

**Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet**

**IZBOR METODA I SISTEMA RADA PRI KORIŠĆENJU SLUČAJNIH
PRINOSA NASTALIH KAO POSLEDICA SUŠENJA ŠUMA, LEDOLOMA
I LEDOIZVALA NA PODRUČJU SRBIJE
(naučno-istraživački projekat)**

KONAČNI IZVEŠTAJ

**Pripremljen za
Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine
Uprava za šume**

Prof. dr Milorad Danilović

Katedra Iskorišćavanja šuma

Novembar, 2016. godine

ZAHVALNICA FINANSIJERU

Ovaj projekat je finansiran od strane
Ministarstva poljoprivrede i zaštite životne sredine - Uprave za šume,
sredstvima iz Programa naučno-istraživačkog rada za 2015. i 2016. godinu.

ISTRAŽIVAČI I INSTITUCIJE

Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet

Dr Milorad Danilović, redovni profesor

mast. inž. Slavica Antonić, asistent

mast. inž. Dušan Stojnić, asistent

mast. inž. Pajo Vojvodić, stručni saradnik

JP „Srbijašume“

mast. inž. Boban Milovanović

JP „Nacionalni park Tara“

dipl. inž. Duško Jelisavčić

**RUKOVODILAC
PROJEKTA**

**DEKAN
ŠUMARSKOG FAKULTETA**

M.P.

Prof. dr Milorad Danilović

Prof. dr Ratko Ristić

ZAHVALNICA

Učesnici ovog projekta se zahvaljuju svim kolegama zaposlenim u JP „Srbijašume“ i NP „Tara“, posebno kolegama iz ŠU „Ražanj“ i ŠU „Paraćin“. Naročiti se zahvaljujemo kolegama Dragiću Karakliću, dipl. inž. šum. i Draganu Đuriću, dipl. inž. šum. iz NP „Tara“, kolegama Seniši Jovanoviću, dipl. inž. šum. i Draganu Iveziću, dipl. inž. šum. zaposlenim u ŠG „Rasina“ i kolegama Nenadu Jevtiću dipl. inž. šum. i Milanu Šajatoviću, dipl. inž. šum. iz ŠG „Južni Kučaj“.

Posebnu zahvalnost dugujemo mast. inž. šum. Aleksandru Vorkapiću, izvršnom direktoru u JP „Srbijašume“.

Na nesebično pruženoj pomoći na terenu tokom prikupljanja podaka tokom 2015. godine zahvaljujemo se kolegi Vladanu Dačiću, mast. inž. šumarstva (ŠU „Ražanj“).

Zahvaljujemo se i svima onima koji nisu imenom spomenuti u ovoj zahvalnici, a koji su na bilo koji način doprineli njegovoj uspešnoj realizaciji.

SADRŽAJ:

POPIS SLIKA:	7
POPIS TABELA:.....	9
POPIS GRAFIKONA.....	10
POPIS KARATA:.....	12
1. UVOD.....	13
1.1. LEDOLOMI I LEDOIZVALE.....	14
1.2. SUŠENJE ŠUMA.....	15
1.3. KORIŠĆENJE SLUČAJNIH PRINOSA	17
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	20
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA.....	21
3.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 1 – GJ „BUKOVIK I“	21
3.2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 2 – GJ „ČESTOBRODICA“	25
3.3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 3 – GJ „TARA“	28
4. MATERIJAL I METOD ISTRAŽIVANJA.....	31
4.1. METOD RADA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 1.....	32
4.1.1. Ogledna površina 1.....	34
4.1.2. Ogledna površina 2	38
4.1.3. Ogledna površina 3	41
4.1.4. Tehničke specifikacije korišćene mehanizacije i opreme	44
4.2. METOD RADA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 2	46
4.2.1. Ogledna površina 1.....	50
4.3. METOD RADA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 3	54
4.3.1. Ogledna površina 1.....	59
4.3.2. Ogledna površina 2	63
4.3.3. Ogledna površina 3	64
4.3.4. Ogledna površina 4	67
4.3.5. Tehničke specifikacije korišćene mehanizacije i opreme	68
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	70
5.1. REZULTATI ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 1.....	70
5.1.1. Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 1	71
5.1.2. Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 2.....	79
5.1.3. Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 3.....	85
5.2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 2	91
5.3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 3	95
5.3.1. Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 1	95

5.3.2.	Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 2.....	101
5.3.3.	Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 3.....	103
5.3.4.	Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 4	107
5.3.5.	Mreža sekundarnih puteva.....	108
5.4.	MOGUĆNOST PRIMENE ŠUMSKIH ŽIČARA PRI KORIŠĆENJU SLUČAJNIH PRINOSA	109
5.5.	POJAVA OŠTEĆENJA U SASTOJINI KAO POSLEDICA SEČE I TRANSPORTA	111
6.	DISKUSIJA.....	116
6.1.	PREPORUKE	124
7.	LITERATURA:	126

POPIS SLIKA:

Slika 1: Posledica ledoizvala i ledoloma na području ŠG „Južni Kučaj“	14
Slika 2: Sušenje šuma u Nacionalnom parku „Tara“	15
Slika 3: Sekač u ŠG „Rasina“	18
Slika 4: Sekač bez zaštitne opreme - ŠG „Južni Kučaj“	18
Slika 5: GPS uređaj - PIDION BIP-6000	31
Slika 6: Padomer sa busolom - Suunto Tandem.....	31
Slika 7: Merenje dimenzija drvnih sortimenata prema standardu SRPS-a.....	33
Slika 8: Manual i štoperica za snimanje vremena trajanja radnih operacija	33
Slika 9: Stablo sa prelomljenim vrhom kao posledice ledoloma na oglednoj površini 2	33
Slika 10: Obrojčano stablo na oglednoj površini 2	33
Slika 11: Seča i izrada motornom testerom Husquarna na OP1	37
Slika 12: Prikupljanje podataka za potrebe normiranja seče i izrade drvnih sortimenata.....	37
Slika 13: Krojenje i slaganje drvnih sortimenata sa leve strane kretanja harvester.....	39
Slika 14: Izrađeni drveni sortimenti sa ogledne površine 2.....	39
Slika 15: Izgled panj nakon seče harvesterom.....	39
Slika 16: Izvaljeno stablo na oglednoj površini 2	40
Slika 17: Transport drvnih sortimenata forvarderom Valmet 892 na OP 2	41
Slika 18: Transport drveta forvarderom na nagnutim terenima	43
Slika 19: Privlačenje izrađenih sortimenata na vlaku traktorom Ursus 902B i vitlom Uniforest na OP 3.....	43
Slika 20: Ogledna površina 3 u GJ „Bukovik I“	44
Slika 21: Čista seča na OP 3	44
Slika 22: Obrojčavanje stabala crvenom farbom.....	52
Slika 23: Mapiranje stabala GPS uređajem	52
Slika 24: Premer prečnika i dužina	53
Slika 25: Utvrđivanje grešaka drveta	53
Slika 26: Utvrđivanje kvaliteta drveta.....	53
Slika 27: Snimanje trajanja radnih operacija	55
Slika 28: Dolivanje goriva u rezervoar testere	55
Slika 29: Privremeno stovarište 1	58
Slika 30: Privremeno stovarište 2.....	58
Slika 31: Izgled šume pre seče na OP 1.....	60
Slika 32: Izgled šume nakon seče na OP 1.....	60
Slika 33: Ogledna površina 2 u GJ „Tara“	63
Slika 34: Transport sortimenata traktorom LKT 81T.....	63
Slika 35: Stepen truleži na početku prvog trupca (a)	94
Slika 36: Stepen truleži na početku prvog trupca (b).....	94
Slika 37: Stepen truleži na početku drugog trupca (a)	94
Slika 38: Stepen truleži na početku drugog trupca (b)	94
Slika 39: Stepen truleži na početku drugog trupca (c).....	95
Slika 40: Stepen truleži na početku drugog trupca (d)	95
Slika 41: Stepen truleži na početku trećeg trupca (a).....	95
Slika 42: Stepen truleži na početku trećeg trupca (b).....	95
Slika 43: Transport drvnih sortimenata sa OP 2 do privremenog stovarišta	108
Slika 44: Stanje traktorske vlake nakon završenog transporta sortimenata sa OP 2.....	108

Slika 45: Mreža šumskih puteva (grebenski put) i vlaka u GJ „Bukovik I“	120
Slika 46: Šumski put prikazan na postojećim kartama (dupla crna linija) i stvarna pozicija puta (crvena linija).....	121
Slika 47: Gljive na izvaljenim stablima (a).....	123
Slika 48: Gljive na izvaljenim stablima (b)	123
Slika 49: Stablo u fazi raspadanja (a).....	123
Slika 50: Stablo u fazi raspadanja (b)	123

POPIS TABELA:

Tabela 1: GJ „Čestobrodica“ - struktura površina prema obraslosti.....	26
Tabela 2: GJ „Čestobrodica“ - stanje šuma po nameni.....	27
Tabela 3: GJ „Čestobrodica“ - planirani prinos od seče šuma koje ostaju u državnom vlasništvu	27
Tabela 4: Mellgren,1980.....	35
Tabela 5: ECOEOOD Owende i dr., 2002.....	36
Tabela 6: Kanadska podela (Mollgren 1980).....	36
Tabela 7: Ecowood podela (Owende i dr. 2002).....	36
Tabela 8: Tehničke karakteristike motorne testere STIHL MS 461	44
Tabela 9: Tehničke karakteristike motorne testere STIHL 064	45
Tabela 10: Tehničke karakteristike motorne testere Jonsered 2077 Turbo	45
Tabela 11: Tehničke karakteristike harvesterera Timberjack 1270B.....	45
Tabela 12: Tehničke karakteristike traktora Ursus 902B	45
Tabela 13: Tehničke karakteristike šumskog vitla Uniforest H55 Pro	46
Tabela 14: Tehničke karakteristike motorne testere Husqvarna 365	68
Tabela 15: Tehničke karakteristike traktora LKT 81 T.....	69
Tabela 16: Raspodela stabala po debljinskim stepenima i neto zapremina izrađenih sortimenata na oglednoj površini 1.....	73
Tabela 17: Raspodela sumarnih vremena zajedničkih radnih operacija po debljinskim stepenima	74
Tabela 18: Raspodela vremena radnih operacija koje se odnose na izradu tehničkog oblog drveta po debljinskim stepenima	74
Tabela 19: Raspodela vremena radnih operacija koje se odnose na izradu prostornog drveta po debljinskim stepenima	74
Tabela 20: Obradna tabela podataka o trajanju prelaza, zastoja i dr.	75
Tabela 21: Izravnata zapremina po debljinskim stepenima i vreme prelaza po zapremini u svakom debljinskom stepenu	76
Tabela 22: Prosečno trajanje radnih operacija forvardera na oglednoj površini 1.....	78
Tabela 23: Prosečno trajanje radnih operacija harvesterera na oglednoj površini 2.....	80
Tabela 24: Dnevni troškovi rada harvesterera.....	82
Tabela 25: Prosečno trajanje radnih operacija forvardera na oglednoj površini 2.....	83
Tabela 26: Dnevni troškovi rada forvardera.....	84
Tabela 27: Prosečno trajanje radnih operacija forvardera na oglednoj površini 3.....	89
Tabela 28: Raspodela sumarnih vremena zajedničkih radnih operacija po debljinskim stepenima	98
Tabela 29: Raspodela vremena radnih operacija koje se odnose na izradu tehničkog oblog drveta po debljinskim stepenima	98
Tabela 30: Obradna tabela podataka o trajanju prelaza, zastoja i dr.	99
Tabela 31: Ulazni parametri za obračun troškova privlačenja za traktor LKT 81 Turbo	103
Tabela 32: Raspodela sumarnih vremena zajedničkih radnih operacija po debljinskim stepenima na OP3	105
Tabela 33: Raspodela vremena radnih operacija koje se odnose na izradu tehničkog oblog drveta po debljinskim stepenima na OP3.....	105
Tabela 34: Obradna tabela podataka o trajanju prelaza, zastoja i dr. na OP3.....	105
Tabela 35: Dužine i nagibi vlaka od OP do stovarišta	108

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1: Zastupljenost vrsta po broju stabala i zapremini (po hektaru) u odeljenju 29/a	49
Grafikon 2: Raspored obeleženih stabala na OP1 prema debljinskim stepenima	53
Grafikon 3: Zastupljenost vrsta po broju stabala i zapremini (po hektaru) u odeljenju 166/a.....	57
Grafikon 4: Izvršena doznaka u odeljenju 166/a	58
Grafikon 5: Obeležena stabla za seču na OP1 prema debljinskim stepenima	61
Grafikon 6: Broj komada oblovine prema klasama kvaliteta i dužini sortimenata na OP1	61
Grafikon 7: Učešće pojedinih klasa kvaliteta u ukupnom broju oblovine na OP1	62
Grafikon 8: Učešće trupaca prema prečniku na sredini izraženo kroz deljinski stepen u ukupnom broju izrađene oblovine na OP1	62
Grafikon 9: Prosečna zapremina komada u odnosu na prosečni prečnik na sredini trupca na OP1	63
Grafikon 10: Označena stabla za seču na OP2 prema debljinskim stepenima.....	64
Grafikon 11: Označena stabla za seču na OP3 prema debljinskim stepenima	65
Grafikon 12: Broj komada oblovine prema klasama kvaliteta i dužini sortimenata na OP3.....	65
Grafikon 13: Učešće pojedinih klasa kvaliteta u ukupnom broju oblovine na OP3.....	66
Grafikon 14: Učešće trupaca prema prečniku na sredini izraženo kroz deljinski stepen u ukupnom broju izrađene oblovine na OP3.....	66
Grafikon 15: Prosečna zapremina komada u odnosu na prosečni prečnik na sredini trupca na OP3	67
Grafikon 16: Distribucija stabala po debljinskim stepenima na oglednoj površini 1.....	70
Grafikon 17: Distribucija stabala po vrsti drveta i debljinskim stepenima na oglednoj površini 2	70
Grafikon 18: Distribucija stabala po vrsti drveta i debljinskim stepenima na oglednoj površini 3.....	71
Grafikon 19: Procentualno učešće radnih operacija tokom seče motornom testerom STIHL MS 461 na OP 1	72
Grafikon 20: Struktura zastoja pri seči motornom testerom STIHL MS 461 na OP 1.....	72
Grafikon 21: Procentualno učešće pojedinih klasa kvaliteta na oglednoj površini 1	73
Grafikon 22: Raspdela prosečnih neto zapremine izrađenih sortimenata po debljinskim stepenima	75
Grafikon 23: Prosečno vreme trajanja zajedničkih radnih operacija po debljinskim stepenima	76
Grafikon 24: Prosečno vreme trajanja radnih operacija koje se odnose na tehničko drvo po debljinskim stepenima.....	77
Grafikon 25: Prosečno vreme trajanja radnih operacija koje se odnose na prostorno drvo po debljinskim stepenima.....	77
Grafikon 26: Procentualno učešće radnih operacija prevoza drveta forvaredrom Valmet 892 na OP 1 u ukupnom vremenu rada	79
Grafikon 27: Procentualno učešće trajanja radnih operacija harvesteru Timberjack 1270B na OP 2 u ukupnom vremenu rada	80
Grafikon 28: Struktura zastoja pri seči harvesterom Timberjack 1270B na OP 2	81
Grafikon 29: Struktura zastoja pri seči harvesterom Timberjack 1270B na OP 2.....	81
Grafikon 30: Procentualno učešće radnih operacija prevoza drveta forvaredrom Valmet 892 na OP 2 u ukupnom vremenu rada	83
Grafikon 31: Procentualno učešće radnih operacija tokom seče motornom testerom Jonsered 2077 Turbo na OP 3 za 1. radnika	86
Grafikon 32: Procentualno učešće radnih operacija tokom seče motornom testerom STIHL 064 na OP 3 za 1. radnika.....	86
Grafikon 33: Struktura zastoja pri seči motornim testerama Jonsered 2077 Turbo i STIHL 064 na OP 3 za 1. radnika.....	87

Grafikon 34: Procentualno učešće radnih operacija tokom seče motornom testerom STIHL 064 na OP 3 za 2. radnika	87
Grafikon 35: Struktura zastoja pri seči motornom testerom STIHL 064 na OP 3 za 2. radnika	88
Grafikon 36: Procentualno učešće radnih operacija tokom seče motornim testerama Jonsereds 2077 Turbo i STIHL 064 na OP 3 - za oba radnika	88
Grafikon 37: Struktura zastoja pri seči motornim testerama Jonsered 2077 Turbo i STIHL 064 na OP 3 - za oba radnika	89
Grafikon 38: Procentualno učešće radnih operacija prevoza drveta forvaredrom Valmet 892 na OP 3 u ukupnom vremenu rada	90
Grafikon 39: Procentualno učešće radnih operacija privlačenja drvnih sortimenata vitlom Uniforest 55H Pro montiranim na traktor Ursus 902B na OP 3 u ukupnom vremenu rada	90
Grafikon 40: Struktura zastoja pri privlačenju drvenih sortimenata vitlom Uniforest 55H Pro montiranim na traktor Ursus 902B na OP 3	91
Grafikon 41: Klase kvaliteta drveta u procentima u situaciji da se ledolomi i ledoizvale nisu dogodili (normalne okolnosti)	92
Grafikon 42: Klase kvaliteta drveta u procentima u situaciji da je seča izvršena odmah nakon nastalih legoloma i ledoizvala	92
Grafikon 43: Postojeće stanje klasa kvalitea sortimenata	93
Grafikon 44: Procentualno učešće radnih operacija prvog radnika tokom seče motornom testerom na OP 1	96
Grafikon 45: Struktura zastoja za prvog radnika pri seči motornom testerom na OP 1	96
Grafikon 46: Procentualno učešće radnih operacija drugog radnika tokom seče motornom testerom na OP 1	97
Grafikon 47: Struktura zastoja za drugog radnika pri seči motornom testerom na OP 1	97
Grafikon 48: Procentualno učešće trajanja radnih operacija traktora na OP 1 u ukupnom vremenu rada	100
Grafikon 49: Struktura zastoja traktora na OP1	100
Grafikon 50: Procentualno učešće trajanja radnih operacija traktora na OP2 u ukupnom vremenu rada	101
Grafikon 51: Struktura zastoja traktora na OP2	102
Grafikon 52: Trajanja radnih operacija u ukupnom vremenu za prvog radnika na OP3	104
Grafikon 53: Trajanja radnih operacija u ukupnom vremenu za drugog radnika na OP3	104
Grafikon 54: Procentualno učešće trajanja radnih operacija traktora na OP3	106
Grafikon 55: Procentualno učešće trajanja radnih operacija traktora na OP3 transportovanih na stovarište broj 3 u ukupnom vremenu rada	107
Grafikon 56: Ukupan broj oštećenja i oštećenih stabala na oglednim površinama 1 i 4	112
Grafikon 57: Broj oštećenih stabala i oštećenja sečom i obaranjem stabala kao i privlačenjem sortimaneta na oglednoj površini 1	113
Grafikon 58: Procentualno učešće oštećenja izazvanih prilikom seče i obaranja stabala i privlačenja drvnih sortimenata na OP1	114
Grafikon 59: Broj oštećenih stabala i oštećenja sečom i obaranjem stabala kao i privlačenjem sortimaneta na oglednoj površini 4	114
Grafikon 60: Procentualno učešće oštećenja izazvanih prilikom seče i obaranja stabala i privlačenja drvnih sortimenata na OP4	115

POPIS KARATA:

Karta 1: Raspored feromonskih klopki na području Nacionalnog parka „Tara“ (izvor: Tomić, M. & Bezarević, B., 2014)	16
Karta 2: Područja istraživanja.....	21
Karta 3: Prostorni položaj GJ „Bukovik I“ - karta nadmorskih visina.....	22
Karta 4: Prostorni položaj GJ „Bukovik I“ - karta nagiba terena.....	22
Karta 5: Prostorni položaj GJ „Bukovik I“ - karta ekspozicija.....	23
Karta 6: Karta dela GJ „Bukovik I“ sa obeleženim oglednim površinama	23
Karta 7: Karta dela GJ „Bukovik I“ sa predstavljenom konfiguracijom terena	24
Karta 8: Karta dela GJ „Bukovik I“ sa obeleženim oglednim površinama i predstavljenim nagibima terena	24
Karta 9: Karta dela GJ „Bukovik I“ sa obeleženim oglednim površinama i predstavljenom ekspozicijom.....	25
Karta 10: Pregledna karta GJ „Čestobrodica“	26
Karta 11: Prostorni položaj GJ „Tara“ - karta nadmorskih visina.....	28
Karta 12: Prostorni položaj GJ „Tara“ - karta nagiba terena	29
Karta 13: Prikaz OP 1 sa osnovnim podacima	34
Karta 14: Reprezentativna površina (20 x 20 m) na kojoj su evidentirane prepreke na OP 1.....	37
Karta 15: Prikaz OP 2 sa osnovnim podacima.....	38
Karta 16: Reprezentativna površina (20 x 20 m) na kojoj su evidentirane prepreke na OP 2.....	40
Karta 17: Prikaz OP 3 sa osnovnim podacima.....	42
Karta 18: Reprezentativna površina (20 x 20 m) na kojoj su evidentirane prepreke na OP 3	43
Karta 19: Pregledna karta odeljenja 29.....	47
Karta 20: Nadmorske visine – odeljenje 29	48
Karta 21: Nagibi terena - odeljenje 29	48
Karta 22: Ekspozicije terena - odeljenje 29	48
Karta 23: Reljef - odeljenje 29.....	48
Karta 24: Položaj analiziranih stabala 1.....	51
Karta 25: Položaj analiziranih stabala 2	51
Karta 26: Položaj analiziranih stabala 3	51
Karta 27: Položaj analiziranih stabala 4	51
Karta 28: Prikaz prostornog položaja analiziranih stabala i njihovih prečnika.....	52
Karta 29: Topografska - slepa karta – odeljenje 166 i okolna odeljenja.....	56
Karta 30: Nadmorske visine – odeljenje 166 i okolna odeljenja	56
Karta 31: Nagibi terena – odeljenje 166 i okolna odeljenja	57
Karta 32: Ekspozicija terena – odeljenje 166 i okolna odeljenja	57
Karta 33: Prostorni raspored oglednih površina.....	59
Karta 34: OP 1 - nagib terena.....	60
Karta 35: OP 1 - ekspozicija.....	60
Karta 36: OP 2 i OP 3 - nagib terena.....	64
Karta 37: OP 2 i OP 3 - ekspozicija	64
Karta 38: OP 4 - nagib terena	67
Karta 39: OP 4 - ekspozicija.....	67

1. UVOD

Pod vanrednim situacijama u šumarstvu podrazumevamo okolnosti koje nastaju nakon iznenadnih olujnih vetrova, ledenih kiša, kalamiteta insekata, požara i sl., kada je u kratkom vremenskom periodu potrebno izraditi veliku količinu drvne mase u ekstremno teškim i rizičnim uslovima rada. O razmeri nastalih šteta možemo prosuđati iz ličnog iskustva i iskustava iz drugih zemalja.

Poslednjih godina veoma su učestale elementarne nepogode u obliku snega, poledice i olujnog vetra. Ovi abiotički faktori naneli su značajna oštećenja šumama. Stepenn oštećenja na stablima je različit u zavisnosti od vrste drveća, lokaliteta i njihovog zdravstvenog stanja, pri čemu je njihova tehnička upotrebljivost u velikoj meri smanjena. Dešava se da, zbog prethodno blagog letnjeg perioda nakon naglog zahlađenja padne vlažan sneg, što dovodi do velikih oštećenja posebno na stablima bukve. Oštećenja su izražena u vidu preloma, izvala i savijenosti vretena stabla.

U slučaju da se u tom periodu pojavi olujni vetar na raskvašenom zemljištu nastaje veliki broj izvala, a posebno su osetljiva stabla smrče. Dešava se da su izvaljena stabla kako po količini, tako i po vrsti drveća u određenoj vezi sa zdravstvenim stanjem njihovog korena. Naime, na mestima gde je veće prisustvo truleži procenat izvaljenih stabala je veći. U suprotnom, broj izvala je manji, ali se zbog vitalnijeg korena češće javljaju prelomi.

Pored jakog vetra neželjene posledice nastaju i posle pojave jake poledice koja uzrokuje izvale i prelome.

Snežne padavine, kada se javljaju u normalnim količinama, veoma su korisne i poželjne u šumi. Međutim, ako se pojave u većem obimu tada mogu naneti izuzetno velike štete u šumi, u zavisnosti od starosti i strukture šume. Šteta nastaje kao posledica nagomilavanja snega u krošnjama drveća gde se formiraju kitine koje svojom težinom opterećuju krošnju, stvarajući pritisak na deblo.

Ukoliko su stabla dobro zakorenjena, najčešće dolazi do preloma stabla na različitim visinama. Ukoliko su stabla plitko zakorenjena, a uz to još i sa oštećenim i obolelim korenom, tada najčešće dolazi do izvaljivanja celih stabala.

Štete koje izaziva sneg manifestuju se na sledeće načine: snegolomi (javljaju se najčešće u sastojinama koje su izgrađene od krtih i lako lomljivih vrsta drveća), snegoizvale (često se javljaju kod slabo zakorenjenih stabala, ili kod stabala koja imaju bolestan koren), savijanje (javljaju se u najmlađim sastojinama naročito u razvojnoj fazi letvenjaka).

Vetar predstavlja jedan od najopasnijih faktora abiotičke prirode koji je u stanju da za veoma kratko vreme šumi nanese velika oštećenja. Velika oštećenja pričinjavaju samo vetrovi olujne i orkanske jačine. Oni dovode do lomljenja i izvaljivanja stabala, pri čemu najčešće stradaju vrste sa plitkim i oštećenim korenom, ali i stabla koja na sebi imaju

izraženo prisustvo nekih epiksilnih gljiva. Do povećanja štetnog destva vetra na šumu može doći usled prisustva snega (kitine), ili posle obilnih kišnih padavina kada se zemljište razmekša.

Oluje *Lothar* i *Martin* koje su se dogodile 26. i 27. decembra 1999. godine, prouzrokovale su ogromne štete u Zapadnoj Evropi, naročito u Danskoj, Francuskoj, Nemačkoj, Austriji i Švajcarskoj. Štete su procenjene na 180 miliona m³ drvene zapremine, a etat EU je 250 miliona m³. Ovoliki gubici drvene mase predstavljaju naravno i ogromne finansijske gubitke za lanac trgovine drvetom, koji nije pripremljen za ovakve okolnosti. Nažalost, prema procenama klimatologa, ovakvi uragani će se sve češće dešavati na našim prostorima u bliskoj budućnosti, čak i u širim razmerama i sa većom snagom.

Štete od olujnih vetrova, snega i leda su nepredvidive i izazivaju velika oštećenja, a radovi na korišćenju šuma postaju veoma rizični zbog nategnutosti stabala, pa su potrebni dobro obučeni radnici i oprema zbog ograničenog vremena za akciju.

1.1. LEDOLOMI I LEDOIZVALE

Sledeća pojava je nastanak poledice, a javlja se kada hladna kiša padne na smrznute predmete te se pretvori u led, okivajući ih na taj način. Debljina nataloženog leda može da bude takva da prouzrokuje ekstremna opterećenja na šumskom obrastu pričinjavajući velike štete. Oštećenja od ovog abiotičkog faktora su veoma slična oštećenjima od snega.



Slika 1: Posledica ledoizvala i ledoloma na području ŠG „Južni Kučaj“

Korišćenje drvne zapremine iz šuma koje su zahvaćene ledolomima i ledoizvalama, zahteva kompleksnu analizu. Ovakav zaključak proizilazi iz dosadašnjih iskustava zemalja koje su imale sličan problem (Danska, Francuska, Nemačka, Austrija i Švajcarska), a koje su tokom 1999. godine bile pogođene olujama Lothar i Martin.

Marenče (2015) navodi da su oštećenja u šumama, nastala kao posledica elementarnih nepogoda, iz godine u godinu sve veća. Pored oštećenja od vetra, snega, klizišta i lavina, naglasak stavlja na ledenu oluju, koja je februara 2014. godine pogodila područje Slovenije, a koja je po obimu i količini oštećenih stabala do sada najveća katastrofa. Od posledica ledoloma i ledoizvala oštećeno je oko 9.000.000 m³ drveta.

Ledeni talas koji je krajem novembra i početkom decembra 2014. godine zahvatio delove istočne Srbije, napravio je štete kako u državnim šumama kojima gazduje JP „Srbijašume“ (ŠG „Južni Kučaj“ Despotovac, ŠG „Severni Kučaj“ Kučevo, ŠG „Timočke šume“ Boljevac, ŠG „Niš“ Niš i ŠG „Rasina“ Kruševac), tako i u privatnim šumama. Štete koje su nastale kao posledica ledoloma i ledoizvala procenjene su na preko 400.000 m³ drvne zapremine u državnim šumama i na preko 200.000 m³ u privatnim šumama. Oštećenja na stablima su izražena u vidu preloma, izvala i dr.

1.2. SUŠENJE ŠUMA

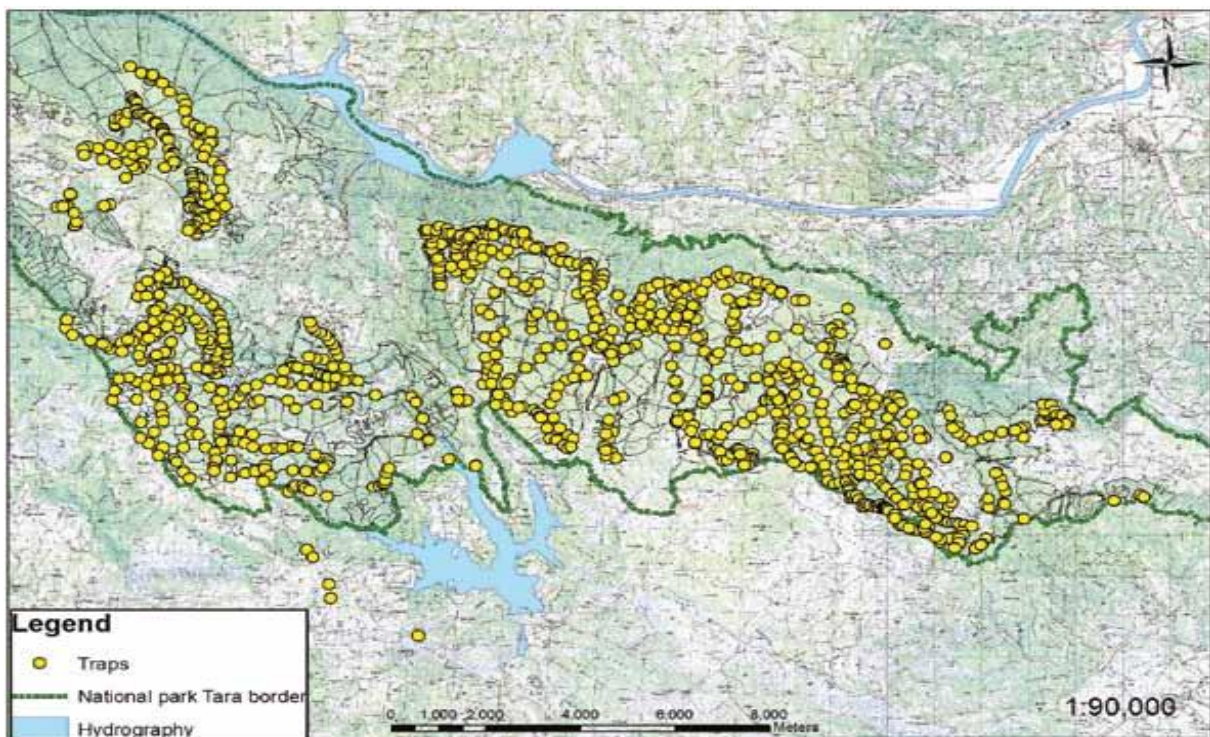
Intenzivna pojava sušenja šuma koja je zahvatila skoro celu severnu hemisferu u poslednjih nekoliko godina je toliko intenzivirana da u globalnim razmerama opravdava naziv prirodne i privredne katastrofe, a po nekim procenama i najveće ekološke katastrofe u istoriji civilizacije.



