Zbornik radova savjetovanja Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi, Opatija, 1983, Str. 497-504, Zagreb.
51. Iskiar, H., Snook, L.K., Toma, T., MacDicken, K., Kanninen, M. 2006. A comparison of damage due to logging under different forms of reIzvor access in East Kalimantan, Indonesia. Forest Ecology i Management, 237:83–93.4
52. Isomäki, A., & Kallio, T. (1974). Consequences of injury caused by timber harvesting machines on the growth and decay of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Suomen metsätieteellinen seura.
53. Hanse, J.J., Winkel, J. 2008. Work organisation constructs i ergonomic outcomes among European forest machine operators, Ergonomics, 51(7):968-981.
54. Jourgholami, M. 2012. Operational impacts to residual stands following ground-based skidding in Hyrcanian Forest, northern Iran. Journal of Forestry Research 23, 333–337.
55. Kirk, P.M., Parker, R. 1994. The effect of spiked boots on logger safety, productivity and workload. Applied Ergonomics, 25, 2:106-110.
56. Kirk, P. M., Parker, R. J. 1996. Heart rate strain in New Zealand manual tree pruners. International Journal of Industrial Ergonomics, 18, 4:317-324.
57. Kirk, P. M., Sullman, M. 2001. Heart rate strain in cable hauler choker setters in New Zealand logging operations. Applied Ergonomics, 32, 4:389-398.
58. Kirin, S. 2020. Ergonomska istraživanja opterećenja radnika u procesu šivanja odjeće. Sigurnost, 62 (3), 239-249.
59. Kluender, R.A., Stokes, B.J. 1996. Felling and skidding productivity and harvesting cost in southern pine forests. In: Proceedings of Certification-Environmental implications for forestry operations, September 9–11. p. 35–39.
60. Kluender, R.A., Stokes, B.J. 1996. Felling i skidding productivity i harvesting cost in Souttiet pine forests. In: CWF/IUFRO Conference, WSI 3423.

61. Košir, B. 2008. Damage to young forest due to harvesting in shelterwood systems. *Croat J For Eng* 29(2):141-153.
62. Košir, B. 1996. Biomasa kot element razvoja energetike = Biomass as an Element of Power Supply Development. *Gozdarski vestnik*, 54, 147-153,
63. Košir, B. 2000. Primerjava rezultatov modela poškodb drevja v sestoji zaradi pridobivanja lesa in rezultatov terenskih opazovanj. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 61(1):53-86
64. Krpan, A.P.B., Petres, S., Ivanovic, Z. 1993. Neke fizicke stete u sastojini, posljedice i zastita = Forest stand damage, effects and protection. *Glasnik za šumske poskuse*, 4, 271-279.
65. Kusiak, W., Moliński, K., Walkowiak, R. 2012. Model zużycia paliwa przy pozyskiwaniu drewna sosnowego [Model of fuel consumption during harvesting of pine wood]. *Sylwan*, 156 (3):218–224.
66. Lamson, N.I., Smith, H.C., Miller, G.W. 1985. Logging damage using an individual-tree selection practice in Appalachian hardwood stands. *Northern journal of applied forestry*, 2, 4: 117-120.
67. Lijewski, P., Merkisz, J., Fuć, P., Ziółkowski, A., Rymaniak, Ł., Kusiak, W. 2017. Fuel consumption and exhaust emissions in the process of mechanized timber extraction and transport. *Eur. J. Forest Res.* 136, 153–160.
68. Ligné, D., Eliasson, L., Nordfjell, T. 2005. Time consumption i damage to the remaining stock in mechanised i motor manual pre-commercial thinning. *Silva Fennica* 39(3):455-464.
69. Limbeck-Lilienau, B. 2003. Residual stand damage caused by mechanized harvesting systems. In *Proceedings of the Austro 2003 meeting: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain*.
70. Lindroos, O., Lidestav, G. and Nordfjell, T. 2005. Swedish non-industrial private forest owners - selfemployment and equipment investments. *Small-Scale Forest Economics, Management and Policy* 4(4), pp. 409-426.
71. Lipoglavšek, M. 1992. Težavnost dela sekačev. (Strokovna in znanstvena dela, Aleksander G. (ur.). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, BF, UL: 124 str.
72. Lipoglavšek, M., Kumer, P. 1998. Humanizacija dela v gozdarstvu. (ur.). Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdastvo in obnovljive gozdne vire: 214 str. Lipoglavšek M., Kumer P., Kocjančič M. 1981. Delo traktoristov v gozdarstvu. (Strokovna in znanstvena dela, Božič J. (ur.). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, BF, UL: 149 str.
73. Lortz, D., Kluender, R., McCoy, W., Stokes, B., Klepac, J. 1997. Manual felling time and productivity in southern pine forests. *Forest Product Journal* 47(10):59–63.
74. MacDonald, P. Clow, M. 1999. Just One Damn Machine after another? *Technological Innovation i the Industrialization of Tree Harvesting Systems. Technology in Society* (21)323-344.
75. Magagnotti, N., Spinelli, R. 2012. Good practice guidelines for biomass production studies. *COST Action FP-0902, WG 2 Operations research and measurement methodologies. CNR IVALS.A.* 50 p.
76. Marčeta, D. 2015. Comparison Of Technologies Of Wood Biomass Utilization In Beech Stands. *Doctoral dissertation, Ljubljana*, 170 p.
77. Marčeta, D., Košir, B. (2016). Comparison of Two Felling & Processing Methods in Beech Forests. *Croatian Journal of Forest Engineering.* 37:163-174.
78. Markewitz, D., 2006. Fossil fuel carbon emissions from silviculture: Impacts on net carbon sequestration in forests. *Forest Ecology i Management* 236:153-161.
79. Martinić, I. 1992. Interakcije metoda rada, radnih uvjeta i proizvodnosti rada pri sjeci i izradi drva u proredama sastojina = Interactions of work methods, working conditions and