Slika 2: Sušenje šuma u Nacionalnom parku „Tara“

Razlozi sušenja su višestruki. Suva stabla su dislocirana na većoj površini, a intenzitet sušenja najčešće nepredvidiv. Hitnost intervencije je bitan element zaštite, a istovremeno značajan za organizaciju rada na poslovima korišćenja šuma. Sanacija površina obuhvaćenih sušenjem je obavezujuća i vremenski ograničena. U cilju veće efikasnosti rada na saniranju obuhvaćenih površina potrebno je izvršiti adekvatan izbor sredstava i metoda rada u procesu proizvodnje drvnih sortimenata. Sa suvih stabala brzo opada kora, naročito u fazi privlačenja, pri utovaru i sl., a u toku jedne sezone javlja se i prozuklost beljike. To ima za posledicu gubitak u bruto zapremini krupnog drveta. Zatim, kao gubitak pojavljuje se gubitak kore ogrevnog drveta. Najzad, umanjene vrednosti usled prozuklosti beljike trupaca uslovljava: umanjene kvantitativnog iskorišćenja. Ovo u znatnoj meri zavisi od blagovremenosti seče, privlačenja i isporuke drvnih sortimenata.

Bez obzira koji je uzrok sušenja suva stabla treba što kraćem vremenu preraditi i isporučiti kupcu. Na ovaj način se smanjuje uticaj faktora koji utiču na sušenje. U celini uzev, što je veći udeo sanitarnih seča lošiji su uslovi rada na poslovima korišćenja šuma.



Karta 1: Raspored feromonskih klopki na području Nacionalnog parka „Tara“
(izvor: Tomić, M. & Bezarević, B., 2014)

Pretpostavka je da je glavni uzročnik sušenja stabala jele, kako na Tari, tako i u drugim delovima Srbije, ekstremna suša koja se dešavala nekoliko godina unazad. S obzirom da je na pojedinačnim, kao i na grupama stabala, uočeno prisustvo gljive *Armillaria mellea* (koja izaziva trulež korena i sušenje stabala), jelovih potkornjaka i imele, neophodno je izvršiti pravovremenu sanaciju u cilju sprečavanja gradacije potkornjaka i daljeg ulančavanja šteta.

Sušenje šuma ima znatne ekonomske i ekološke posledice. Ekonomske posledice sušenja šuma su: manji prihodi zbog seče stabala koja nisu dostigla sečivu zrelost i veći troškovi rada na sečinama koje su dislocirane na velikim površinama u okviru šumskog područja; veće troškove na gajenju šuma, dodatne troškove ponovnog podizanja šuma, dodatne troškove doznake suvih stabala, izradu Programa sanacije sušenja šuma i realizacije Programa sanacije sušenja šuma; povećanje troškova na zaštiti šuma i povećanje troškova proizvodnje, odnosno seče i privlačenja suvih stabala i gubici zbog znatno manjeg kvaliteta drvnih sortimenata i otežanog plasmana istih. Ekonomske posledice sušenja šuma posebno su izražene u prebirmim šumama, kakve su šume Tare, zbog činjenice da se trajnost prinosa u prebirmim šumama obezbeđuje na nivou sastojine, umanjivanjem etata za količinu slučajnog prinosa u drugim sastojinama (odeljenjima). Ekološke posledice sušenja šuma ogledaju se kroz smanjenje površina šuma i umanjjenje opštekorisnih funkcija šuma.

Zbog jakog intenziteta sušenja, koje pogađa područje nacionalnog parka „Tara“ nekoliko godina za redom, Norveška ambasada je 2014. godine, uz podršku Šumarskog fakulteta, donirala 1.200 feromonskih klopki za suzbijanje sipaca potkornjaka. Feromonske klopke postavljene su u najugroženijim delovima nacionalnog parka, a na karti 1 prikazan je njihov prostorni raspored.

1.3. KORIŠĆENJE SLUČAJNIH PRINOSA

Prema definiciji, prirodna katastrofa je pojava nakon koje se zahteva posebna organizacija rada, primena dodatnih sredstava za rad i posebnih tehnika rada. Kada su u pitanju vanredne situacije u šumarstvu, karakteristično je da su:

- nepredvidive u prostoru i vremenu,
- nepredvidive u pogledu trajanja, lokacije i obimu,
- iznenada nastaju velike količine oštećenih i uništenih stabala,
- iskorišćavanje je veoma otežano i zahteva dobro obučenu radnu snagu,
- zahtevaju dodatna ulaganja u infrastrukturu, gajenje i zaštitu šuma.

Pored toga, radovi su znatno skuplji, vrednost drvnih sortimenata je manja zbog oštećenja, a velike količine drveta mogu prouzokovati probleme na stovarištima i na tržištu.

Kada štete zahvate više regiona, transport drveta postaje takođe ograničavajući faktor. Formiranje stovarišta za prihvatanje sirovine mora biti obavljeno što brže.

Zbog toga je dobra priprema ključna tačka bavljenja ovakvim događajima. Pravovremena priprema stvara uslove za bolju organizaciju radne snage i opreme,

adekvatan izbor odgovarajućih tehnika i metoda rada, bolju implementaciju logistike i manje trškove proizvodnje.

U procesu proizvodnje u uslovima varednih situacija postavlja se više pitanja i to:

1. kako poseći oborena ili prelomljena stabla na siguran, ekonomski opravdan i ekološki prihvatljiv način, u cilju maksimalnog iskorišćenja i sprečavanja pojave fitopatoloških i entomoloških napada, kao i rizika od nastanka šumskih požara? i
2. kako sačuvati kvalitet drveta, da bi se sačuvao lanac snabdevanja drvetom

Potreba za brzom reakcijom ne sme dovesti do smanjenja sigurnosti pri radu. Na primer, nakon oluje u Nemačkoj i Švajcarskoj 1991. godine, mnoge povrede i povrede sa smrtnim ishodom su se desili u fazi iskorišćavanja šuma. U Nemačkoj, gde je bilo oštećeno 60 miliona m³ drveta, poginulo je 130 radnika, dok je u Švajcarskoj bilo 31 stradalih radnika i 3.836 povreda na radu.

Kada se započne sa rešavanjem problema u vlastitoj sredini, mora se vodi računa o tri stvari:

1. posebna pažnja se mora prosvetiti radnoj regulativi (propisi o sigurnosti pri radu),
2. radovima mogu pristupiti samo obučeni radnici i
3. sve vreme rada radnici moraju biti svesni da obavljaju visoko rizičan rad.

Kada govorimo o sigurnosti na radu, obično pomišljamo samo na sekača. Međutim, svi izvođači radova rade u uslovima povećanog rizika. Rizik se povećava u situaciji istovremenog rada različitih mehanizovanih sredstava.



Slika 3: Sekač u ŠG „Rasina“



Slika 4: Sekač bez zaštitne opreme - ŠG „Južni Kučaj“

Premer oštećenog drveta može se izvršiti u šumi, na šumskom i na centralnom stovarištu. Metode merenja razlikuju se u tačnosti i ceni koštanja. Međutim, ono što treba izbegavati je ponavljanje merenja na različitim mestima, što predstavlja gubitak vremena i povećanje troškova.

U ovim istraživanjima se pošlo od potrebe za preporukom tehnologija korišćenja u uslovima vanrednih situacija, na osnovu sveobuhvatne analize. Dosadašnja iskustva u izboru tehnologija dolaze iz stranih izvora, što u našim uslovima nije primenljivo iz više razloga.

Početni koraci u ovim istraživanjima bili su ocena efikasnosti primene sortimentne (konvencionalne) metode izrade drvnih sortimenata.

Imajući u vidu količinu drveta koju je potrebno u kratkom periodu iskoristiti, analizirana je mogućnost primene sortimentnog metoda, a uz primenu sofisticiranih tehnologija. Ova metoda je primenjena u četinarskim sastojinama koje su pogođene ledolomima ili ledoizvalama. Razlog za primenu ove tehnologije rada proistekao je iz činjenice da se radi o uslovima u kojima ne postoje veća ograničenja za njenu primenu, kao što su prečnici stabala i kupiranost, odnosno, nagnutost terena.

U samom početku se odustalo od ispitivanja mogućnosti primene harvestera u sastojinama tvrdih lišćara. Ovakva odluka donešena je na osnovu velikog broja istraživanja koja su obavljena u drugim zemljama, nakon čega je utvrđeno da je efikasnost u ovakvim uslovima relativno mala.

Primena forvardera u brdsko-planinskim uslovima Srbije je novina. Do sada su forvarderi uglavnom primenjivani u ravničarskim područjima. U takvim uslovima rada učinci koje postižu su veliki, pa su i troškovi rada znatno umanjeni. Ograničavajući faktori primene forvardera u brdsko-planinskim uslovima rada uglavnom su vezani za nagibe terena. Ova ograničenja izražena su pri kretanju forvardera paralelno sa izohipsama i pod ostrim uglom u odnosu na njih, jer je u takvim situacijama smanjena bočna stabilnost forvardera. U slučaju kretanja upravno na izohipse ova ograničenja su manja.

Veliki značaj za njegovu primenljivost ima zapremina tovara, s obzirom da je učinak u direktnoj zavisnosti od zapremine tovara odnosno od prosečne zapremine komada.

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Cilj rada na projektu je istraživanje tehničko-tehnoloških, ekonomskih, ekoloških i energetskih aspekata korišćenja drvne zapremine iz slučajnih prinosa, nastalih kao posledica višegodišnjeg sušenja šuma i pojave ledoloma i ledoizvala na području istočne Srbije krajem 2014. godine.

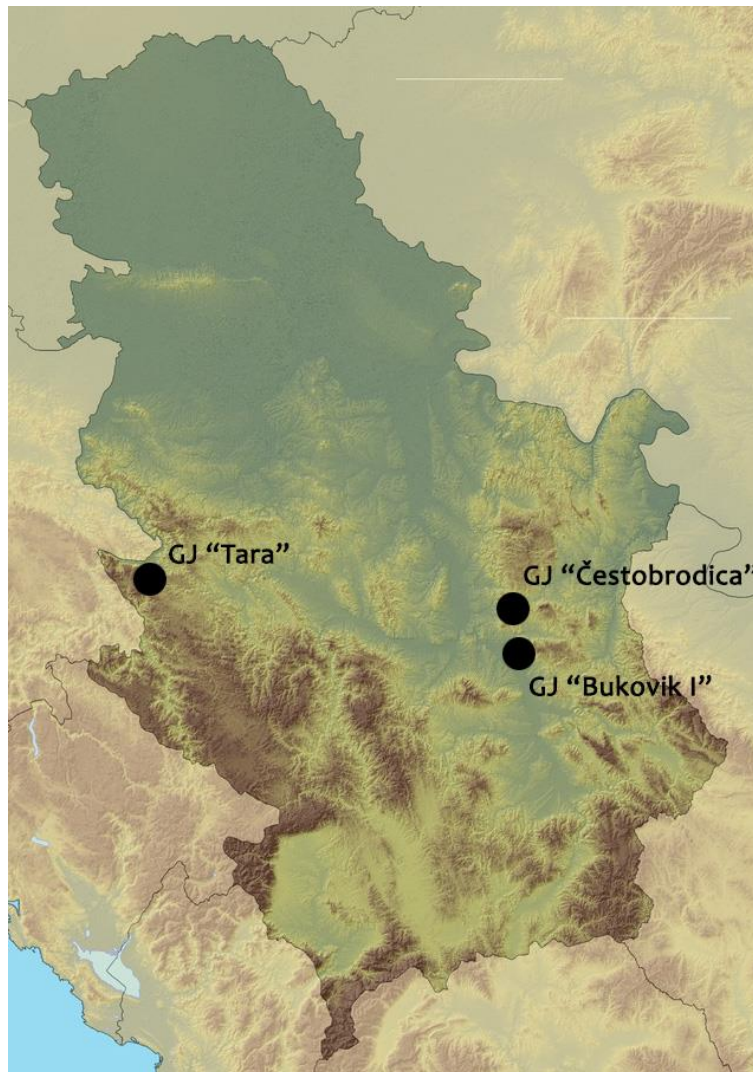
Cilj istraživanja je ocena efikasnosti primene savremene tehnologije rada (harvester i forvarder) u uslovima gde se uglavnom do sada primenjivala klasična tehnologija.

Takođe, cilj je da se dođe do količine i strukture drvne zapremine koja je predmet korišćenja u ovim uslovima.

Pored ekonomskog aspekta koji je do sada istican kao dominantan i kao takav češće istraživan, cilj je da ovim istraživanjima budu obuhvaćeni i ostali faktori koji utiču na proizvodne efekte korišćenja šuma u vanrednim situacijama (ekološki, ergonomske), odnosno cilj je da se kvantifikuje pojedinačno njihov uticaj na izbor metoda i sistema rada u određenim uslovima.

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

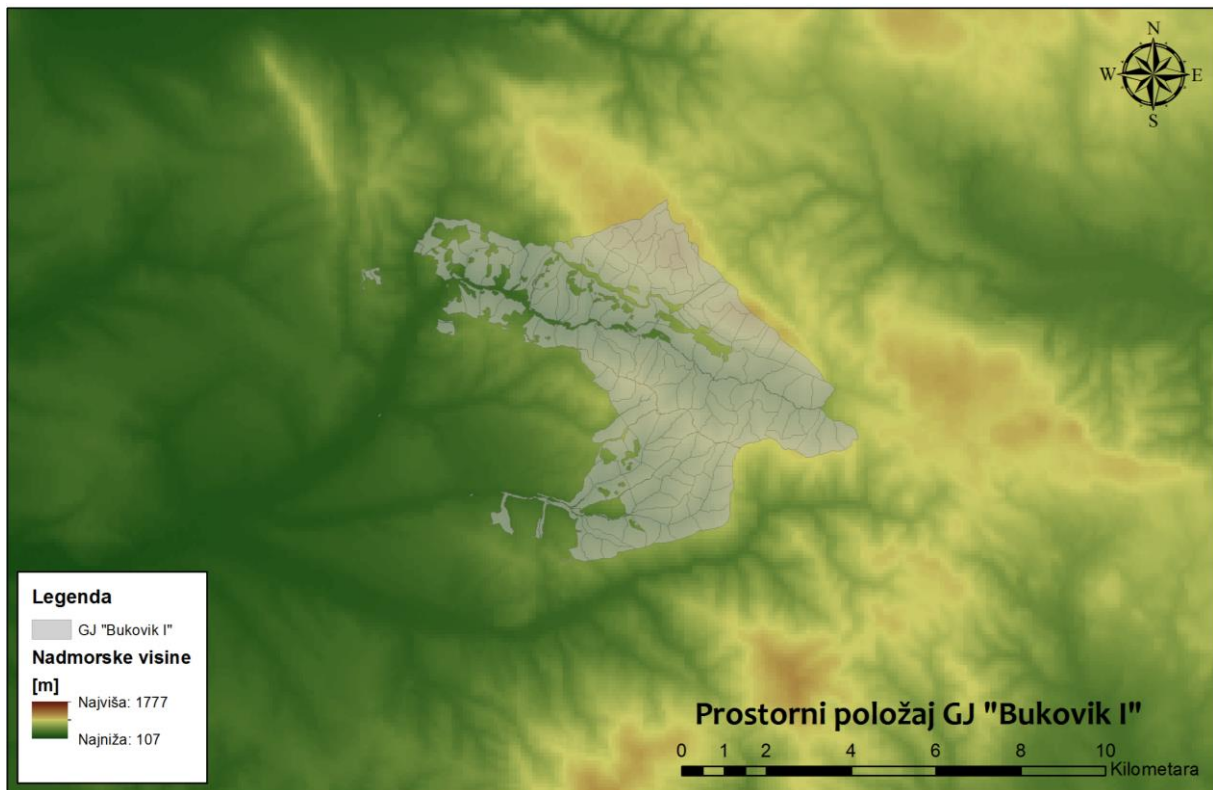
Istraživanja vezana za korišćenje drvne mase iz slučajnih prinosa nastalih kao posledica ledoloma i ledoizvala, sprovedena su na području JP „Srbijašume“, u ŠG „Rasina“ Kruševac i ŠG „Južni Kučaj“ Despotovac. Istraživanje najpovoljnijeg tehničko-tehnološkog rešenja korišćenja suvih i stabala u fazi sušenja, obavljena su na području JP „Nacionalni park Tara“.



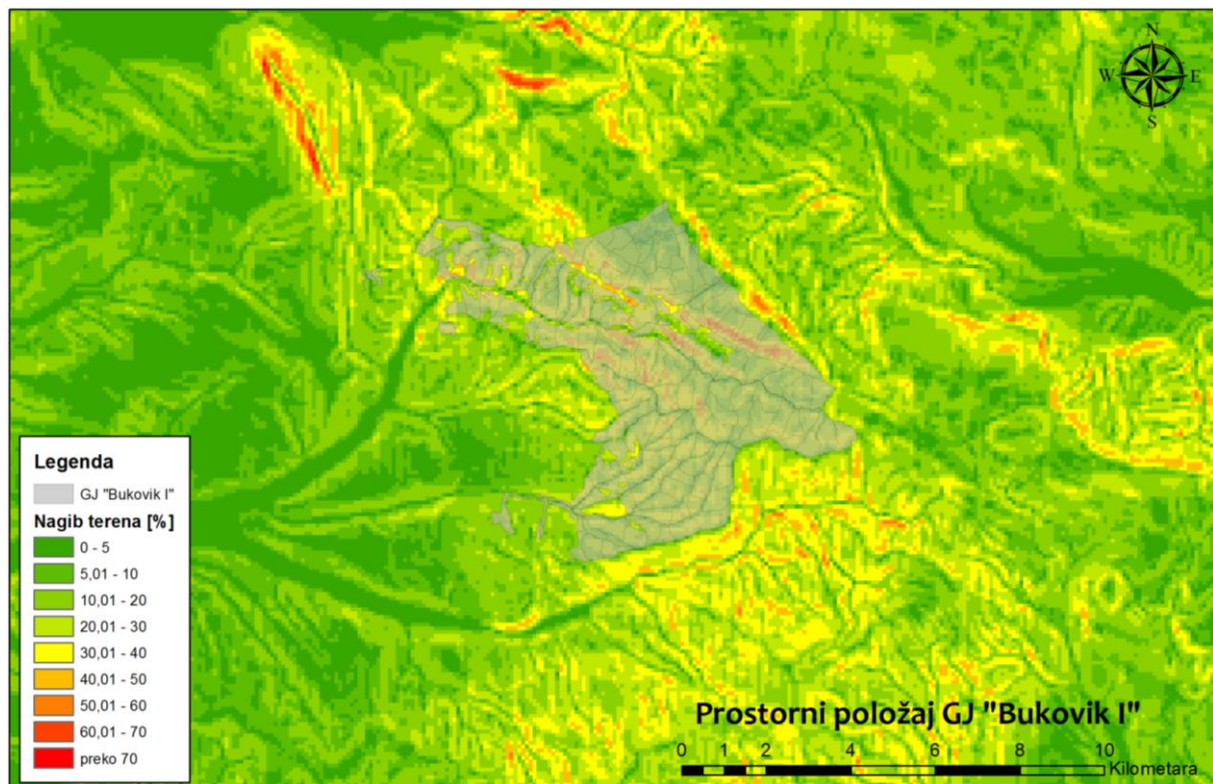
Karta 2: Područja istraživanja

3.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 1 – GJ „Bukovik I“

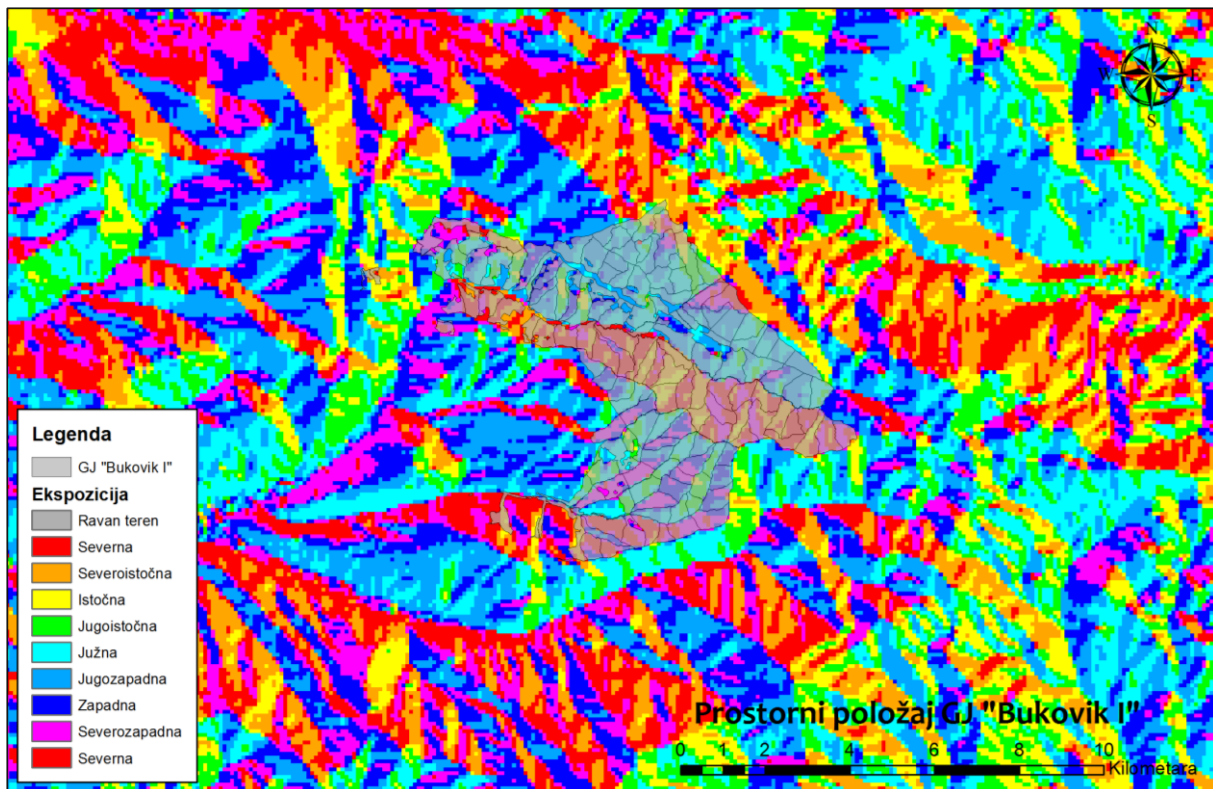
Istraživanja efekata rada i izbora najpogodnijeg metoda i sistema rada pri korišćenju slučajnih prinosa nastalih kao posledica ledoloma i ledoizvala, sprovedeni su 2015. godine na području GJ „Bukovik I“ u ŠU „Ražanj“ koja se nalazi u okviru ŠG „Rasina“ Kruševac.



Karta 3: Prostorni položaj GJ „Bukovik I“ - karta nadmorskih visina

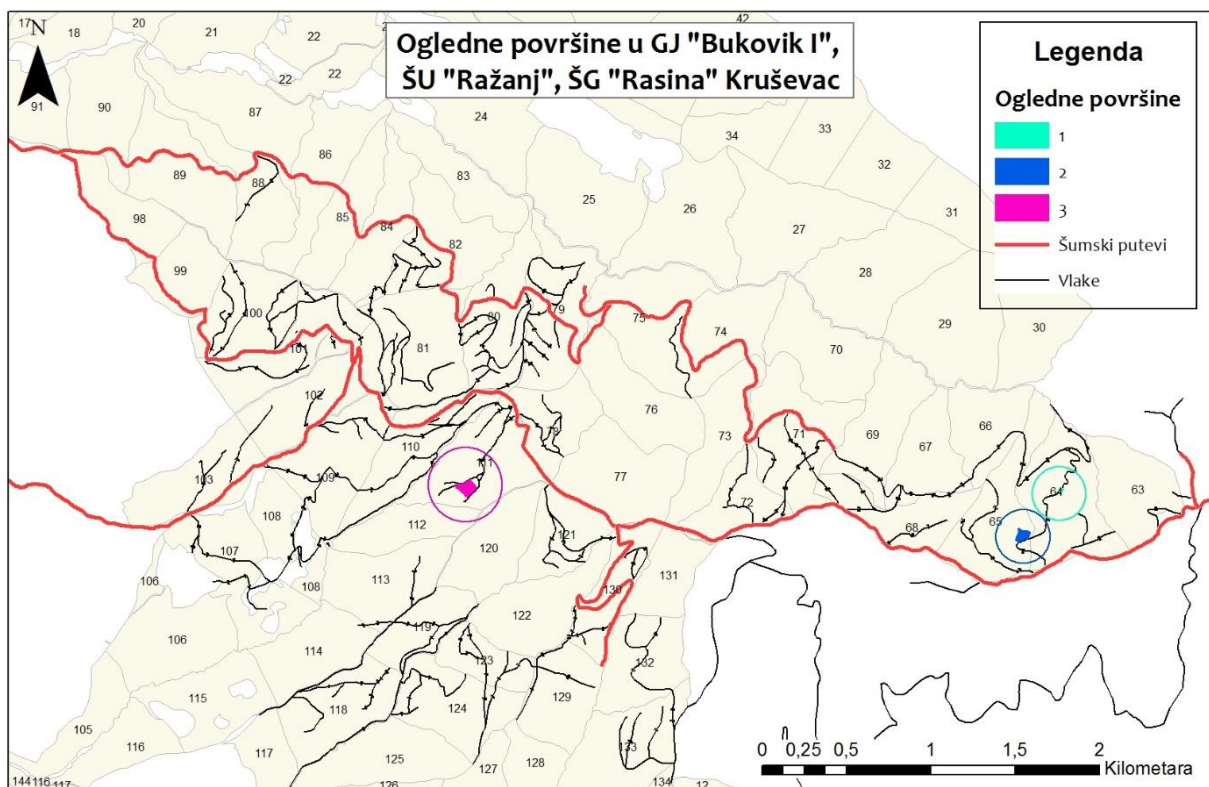


Karta 4: Prostorni položaj GJ „Bukovik I“ - karta nagiba terena

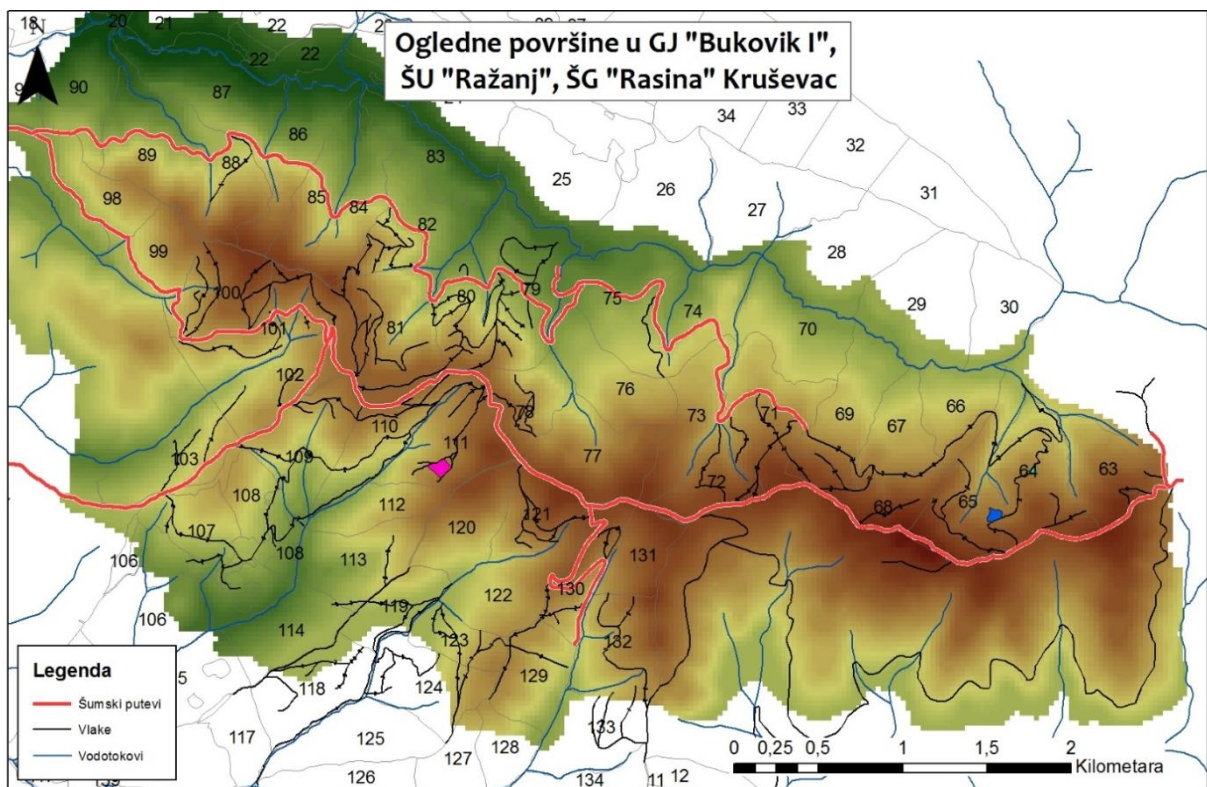


Karta 5: Prostorni položaj GJ „Bukovik I“ - karta ekspozicija

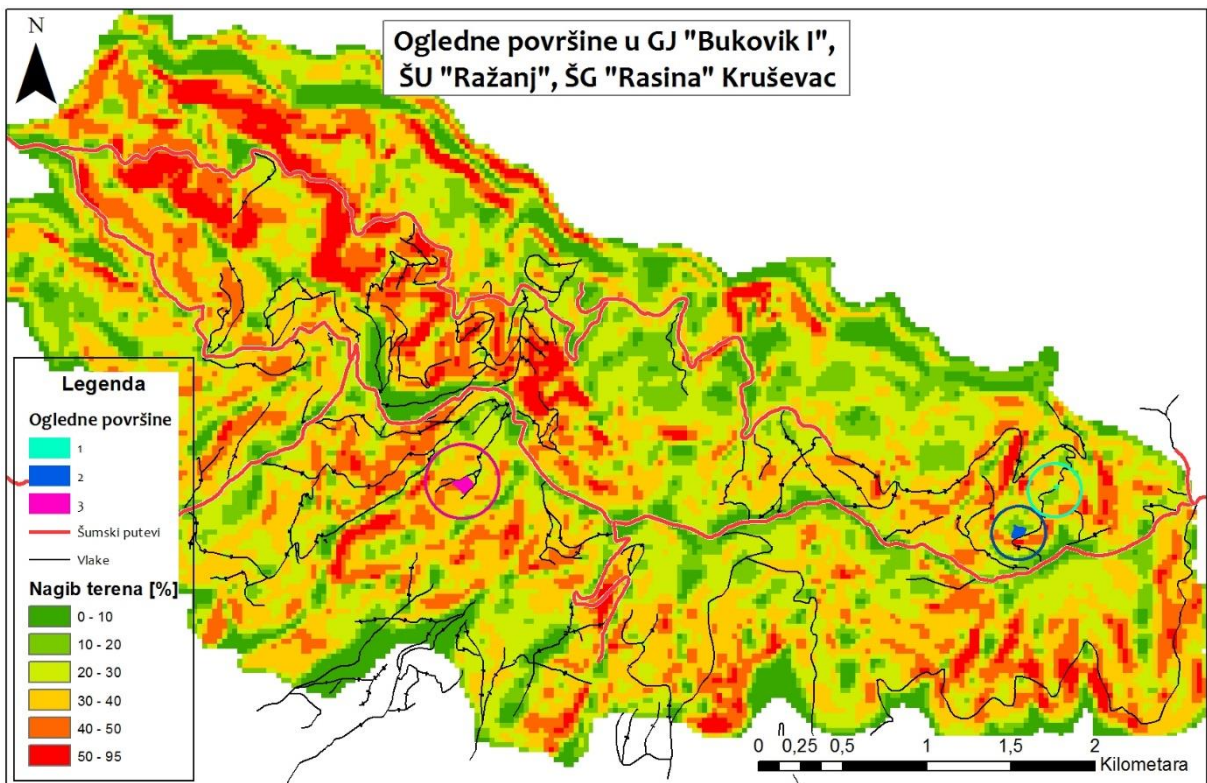
Na teritoriji GJ „Bukovik I“ izvršena su snimanja na 3 ogledne površine u odeljenjima 64, 65 i 111.



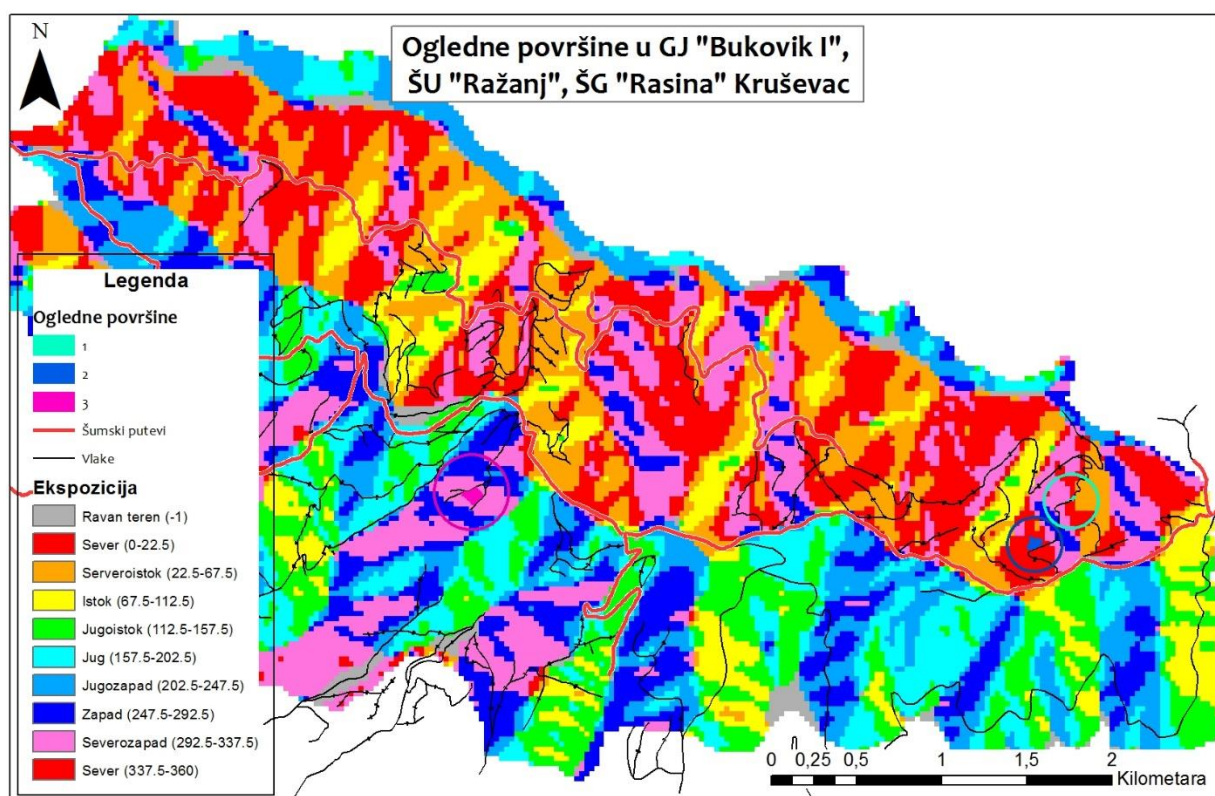
Karta 6: Karta dela GJ „Bukovik I“ sa obeženim oglednim površinama



Karta 7: Karta dela GJ „Bukovik I“ sa predstavljeno konfiguracijom terena



Karta 8: Karta dela GJ „Bukovik I“ sa obeleženim oglednim površinama i predstvljenim nagibima terena

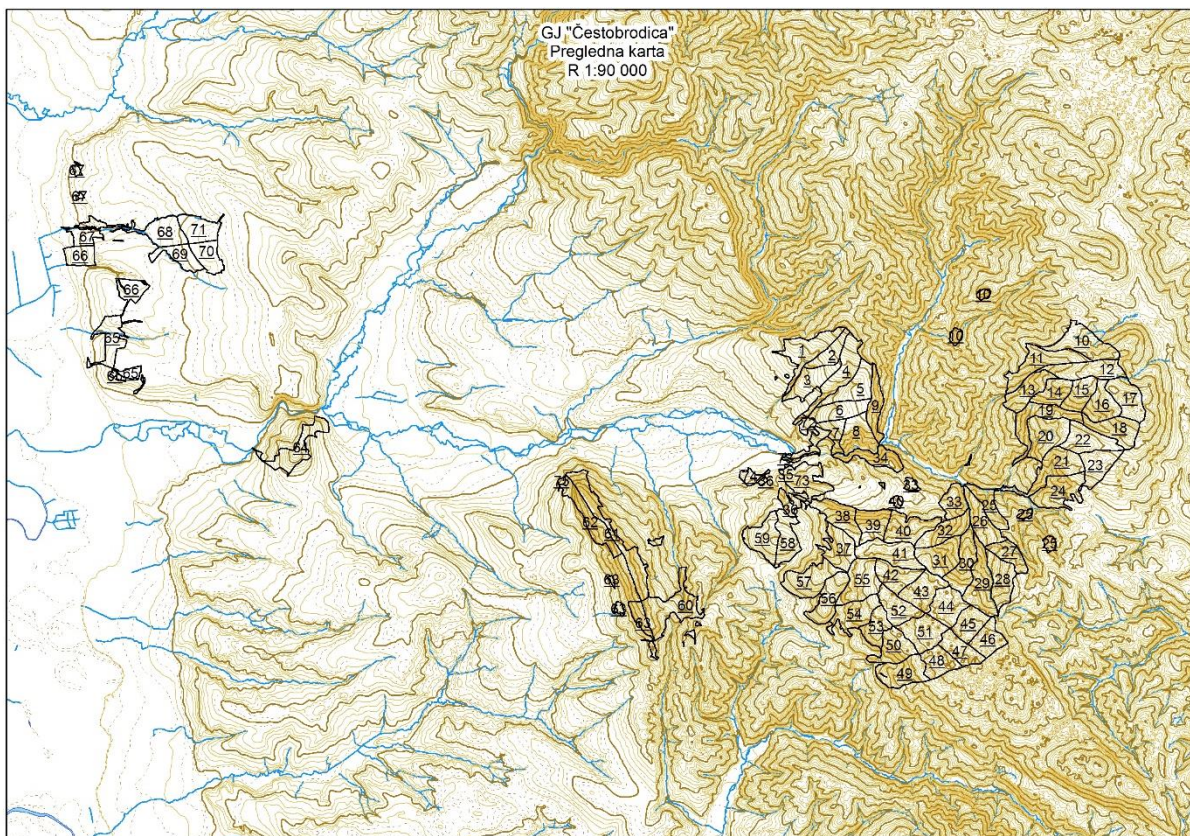


Karta 9: Karta dela GJ „Bukovik I“ sa obeleženim oglednim površinama i predstavljenom ekspozicijom

3.2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 2 – GJ „Čestobrodica“

Gazdinska jedinica „Čestobrodica“ je u sastavu Istočne šumske oblasti (nekada Južnokučajskog šumskog područja), čijim šumama gazduje Javno preduzeće za gazdovanje šumama „Srbijašume“ - Beograd, preko svog dela, Šumskog gazdinstva „Južni Kučaj“ - Despotovac odnosno, Šumske uprave u Paraćinu. Ime je dobila po Čestobrodici, manjoj reci i prevoju u istočnoj Srbiji, levoj sastavnici Grze. Njena dolina odvaja planinu Samanjac od Kučaja, praveći široki prevoj Stolice, koji je najpovoljnija veza između moravske udoline i Crnorečke i Timočke kotline. Kroz dolinu Čestobrodice i preko prevoja vodi magistralni put koji povezuje Pomoravlje i dolinu Timoka. Dužina doline (klisure) Velike Čestobrodice je 5 km, a dubina oko 250 m (Mišić, 1981).

Gazdinska jedinica „Čestobrodica“ se prostire između 19°04' i 19°21'77" istočne geografske dužine od Pariza i 43°48'31" i 43°54'54" severne geografske širine. Šume ove gazdinske jedinice nisu u kompleksu već su grupisane u pet grupa različite veličine, a ima i samostalnih odseka rasutih unutar zemljišta u privatnom vlasništvu.



Karta 10: Pregledna karta GJ „Čestobrodica“

U periodu izrade Posebne osnove gazdovanja šumama (2007. godina), površina ove gazdinske jedinice iznosila je 3.424,32 ha pod zemljištem u državnom vlasništvu. Međutim, u međuvremenu je 77,32 ha vraćeno SPC (Srpska pravoslavna crkva), pa je u vlasništvu države ostalo 3.347,00 ha. Podaci o strukturi površina prema obraslosti, nakon vraćanja određene površine SPC, dati su u Tabela 1.

Tabela 1: GJ „Čestobrodica“ - struktura površina prema obraslosti

Redni broj	Kategorija	Površina	
		ha	%
1.	Visoke šume	83.95	2.51
2.	Izdanačke šume	1781.56	53.23
3.	Veštački podignute sastojine četinarar	313.86	9.38
4.	Veštački podignute sastojine liščara	29.84	0.89
5.	Šibljac	630.52	18.84
6.	Šikare	276.40	8.26
OBRASLO		3,116.13	93.10
7.	Šumsko zemljište	148.54	4.44
8.	Neplodno	77.56	2.32
9.	Za ostale svrhe	0.70	0.02
10.	Zauzeća	4.07	0.12
NEOBRASLO		230.87	6.90
UKUPNO ZA DRŽAVNO		3,347.00	100.00
11.	Enklavirano tuđe zemljište	129.97	

Područje Južnog Kučaja, koje se nalazi u sklopu balkanskog planinskog sistema istočne Srbije, zajedno sa svojom okolinom poznato je po svojoj prirodnoj lepoti kao i mnogobrojnim spomenicima prirode. Iz ove slike ne odstupa ni površina koja se nalazi na teritoriji GJ „Čestobrodica“.

Najveća površina pod šumama ove gazdinske jedinice pripada namenskoj celini sa prioritonom funkcijom – proizvodnja tehničkog drveta, koja zauzima prostor od 2.075,56 ha (65,1%). Pored toga, zastupljene su i namenske celine sa prioritonom funkcijom stalne zaštite šuma – 642,63 ha (20,2 % površine), površina šuma čija je osnovna namena zaštitna 469,44 ha (14,7 %) i šume čija je osnovna namena arheološko nalazište – 1,00 ha.

Tabela 2: GJ „Čestobrodica“ - stanje šuma po nameni

Namenska celina	Površina		Zapremina			Zapreminski prirast		
	ha	%	m ³	m ³ /ha	%	m ³	m ³ /ha	ip
10	2.019,66	64,8	331.451,0	164,1	95,9	9.445,3	4,7	2,8
26	464,95	14,9	14.162,4	30,5	4,1	355,7	0,8	2,5
66	630,52	20,2						
70	1,00	0,0	169,2	169,2	0,0	4,1	4,1	2,4
Ukupno državno	3.116,13	100,0	345.782,5	111,0	100,0	9.805,1	3,1	2,8

Ukupno planirani prinos od seče šuma po vstama drveća dat je u sledećoj tabeli:

Tabela 3: GJ „Čestobrodica“ - planirani prinos od seče šuma koje ostaju u državnom vlasništvu

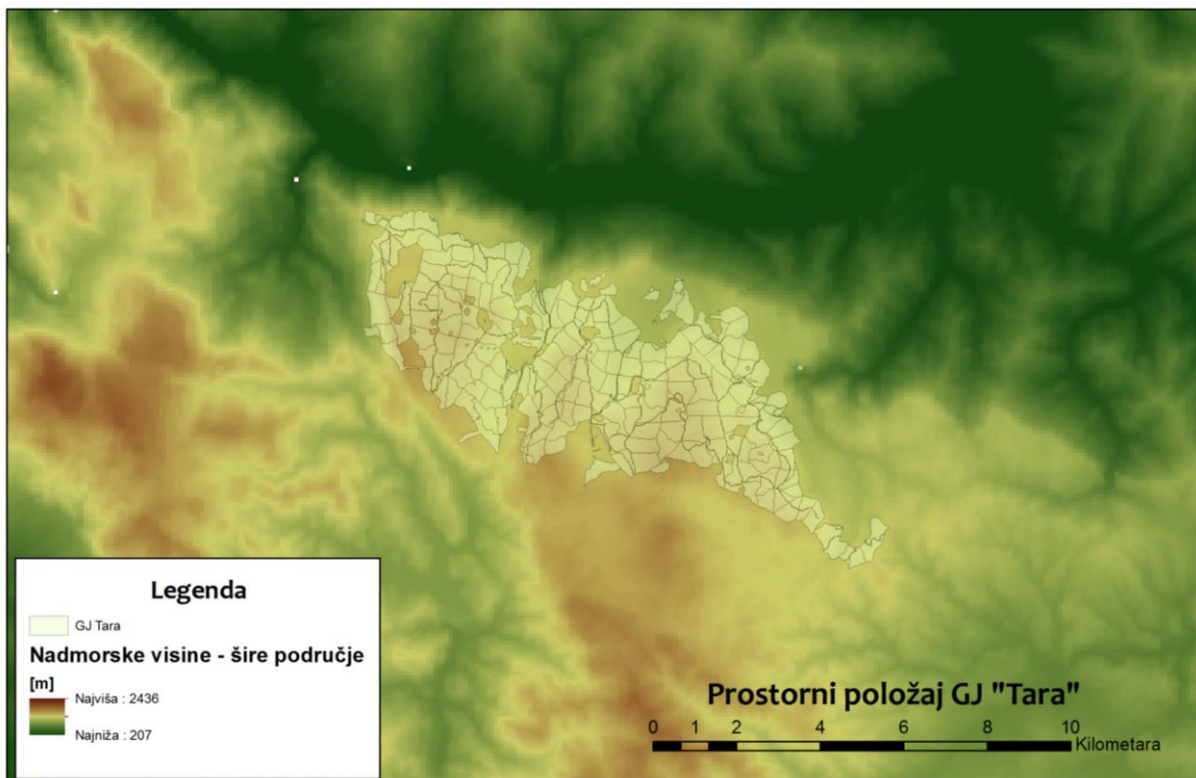
Vrsta drveta	Prinos	%
bukva	39,524.8	84.0
grab	1,163.1	2.5
cer	790.8	1.7
ostali lišćari	456.8	1.0
smrča	1,085.3	2.3
borovi	4,057.7	8.6
UKUPNO	47,078.5	100.0

Gazdinska jedinica „Čestobrodica“ je povezana tvrdim kamionskim putem koji od Velike Brezovice preko Javorca silazi na Stražu, sa magistralnim putem Zaječar – Paraćin. Drugi izvozni pravac – kamionski put ide od Velike Brezovice, preko Troglan bara do Pasuljanskih livada, odakle jedan krak vodi do Resavice, a drugi preko Senjskog rudnika do Ćuprije. Pored toga, u katastru šumskih puteva evidentirano je još 14 putnih pravaca. Ukupna dužina puteva u ovoj gazdinskoj jedinici iznosi 46,1 km, od čega je u kategoriji tvrdih kamionskih puteva 28,9 km, a u kategoriji mekih kamionskih puteva 17,2 km. Gustina mreže šumskih puteva u ovoj gazdinskoj jedinici iznosi 13,0 m/ha.

Istraživanja o kvalitetu drvnih sortimenata nakon ledoloma i ledoizvala, sprovedena su u odeljenju 29, odseku a.

3.3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 3 – GJ „Tara“

Površina GJ „Tara“ iznosi 3.745,16 ha, pri čemu šume zauzimaju 3.677,57 ha. Visoke šume čine 97,3% ukupne površine gazdinske jedinice, 0,70% su veštački podignute šume, dok 2,0% čine neobrasle površine.

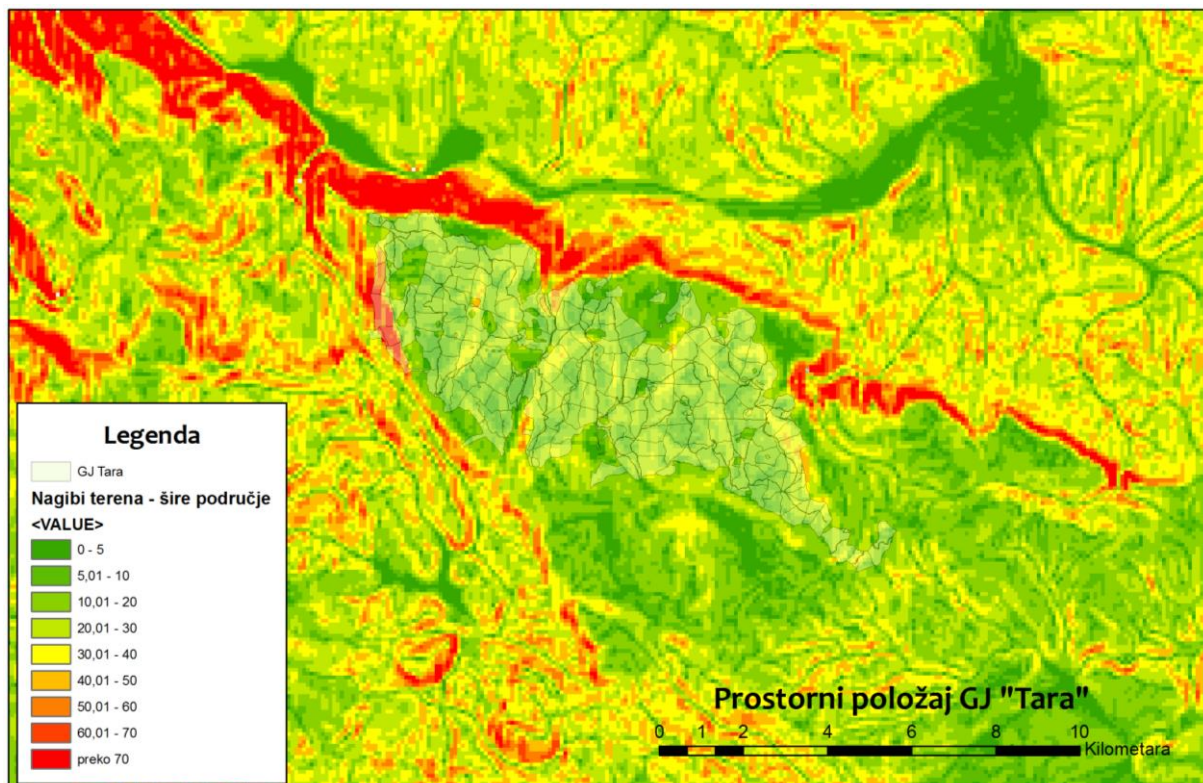


Karta 11: Prostorni položaj GJ „Tara“ - karta nadmorskih visina

Uticaj čoveka na šume Tare intenziviran je od kraja XIX i nastavio se kroz čitav XX vek, a posebno u periodu posle Drugog svetskog rata. Otvarani su kompleksi šuma izgradnjom saobraćajnica, a time u manjoj ili većoj meri pojedini delovi Tare su postali predmet intenzivne eksploatacije tehničkog i ogrevnog drveta. Površina pod šumom je trpela redukciju u korist površina za ispašu stoke i ekstenzivno ratarstvo, pa i preko ekološki dopustivog nivoa.

Od fitopatogenih pojava na području GJ „Tara“ najčešća su različita gljivična oboljenja. Tu na prvom mestu dolaze truležnice koje izazivaju gljive *Fomes applanatus* W., *Polyporus squamosus* Fr. i dr., a koje dovode do većih oštećenja na bukvama izazivajući pegavu belu, odnosno sivo-belu trulež. Ukupna oštećenja izazvana ovim gljivama ipak nisu

velika, tako da one ne predstavljaju veliku opasnost za šume ovog područja.



Karta 12: Prostorni položaj GJ „Tara“ - karta nagiba terena

Mednjača (*Armillaria mellea* Wuel.) konstatovana je uglavnom kao sekundarni patogen na fiziološki oslabeлим stablima jele, ali i pojedinačno na izvesnom broju smrčevih stabala, inače je češća na panjevima i šumskom ostatku. Na stablima smrče češća je mrka trulež korena i centralnog dela stabla izazvana od strane gljive *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bret. Ozbiljnu opasnost za jelu na čitavom području gazdinske jedinice predstavlja uzročnik pojave rak rana i veštinih metli (*Melampsorella caryophylacearum* Schr.), koja izaziva pojedinačna sušenja naročito mladih stabala ili delova kruna.

Osipanje četina smrče usled delovanja gljivice *Lophodermium macrosporum* Rehn. konstatovano je samo u tragovima, tako da posledice ove patološke pojave po zdravstveno stanje populacije smrče nisu ozbiljne. Takođe retku pojavu predstavlja i osipanje četina jele izazvano delovanjem gljivice *Lophodermium nervisequum* Rehn.

Posmatrajući GJ „Tara“ u celini, a imajući u vidu da u dosadašnjem periodu nisu zapažene pojave intenzivnijeg sušenja šuma, može se reći da je zdravstveno stanje zadovoljavajuće.

Rizici po zdravstveno stanje ovih šuma su realni, te je potrebno preduzimanje neophodnih najpre preventivnih mera kako bi se predupredile eventualne štete.

Od abiotičkih neželjenih pojava značajno je štetno dejstvo snega, usled prevelikog opterećenja kruna šumskog drveća zbog čega dolazi do snegoloma, snegoizvala i kitina

(savijanja stabala). Slično važi i za delovanje leda (ledenih kiša) koji izaziva ledolome. Štete od vetra ispoljavaju se na razne načine (vetrolomi i vetroizvale). Često vetar udruženo deluje sa snegom.

Posebno značajna je ugroženost od požara. Prema Opštoj osnovi gazdovanja šumama ove gazdinske jedinice se mogu svrstati u III kategoriju, od pet kategorija ugroženosti šumske vegetacije. Treća kategorija podrazumeva umereno zapaljivu vegetaciju i ovde spadaju sve sastojine crnog i belog bora kao i sastojine jele, bukve i smrče. Po Planu zaštite šuma iz 2003. godine šume crnog i belog bora su u I stepenu ugroženosti od požara, šume jele, smrče i bukve, kao i izdanačke šume bukve, kitnjaka i cera u II stepenu.

Značajno je spomenuti intenzivnije prisustvo mednjače kod jele, kao i mrke truleži korena i pridanka kod smrče, posebno na lokalitetu Osluša (120. odeljenje).

Kada su u pitanju saobraćajnice, ukupna dužina asfaltnih puteva u GJ „Tara“ iznosi 17,45 km, dok tvrdih šumskih puteva ima 57,77 km, što zajedno čini 75,22 km kamionskih puteva što predstavlja gustinu od 20,45 m/ha.

Što se tiče prve faze transporta - privlačenje, ona se izvodi šumskim traktorima, a u težim uslovima animalnom zapregom do izrađenih traktorskih vlaka, a dalje traktorima do privremenih stovarišta pored kamionskih puteva. U nekim situacijama, gde su traktorske vlake (izgrađene u ranijim periodima na dubokom i često vlažnom zemljištu) u takvom stanju da zglobni šumski traktori po njima prave duboke kolotrage, animalnom zapregom se vrši privlačenje sortimenata i do kamionskog puta. Iznošenje sortimenata prostornog drveta (celulozno i ogrevno drvo) vrši se samaricom do kamionskog puta.

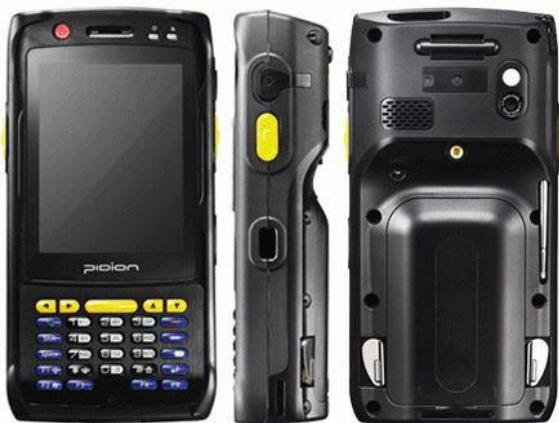
4. MATERIJAL I METOD ISTRAŽIVANJA

U ovom poglavlju biće opisana metodologija istraživanja koja je zajednička za sva područja istraživanja, ali i metodologija koja se razlikovala u zavisnosti od područja i cilja istraživanja.

Osnovne informacije o područjima istraživanja preuzete su iz posebnih osnova gazdovanja šumama, izvođačkih projekata i rekapitalacija doznačene drvene mase. Podaci iz posebnih osnova gazdovanja povezivani su sa digitalizovanim kartama odeljenja i odseka, kako bi se sprovele detaljne analize.

Na osnovu topografskih karata razmere 1:25.000 sa ekvidistancom od 10 m, urađeni su digitalni modeli terena istraživanih područja, koji su dalje poslužili za izradu rastera nadmorskih visina, nagiba, ekspozicija i reljefa.

Mapiranje mreže šumskih puteva i vlaka, kao i privremenih stovarišta, analiziranih stabala i svih drugih karakterističnih objekata, vršeno je GPS uređajem marke *PIDION BIP-6000*. Šumski putevi i vlake snimljeni su u vidu polilinije sastavljene iz segmenata razmaka 5,0 m. Radi veće tačnosti, snimanje je obavljeno u dva pravca (napred-nazad), a interpolacijom je izvršeno konačno pozicioniranje.



Slika 5: GPS uređaj - PIDION BIP-6000



Slika 6: Padomer sa busolom - Suunto Tandem

Uzdužni nagibi šumskih puteva i vlaka mereni su padomerom marke *Suunto Tandem*. Prilikom mapiranja šumskih puteva, uzeti su putevi koji se nalaze u blizini oglednih površina, dok su pri mapiranju traktorskih vlaka uzete u obzir sve vlake kojima je vršeno privlačenje i vlake koje se nalaze u neposrednoj blizini i po kojima je moguće vršiti transport drvnih sortimenata.

Pri utvrđivanju stepena oštećenja na preostalim stablima u sastojini, izbor stabala za analizu izvršen je po metodu slučajnog uzorka. Stabla su grupisana po vrstama drveća i debljinskim stepenima. Na ogleđnim površinama izvršeno je merenje svih oštećenja nastalih tokom seče stabala i I faze transporta drvnih sortimenata.

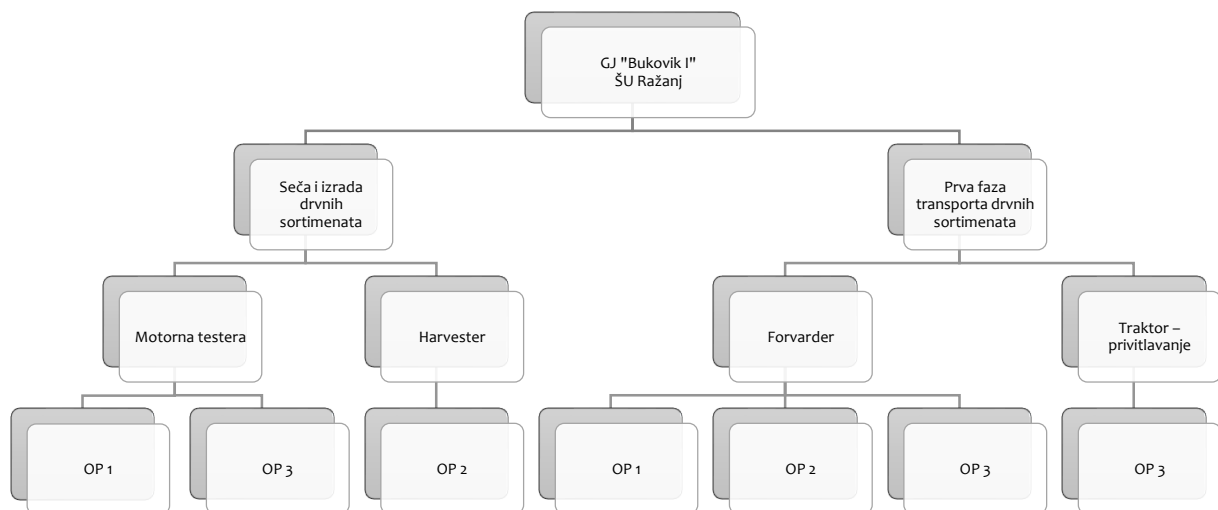
Oštećenja na dubećim stablima razvrstana su u dve grupe: oštećenja na žilištu i pridanku (guljenje kore i druge površinske rane) i oštećenja na krošnji (prelomi, guljenja i ozlede na granama).

Veličina ozlede (guljenja kore) određena je merenjem visine i širine ozlede. Merenje je vršeno ručnim metrom sa tačnošću do jednog centimetra. Površina oštećenja izražena je u cm².

Snimanje oštećenja urađeno je na ogleđnoj površini 1 i ogleđnoj površini 4 na području istraživanja 3 (GJ „Tara“).

4.1. METOD RADA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 1

Za ogleđne površine odabrane su reprezentativne sastojine, gde su se u tokom 2014. godine desili ledolomi i/ili ledoizvale. Šema snimanja po ogleđnim površinama prikazana je na Šema 1.



Šema 1: Šema snimanja u ŠU „Ražanj“

Na svakoj ogleđnoj površini crvenim sprejom su označeni brojevi stabala, a zatim su mereni prečnici na prsnoj visini. Ovi podaci upisivani su u poseban manual.

Podaci o prečnicima i dužinama izrađenih sortimenata merenim prema standardima SRPS-a (Slika 7) preuzeti su iz manuala koje su oformili šumarski tehničari zaduženi za ovaj posao.

Trajanje radnih operacija i tehnoloških elemenata je snimano po protočnoj metodi štopericom sa tačnošću do jedne sekunde i upisivano u manual (Slika 8).



Slika 7: Merenje dimenzija drvnih sortimenata prema standardu SRPS-a



Slika 8: Manual i štoperica za snimanje vremena trajanja radnih operacija

Snimanje utroška goriva obavljeno je po metodu dolivanja goriva u rezervoar. Dolivanje goriva u rezervoar obavljano je posle izrade svakog stabla kada je u pitanju klasični metod izrade drvnih sortimenata ili na kraju radnog dana kada je u pitanju seča stabala i izrada sortimenata harvesterom i transport drvnih sortimenata forvarderom i adaptiranim poljoprivrednim traktorom sa vitlom. U drugom slučaju, pre početka rada narednog dana vršena je kontrola goriva u rezervoaru. Dolivanje goriva do punog rezervoara nakon izvršenog posla, kao i kontrola nivoa goriva obavljani su na ravnom terenu kako bi se izbegla greška pri merenju.



Slika 9: Stablo sa prelomljenim vrhom kao posledice ledoloma na oglednoj površini 2



Slika 10: Obrojčano stablo na oglednoj površini 2

Na sve 3 ogledne površine obavljena je čista seča. Na oglednoj površini 2 (Slika 10) obrojčana su i posečena sva stabla (dubeća, izvaljena, prelomljena) dok su na oglednim

površinama 1 i 3 odabrana i obrojčana stabla, poštujući princip reprezentativnosti uzorka i princip vrste seče (čista seča).

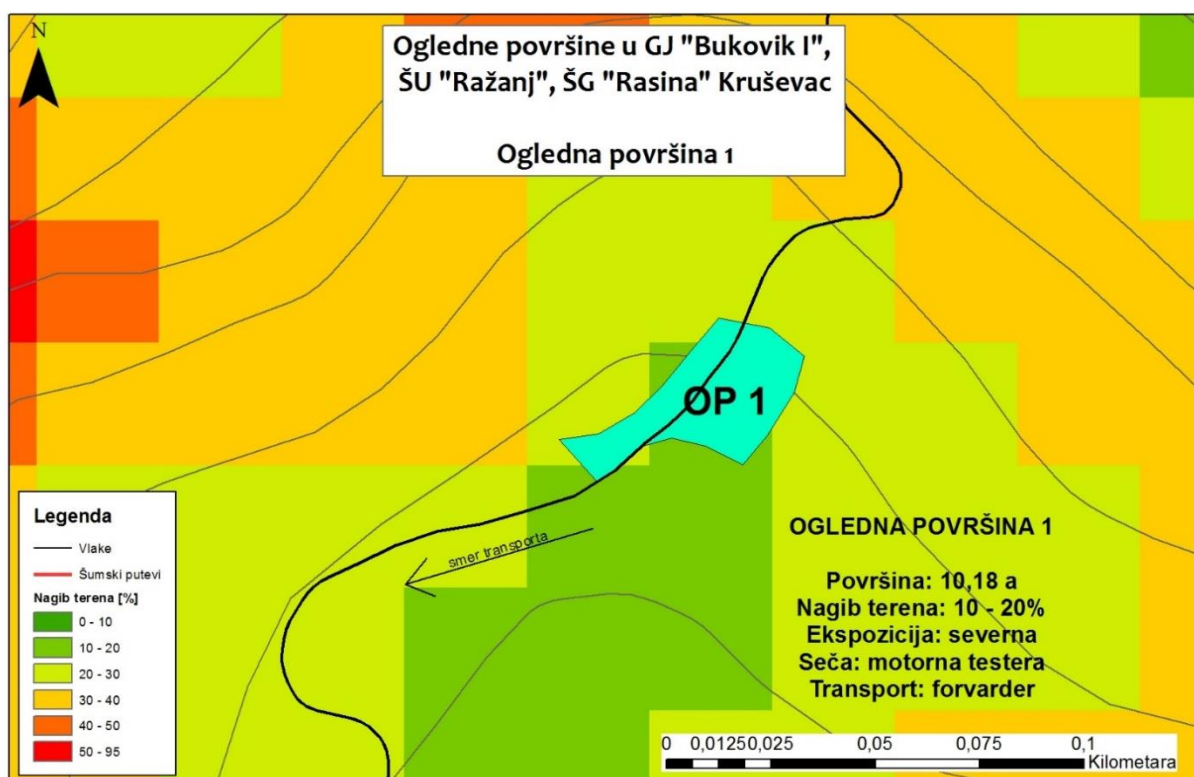
4.1.1. Ogljedna površina 1

Ogljedna površina 1 (OP 1) postavljena se u 64. odeljenju, odseku c. Odsek c predstavlja veštački podignutu, jednodobnu sastojinu smrče. Sastojina je bila očuvana, potpunog sklopa i dobrog zdravstvenog stanja.