- work productivity in felling and processing of thinnings. *Glasnik za šumske poskuse*, 28, 133.
80. Matevž, M. 2014. Gospodarnost in okoljski vidiki tehnologij pridobivanja lesnih sekancev za energetska rabo. Doktorska disertacija. Ljubljana, 303 str.
81. Meadows, J.S. 1993. Logging damage to residual trees following Delimicnocutting in a green ash-sugarberry sti in the Mississippi Delta. In: Gillespie A.R., Parker G.R., Pope P.E., Rink G. (eds): *Proceedings of the 9th Central Hardwood Forest Conference*. West Lafayette, 8.–10. March 1993. St. Paul, USDA Forest Service: 248–260.
82. Melemez, K, Tunay, M. 2010. Evaluation of the Physiological workload of loading machine operators During forestry work. *Kastamonu University, Journal of Forestry Faculty*, 10:20–26.
83. Melemez, K., Tunay, M., Emir, T. 2011. Investigation Physical Work Load on Forest Harvesting Operations in Bartın-Kumluca Region, Paper presented in XVII National Ergonomics Congress, Eskisehir, Turkey, October 14-16, pp. 732-740.
84. Mitchell, J. 2000. Productivities and costs of harvesting small openings in the Cariboo Forest Region. *FERIC, Vancouver, BC Advantage*, 1, 22: 8 p.
85. Mousavi, R. 2009. Comparison of productivity, cost and environmental impacts of two harvesting methods in Northern Iran: short-log vs. long-log. *Joensuu, University of Joensuu, Faculty of Forest Sciences*: 83 p.
86. Mousavi, R., Nikouy, M., Uusitalo J. 2011. Time consumption, productivity, and cost analysis of the motor manual tree felling and processing in the Hyrcanian Forest in Iran. *Journal of Forestry Research* 22(4):665–669.
87. Naghdi, R. 2004. Study of optimum road density in tree length i cut to length system. *Univ Tarbiat Modarres, Fac Natural ReIzvors, Iran, PhD Diss*, 201 p.
88. Naghdi, R., Lotfalian, M., Bagheri, I. i Jalali, A.M. 2009. Damages of Skidder and Animal Logging to Forest Soils and Natural Regeneration. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 30(2):141-149.
89. Nikolić S. 1993. Iskorišćavanje šuma. *Šumarski fakultet*. 253 str.
90. Nikooy, M. 2007. Optimizing production cost i damage reduction to wood, trees i forest by harvest planning (case study: Asalem Forest District area). *Tehran Unive, Natural ReIzvors Fac, Iran. PhD Diss*, 165 p.
91. Nikooy, M., Rashidi, R., Kochehi, G. 2010. Residual trees injury assessment after selective cutting in broadleaf forest in Shafaroud. *Caspian Journal of Environmental Science*, 8:17–179.
92. Nordfjell, T, Bacher, M., Eriksson, L., Kadlec, J., Stampfer, K., Suadicani, K., Suwala, M., Talbot, B. 2004. Operational factors influencing the efficiency in conversion. In: Spiecker HH, Klimo J, Skovsgaard E, Sterba JP, Teuffel H, Von K, editors. *Norway spruce conversion: options and consequences*. Leiden - Boston: European Forest Institute. 197-223.
93. Nurminen, T., Korpunen, H., Uusitalo, J., 2006. Time consumption analyses of the mechanized cut-to-length harvesting system. *Silva Fennica* 40(2):335–363.
94. Ola Lindroos, Lage Burström, 2010. Accident rates and types among self-employed private forest owners, *Accident Analysis & Prevention*, 42(6):1729-1735.
95. Olendorf, M., Drury, C. 2002. Postural discomfort and perceived exertion in standardized box-holding postures. *Ergonomics*. 44:1341-67.
96. Oprea, I., 2008: *Timber harvesting technology (in Romanian)*. Transilvania University Press, Braşov, 237 p.
97. Parker R., Sullman M., Kirk P., Ford D. 1999. Chainsaw size for delimiting. *Ergonomics*, 42(7): 897-903.
98. Pavlovic-Veselinovic, S. 2013. *Ergonomski rizik, monografija*. 94 str.