Ukupna površina odseka je 0,99 ha. Najzastupljenija vrsta drveća je smrča (395,4 m³/ha), zatim jasen (12,7 m³/ha), a breza i klen javljaju se kao pojedinačna stabla. Zapreminski prirast po ha iznosio je 13,1 m³. Nadmorska visina odseka je oko 620 m. Zemljište je distrično smeđe ili kiselo smeđe, srednje duboko, a prizemna vegetacija je retka, kao i sprat žbunja

Površina OP 1 je 10,18 ari i nalazi se na blago nagnutom terenu sa nagibima od 10 do 20%. Ogljedna površina pretežno je izložena severnoj ekspoziciji.

Na ovoj površini planirana je poredna seča sa etatom 58,4 m³. Međutim, zbog prirodne katastrofe na ovoj površini izvršena je čista seča. Seča je obavljena motornom testerom *Stihl MS 461* u organizacionoj formi 1M+1R. U seči je učestvovala jedna grupa radnika.



Karta 13: Prikaz OP 1 sa osnovnim podacima

Sekač koji je obavljao seču na OP 1 star je 25 godina, dok je pomoćnik star 31 godinu. Radnici su se prosečno zalagali.

Snimanje je obavljeno tokom septembra. Uslovi za rad su bili otežani, jer su se temperature vazduha kretale oko 30 °C.

Za potrebe ocene sastojine sa aspekta broja i veličine prepreka izdvojena je reprezentativna površina 20×20 m, na kojoj je izmerena veličina i broj prepreka.

Na ovoj oglednoj površini nije bilo izvala, a izbrojano je 35 panjeva, čija se visina kretala u intervalu od 20-30 cm.

Prepreke koje se javljaju pri transportu drveta iz sečine su panjevi, površinske neravnine vrtače, džombe i dr.

Visina prepreka podeljena je u 5 razreda: vrlo ravan teren, delimično ravan teren, delimično neravan teren, neravan teren i vrlo neravan teren (Saarilahti 2008).

Prema ECOWOOD klasifikaciji deli se u tri razreda: ravan, delimično neravan i neravan.

Tabela 4: Mellgren,1980

Neravnine terena		Visuna prepreke	Površinska učestalost
Razred	Opis	cm	kom/100m ²
1	Vrlo ravan teren	10-30	0-4
2	Delimično ravan teren	10-30	>4
		30-50	1-4
3	Delimično neravan teren	10-30	>4
		30-50	5-40
		50-70	1-4
4	Neravan teren	10-30	>4
		30-50	5-40
		50-70	1-4
		70-90	1-4
5	Vrlo neravan teren	10-30	>4
		30-50	>40
		50-70	>4
		70-90	>4
		>90	>0

Tabela 5: ECOEOD Owende et al., 2002

Razredi		Visina prepreke	Mogući podrazredi	Visina prepreke,cm			
ECOEOOD	NSR			20	40	60	80
		cm		Prosečna udaljenost,m			
Ravan teren	Vrlo ravan teren	20	a	1,6-5	>16	>16	>16
			b	5-16			
	Delimično ravan teren	20-40	a	<1,6	>16	>16	>16
			b	5-16			
Delimično neravan teren	Delimično neravan	40-60	a	<1,6	1,6-5	5-16	>16
			b			1,6-5	
	Neravan	40-80	a	<1,6	<1,6	5-16	5-16
			b	1,6-5	1,6-5	1,6-5	
Neravan teren	Vrlo neravan	40-80	a	<1,6	<1,6	1,6-5	5-16
			b			<1,6	<1,6

U tabelama 6 i 7 i prikazana je podela prema nosivosti podloge.

Tabela 6: Kanadska podela (Mellgren, 1980)

Čvrstoća (nosivost) podloge		Opis vlažnosti tla	Dopušteno opterećenje tla
Razred	Opis		
1	Vrlo čvrsto tlo	Dobro osušeno i drenirano tlo	>200
2	Čvrsto tlo	Ošušeno tlo	70-200
3	Osrednje čvrsto tlo	Sveže tlo	40-70
4	Meko tlo	Vlažno tlo	20-40
5	Vrlo meko tlo	Vrlo vlažno tlo	< 20

Tabela 7: Ecowood podela (Owende et al. 2002)

Čvrstoća (nosivost) podloge		Parametri čvrstoće tla			Dopušteno opterećenje tla
Razred	Razred	Konusni indeks	Modul elastičnosti	Otpor tla na smicanje	
1	Čvrsto tlo	> 500	> 60	> 60	> 60
2	Osrednje čvrsto tlo	300-500	20-60	20-60	60-80
4	Meko tlo	<300	<20	<20	40-60
5	Vrlo meko tlo	<<300	<<20	<<20	<40

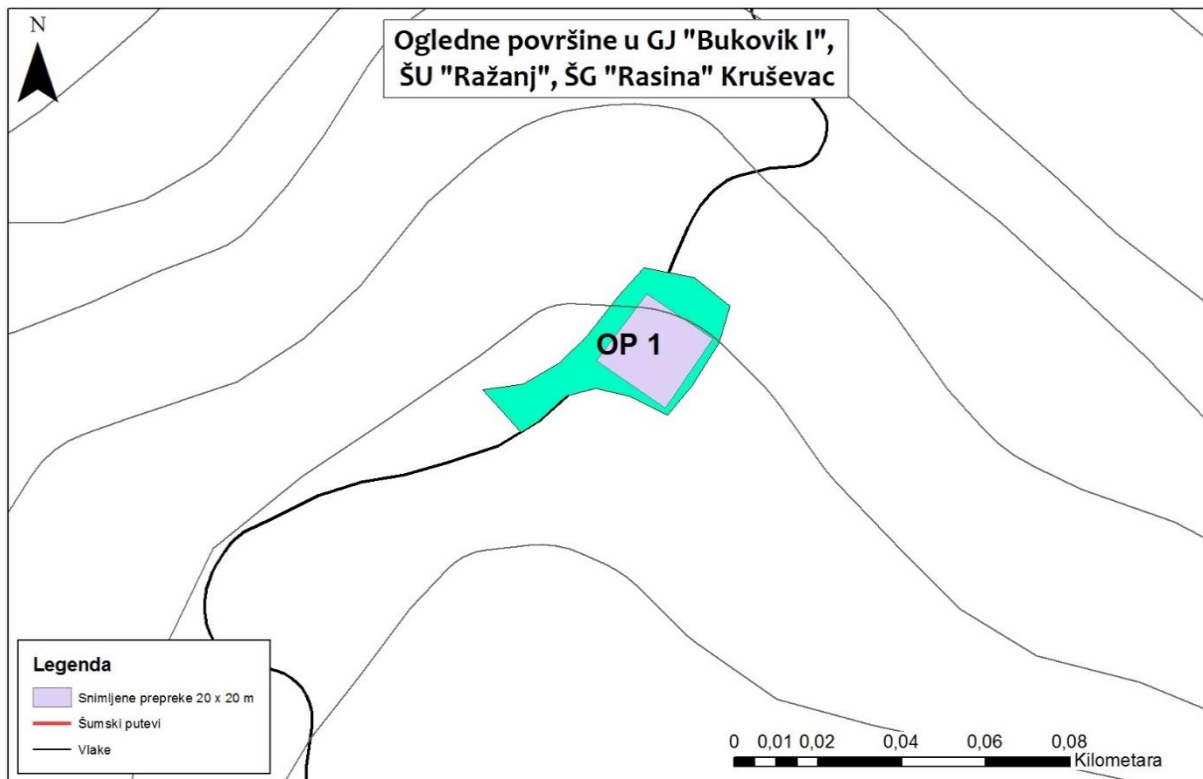
*najmanje izmerene vrednostibio kog parametra, presudna je za razvrstavanje tla u određene razrede tvrdoće

*parametri se odnose na vrednosti izmerene u površinskom sloju tla dubine do 30 cm

Prva faza transporta obavljena je forvarderom. Srednja transportna distanca do kamionskog puta iznosila je 745 m. Privremeno stovarište nalazilo se na kamionskom putu, neposredno uz raskrnicu sa vlakom, na prostranom i ravnom prostoru. Vlaka koja povezuje OP 1 sa kamionskim putem je u dobrom stanju, bez izraženih kolotruga. Širina vlake iznosi oko 3,0 m, a uzdužni nagibi kretali su se od 5 do 24%, pri čemu je prosečan nagib iznosio oko 9%. Transport drveta obavljan je uzbrdo. Većim delom vlaka prati

konfiguraciju terena, s tim da na jednom delu menja pravac pod oštrim uglom (preko 120°).

Na OP 1 izvršena je čista seča (karta 14).



Karta 14: Reprezentativna površina (20 x 20 m) na kojoj su evidentirane prepreke na OP 1

Svi izrađeni sortimenti prevezeni su do stovarišta na šumskom putu u četiri ture. Prva faza transporta obavljena je po suvom vremenu i transportovano je 56,62 m³ drvnih sortimenata (40,49 m³ trupaca i 16,13 m³ celuloznog drveta). Ukupno je prevezeno 227 sortimenata, odnosno prosečno 57 komada komada po turi.



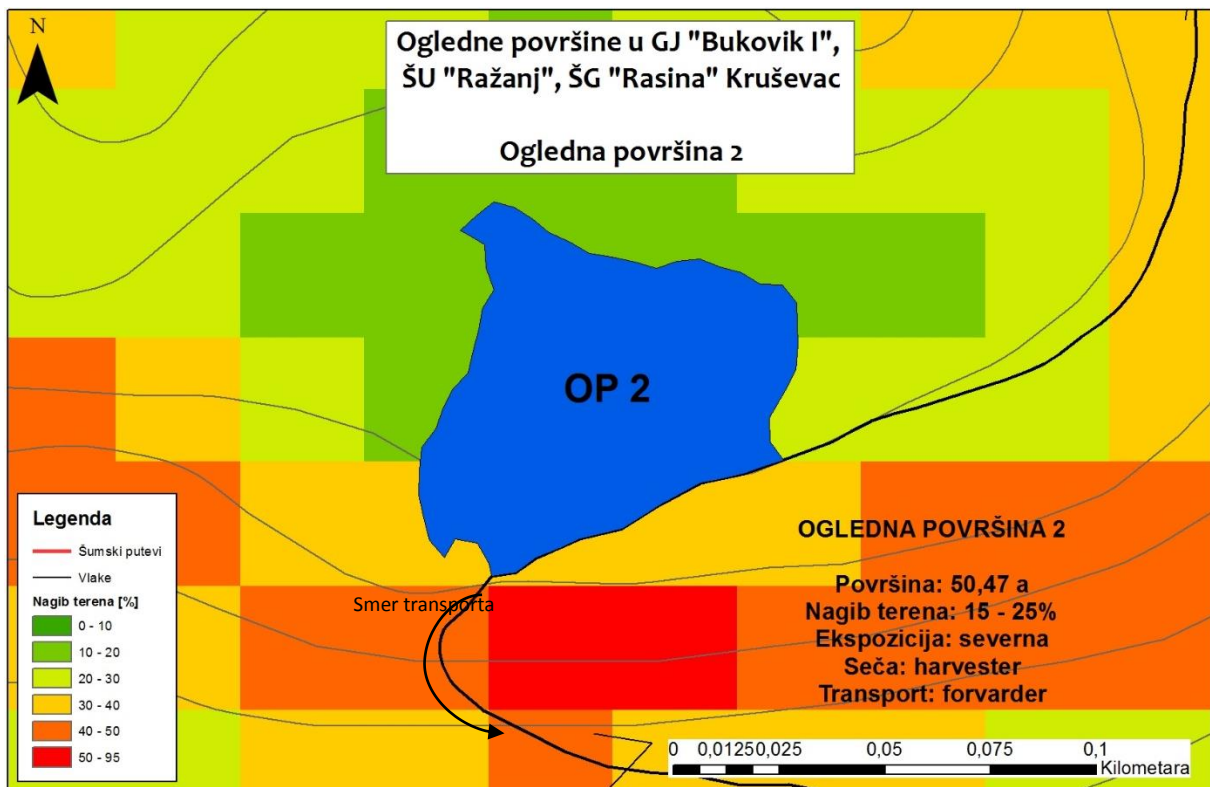
Slika 11: Seča i izrada motornom testerom Husquarna na OP1



Slika 12: Prikupljanje podataka za potrebe normiranja seče i izrade drvnih sortimenata

4.1.2. Ogledna površina 2

Ogledna površina 2 (OP 2) nalazi se u odeljenju 65, odesku h. Nadmorska visina odseka je od 620 do 630 m. Zemljište je distrično smeđe ili kiselo smeđe, srednje duboko. Nema prizemne vegetacije ni žbunja. Odsek h predstavlja veštački podignutu, jednodobnu sastojinu smče i duglazije. Sastojina je bila očuvana, potpunog sklopa i dobrog zdravstvenog stanja. Površina odseka iznosi 0,59 ha. Dubeća zapremina u odseku iznosila je 582,5 m³/ha, a tekući zapreminski prirast 15,4 m³/ha. U ovom odseku planirana je proredna seča sa intenzitetom 14%, odnosno 81,0 m³, što za površinu odseka od 0,59 ha iznosi 47,8 m³. Kao i na OP 1, zbog prirodne katastrofe koja ja prouzrokovala lomove vrhova, grana, kao i izvale celih stabala, na ovoj površini izvršena je čista seča.



Karta 15: Prikaz OP 2 sa osnovnim podacima

Površina OP 2 iznosi 50,47 ari. Ekspozicija je severna, a nagib ogledne površine je blag i iznosi od 15 do 25%. Gornjom ivicom ogledne površine proteže se vlaka.

Seča stabala i izrada drvnih sortimenata na ovoj oglednoj površini vršena je harvesterom *Timberjack 1270 B*.

Rukovaoc harvesterom star je 34 godine, sa 8 meseci radnog iskustva na rukovanjem ovom mašinom i 2,5 godine iskustva na rukovanja forvarderom. Zalaganje radnika je bilo prosečno ili malo iznad proseka.

Harvester se kretao nizbrdo, vršeći seču stabala u redovima, obarajući stabla na desno u odnosu na smer kretanja. Posečeni sortimenti slagani su sa leve strane u odnosu

na smer kretanja harvesterera (Slika 13). Harvester se otežano kretao po sečini zbog izvaljenih stabala kao i zbog polomljenih ovršaka stabala i grana koje su se nalazile na zemlji. Procenjena visina dela stabala na kojima se vide posledice ledoloma je na oko 2/3-3/4 visine posmatrajući stablo od korena ka vrhu. Stabala koja nisu stradala imaju krošnju oko 1/3 visine stabla.

Zbog nemogućnosti pristupa drvnim sortimentima odmah nakon obavljene seče harvesterom, nije ih bilo moguće evidentirati i pripojiti drvene sortimente određenom stablu (samim tim ni zapremine), pa su ove vrednosti u rezultatima rada date kao prosečne. Šumski ostatak nije slagan u gomile, već je rasturan po površini, pa se harvester kretao po njemu.



Slika 13: Krojenje i slaganje drvnih sortimentata sa leve strane kretanja harvesterera



Slika 14: Izrađeni drveni sortimenti sa ogledne površine 2

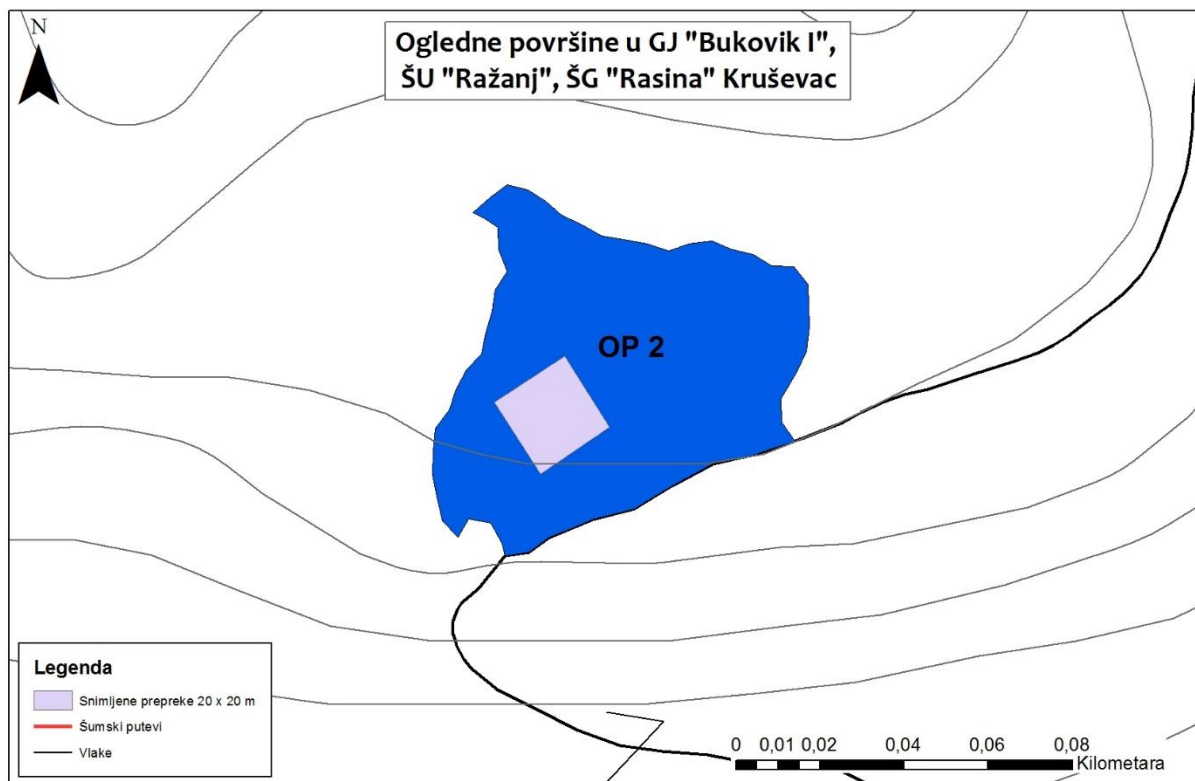
I na ovoj oglednoj površini je nakon seče obeležena reprezentativna površina 20×20 m, gde su izmerene visine panjeva i izbrojane prepreke (Slika 15).



Slika 15: Izgled panj nakon seče harvesterom

Na ovoj oglednoj površini je bilo izvala. Na površini 20×20 m evidentirano je 36 panjeva i 2 izvale, gde se visina panjeva kretala u intervalu od 20-60 cm, dok je visina

izvaljenih panjeva (panj sa žilištem) bila oko 120 cm i dužina neprerezanog dela izvaljenog stabla oko 100 cm.



Karta 16: Reprezentativna površina (20 x 20 m) na kojoj su evidentirane prepreke na OP 2



Slika 16: Izvaljeno stablo na oglednoj površini 2

Snimanje na ovoj oglednoj površini obavljeno je u toku meseca septembra. Tokom snimanja na OP 2, harvester se često kvario.

Prva faza transporta vršena je forvarderom Valmet 892 (Slika 17).



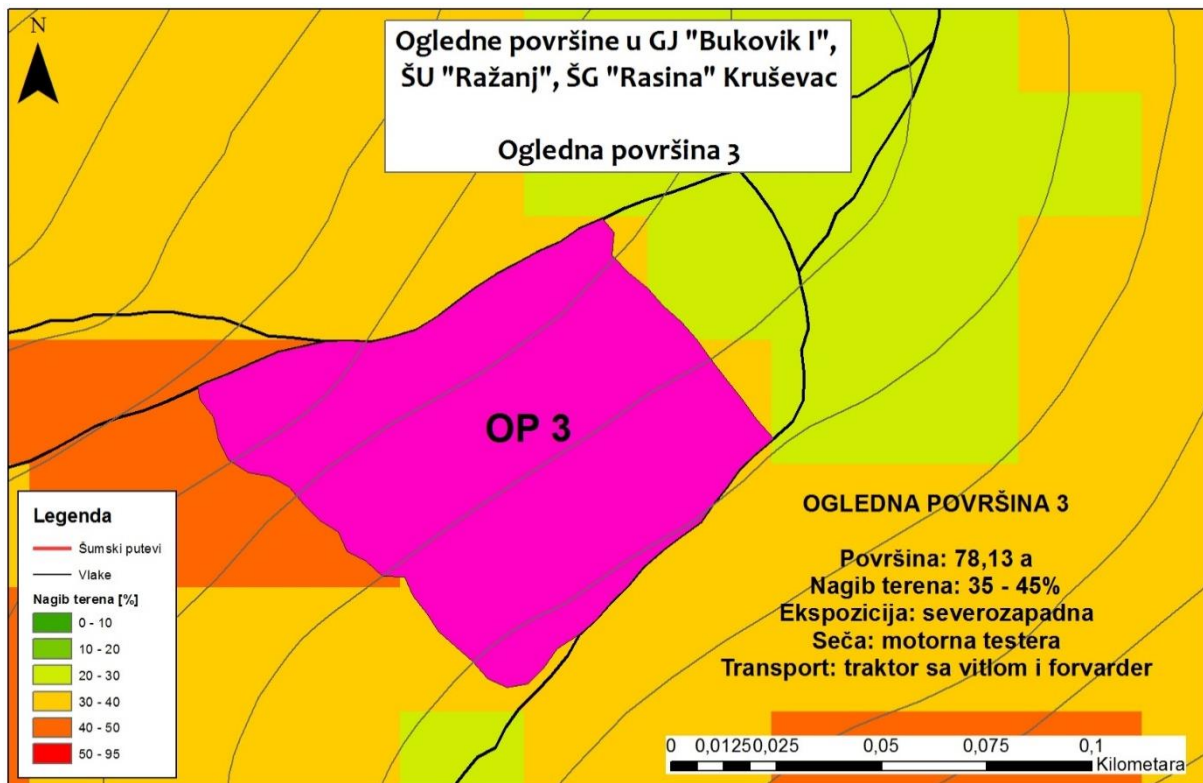
Slika 17: Transport drvnih sortimenata forvarderom Valmet 892 na OP 2

Forvarder je sa vlake na sečini ulazio na početku ogledne površine. Srednja transportna distanca po sečini iznosila je 58 m. Distanca od ulaska u sečini do stovarišta na šumskom putu iznosila je 254 m. Maksimalni nagib vlake je 24%, a prosečni nagib iznosio oko 15%. Širina vlake iznosi oko 3,0 m, a njeno stanje može se oceniti kao dobro (bez kolotruga, vododerina, velikih poprečnih nagiba i sl.). Transport drvnih sortimenata po vlaci odvijao se uzbrdo i to po suvom vremenu.

Sa ove ogledne površine do stovarišta na šumskom putu prevezen je 801 komad u 15 tura. Ukupna zapremina prevezenih sortimenata iznosila je 213,70 m³, pri čemu su 136,3 m³ trupci, a 77,4 m³ celulozno drvo.

4.1.3. Ogledna površina 3

Ogledna površina 3 (OP 3) nalazi se u odeljenju 111, odsek a. Ukupna površina ovog odseka je 27,04 ha. Nadmorska visina 500 do 690 m. Zemljište je distrično smeđe ili kiselo smeđe, srednje duboko. Prizemna vegetacija i sprat žbunja su retki, a zakorovljenost slaba. Glavna vrsta drveta u odseku je bukva sa dubećom zapreminom od 302,8 m³/ha, a pored nje javlja se i klen u znatno manjim količinama (4,1 m³/ha). U pitanju je izdanačka šuma bukve, jednodobna, očuvana sastojina, gustog sklopa. Zdravstveno stanje je dobro, ali po kvalitetu to je malo vredna sastojina (do 20% tehničkog drveta). Osnovna namena je proizvodnja tehničkog oblog drveta. Tekući zapreminski prirast je 7,2 m³/ha godišnje. Planirani etat na ovoj površini je 1216,8 m³, odnosno 45,0 m³/ha, što predstavlja intenzitet seče od 15%.



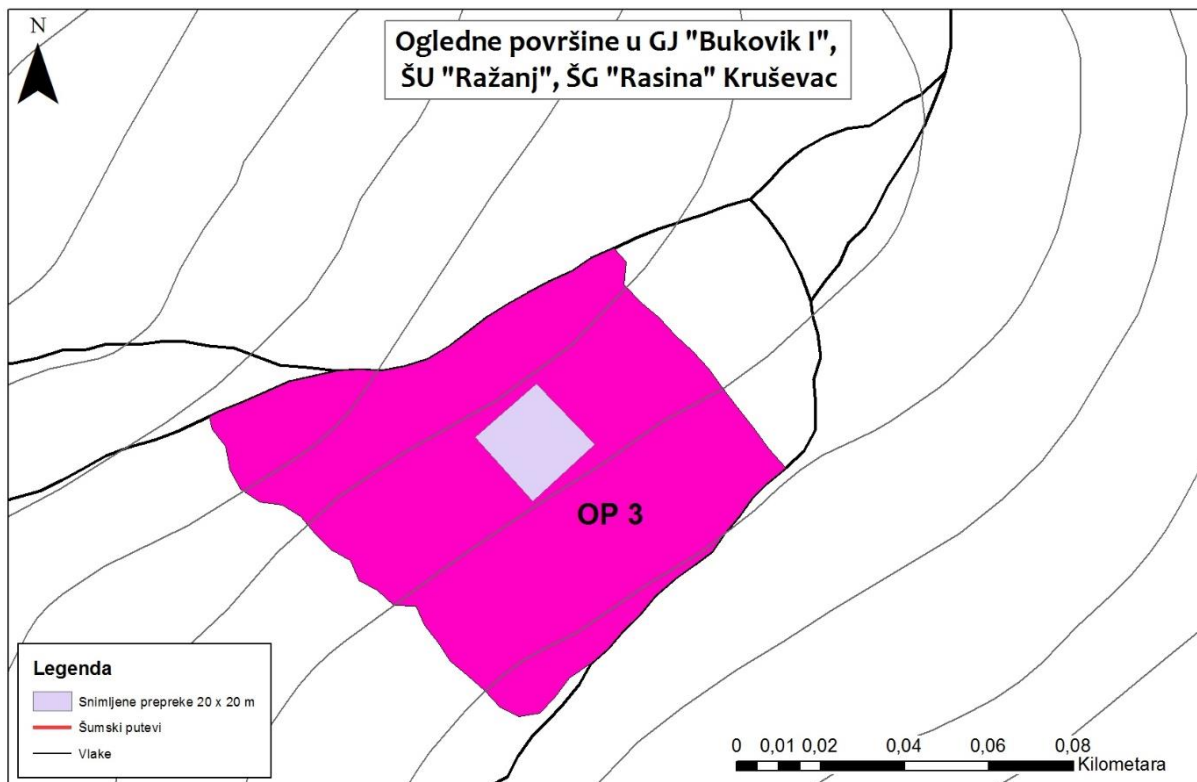
Karta 17: Prikaz OP 3 sa osnovnim podacima

OP 3 postavljena je na severozapadnoj ekspoziciji, između dve vlake. Ogledna površina nalazi se na strani čiji se nagibi kreću u intervalu od 35 do 45%. Površina OP 3 iznosi 78,13 a.

Seča stabala i izrada drvnih sortimenata izvođeni su motornim testerama u organizacionoj formi 2MR, pri čemu su bila angažovana dva sekača sa motornim testerama *Stihl 064* i *Jonsered 2077 Turbo*. Radnici su starosti 41. i 56. godina. Prvi radnik je imao preko 30 godina radnog staža, dok je drugi radnik na poslovima seče radio 9 godina. Radnici su se prosečno zalagali.

Snimanje na ovoj oglednoj površini obavljeno je u prvoj polovini oktobra i početkom novembra. Uslovi za rad su bili povoljni, jer su se temperature vazduha kretale u intervalu oko 20°C.

Na ovoj oglednoj površini takođe je izdvojena reprezentativna površina 20×20 m na kojoj je izbrojano 6 panjeva i 13 izvala. Prizemna vegetacija je postojala u obliku paprati i kupine. Svuda po površini su bili trupci i grane, pa su uslovi za kretanje po sečini bili krajnje nepovoljni.

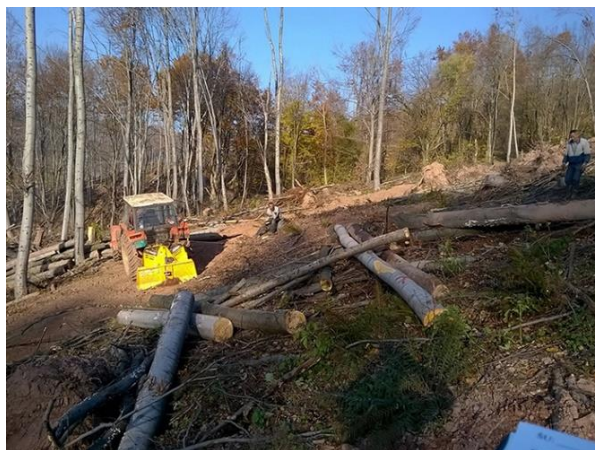


Karta 18: Reprezentativna površina (20 x 20 m) na kojoj su evidentirane prepreke na OP 3

Transport drvnih sortimenata na blažim nagibima (35%) obavljao se samo forvarderom Valmet 892, pri čemu se forvarder kretao po sečini, nizbrdo, upravno na izohipse. Na većim nagibima najpre je vršeno privlačenje izrađenih sortimenata vitlom Uniforest H55 Pro montiranim na traktor Ursus 902B do vlake, a zatim forvarderom od vlake do stovarišta na šumskom putu.



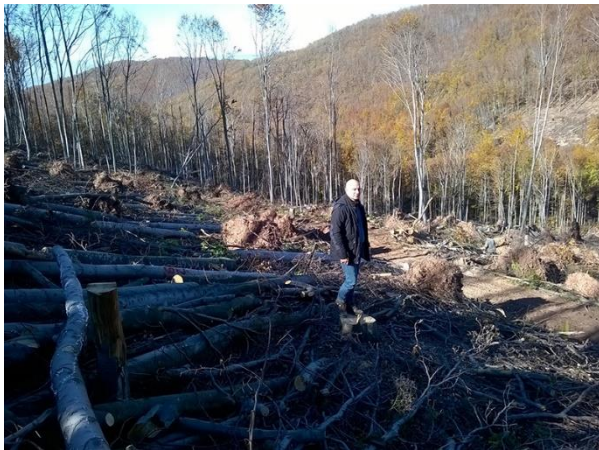
Slika 18: Transport drveta forvarderom na nagnutim terenima



Slika 19: Privlačenje izrađenih sortimenata na vlaku traktorom Ursus 902B i vitlom Uniforest na OP 3

Rukovaoc forvarderom star je 39 godina sa 7 godina radnog iskustva na forvarderu. Transportno sredstvo imalo je gusenice na zadnjim točkovima, a na prednjim točkovima su bili postavljeni lanci. Radnik se prosečno ili nadprosečno zalagao.

Privremeno stovarište formirano je na šumskom putu, u neposrednoj blizini raskrsnice šumskog puta sa vlakom, na ravnom i prostranom mestu. Srednja transportna distanca od sečine do privremenog stovarišta iznosila je 570 m, a transport drvnih sortimenata odvijao se pretežno uzbrdo, osim na delu vlake sa gornje strane ogledne površine na kojoj se na dužini od 150 m transport obavljao nizbrdo. Širina vlaka iznosila je oko 3,0 m, a maksimalni uzdužni nagib iznosio je 22% na vlaci iznad ogledne površine, odnosno 13% na vlaci ispod ogledne površine. Prosečan nagib sabirne vlake je oko 8%.



Slika 20: Ogledna površina 3 u GJ „Bukovik I“



Slika 21: Čista seča na OP 3

4.1.4. Tehničke specifikacije korišćene mehanizacije i opreme

Na poslovima seče i izrade i transporta drvnih sortimenata, korišćena su sledeća sredstva:

Tabela 8: Tehničke karakteristike motorne testere STIHL MS 461

STIHL MS 461		
zapremina motora	76,5 cm ³	
snaga	4,4 kW	
masa (bez vodilice i lanca)	6,7 kg	
dužina vodilice	50 cm	
godina proizvodnje	2015.	

Tabela 9: Tehničke karakteristike motorne testere STIHL o64


STIHL o64		
zapremina motora	85,0 cm ³	
snaga	4,8 kW	
masa (bez vodilice i lanca)	7,1 kg	
dužina vodilice	50 cm	
godina proizvodnje	2010.	

Tabela 10: Tehničke karakteristike motorne testere Jonsered 2077 Turbo


Jonsered 2077 Turbo		
zapremina motora	76,5 cm ³	
snaga	4,0 kW	
masa (bez vodilice i lanca)	6,8 kg	
dužina vodilice	50 cm	
godina proizvodnje	2010.	

Tabela 11: Tehničke karakteristike harvestera Timberjack 1270B

Harvester Timberjack 1270B		
zapremina motora	7,6 L	
snaga	152 kW	
masa (min)	15,9 t	
zapremina rezervoara	465 L	
tip kрана	Loglift L200	
maks. dohvat kрана	8,6 i 10,3 m	
godina proizvodnje	1998.	

Tabela 12: Tehničke karakteristike traktora Ursus 902B



Traktor Ursus 902B		
zapremina motora	4,6 L	
snaga	65 kW	
težina (min)	3,8 t	
zapremina rezervoara	90 L	
godina proizvodnje	1989.	

Tabela 13: Tehničke karakteristike šumskog vitla Uniforest H55 Pro

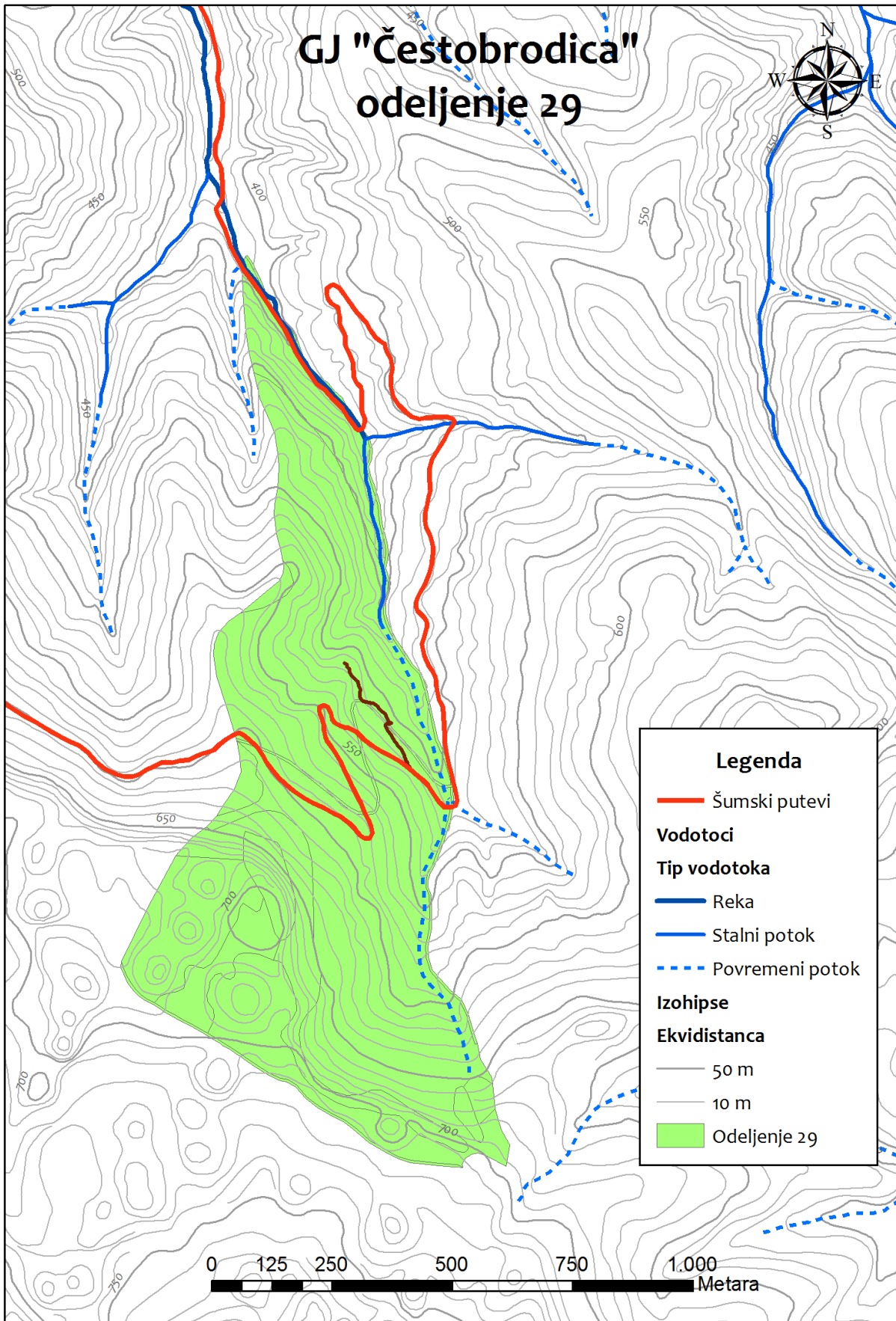
Vitlo Uniforest H55 pro		
snaga privlačenja	5,5 t	
širina	1,8 m	
elektro-hidraulično upravljanje	+	
dužina užeta	120 m	
godina proizvodnje	2010.	

4.2. METOD RADA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 2

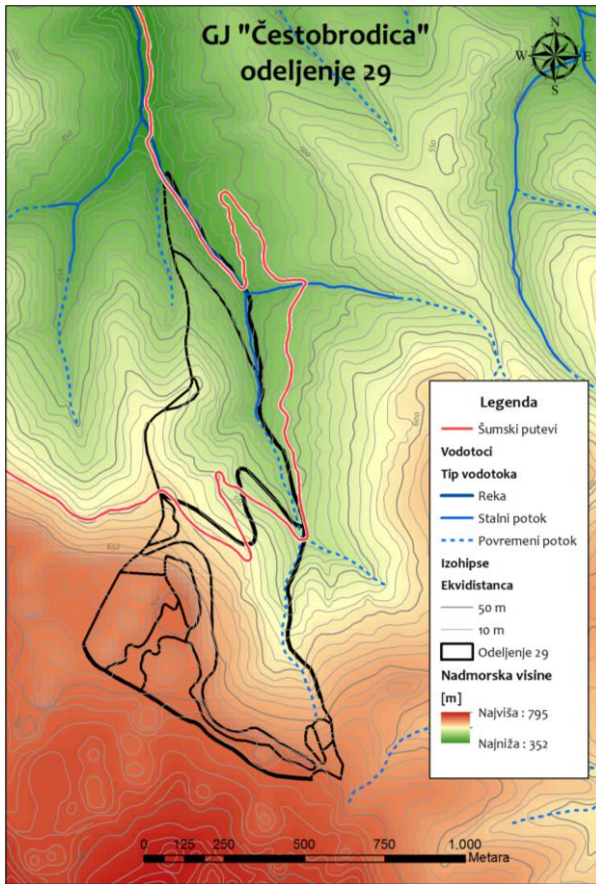
Istraživanja o kvalitetu drvnih sortimenata nakon ledoloma i ledoizvala sprovedena su u odeljenju 29, odseku a. Površina odeljenja 29/a je 39,93 ha. Prema podacima iz Posebne osnove gazdovanja šumama, odsek a je izdanačka šuma bukve, približno jednodobna, očuvana sastojina, potpunog sklopa (0,7), čista sastojina. Sastojina je stara 65 godina (u optimalnoj fazi) za izdanačke sastojine. Stabla bukve su prava, čista od grana do 2/3 visine i dobrog zdravstvenog stanja.

Nadmorska visina odeljenja 29, odsek a je između 450 i 715 m. Nagibi terena variraju od 15 pa do preko 70%. Ekspozicija je pretežno severoistočna do istočna.

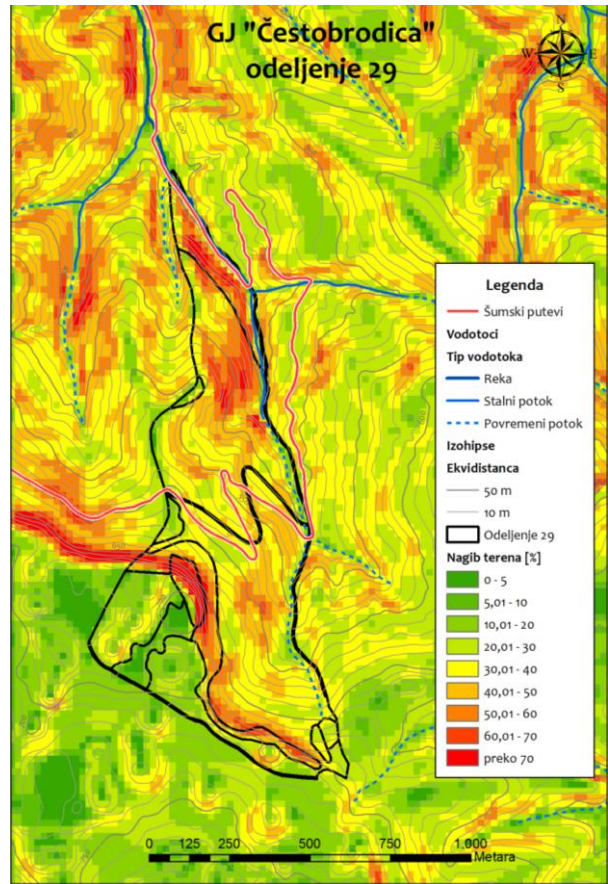
Geoloska podloga u odeljenju 29, odsek a su škriljci-peščari, u raspadanju (srednje raspadnut). Distrično smeđe ili kiselo smeđe zemljište, plitko (15-30 cm), suvo. Mrtvi pokrivač obilno zastupljen (tanak sloj). Povoljan proces humifikacije. Retka prizemna vegetacija. Nema korova. Nema zakorovljenosti. Nema žbunja. Ceno-ekološka grupa: brdska šuma bukve (*Fagenion moesiaca submontanum*) na eutričnim i kiselim smeđim zemljištima.



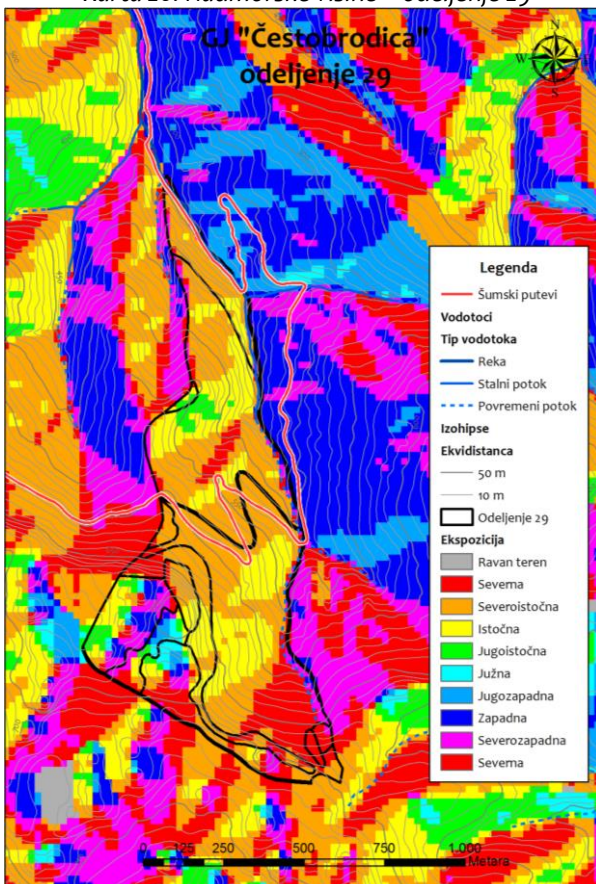
Karta 19: Pregledna karta odeljenja 29



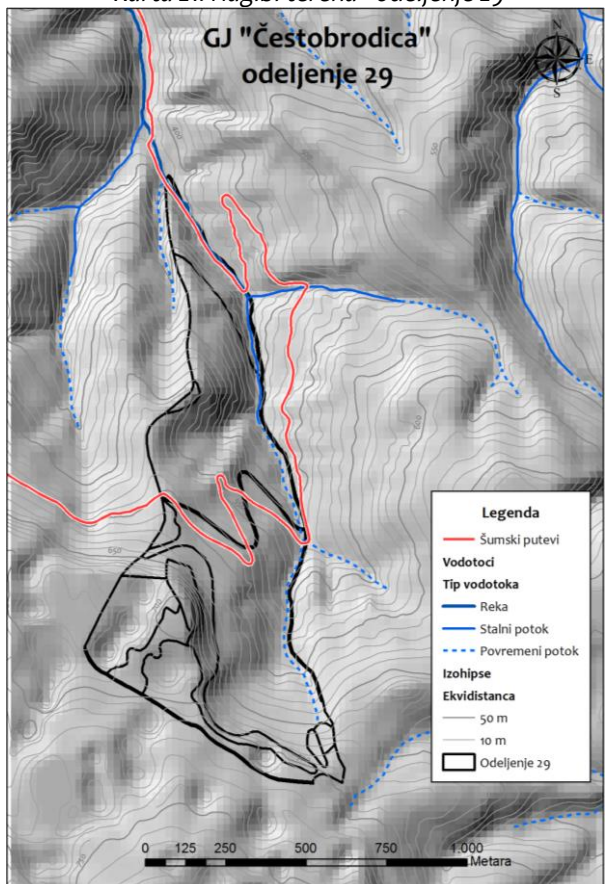
Karta 20: Nadmorske visine – odeljenje 29



Karta 21: Nagibi terena - odeljenje 29

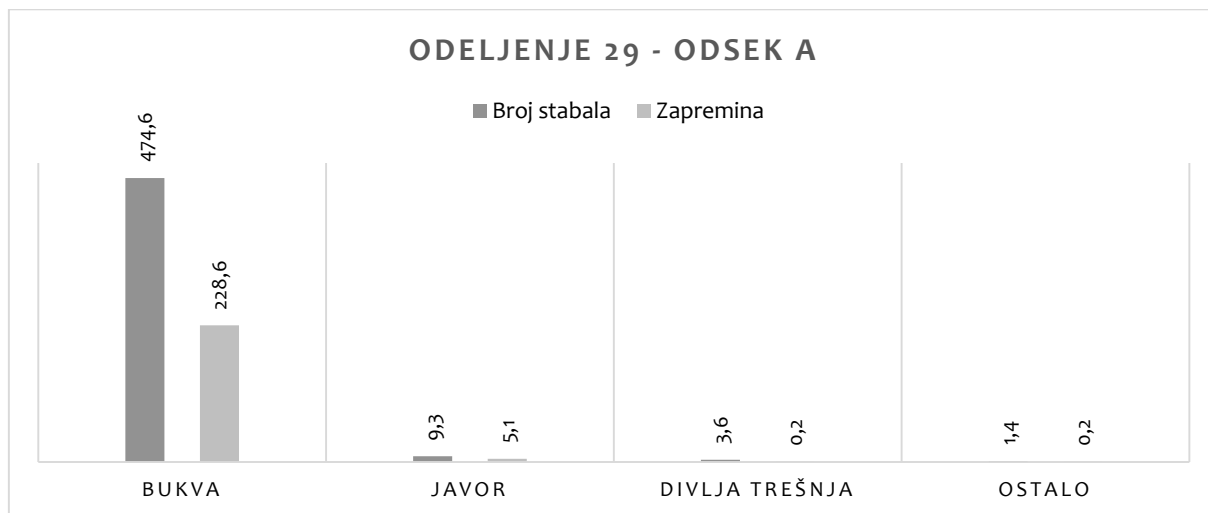


Karta 22: Ekspozicije terena - odeljenje 29



Karta 23: Reljef - odeljenje 29

Prema podacima iz Posebne osnove gazdovanja šumama, srednji prečnik u odseku a je 23 cm, a srednja visina stabala 19,8 m. Broj stabala bukve iznosi 475 po hektaru, javora 9 po ha i divlje trešnje 4 stabla po hektaru. Zapremina po hektaru je 228,6 m³ za bukvu, 5,1 m³ za javor i 0,2 m³ za trešnju.



Grafikon 1: Zastupljenost vrsta po broju stabala i zapremini (po hektaru) u odeljenju 29/a

Prema planu seča, u odseku a je planirano sprovođenje proprednih seča na celoj površini sa intenzitetom prorede od 14%, odnosno planirano je da se poseče 1.277,8 m³ drveta.

Cilj istraživanja na oglednoj površini u GJ „Čestobrodica“ bio je da se utvrdi sortimentna struktura polomljenih i izvaljenih stabala pre elementarne nepogode, neposredno nakon elementarne nepogode i trenutna struktura i kvalitativno stanje. Ovakvom komparacijom sortimenata u tri vremenska perioda, utvrdiće se koliki bi prihodi od prodaje sortimenata bili da nije bilo elementarne nepogode, koliki bi prihodi bili da se sa sanacijom krenulo na vreme, tj. pre leta 2015. godine i kolika je vrednost sortimenata dve godine nakon elementarne nepogode.

Neposredno nakon elementarne nepogode izvršeno je prerezivanje određenog broja izvaljenih i prelomljenih stabala, a u proleće 2016. godine na određenom broju oštećenih stabala vršeno je krojenje i prerezivanje. Međutim, izrađeni sortimenti do kraja 2016. godine nisu izvučeni iz šume.

Za procenu kvaliteta stabla odnosno sortimenata prikupljeni su podaci na celoj oglednoj površini, a za svako stablo ponaosob. Ovi podaci su grupisani na sledeći način:

- podaci o prečnicima i dužinama,
- podaci o karakteristikama drveta, i
- podaci o broju i rasporedu greški drveta.

Prečnici sortimenata mereni su prečnicom unakrsno, tačnosti do na cenetimetar, dok su dužine merene pantljkikom i zaokruživane na decimetar. Zaokruživanje dimenzija vršeno je prema standardima SRPS-a.

Pod karakteristikama drveta podrazumevaju se: zdravstveno stanje, punodrvnost, koničnost, čistoća od grana i dr. Greške drveta mogu biti:

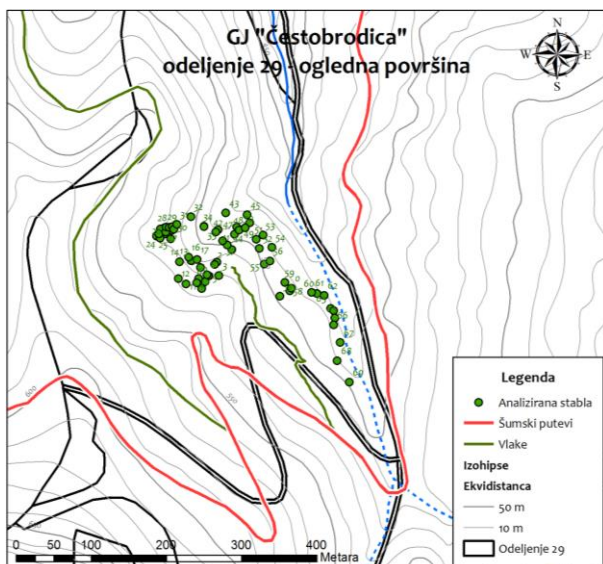
- nepravilnost oblika oblog drveta (eliptičnost, žlebovitost, zakrivljenost, rašljivost),
- nepravilnost anatomske građe (kompresiono drvo, tenziona drvo, kovrdžavost, ekscentričnost srca, dvostruko srce, usukanost, kvrge)
- oštećenja drveta od mehaničkih uticaja (raspukline, pukotine, napukline, paljivost, zimotrenost, okružljivost),
- promena boje i konzistencije drveta (lažno, crveno, smeđe srce, smeđe jezgro),
- oštećenja od insekata (bušotine i rupe).

S obzirom da se sa krojenjem drveta počinje od debljeg kraja, podaci o karakteristikama i greškama utvrđivani su od debljeg ka tanjem kraju i tako upisivani u odgovarajući manual.

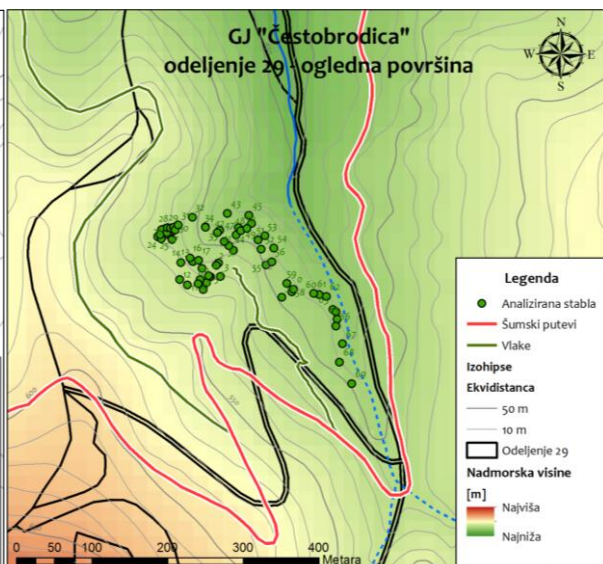
Za potrebe istraživanja, izvršena je izrada sortimenata i uzimanje uzoraka u vidu koturova sa početka svakog sortimenta kako bi se utvrdila njihova kvalitativna struktura. Analizom je obuhvaćeno 69 stabala različitih prečnika. Na slikama ispod može se videti stepen truleži (prozuklosti) najvrednijih delova stabala. Na koturovima je naznačena godina prerezivanja stabla, tj. odvajanja od korena stabla.

4.2.1. Ogledna površina 1

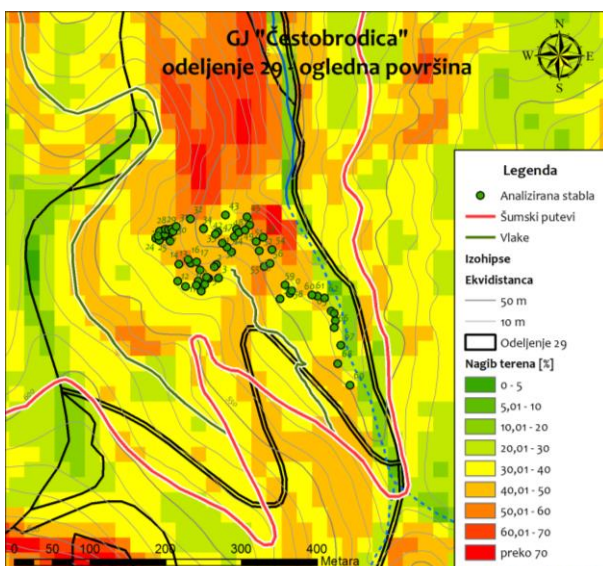
U odseku a 29. odeljenja izdvojena je jedna ogledna površina i u njoj analizirano 69 prelomljenih ili izvaljenih stabala bukve. Do ovih oštećenja došlo je 2014. godine usled pojave ledoloma i ledoizvala, a korišćenje drvne mase iz ovog područja planirano je za proleće 2016. godine. ŠG „Južni Kučaj“ preko ŠU „Paraćin“ izabrao je izvođača radova, koji je u proleće 2016. godine izvršio presecanje i obaranje pojedinih stabala kako bi stvorio bezbednije uslove za rad. Presecanje stabala vršeno je na mestima gde je to bilo najmanje opasno za bezbednost sekača.



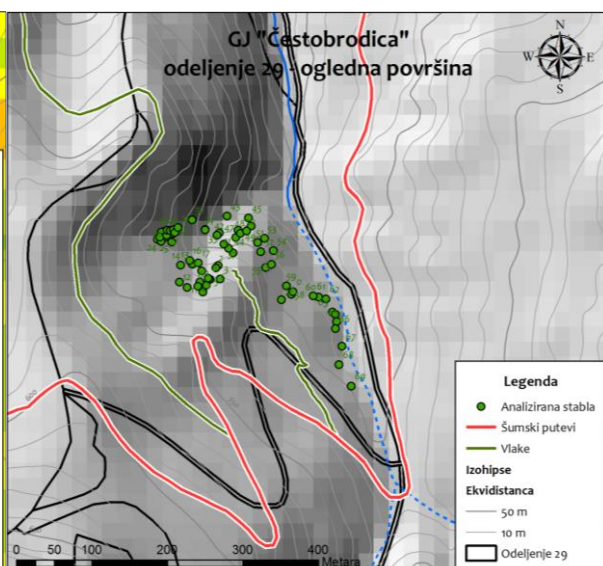
Karta 24: Položaj analiziranih stabala 1



Karta 25: Položaj analiziranih stabala 2



Karta 26: Položaj analiziranih stabala 3



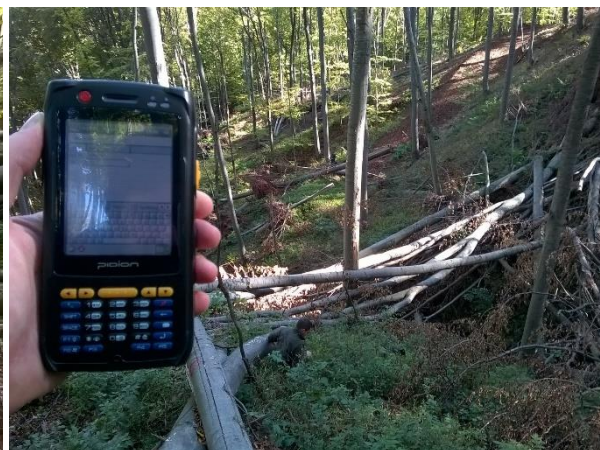
Karta 27: Položaj analiziranih stabala 4

Zbog izvesnih problema koji su pratili izvođača radova na ovom i drugim radilištima, izvođač radova je napustio ugovoreni posao, pa je celokupna izvaljena i posečena drvena masa ostala neiskorišćena i u 2016. godini.

Sva stabla su obrojčana crvenom sprejom, a njihov prostorni položaj određen je GPS uređajem marke PIDION BIP-6000. Izmeren je prsni prečnik svakog stabla, kako bi se izvršio raspored u debljinske stepene. Položaj analiziranih stabala i orografski uslovi sredine, prikazani su na sledećim kartama:

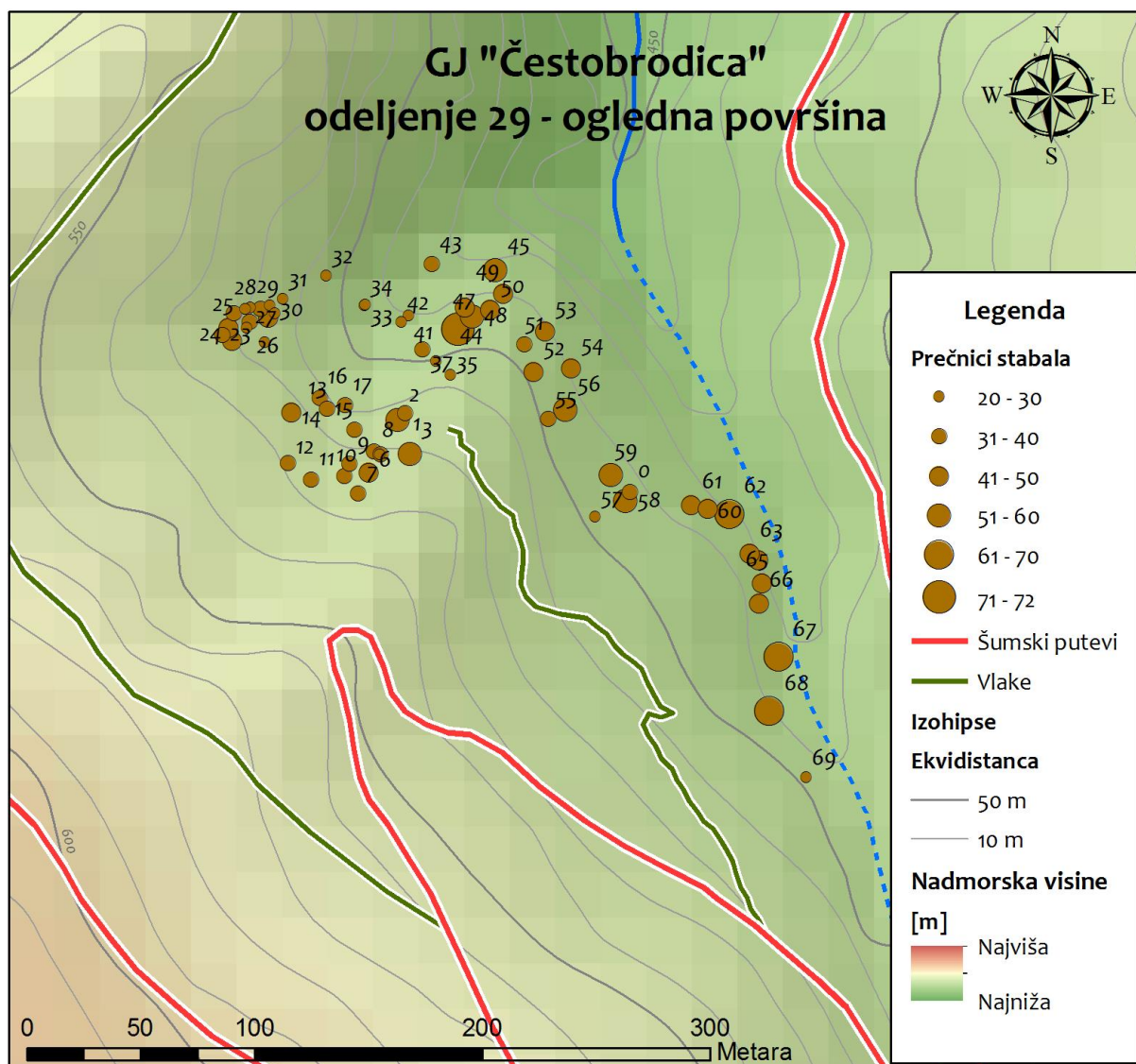


Slika 22: Obrojčavanje stabala crvenom farbom



Slika 23: Mapiranje stabala GPS uređajem

Na karti 28 prikazan je raspored stabala prema prečnicima na prsnoj visini, razvrstanih u šest kategorija:



Karta 28: Prikaz prostornog položaja analiziranih stabala i njihovih prečnika

Nakon izdvajanja određenog broja stabala, pristupilo se premeru vretena stabla, odnosno dela stabla prečnika preko 20 cm.

Na ovoj površini uzeti su podaci koji su neophodni za krojenje stabla. Neki od tih podataka su:

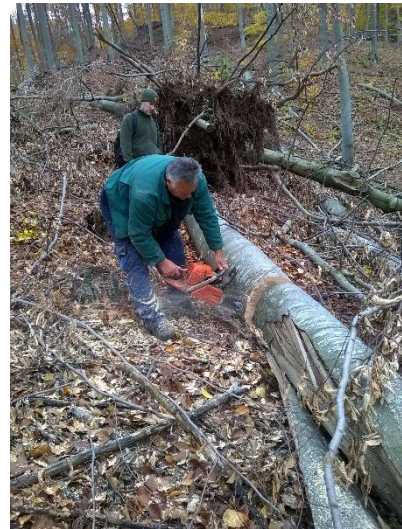
- podaci o prečnicima i dužinama,
- podaci o karakteristikama drveta,
- podaci o broju i rasporedu grešaka drveta.