99. Pavlović-Veselinović, S., Mijailovic, I. 2017. Sila kao faktor rizika za razvoj radom uzrokovanih misicno-skeletnih poremećaja. 13 Nacionalna konferencija sa međunarodnim ucescem o zastiti na radu "Unapredjenje sistema zastite na radu", Tara 2016.
100. Petreš, S. 2006. Oštećivanje ponika i pomlatka pri privitlavanju i privlačenju oblovine traktorom LKT 81 T iz dovršne sječine hrasta lužnjaka. Šumarski list 130(3–4):87–100.
101. Picchio, R., Maesano, M., Savelli, S., Marchi, E., 2009: Productivity and Energy Balance in Conversion of a Quercus Cerris L. Coppice Stand into High Forest in Central Italy. Croat. j. for. eng. 30(1):15–26.
102. Picchio, R., Spina, R., Maesano, M., Carbone, F., Monaco, A.L., Marchi, E., 2011: Stumpage value in the short wood system for the conversion into high forest of a oak coppice. Forestry Studies in China 13(4): 252–262.
103. Piegai F., Marchi E. 1996. Health and ergonomics relating to the use of chain saws in coniferous stands. Monti e Boschi, 47, 5: 37-44
104. Pinard, M.A., Putz, F.E. 1996. Retaining forest biomass by reducing logging damage. Biotropica 28(3):278–295.
105. Poje, A. 2011. Vplivi delovnega okolja na obremenitev in tečajnost dela sekača pri različnih organizacijskih oblikah dela. Doktorska disertacija, Ljubljana, 256 str.
106. Poje, A., Potočnik, I. 2007. Influence of working conditions on overlapping of cutting and ground skidding in group work. Croat. j. for. eng. 28(2):157–167.
107. Poje, A. Potočnik, I. Mihelič, M. 2018. Comparison of Electric and Petrol Chainsaws in Terms of Efficiency and Safety When Used in Young Spruce Stands in Small-Scale Private Forests. Small-Scale For. 17:411–422.
108. Popovici, R. 2013. Estimating chainsaw operating costs based on fuel, lubricants i spare parts. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 6:63-68.
109. Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini ("Službeni glasnik RS", br. 72/2006, 84/2006 - ispr., 30/2010 i 102/2015)
110. Pravilnik o posebnim merama zaštite na radu u šumarstvu ("Službeni glasnik SRS", br. 33/88)
111. Picchio, R., Neri, F., Maesano, M., Savelli, S., Sirna, A., Blasi, S., Baldini, S., Marchi, E. 2011. Growth effects of thinning damage in a Corsican pine (*Pinus laricio* Poiret) stand in central Italy, Forest Ecology and Management, 262(2):237-243.
112. Rovan, S. 2000. Učinkovitost in tečajnost dela pri sečnji: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani). Ljubljana: 78 str.
113. Rushton, T., Brown, S., McGrath, T. 2003. Impact of tree length versus short-wood harvesting systems on natural regeneration. Forest Research Report 70. Nova Scotia Department of Natural Resources: 14 str.
114. Sabo, A. 1999. Privlačenje obloga drva zglobnim traktorom LKT81 u gorskokotarskim prebornim sastojinama različitog stupnja otvorenosti: magistarski rad. Zagreb: 131 str.
115. Samsuddin, N., Rampal, K.G., Ismail, N.H., Abdullah, N.Z., Nasreen, H.E. 2015. Pesticides exposure and Cardiovascular hemodynamic parameters among male workers involved in mosquito control in east coast of Malaysia, American Journal of Hypertension, 28(7):1–8.
116. Saveneh, A. G., Dignan, P. 1997. The use of shelterwood in Eucalyptus regnans forest: the effect of overwood removal at three years on regeneration stocking i health. Australian Forestry 60(4):251–259.
117. Schmincke, K. 1995. Forest harvesting in natural forest of the Congo. (Forest product division, Forest harvesting, Case study 7). Rome, FAO: 68 p.