Slika 24: Premer prečnika i dužina



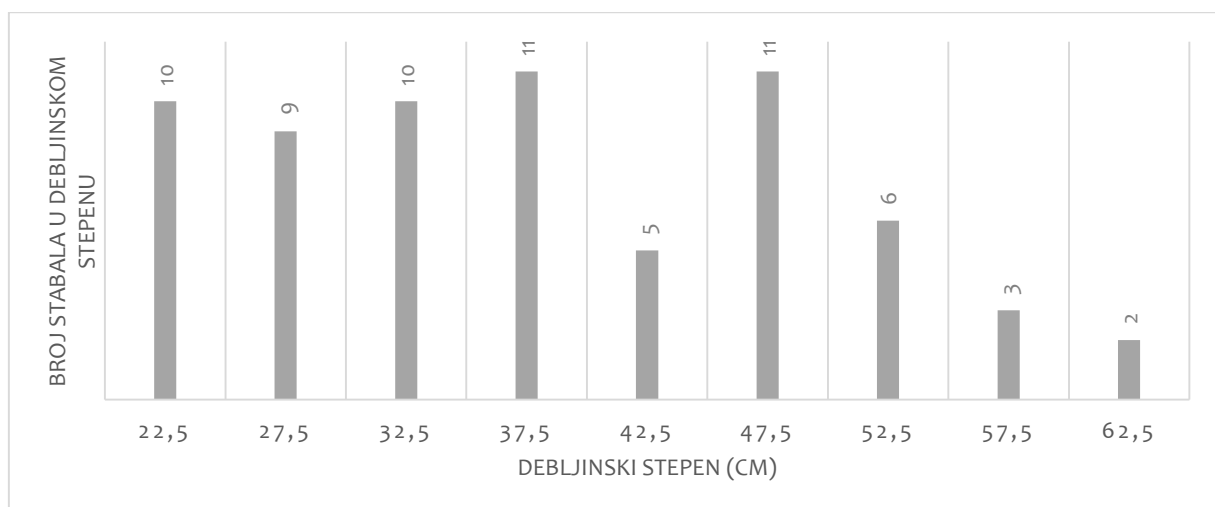
Slika 25: Utvrđivanje grešaka drveta



Slika 26: Utvrđivanje kvaliteta drveta

Nakon prikupljenih podataka izvršeno je krojenje stabala prema standardu SRPS-a, i to:

- krojenje stabala kada je u pitanju redovna seča,
- krojenje stabala neposredno nakon ledoloma i ledoizvala,
- krojenje stabala u trenutnoj situaciji.



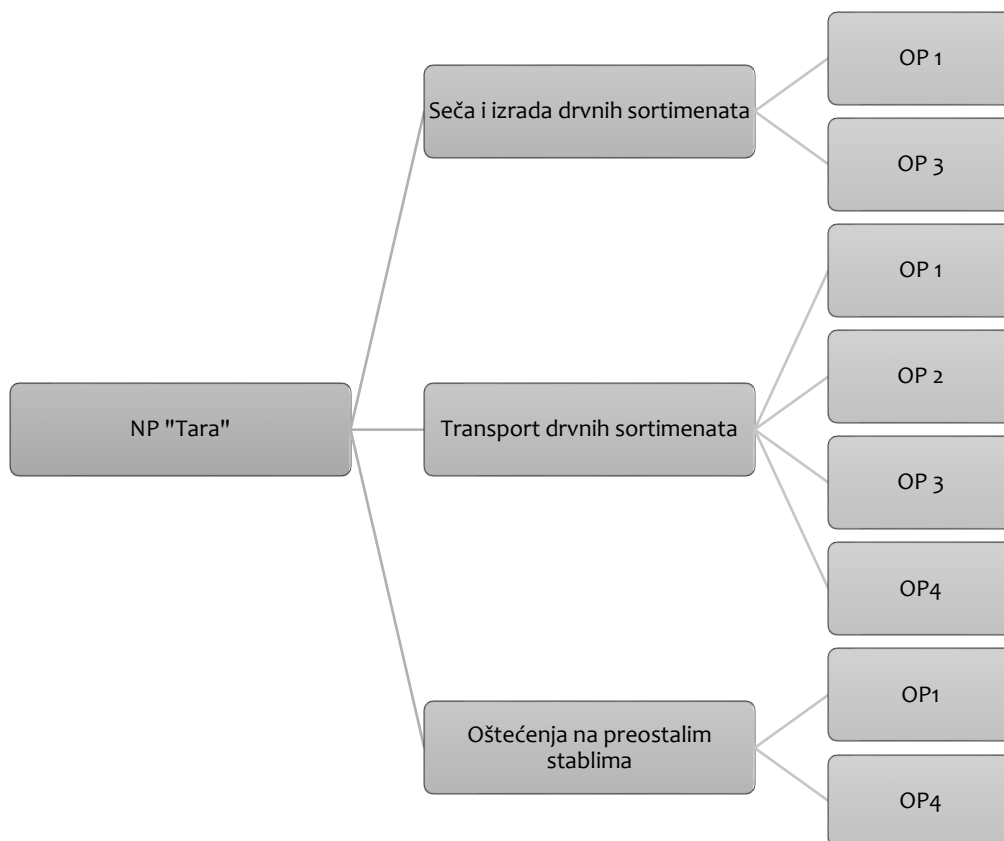
Grafikon 2: Raspored obeleženih stabala na OP1 prema debljinskim stepenima

Na ovoj oglednoj površini obeleženo je 69 stabala. Na *Grafikon 2* se vidi da je broj stabala prema debljinskim stepenima relativno ujednačen, dok se nešto manji broj stabala nalazio u debljinskim stepenima 42,5, 57,5 i 62,5 cm.

4.3. METOD RADA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 3

Za potrebe istraživanja efekata rada pri seči i izradi, kao i transportu drvnih sortimenata pri korišćenju slučajnih prinosa nastalih kao posledica sušenja šuma, izdvojene su četiri ogledne površine. Sve ogledne površine nalaze se u odeljenju 166, odseku a, gde je tokom 2015. i 2016. godine došlo do intenzivnog sušenja stabala jele. Sušenja su ustanovljena kako na pojedinačnim stablima, tako i na grupama stabala.

Za ogledne površine odabrana je reprezentativna sastojina, gde je ustanovljena pojava sušenja stabala. Šema snimanja po oglednim površinama prikazana je na Šemi 2.



Šema 2: Šema snimanja u NP „Tara“

Na svakoj oglednoj površini crvenim sprejom su označeni brojevi stabala, a zatim su mereni njihovi prečnici na prsnoj visini. Ovi podaci upisivani su u poseban manual. Podaci o prečnicima i dužinama izrađenih sortimenata merenim prema standardima SRPS-a preuzeti su iz manuala koje su oformili šumarski tehničari zaduženi za ovaj posao.

Trajanje radnih operacija i tehnoloških elemenata je snimano po protočnoj metodi štopericom sa tačnošću do na sekundu i upisivano u manual.

Snimanje utroška goriva obavljeno je po metodu dolivanja goriva u rezervoar. Dolivanje goriva do punog rezervoara nakon izvršenog posla, kao i kontrola nivoa goriva obavljani su na ravnom terenu kako bi se izbegla greška pri merenju.



Slika 27: Snimanje trajanja radnih operacija



Slika 28: Dolivanje goriva u rezervoar testere

Na oglednim površinama 1 i 2 obavljena je čista seča, dok je na oglednim površinama 3 i 4 obavljena sanitarna seča stabala.

Merenje oštećenja izvršeno je na preostalim stablima na OP1 i OP4. Na OP1 je izvršena čista seča, dok na OP4 obavljena je sanitarna seča. Istraživanje je izvršeno u oktobru mesecu 2016. godine.

Seča i izrada drvnih sortimenata izvršena je motornom testerom. Privlačenje delova debala obavljeno je traktorom LKT 81 po zemlji do traktorske vlake i po vlaci do kamionskog puta gde se nalazilo privremeno stovarište.

Na oglednim površinama izvršeno je merenje svih oštećenja nastalih tokom seče stabala i I faze transporta drvnih sortimenata.

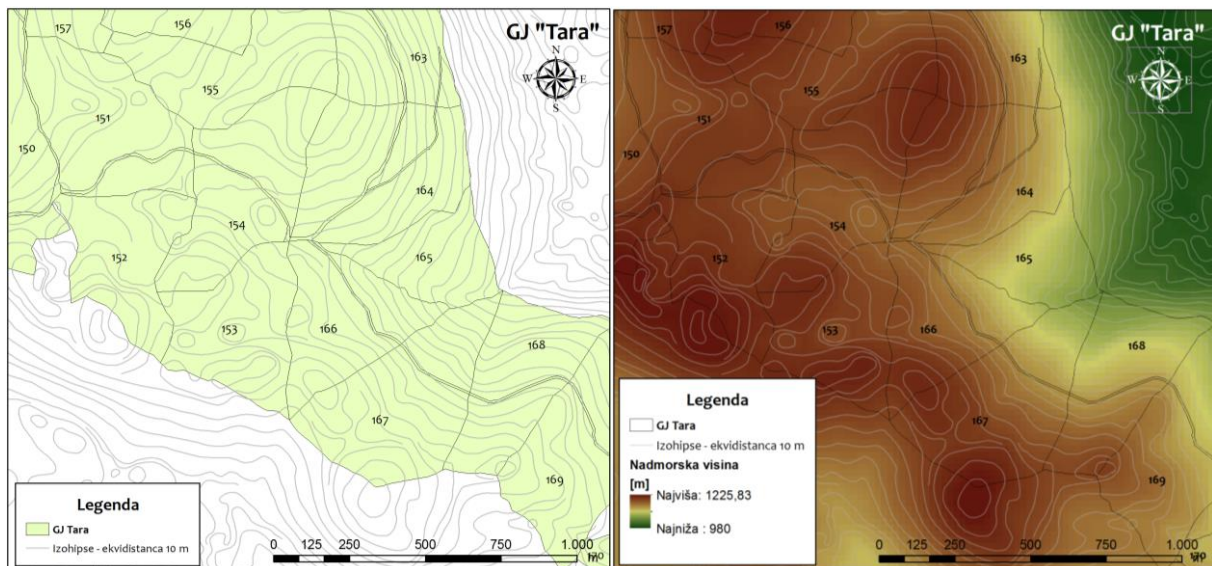
Oštećenja na dubećim stablima razvrstana su u dve grupe: oštećenja na žilištu i pridanku (guljenje kore i druge površinske rane), i oštećenja na krošnji (prelomi, guljenja i ozlede na granama).

Veličina ozlede (guljenja kore) određena je merenjem visine i širine ozlede. Merenje je vršeno ručnim metrom sa tačnošću do na centimetar.

Odeljenje 166, odsek a nalazi se na valovitom terenu i na vrlo strmom terenu (nagiba od 0 do 40%). Zahvata površinu od 15,43 ha. Nadmorska visina 1083 do 1207 m. Najvećim delom ekspozicija je severoistočna, a manji delovi odseka izloženi su ka istoku, jugu, jugozapadu i severu.

Geološka podloga je organogeni jedri krečnjak. Zemljište je rendzina, plitko (15-30 cm) sveže, skeletoidno (10-30% skeleta). Mrtvi pokrivač obilno zastupljen (tanak sloj) - povoljan proces humifikacije.

Srednje gusta prizemna vegetacija, najzastupljenije vrste su *Oxalis acetosella*. Tip šume smrče, jele i bukve (*Piceo - Abieti - Fagetum drymetosum*) na plitkom i skeletnom smeđem zemljištu na krečnjaku.

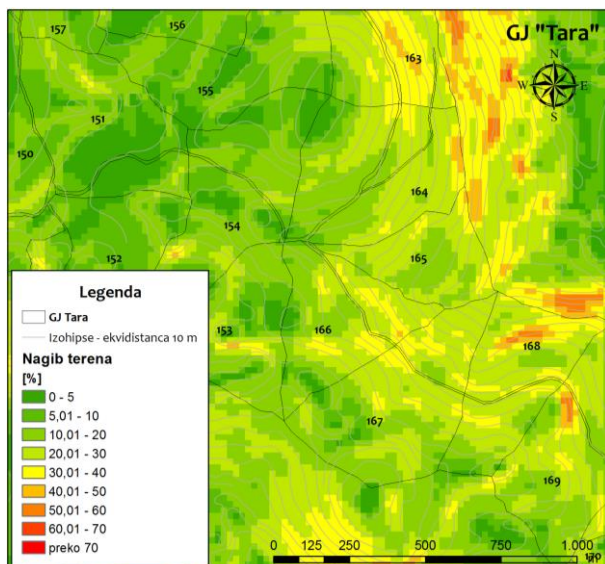


Karta 29: Topografska - slepa karta – odeljenje 166 i okolna odeljenja

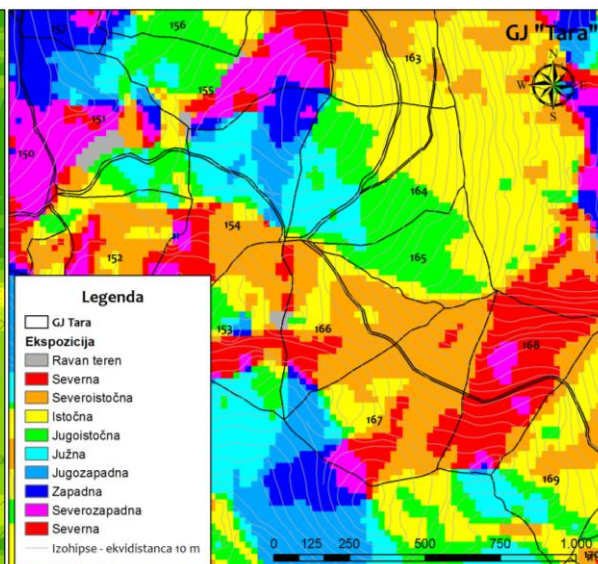
Karta 30: Nadmorske visine – odeljenje 166 i okolna odeljenja

Visoka prebirna šuma jele, bukve i smrče – prebirna sastojina sa nagomilanom zapreminom (veliko učešće srednje debelih stabala). Očuvana sastojina. Mešovita sastojina (smeša i grupimična i stablimična) potpunog sklopa (0,7). Stabla smrče su prava i sa srednjim padom prečnika (srednja punodrvnost), sa dugim krošnjama (dužine između 1/2 i 2/3 visine stabala) i preširokim krošnjama. Zdravstveno stanje stabala ove vrste drveća je dobro. Stabla jele su prava i sa malim padom prečnika (velika punodrvnost), sa srednje dugim krošnjama (dužine između 1/3 i 1/2 visine stabala) i normalno razvijenim krošnjama. Zdravstveno stanje stabala ove vrste drveća je dobro. Stabla bukve su prava i sa malim padom prečnika (velika punodrvnost), sa srednje dugim krošnjama (dužine između 1/3 i 1/2 visine stabala) i preširokim krošnjama, a zdravstveno stanje stabala ove vrste drveća je dobro. U celini zdravstveno stanje sastojine je dobro. Po kvalitetu visokovredna sastojina (ima iznad 60% tehničkog drveta). Dobro negovana sastojina.

Podmladak smrče (nalazi se na oko 1/3 do 2/3 površine odseka), je dobrog kvaliteta. Podmladak jele (nalazi se na oko 1/3 do 2/3 površine odseka) je dobrog kvaliteta. Podmladak bukve (nalazi se na oko 1/3 do 2/3 površine odseka) je dobrog kvaliteta. Uraštanje smrče u sastojinu je trajno (sa dovoljnim uraštanjem). Uraštanje jele u sastojinu je trajno (sa dovoljnim uraštanjem). Uraštanje bukve u sastojinu je trajno (sa dovoljnim uraštanjem).

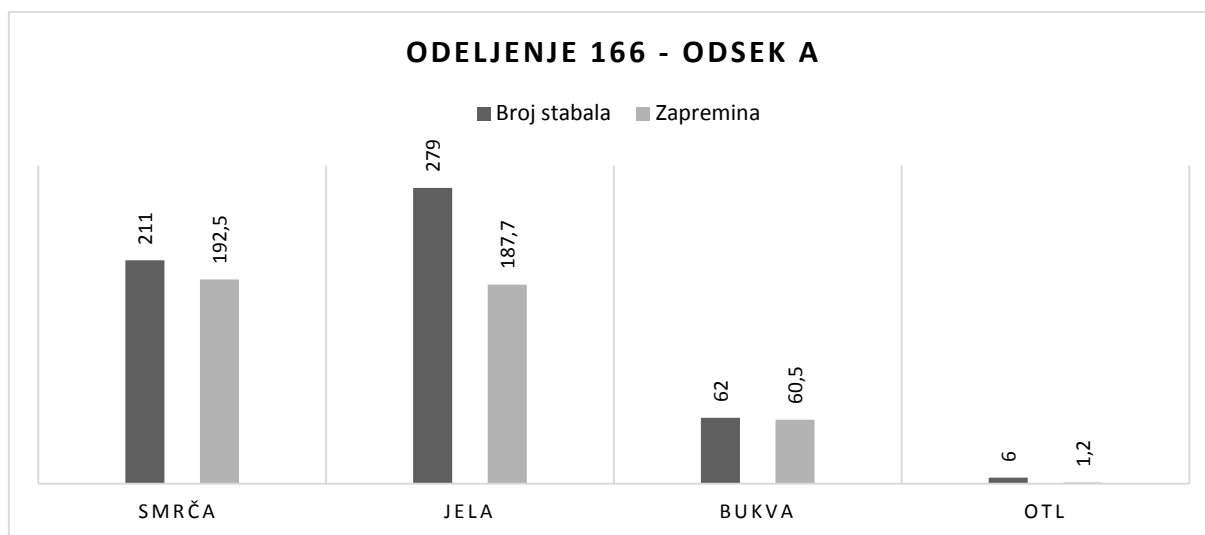


Karta 31: Nagibi terena – odeljenje 166 i okolna odeljenja



Karta 32: Ekspozicija terena – odeljenje 166 i okolna odeljenja

U odeljenju 166, odseku a, najzastupljenije vrste drveća su smrča, jela i bukva. Po broju stabala, najzastupljenija je jela (279 stabala/ha), zatim smrča (211 stabala/ha) i bukva (62 stabala/ha). Šest stabala pripada ostalim vrstama. Po zapremini, najzastupljenija je smrča (192,5 m³/ha), zatim jela (187,7 m³/ha) i bukva (60,5 m³/ha), dok ostale vrste čine svega 2,4 m³/ha. Ukupna zapremina u odseku je 6836 m³, odnosno 443 m³/ha. Tekući prirast je 139,2 m³ ili 9,0 m³/ha. Kao OTL javlja se brest. Tokom prethodnog perioda je došlo do sušenja borova u odeljenju.

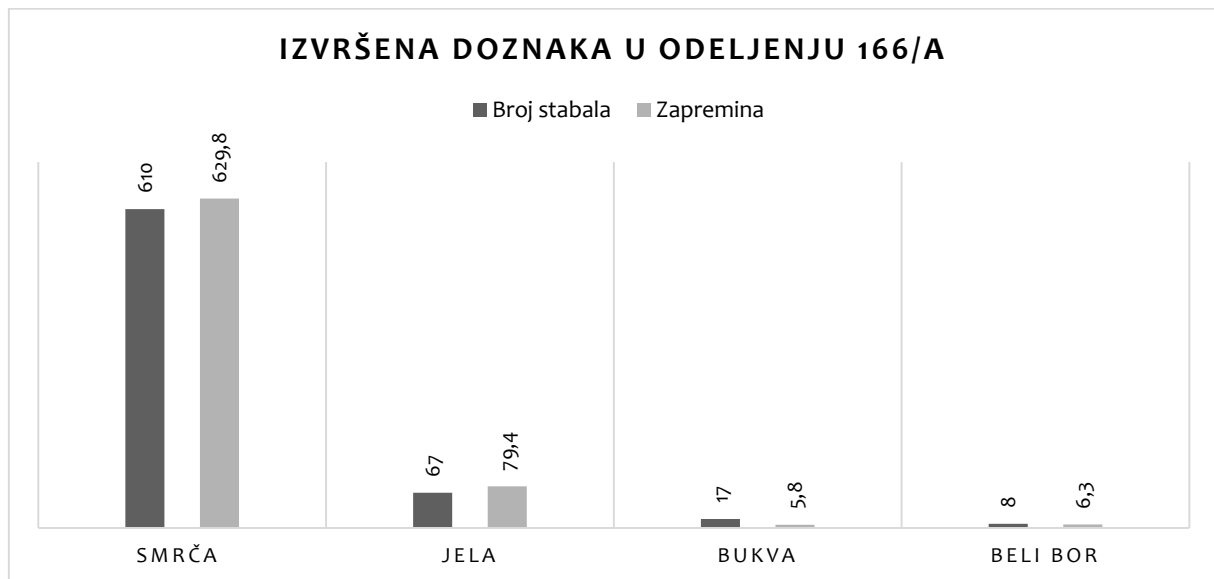


Grafikon 3: Zastupljenost vrsta po broju stabala i zapremini (po hektaru) u odeljenju 166/a

Odeljenje 166 pripada režimu III stepena zaštite i namenjeno je za redovno gazdovanje. Propisana je grupimično-prebirna seča.

Doznakom od juna 2016. godine predviđena je seča 702 stabla na celoj površini odseka a 166. odeljenja, odnosno 721,281 m³. Doznačeno je 67 stabala jele ukupne

zapremine 79,377 m³, 610 stabala smrče ukupne zapremine 629,809 m³, osam stabala belog bora zapremine 5,806 m³ i 17 stabala bukve, zapremine 5,806 m³.



Grafikon 4: Izvršena doznaka u odeljenju 166/a

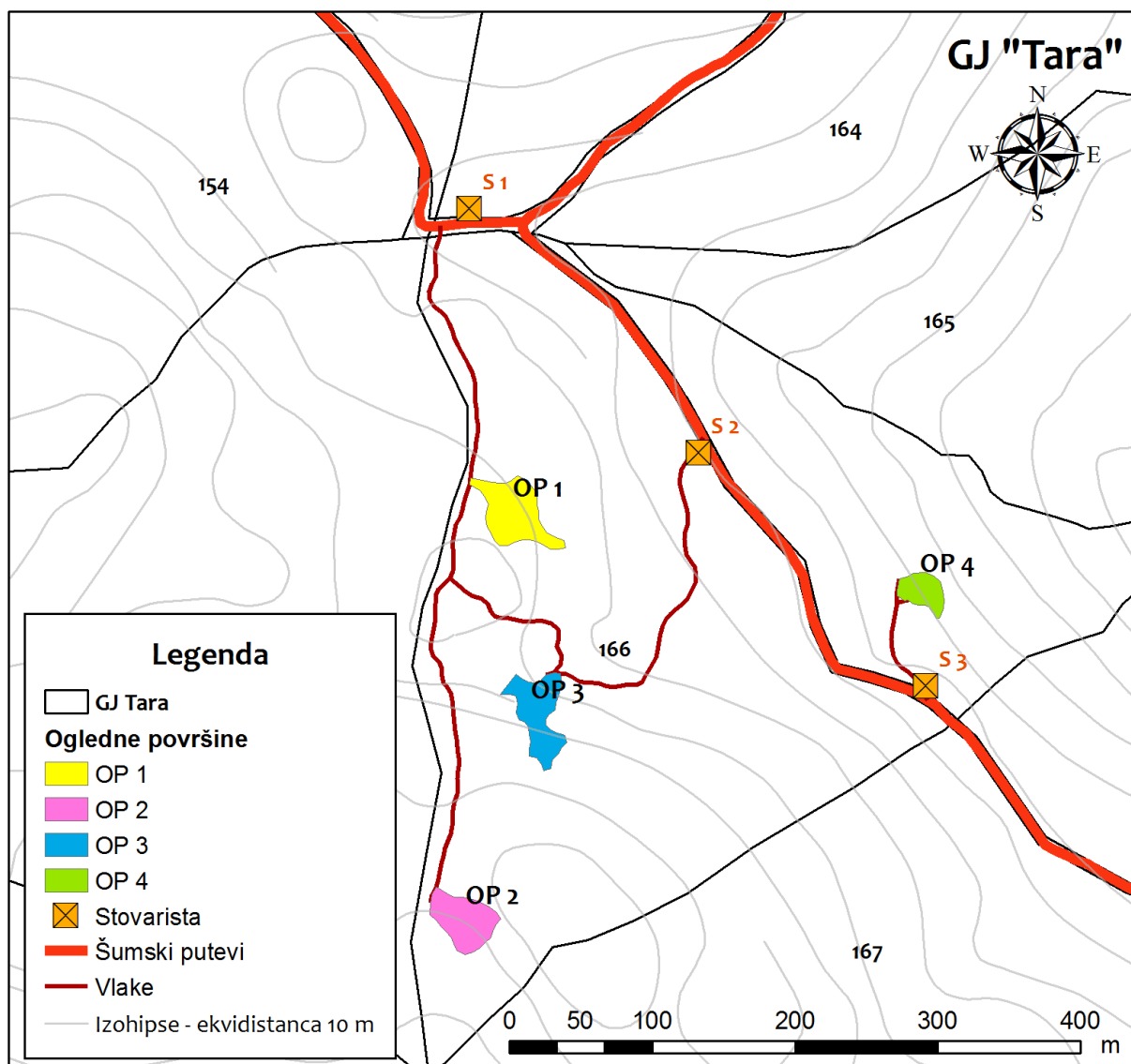
Od ukupno doznačene mase (721,28 m³) predviđeno je da ostatak čini 20%, odnosno 144,16 m³. Od preostale mase (577,02 m³), predviđen je odnos tehničkog i prostornog drveta 90/10 za četinare, odnosno 38/62 za lišćare. Prema tom odnosu, predviđeno je da se dobije 516,9 m³ tehničkog drveta i 60,12 m³ prostornog drveta.



Slika 29: Privremeno stovarište 1



Slika 30: Privremeno stovarište 2

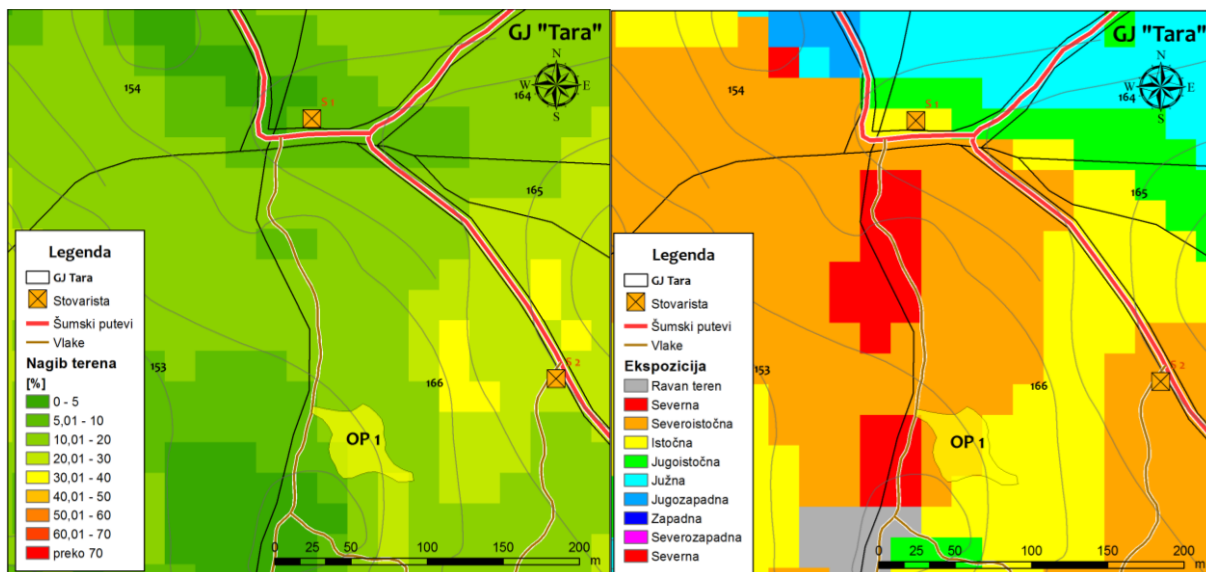


Karta 33: Prostorni raspored oglednih površina

4.3.1. Ogledna površina 1

Ogledna površina 1 nalazi se neposredno uz granicu sa odeljenjem 153. Površina OP 1 iznosi 17,40 ar, nalazi se na severoistočnoj do istočnoj ekspoziciji, na nadmorskoj visini između 1.176 i 1.184 m, na vrlo blagom terenu nagiba od 9 do 22%.

Prva faza transporta na svim oglednim površinama vršena je zglobnim šumskim traktorom LKT 81T. Srednja transportna distanca privlačenja po zemlji (od mesta seče do traktorskog puta) iznosila je 40 m, a distanca vuče po traktorskom putu, od ogledne površine do stovarišta 1 iznosila je 205 m. Nagib traktorskog puta je od 0 do 13%, a uzdužni pad je u smeru transporta drvnih sortimenata.



Karta 34: OP 1 - nagib terena

Karta 35: OP 1 - ekspozicija

Transport drvnih sortimenata obavljao se do stovarišta 1, koje se nalazi na zaravni, na mestu uključenja traktorskog puta na šumski put i raskrsnici šumskih puteva.

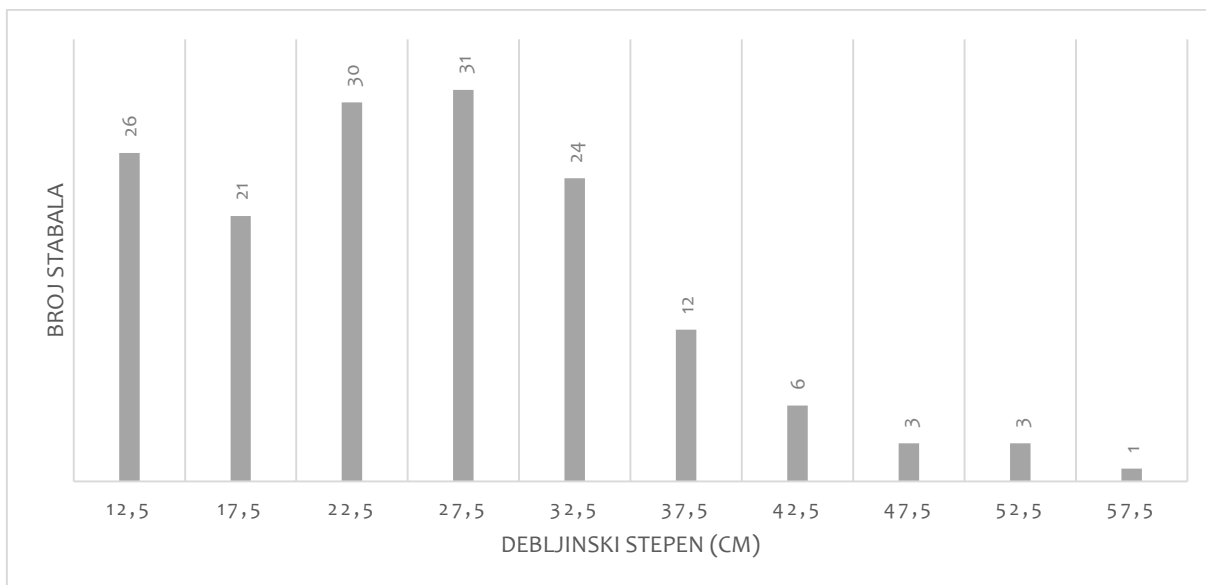


Slika 31: Izgled šume pre seče na OP 1

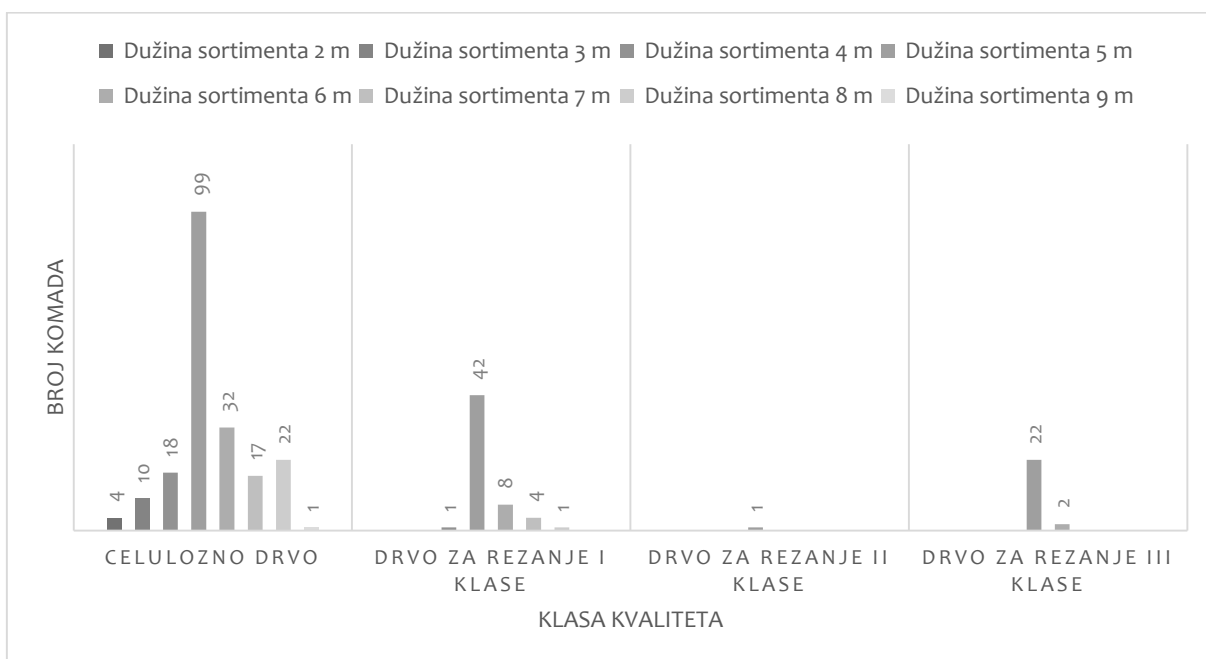


Slika 32: Izgled šume nakon seče na OP 1

Na oglednoj površini 1 označeno je 157 stabala (Grafikon 5), poštujući princip čiste seče. Označena stabla su pripadala debljinskim stopenima od 12,5 do 57,5 cm. Najveći broj stabala nalazi se u debljinskim stopenima od 22,5 do 32,5 cm.