118. Seixas, F., Ducatti, F.A. 1995. Evaluation of job rotation effects on chain saw operators. *International Journal of Forest Engineering*, 6(2):59-63.
119. Sever, S., Horvat, D. 1989. Prilog proučavanja potrošnje goriva pri prijevozu drva kamionskim kompozicijama. *Mehanizacija šumarstva* 14(7-8):157-162.
120. Shemwetta, D., Ole-Maulidie, R., Silayo, A.D. 2002. The Physical Workload of Employees in Logging and Forest Industries. Paper presented in Wood for Africa Forest Engineering Conference, South Africa, July 2-4, pp. 107-114.
121. Sist, P., Nolan, T., Bertault, J.G., Dykstra, D. 1998. Harvesting intensity versus sustainability in Indonesia. *Forest Ecology i Management*, 108:251–260.
122. Sist, P., Sheil, D., Kartawinata, K., Priyadi, H. 2003. Reduced-impact logging in Indonesian Borneo: some results confirming the need for new silvicultural prescriptions. *Forest Ecology i Management*, 179:415–427.
123. Skoupy, A., Klvac, R. i Hosseini, S. 2010. Changes in the External Speed Characteristics of Chainsaw Engines with the Use of Mineral i Vegetable Oils. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 31(2):149-155.
124. Solgi, A., Naghdi, R., Tsioras, P. A., Nikooy, M. 2015. Soil compaction and porosity changes caused during the operation of Timberjack 450C skidder in northern Iran. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 36(2):217-225.
125. Sonmez, G.A. 2003. Evaluation of Physiological Parameters with Ergospirometry in Young Athletes From Different Sports. Thesis of MS. Institute of Medical Sciences. Gazi: University of Osman Gazi.
126. Spinelli, R., Nati, C., Magagnotti, N. 2006. Biomass harvesting from buffer strips in Italy: three options compared. *Agroforest Syst* 68, 113–121.
127. Stampfer, K. 1997. Stress and strain effects of forest work in steep terrain V: Forest operations in Himalayan forests with special consideration of ergonomic and socio-economic problems. Heinemann H. R. in sod. (ur.). Thimphu, Buthan, 113-119.
128. Stanovský, M., Schürger, J., Jankovský, M., & Messingerová, V., Hnilica, E., Kučera, M. 2013. The Effect of Lubricating Oil on Temperature of Chainsaw Cutting System. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 34:83-90.
129. Sundberg, U., Silversides, C.R. 1988. Operational efficiency in forestry: (volume 1: analysis), Dordrecht, Kluwer academic publishers: 219 str.
130. Sušnik, J. 1992. *Ergonomska fiziologija*, Didakta, Ljubljana.
131. Synwoldt, U., Gellerstedt S. 2003. Ergonomic initiatives for machine operators by the Swedish logging industry. *Applied Ergonomics*, 34(2):149-156.
132. Takala, E. P., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G.-Å., Mathiassen, S. E., Neumann, W. P., Sjøgaard, G., Veiersted, B., Westgaard, R., Winkel, J. 2010. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v36(1): 3-24
133. Tavankar, F., Bonyad, A. E., Majnounian, B., Iranparast Bodaghi, A. 2010. Investigation on the damages to residual trees by ground-based logging system (Case study: Asalem-Nav forest area). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 17(2):57-72.
134. Tavankar, F., Majnounian, B., Bonyad, A. 2013. Felling and skidding damage to residual trees following selection cutting in Caspian forests of Iran. *Journal of Forest Science*. 59:196-203.
135. Toupin, D., LeBel, L., Dubeau, D., Imbeau, D., Bouthillier, L. 2007. Measuring the productivity and physical workload of brushcutters within the context of a production-based pay system. *Forest Policy and Economics*, 9(8):1046-1055.
136. Tunay, M., Melemez, K. 2008. Noise Induced Hearing Loss of Forest Workers in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 1(17):2144-2148.

137. Vusić, D., Šušnjar, M., Marchi, E., Spina, R., Zečić, Z., Picchio, R. 2013. Skidding operations in thinning i shel-terwood cut of mixed stis - Work productivity, en-ergy inputs i emissions. *Ecological Engineering* 61:216-223.
138. Wang, J., Charlie, L., McNeel, J., Baumgras, J. 2004. Productivity i cost of manual felling i cable skidding in central Appalachian hardwood forests. *Forest Products Journal*, 53: 47–53.
139. Wang, J., Long, J., McNeel, J., Baumgras, J. 2004. Productivity and cost of manual felling and cable skidding in central Appalachian hardwood forests. *Forest Product Journal* 54(12):45–51.
140. Wojtkowiak, R., Piszcz, B., Rzecznik, Z., Kowszynski, T., Glazar, K. 2007. Vibrations of a chain saw with the resonance exhaust system. V: XII Konferencja Ergonomiczna: Ergonomia i ochrona pracy w lesnictwie, drzewnictwie i produkcji rolnej. Giefing D. F. (ur.). Puszczykowo, Poland, Wydawnictwo Poznan'skiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk: 249-256.
141. Wu, H.C., Wang M.J. 2002a. Determining the maximum acceptable work duration for high-intensity work. *European Journal of Applied Physiology*, 85:339-344.
142. Wu, H.C., Wang, M.J. 2002b. Relationship between maximum acceptable work time and physical workload. *Ergonomics*, 45(4):280-289.
143. Yilmaz, M., Akay, A.E. 2008. Sti damage of a selection cutting system in an uneven aged mixed forest of Çimendagi in Kahramanmaras-Turkey. *Int J Nat Eng Sci* 2(1):77-82.
144. Youngblood, A. 2000. Damaged to residual trees i advanced regeneration from skyline i forwarding yarding in mixed-conifer stis of northeastern Oregon. *West J Appl For* 15(2):101-107.
145. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu ("Službeni glasnik RS", br. 101/2005 i 91/2015)