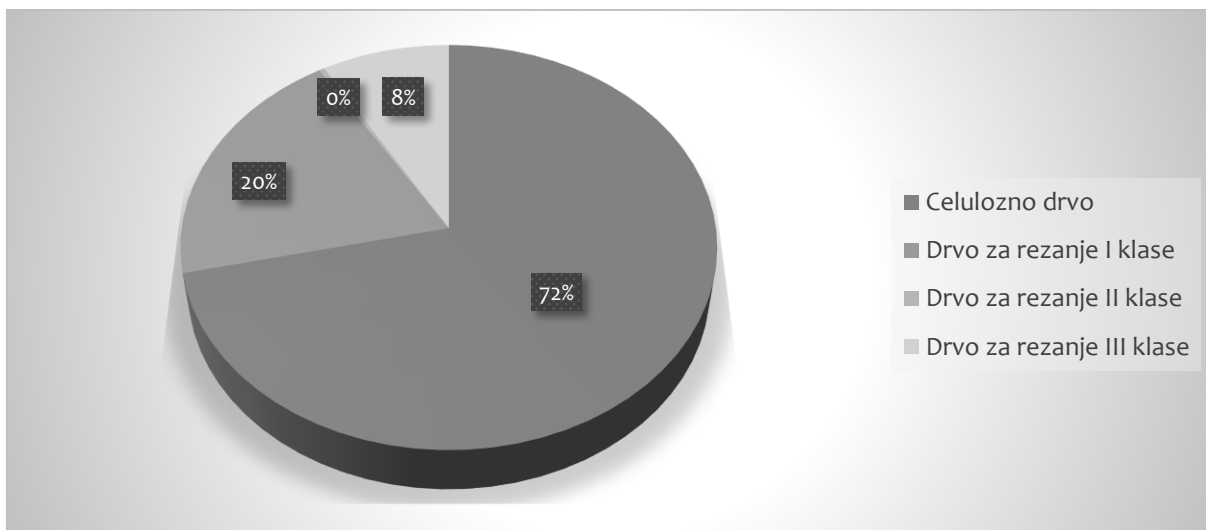


Grafikon 5: Obeležena stabla za seču na OP1 prema debljinskim stepenima



Grafikon 6: Broj komada oblovine prema klasama kvaliteta i dužini sortimenata na OP1

Na Grafikon 6 prikazan je broj komada oblovine prema klasama kvaliteta i dužini sortimenata na OP1. Na grafikonu se može uočiti da je najveći broj trupaca prema svom kvalitetu procenjen kao drvo koje je namenjeno za izradu celuloze (čak 72% ukupnog broja izrađenih trupaca) (Grafikon 7), dok je najmanji broj trupaca namenjenih za rezanje II klase. Drvo za rezanje I klase čini oko 20% ukupnog broja, dok je drvo za rezanje III klase oko 8%.

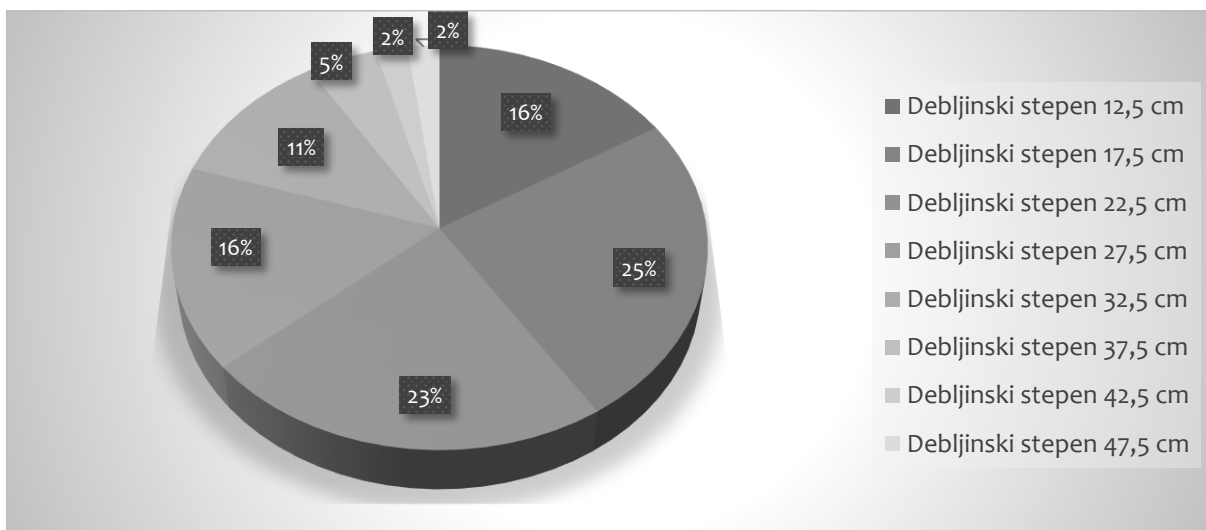


Grafikon 7: Učešće pojedinih klasa kvaliteta u ukupnom broju oblovine na OP1

Najveći broj trupaca bez obzira na kvalitet je dužine 5 m (oko 57%) i 6 m (14%). Najmanji broj trupaca imali su dužinu 2 m i 9 m.

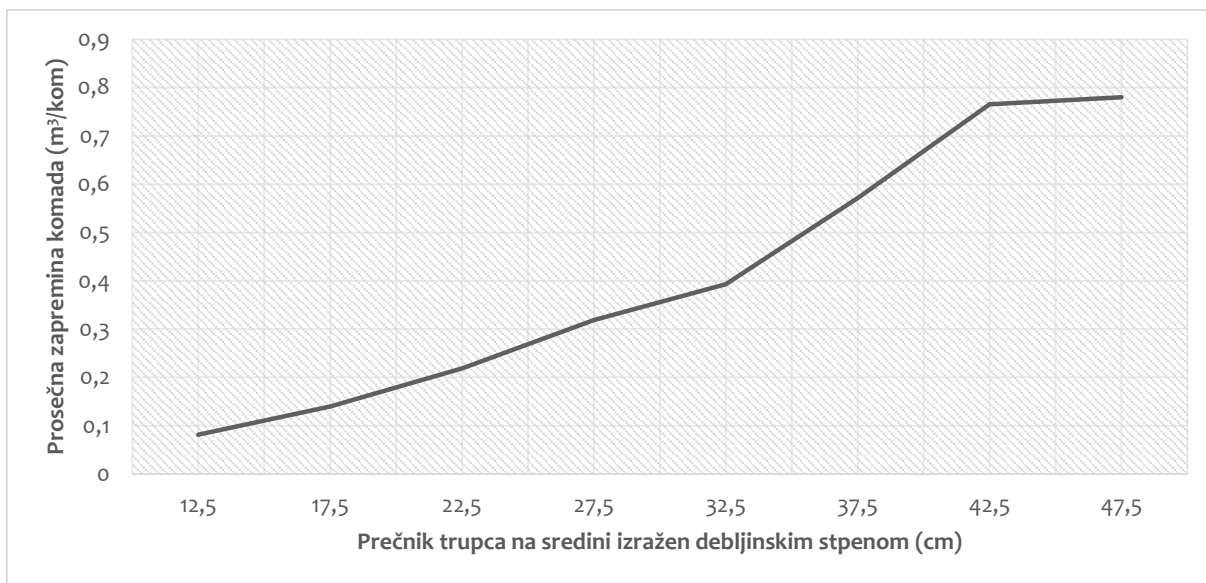
Analizirajući podatke o dužinama i klasi kvaliteta, najveći broj trupaca je bio procenjen kao trupac za izradu celuloze dužine 5 m.

Najveći broj trupaca je imao prečnik na sredini koji pripada debljinskim stepenima 17,5 i 22,5 cm (Grafikon 8).



Grafikon 8: Učešće trupaca prema prečniku na sredini izraženo kroz debljinski stepen u ukupnom broju izrađene oblovine na OP1

Prosečna zapremina komada na OP1 iznosila je 0,25 m³. Prosečna zapremina komada razvrstana prema prečniku na sredini trupca nezavisno od dužine trupca prikazana je na Grafikon 9.



Grafikon 9: Prosečna zapremina komada u odnosu na prosečni prečnik na sredini trupca na OP1

4.3.2. Ogljedna površina 2

Ogljedna površina 2 takođe se nalazi neposredno uz granicu sa 153. i 167. odjeljenjem. Površina OP 2 iznosi 13,42 ara, nalazi se na jugozapadnoj do južnoj ekspoziciji, na nadmorskoj visini između 1.197 i 1.204 m, na vrlo blagom terenu nagiba od 6 do 20%.

Srednja transportna distanca privlačenja po zemlji (od mesta seče do traktorske vlake) iznosila je 29 m, a distanca privlačenja po traktorskom putu, od ogledne površine do stovarišta 1 iznosila je 508 m. Nagib traktorskog puta je od 0 do 23%, a uzdužni pad je najvećim delom u smeru transporta drvnih sortimenata. Privlačenje drvnih sortimenata vršeno je do stovarišta 1.

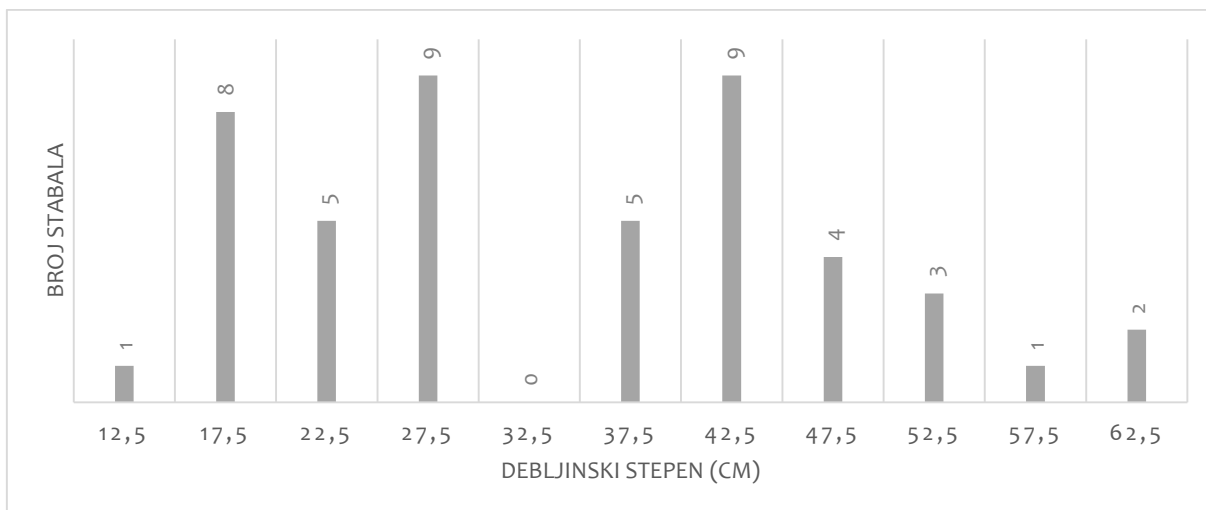
Na oglednoj površini 2 označeno je 47 stabala (Grafikon 10), poštujući princip čiste seče. Označena stabla su pripadala debljinskim stepenima od 12,5 do 62,5 cm. Najveći broj stabala nalazio se u debljinskim stepenima od 27,5 i 42,5 cm.



Slika 33: Ogljedna površina 2 u GJ „Tara“



Slika 34: Transport sortimenata traktorom LKT 81T

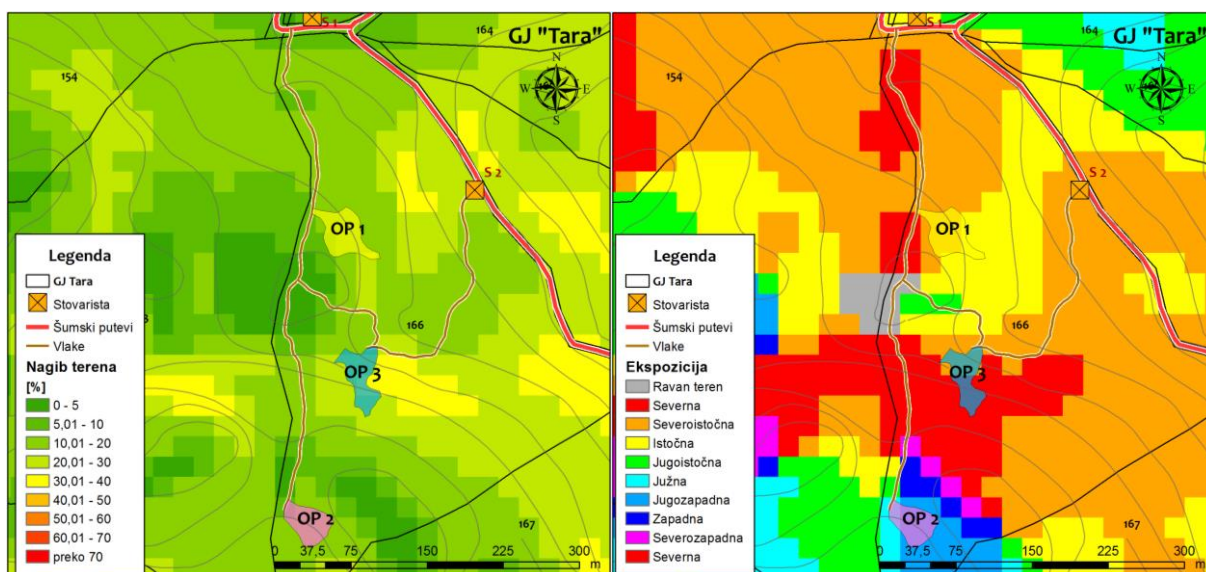


Grafikon 10: Označena stabla za seču na OP2 prema debljinskim stepenima

4.3.3. Ogljedna površina 3

Ogljedna površina 3 nalazi se u centralnom delu 166. odeljenja i zauzima površinu od 13,49 ari. OP 3 nalazi se na severnoj do severoistočnoj ekspoziciji, na nadmorskoj visini od 1.176 do 1.196 m, na blagom terenu nagiba od 18 do 32%.

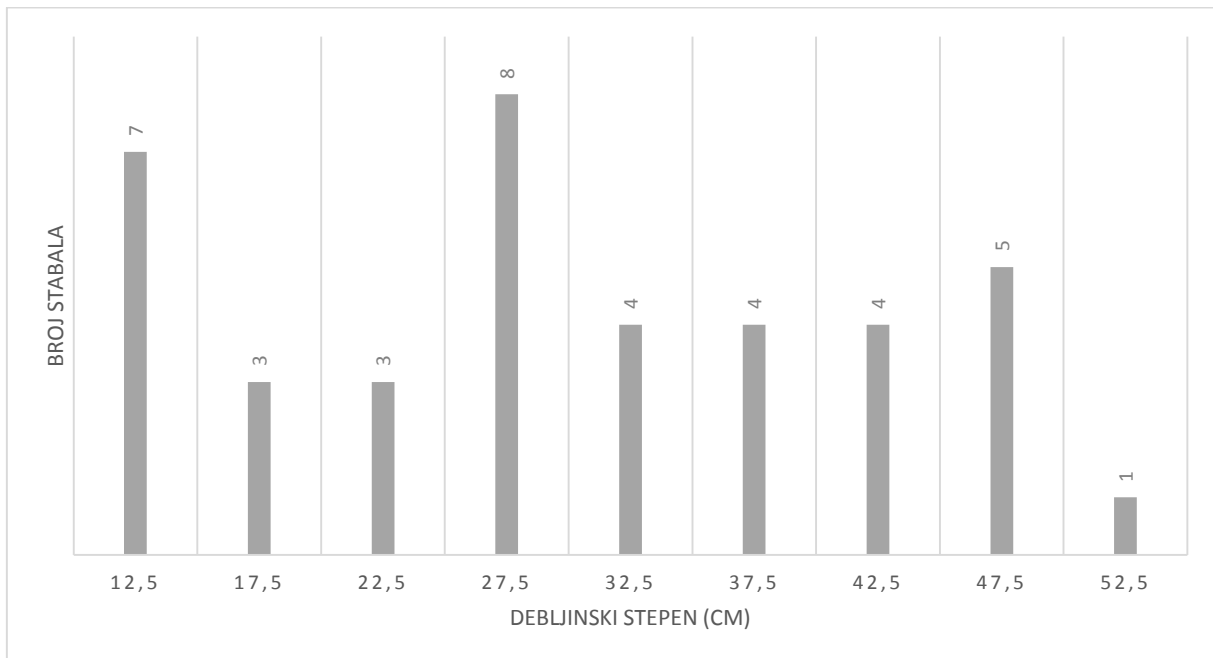
Srednja transportna distanca privčenja po zemlji (od mesta seče do traktorske vlake) iznosila je 38 m. Privlačenje je izvršeno dvema vlakama do stovarišta 1 i 2. Srednja transportna distanca do stovarišta 1 (S1) iznosila je 441 m, a nagib vlake kretao se od 0 do 19%, s tim da se transport po vlaci na prvih 128 m odvijao uzbrdo, a dalje nizbrdo sve do stovarišta. Srednja transportna distanca do 2. stovarišta (S2) iznosila je 255 m, a uzdužni nagib vlake kretao se od 3 do 30%. Na celoj dužini vlake, transport se odvijao nizbrdo.



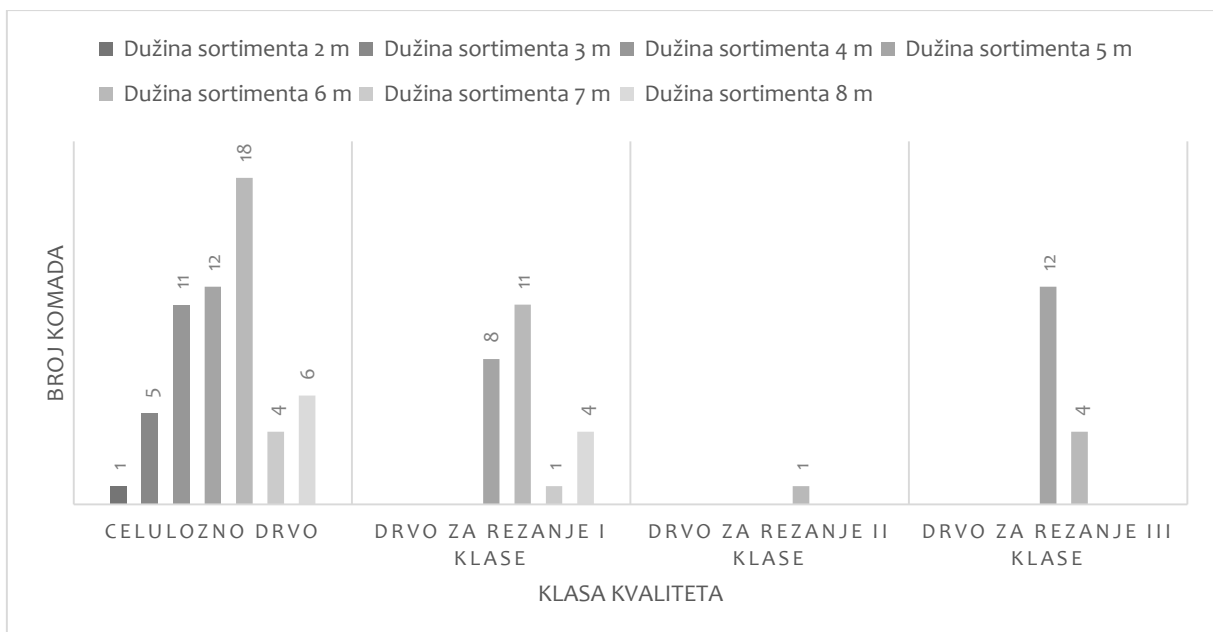
Karta 36: OP 2 i OP 3 - nagib terena

Karta 37: OP 2 i OP 3 - ekspozicija

Na ogednoj površini 3 označeno je 39 stabala (Grafikon 11), ali je za razliku od prethodne dve površine na ovoj površini izvršena sanitarna seča na pojedinačnim stablima koja je zahvatio proces sušenja u različitim fazama. Označena stabla su pripadala debljinskim stepenima od 12,5 do 52,5 cm. Broj stabala po debljinskim stepenima je relativno ujednačen.



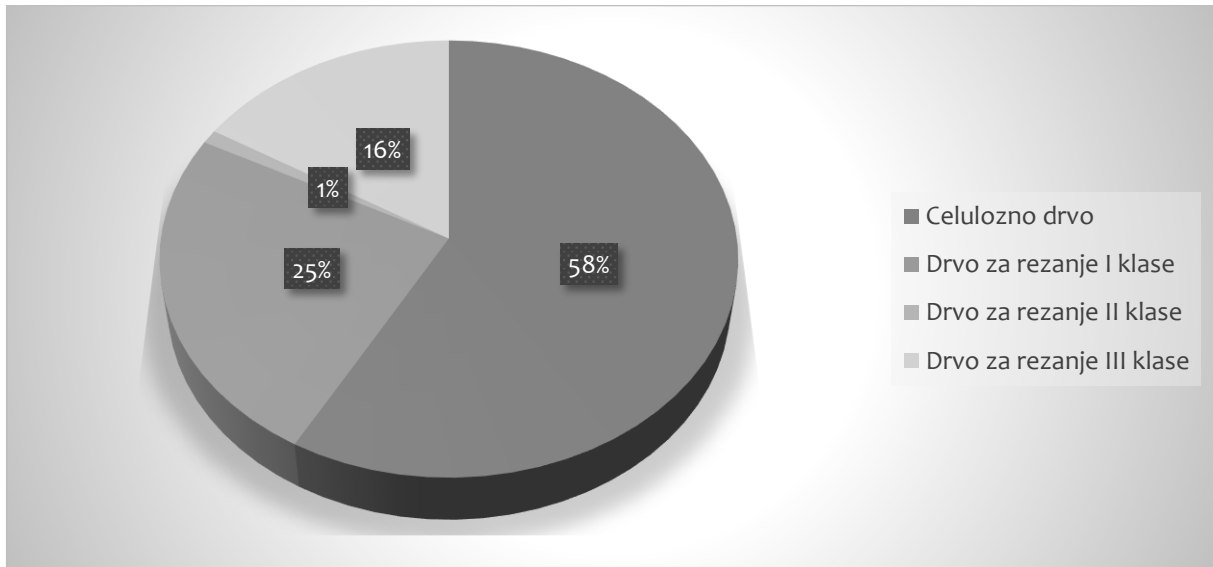
Grafikon 11: Označena stabla za seču na OP3 prema debljinskim stepenima



Grafikon 12: Broj komada oblovine prema klasama kvaliteta i dužini sortimenata na OP3

Na Grafikon 12 prikazan je broj komada oblovine prema klasama kvaliteta i dužini sortimenata na OP3. Na grafikonu se može uočiti da kao i na OP1 najveći broj trupaca

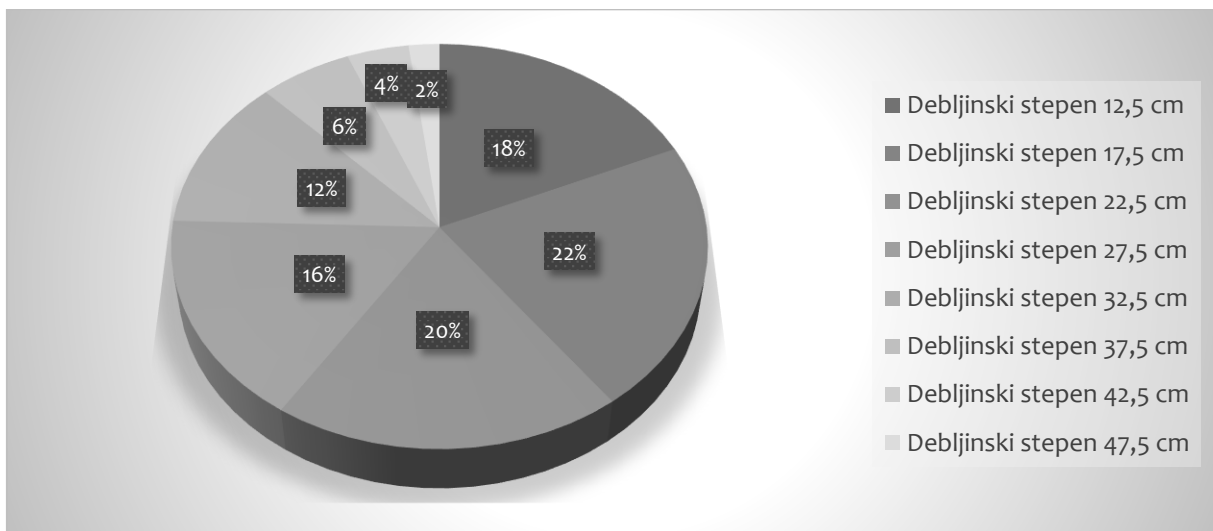
prema svom kvalitetu procenjen kao drvo koje je namenjeno za izradu celuloze (58% ukupnog broja izrađenih trupaca) (Grafikon 13), dok je najmanji broj trupaca namenjenih za rezanje II klase (kao i na OP1). Drvo za rezanje I klase čini oko 24% ukupnog broja, dok je drvo za rezanje III klase veće nego na OP1 i iznosi oko 16%.



Grafikon 13: Učešće pojedinih klasa kvaliteta u ukupnom broju oblovine na OP3

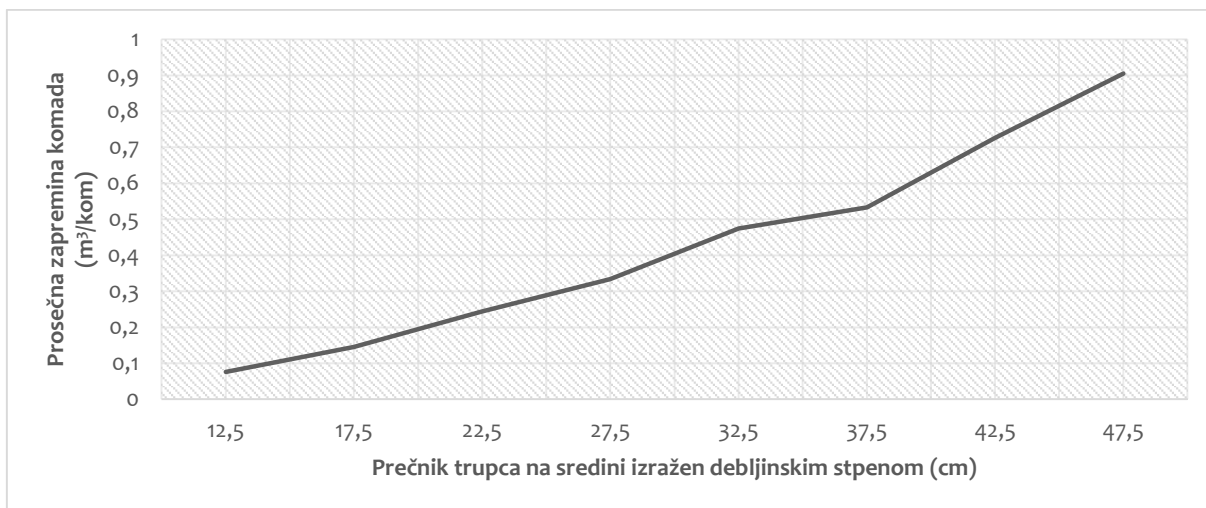
Najveći broj trupaca bez obzira na kvalitet je dužine 6 m (oko 35%) i 5 m (33%). Najmanji broj trupaca imao je dužinu 2 m, 3 m i 7 m.

Analizirajući podatke o dužinama i klasi kvaliteta, najveći broj trupaca je bio procenjen kao trupac za izradu celuloze dužine 6 m.



Grafikon 14: Učešće trupaca prema prečniku na sredini izraženo kroz debljinski stepen u ukupnom broju izrađene oblovine na OP3

Najveći broj trupaca je imao prečnik na sredini koji pripada debljinskim stepenima od 12,5 do 22,5 cm (čak 60%) (Grafikon 14).



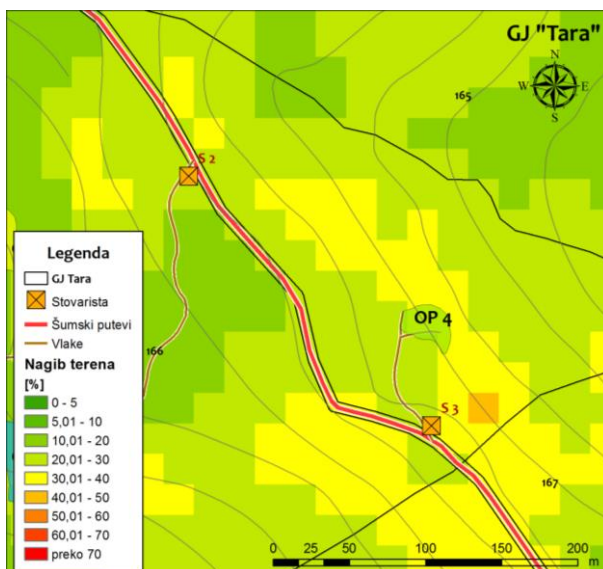
Grafikon 15: Prosečna zapremina komada u odnosu na prosečni prečnik na sredini trupca na OP3

Prosečna zapremina komada na OP3 iznosila je 0,29 m³/kom. Prosečna zapremina komada razvrstana prema prečniku na sredini trupca nezavisno od dužine trupca prikazana je na Grafikon 15.

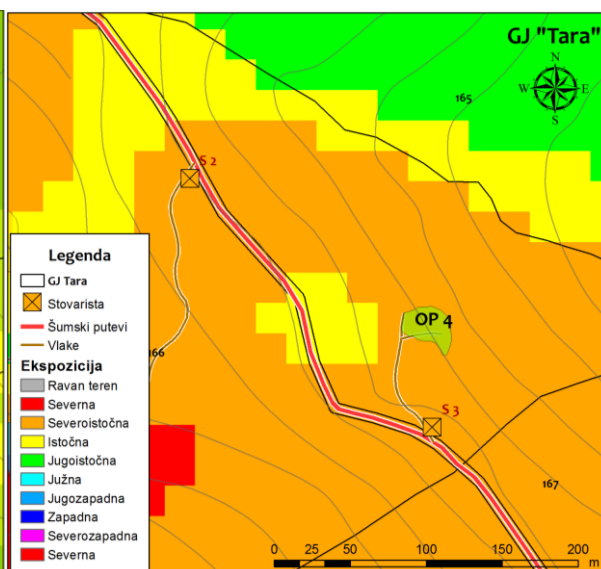
4.3.4. Ogljedna površina 4

Ogljedna površina 4 nalazi se u istočnom delu 166. odeljenja i zauzima površinu od 6,70 ari. OP 4 nalazi se na severoistočnoj ekspoziciji, na nadmorskoj visini od 1.125 do 1.135 m, na blagom terenu nagiba od 26 do 33%.