PRILOZI

Prilog 1: Primer manuala u koji su upisivana podaci o radnicima

Ime i prezime radnika:

| Pozicija radnika u radnoj grupi: | sekač | pomoćnik | i jedno i drugo |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|-----------------|
| Starost radnika: | | | |
| Radni staž radnika: | | | |
| Kvalifikacije radnika: | | | |
| Radno iskustvo na poslovima seče i izrade: | | | |
| Visina radnika (cm): | | | |
| Telesna masa radnika (kg): | | | |
| Da li radnik ima nekih zdravstvenih problema koji mogu biti povezani sa njegovim zanimanjem? | da | ne | nije siguran |
| Da li radnik ima nekih problema sa srcem? | da | ne | nije siguran |
| Da li je radnik imao neku operaciju? | da | | ne |
| Ako je imao kada? | | | |
| Ako ima problema sa srcem, kakvi su problemi? | | | |

Prilog 2: Manual za upisivanje podataka o tehničkim karakteristikama reznog sklopa testera i tipu goriva i maziva

Tip testere:

| | |
|------------------------------------|--|
| Starost testere (meseci): | |
| Dužina vodilice (cm): | |
| Tip lanaca: | |
| Širina žleba vodilice (mm): | |
| Korak zuba ("): | |
| Tip zuba: | |
| Tip goriva: | |
| Tip maziva: | |

Prilog 3: Primer snimačkog lista u koji su upisivana vremena trajanja radnih operacija ili aktivnosti dok nije uključena kamera

| NAZIV RADNE OPERACIJE ILI AKTIVNOSTI: | VREME SA ŠTOPERICE (OD): | VREME SA ŠTOPERICE (DO): | NAPOMENA: |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Prilog 4: Primer snimačkog lista u koji su upisivana vremena trajanja radnih operacija kod organizacionih formi rada 1M+1R i 2M+0R

| BR. STABLA | 1. RADNIK | | | 2. RADNIK | | | KOMENTAR |
|---------------|--------------------|-------|----|--------------------|-------|----|----------|
| | RADNA OPERACIJA | VREME | | RADNA OPERACIJA | VREME | | |
| | | od | do | | od | do | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Prilog 5: Primer snimačkog lista u koji su upisivana vremena trajanja radnih operacija kod organizacione forme rada 1M+0R

| BR. STABLA | RADNA OPERACIJA | RADNIK | | VREME | KOMENTAR |
|---------------|-----------------|--------|----|-------|----------|
| | | od | do | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Prilog 6: Primer manuala u koji su upisivani podaci o stablu

| PODACI | PONUĐENI ODGOVORI | | | | | | | DRUGO |
|---------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|-------|-----------------------|--------|---------------|-------|-------|
| Datum snimanja podataka: | | | | | | | | |
| Odeljenje i odsek: | | a | b | c | d | e | f | |
| Vrsta drveta: | bukva | | | jela | | | | |
| Broj stabla: | | | | | | | | |
| Prečnik (cm): | | | | | | | | |
| Nagib terena (°): | <5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21- 25 | 26- 30 | 31-35 | >35 |
| Podrast: | nema | redak | | srednje gust | | gust | | |
| Visina podраста (m): | <1 | 1-1,5 | | 1,5-2 | | >2 | | |
| Sklop: | veoma redak (0,3-0,4) | redak (0,5-0,6) | | nepotpun (0,7-0,8) | | potpun (>0,8) | | |
| Temperatura (°) (naznačiti u koliko sati): | | | | | | | | |
| Vlažnost vazduha (%): | | | | | | | | |
| Vremenski uslovi: | | | | | | | | |
| Ekspozicija terena: | sever | jug | | istok | | zapad | | |
| Vlažnost zemljišta: | suvo | malo vlažno | | srednje vlažno | | mokro | | |
| Visina snega (cm): | nema | <10 | | 10-20 | | 20-30 | | |

Prilog 7: Primer manuala u koji su upisivani podaci o sortimentima

| BR. STABLA | PREČNIK SORTIMENTA (cm) | DUŽINA SORTIMENTA (m) | KLASA | ZAPREMINA PROSTORNOG DRVETA | KOMENTAR |
|---------------|----------------------------|--------------------------|-------|-----------------------------------|----------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Prilog 8: Primer manuala u koji su upisivani podaci o potrošnji energenata

| BR. STABLA | IME RADNIKA | POTROŠNJA GORIVA (ml) | POTROŠNJA MAZIVA (ml) | KOMENTAR |
|-----------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prilog 9: Primer manuala u koji su upisvani podaci o oštećenjima na preostalim stablima u sastojini

| Datum: _____ | | Br. posečenog stabla |
|---------------------------------|------------------------|----------------------------------------|
| Podaci | Vrsta oštećenja | Br. oštećenja na stablu/ biljci |
| Tip oštećenja na stablu | prelom | |
| | prevršenost | |
| | izvala | |
| Tip oštećenja na deblu | ogrebotine | |
| | guljenje kore | |
| | pukotine | |
| Tip oštećenja na krošnji | oštećenje na krošnji | |
| | guljenja | |
| | ozlede na granama | |
| Tip oštećenja na žilištu | ogrebotine | |
| | guljenje kore | |
| Oštećenje podmlatka | prelom podmlatka | |
| | prelom grana | |
| | izvala celih stabala | |
| | guljenje kore | |

BIOGRAFIJA AUTORA

Master inženjer Slavica Antonić je rođena 14.01.1985. godine u Kruševcu. Osnovnu školu je pohađala u selu Osredci, gde je odrasla. Završila je srednju Geodetsku tehničku školu u Beogradu 2004. godine. Iste godine upisala se na Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu na Odsek za šumarstvo. Diplomirala je 2009. godine. Iste godine upisala je master studije na modulu Korišćenje šumskih i lovnih resursa, gde je odbranila master rad 2011. godine.

2014. godine upisala je doktorske studije na Šumarskom fakultetu na užoj naučnoj oblasti Iskorišćavanje šuma i lovstvo sa zaštitom lovne faune.

Radni odnos na Šumarskom fakultetu Univerziteta u Beogradu započela je 2009. godine najpre kao volonter i saradnik na projektima, a od 2012. godine bila je zaposlena kao asistent na užoj naučnoj oblasti Korišćenje šumskih i lovnih resursa, gde izvodi vežbe iz predmeta Iskorišćavanje šuma 1 i 2 na osnovnim studijama. Takođe je angažovana i na dva predmeta na master studijama: Sakupljanje i prerada nedrvnih šumskih proizvoda i Korišćenje šumske biomase za energiju.

Do sada je objavila preko 20 naučnih radova iz oblasti korišćenja šuma, od toga 7 radova sa SCI liste (1 iz doktorske disertacije).

Bila je student na razmeni u periodu od januara do jula 2011. godine na Biotehničkom fakultetu u Ljubljani kao dobitnik stipendije koju je dodeljivalo slovenačko Ministarstvo za visoko školstvo, nauku i tehnologiju.

2018. godine je zajedno sa timom sa Šumarskog fakulteta bila u poseti Šumarskom fakultetu u Jonesu (Finska), gde je održala predavanje po pozivu.

Bila je član 9 komisija za odbranu diplomskih i završnih radova.

Učestvovala je u realizaciji 6 naučno-istraživačkih projekata.

IZJAVA O AUTORSTVU

Ime i prezime autora Slavica Antonić
Broj indeksa 11/2014

Izjavljujem
da je doktorska disertacija pod naslovom
„Ocena efikasnosti različitih sistema rada na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata“

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis autora

U Beogradu, _____

IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANE I ELEKTRONSKE VERZIJE DOKTORSKOG RADA

Ime i prezime autora: Slavica Antonić

Broj indeksa: 11/2014

Studijski program: šumarstvo

Naslov rada: Ocena efikasnosti različitih sistema rada na poslovima
seče stabala i izrade drvnih sortimenata

Mentor: dr Milorad Danilović

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la radi pohranjivanja u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis autora:

U Beogradu, _____

IZJAVA O KORIŠĆENJU

ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Ocena efikasnosti različitih sistema rada na poslovima seče stabala i izrade drvnih sortimenata

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim prilogima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Ауторство (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci. Kratak opis licenci je sastavni deo ove izjave).

Potpis autora

U Beogradu, _____