Srednja transportna distanca privlačenja po zemlji (od mesta seče do traktorske vlake) iznosila je svega 10 m. Vuča je vršena od vlake do stovarišta 3. Srednja transportna distanca do stovarišta 3 (S3) iznosila je 94 m, a nagib vlake kretao se od 15 do 27%. Čitavom dužinom vlake, transport se obavljao uzbrdo.



Karta 38: OP 4 - nagib terena



Karta 39: OP 4 - ekspozicija

4.3.5. Tehničke specifikacije korišćene mehanizacije i opreme

Na poslovima seče i izrade i transporta drvnih sortimenata, korišćena su sledeća sredstva:

Tabela 14: Tehničke karakteristike motorne testere Husqvarna 365

Husqvarna 365		
	Radna zapremina cilindra	65.1 cm ³
	Izlazna snaga	3.4 kW
	Preporučena dužina vodilice, min-max Longest	70 cm
	Masa testere bez rezne opreme	6 kg
Motor	Izlazna snaga	3.4 kW
	Radna zapremina cilindra	65.1 cm ³
	Broj obrtaja pri maksimalnoj snazi	9300 rpm
	Broj obrtaja pri praznom hodu	2700 rpm
	Obrtni momenat, max.	3.9 Nm
	Zapremina rezervoara goriva	0.77 l
	Potrošnja goriva	490 g/kWh
	Svećica	Champion RCJ7Y, NGK BPMR7A
	Zazor svećice	0.5 mm
	Vrsta pumpe za ulje	Automatski
Oprema	Bar length (inch)	18"
	Preporučena dužina vodilice, min-max Shortest	38 cm
	Preporučena dužina vodilice, min-max Longest	70 cm
	Korak lanca	3/8"
	Širina kanala vodilice	0.058 in
	Brzina lanca pri maksimalnoj snazi	20.7 m/s
	Brzina lanca na 133% maksimalne brzine motora	27.5 m/s
	Sprocket type	Rim 7
Maziva	Zapremina rezervoara ulja	0.42 L
	Vrsta pumpe za ulje	Automatski
	Kapacitet uljne pumpe Max	21 ml/min
	Kapacitet uljne pumpe Min	4 ml/min
Zvuk i buka	Nivo zvuka, L _{WA}	114 dB(A)
	Nivo zvuka, mereno	111 dB(A)
	Jačina zvuka u uvu operatera	102.5 dB(A)
Vibracije	Ekvivalentni nivo vibracija (ahv , eq) prednja / zadnja ručka	3.6 m/s ²



Tabela 15: Tehničke karakteristike traktora LKT 81 T

Traktor LKT 81 T	
Dimenzije	Dužina: 5700 mm
	Širina: 2230 mm
	Visina: 2780 mm
Motor	4-taktni turbo-dizel
	Snaga motora 72 kW pri 2200 o/min
Zapremina rezervoara za gorivo	70 L
Menjač	Mehanički, sinhronizovani
	Brzine: 5 napred, 1 unazad
Maksimalna brzina	25 km/h
Vitlo	2N o8o H
	Dvobubanjno vitlo, sa slobodnim oslobađanjem užeta pokretano hidromotorom DANFOS OMVS 315
	Brzina vitlanja: 1,0 m/s
	Upravljanje: elektrohidraulično
	Vučna sila vitla: 80 kN
	Debljina i dužina užeta: 14 mm/60 m
Upravljanje	Potpuno hidraulično servo-upravljanje
Osovine	Pogonske osovine, nekretajuće, sa mokrim kočnicama i zatvaračem diferencijala
Hidraulički sistem	Radni pritisak: 16 MPa
	Upravljačka hidraulika: pritisak 12 MPa
	Zapremina rezervoara za hidrauličnu tečnost: 150 L
Elektrika	Napon: 24 V
	Alternator: 35A/28V
	Baterije: 12V/125h
Gume	16,9 X 30 – 12 PR STEEL BELT
Specifični pritisak na tlo	Prednje gume: 0,6 MPa
	Zadnje gume: 0,52 MPa
Ukupna masa	7145 kg (raspodela: 65% prednja)

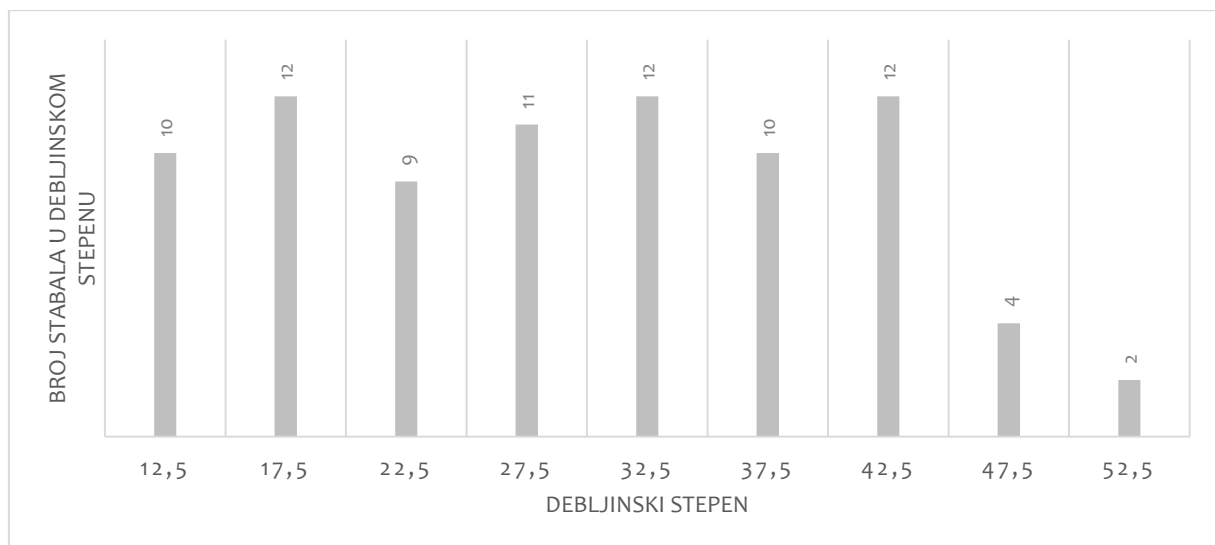


5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5.1. REZULTATI ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 1

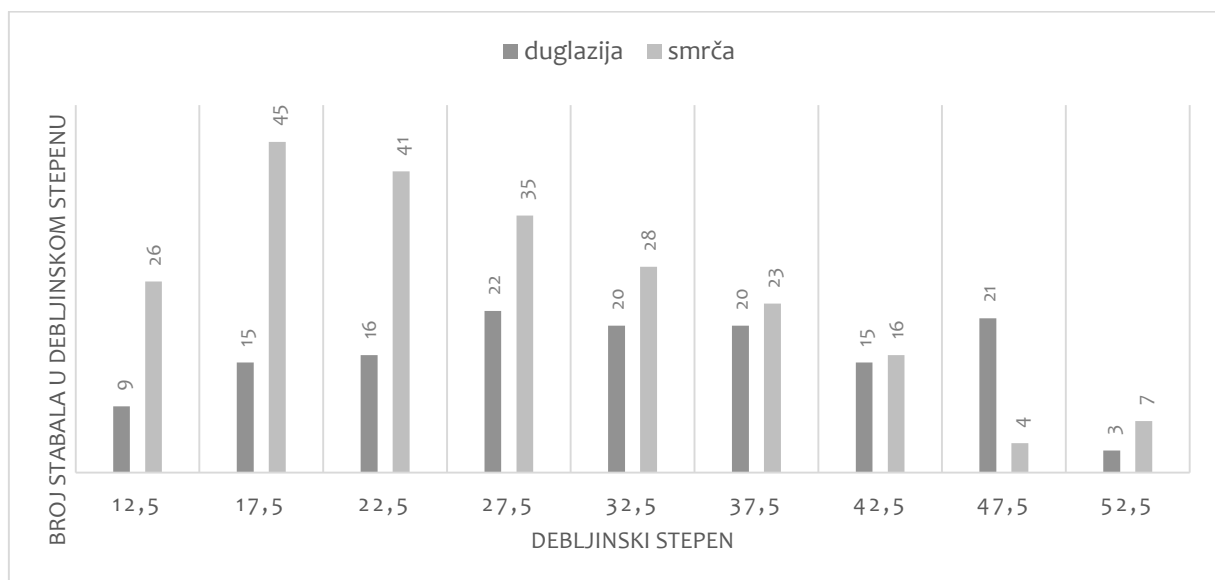
Snimanje rada na seči stabala i izradi drvnih sortimenata je jedan od načina da se dođe do relevantnih podataka na bazi kojih bi se izvršila ocena efikasnosti primenjene organizacione forme rada.

Na ogleđnoj površini 1 (OP 1) označeno je i posečeno 82 stabla. Distribucija stabala po debljinskim stepenima prikazana je na Grafikon 16.



Grafikon 16: Distribucija stabala po debljinskim stepenima na ogleđnoj površini 1

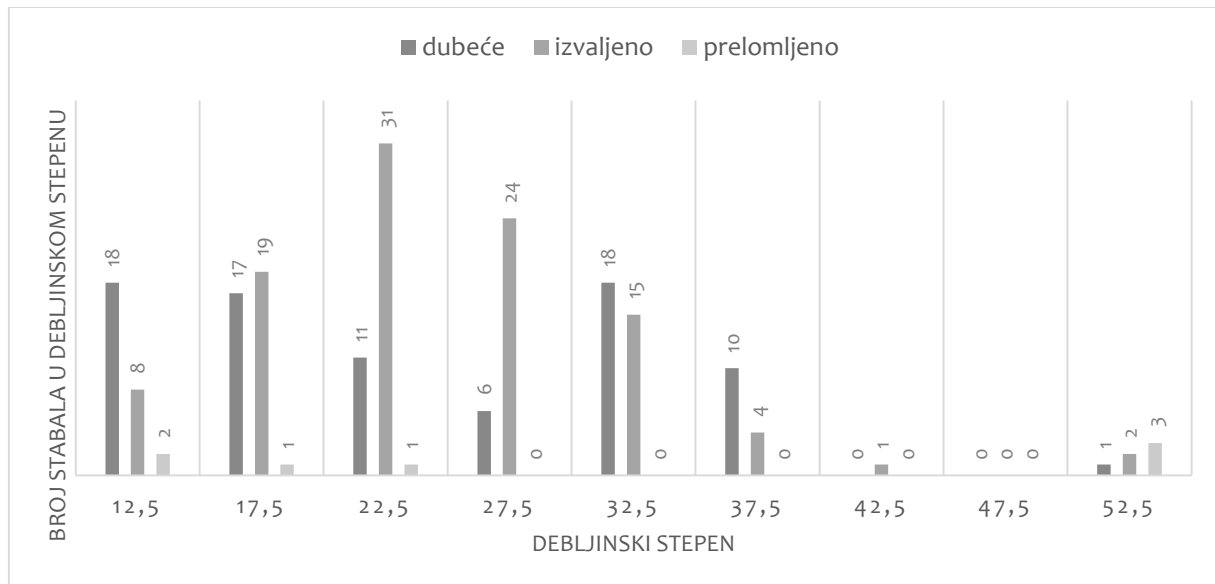
Na ogleđnoj površini 2 (OP 2) označeno je i posečeno 366 stabala. Distribucija stabala po debljinskim stepenima prikazana je na Grafikon 17.



Grafikon 17: Distribucija stabala po vrsti drveta i debljinskim stepenima na ogleđnoj površini 2

Na oglednoj površini 3 označeno je i posečeno 191 stablo. Od ukupnog broja označenih stabala, 81 stablo je bilo u dubećem položaju, 103 stabla su bila izvaljena, dok su 4 stabla bila u dubećem položaju, ali prelomljena u nekom delu.

Distribucija stabala po debljinskim stepenima i stanju stabla (dubeće, izvaljeno, prelomljeno) prikazana je na Grafikon 18.



Grafikon 18: Distribucija stabala po vrsti drveta i debljinskim stepenima na oglednoj površini 3

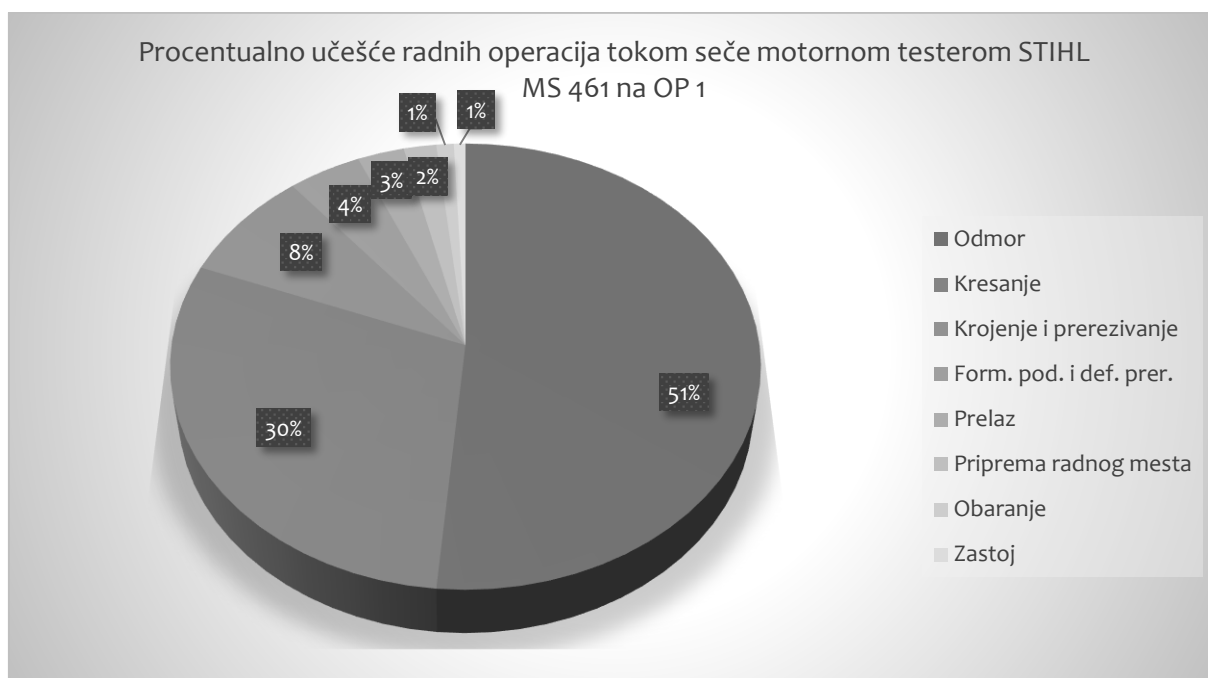
5.1.1. Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 1

Na oglednoj površini 1 posečena su 82 stabla, gde je ukupna zapremina bila 56,62 m³ (40,49 m³ trupaca i 16,13 m³ celuloznog drveta).

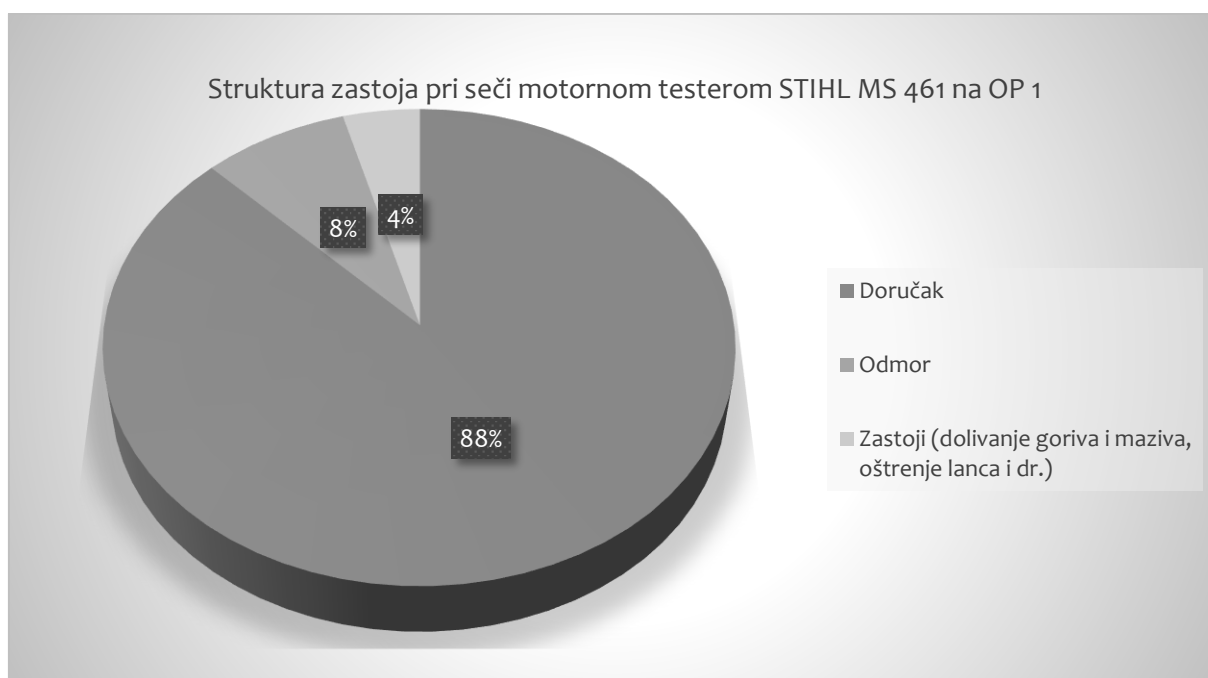
Izrađeno je ukupno 227 sortimenata. Prosečna zapremina komada iznosila je 0,25 m³/kom.

Seča i izrada drvnih sortimenata obavljani su potpuno novom motornom testerom STIHL MS 461.

Prosečno trajanje vremena seče i izrade drvnih sortimenata iznosi 20,89 min/stablu, dok je to vreme po zapremini 30,25 min/m³.

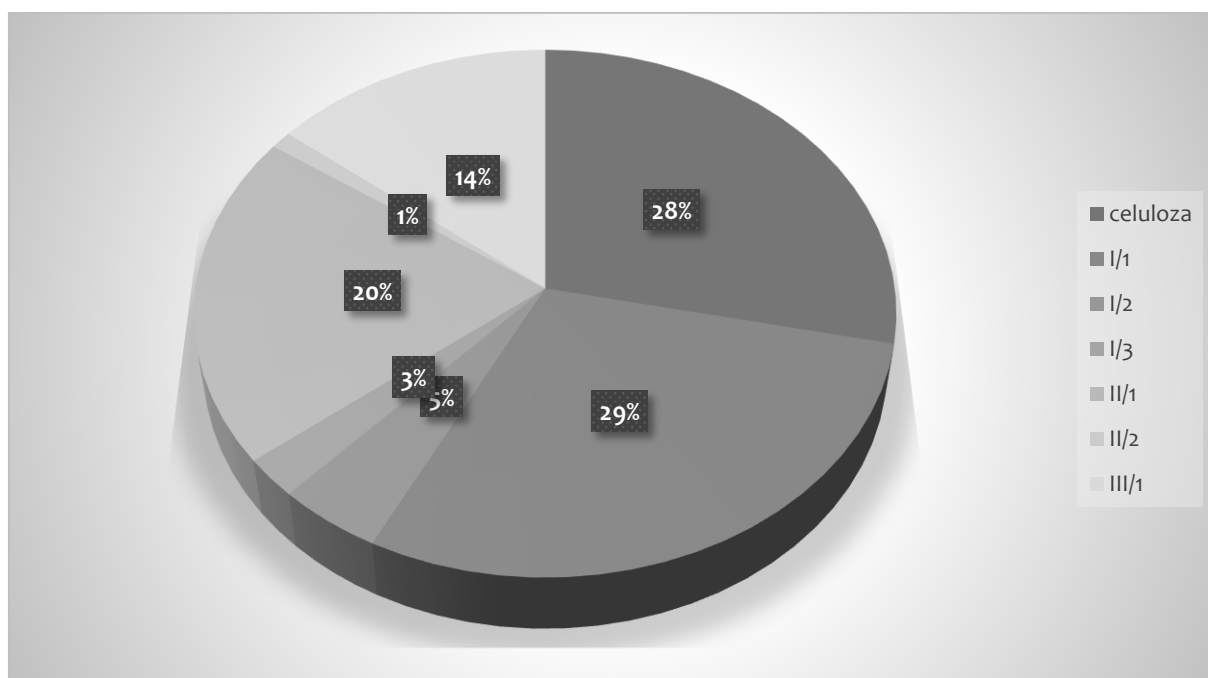


Grafikon 19: Procentualno učešće radnih operacija tokom seče motornom testerom STIHL MS 461 na OP 1



Grafikon 20: Struktura zastoja pri seči motornom testerom STIHL MS 461 na OP 1

Na grafikonu 21 je prikazano učešće pojedinih klasa kvaliteta u ukupnoj zapremini izrađenih sortimenata. Sortimentne klase su razvrstane i po prečniku trupca na sredini. Sortimentna struktura je preuzeta od revirnog inženjera iz ŠU „Ražanj“.



Grafikon 21: Procentualno učešće pojedinih klasa kvaliteta na oglednoj površini 1

Na oglednoj površini 1 obeležena su i posečena 82 stabla, raspoređenih u 8 debljinskih stepeni (Tabela 16). Srednji prečnik stabla na oglednoj površini 1 je 31,5 cm.

Tabela 16: Raspodela stabala po debljinskim stepenima i neto zapremina izrađenih sortimenata na oglednoj površini 1

Debljinski stepen (cm)	Broj stabala po debljinskom stepenu	Ukupna zapremina prostornog drveta (m ³)	Ukupna zapremina tehnickog drveta (m ³)	Suma zapremine (m ³)
12,5	10	1	0	1
17,5	11	1,84	0	1,84
22,5	11	3,03	0,68	3,71
27,5	12	3,35	3,19	6,54
32,5	12	2,64	7,28	9,92
37,5	11	1,84	12,11	13,95
42,5	11	2,19	13,35	15,54
47,5	4	0,68	5,3	5,98

Raspodela vremena zajedničkih radnih operacija po debljinskim stepenima prikazana je u Tabela 17.

Tabela 17: Raspodela sumarnih vremena zajedničkih radnih operacija po debljinskim stepenima

Debljinski stepen (cm)	Priprema radnog mesta (min)	Formiranje podseka i definitivni prerez (min)	Kresanje grana (min)	Uspostava šumskog reda (min)
12,5	1,03	1,90	6,97	3,63
17,5	1,20	3,45	12,57	9,08
22,5	2,12	4,67	21,43	11,73
27,5	5,05	9,45	29,72	24,58
32,5	7,23	14,83	48,97	62,97
37,5	3,83	13,98	60,10	42,97
42,5	10,08	19,02	78,30	51,02
47,5	3,23	4,92	34,00	41,50

U vremena koja su se odnosila na izradu tehničkog oblog drveta uvrštene su radne operacije krojenja i prerezivanje tehničkog oblog drveta, a njihova raspodela po debljinskim stepenima prikazana je u Tabela 18.

Tabela 18: Raspodela vremena radnih operacija koje se odnose na izradu tehničkog oblog drveta po debljinskim stepenima

Debljinski stepen (cm)	Zapremina tehničkog oblog drveta (m ³)	Vreme krojenja i prerezivanja tehničkog oblog drveta (min)
12,5	0	0,00
17,5	0	0,00
22,5	0,68	0,90
27,5	3,19	3,30
32,5	7,28	8,55
37,5	12,11	24,32
42,5	13,35	14,78
47,5	5,3	8,35

Radne operacije koje su se odnosile samo na izradu prostornog drveta prikazane su u Tabela 19.

Tabela 19: Raspodela vremena radnih operacija koje se odnose na izradu prostornog drveta po debljinskim stepenima

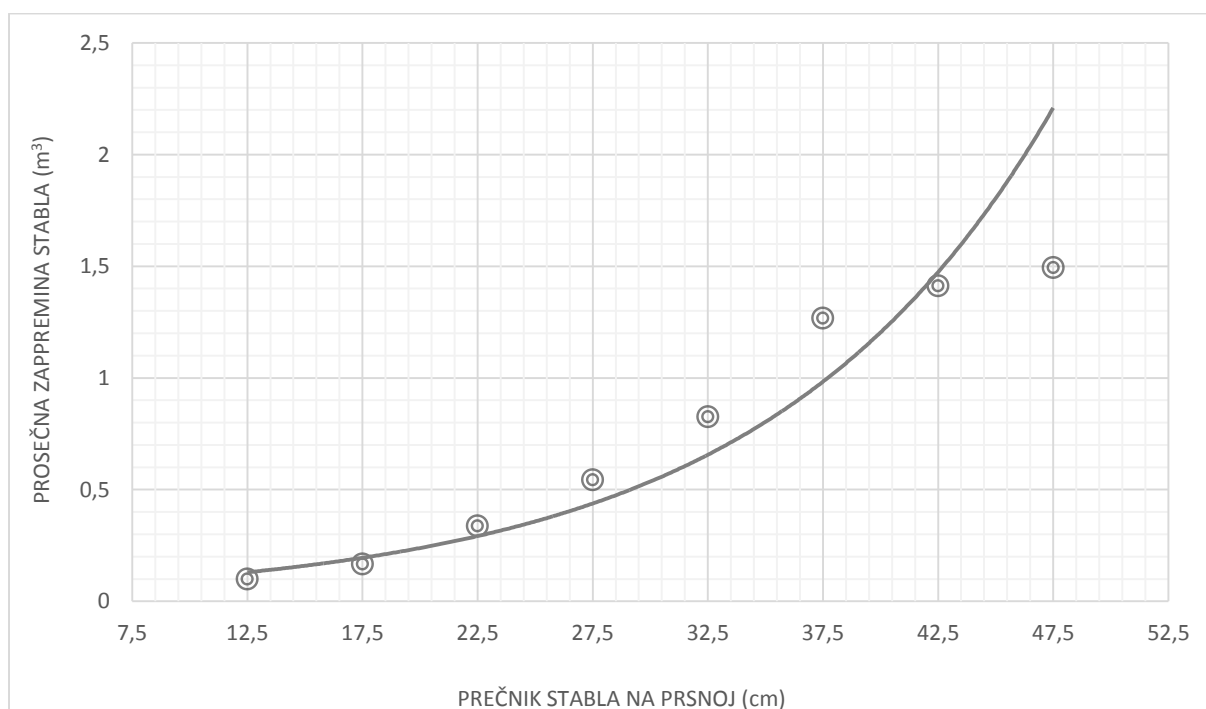
Debljinski stepen (cm)	Zapremina dugog prostornog drveta (m ³)	Vreme prerezivanja prostornog drveta (min)
12,5	1	1,02
17,5	1,84	2,00
22,5	3,03	3,99
27,5	3,35	3,47
32,5	2,64	3,10
37,5	1,84	3,70
42,5	2,19	2,42
47,5	0,68	1,07

Podaci o vremenima prelaza, obaranju stabala, kao i odmori i zastoji prikazani su u Tabela 20. Ove vrednosti date su sumarno za svaki debljinski stepen ponaosob. Prosečno vreme prelaza za oba radnika iznosi 0,47 min/stablu, dok je prosečno vreme prelaza po debljinskom stepenu izraženo u min/m³ prikazano u tabeli 20.

Tabela 20: Obradna tabela podataka o trajanju prelaza, zastoja i dr.

Debljinski stepen (cm)	Prelaz od stabla do stabla (min)	Obaranje (min)	Odmori i doručak (min)	Opravdani zastoji (min)
12,5	2,03	1,88	15,33	0,00
17,5	2,35	1,97	19,62	2,93
22,5	2,65	1,68	16,87	0,00
27,5	2,88	1,93	110,31	5,40
32,5	8,60	3,57	120,34	0,00
37,5	5,10	2,42	123,98	1,28
42,5	13,97	1,88	77,36	0,00
47,5	0,95	0,93	21,18	0,00

Na osnovu podataka o prosečnim zapreminama u svakom pojedinačnom debljinskom stepenu (Grafikon 22) može se zaključiti da funkcija koja najbolje odgovara raspodeli podataka je eksponencijalna funkcija oblika $v = 0,0473e^{0,0809 \cdot d^{1,3}}$. Na osnovu ove funkcije izračunate su izravne vrednosti zapremina po debljinskim stepenima (Tabela 21).



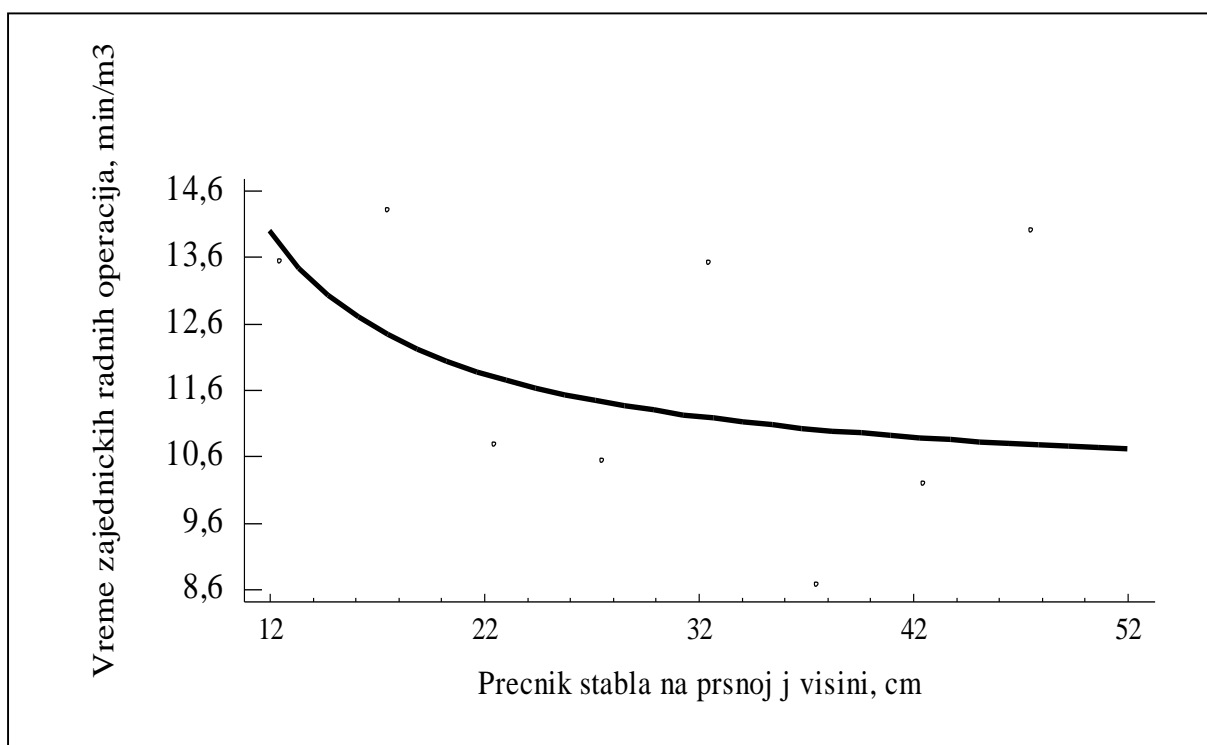
Grafikon 22: Raspredela prosečnih neto zapremina izrađenih sortimenata po debljinskim stepenima

Tabela 21: Izravnata zapremina po debljinskim stepenima i vreme prelaza po zapremini u svakom debljinskom stepenu

Debljinski stepen (cm)	Izravnata zapremina (m ³)	Vreme prelaza (min/m ³)
12,5	0,13	4,70
17,5	0,19	2,81
22,5	0,29	1,39
27,5	0,44	0,86
32,5	0,66	0,57
37,5	0,98	0,37
42,5	1,47	0,33
47,5	2,21	0,31

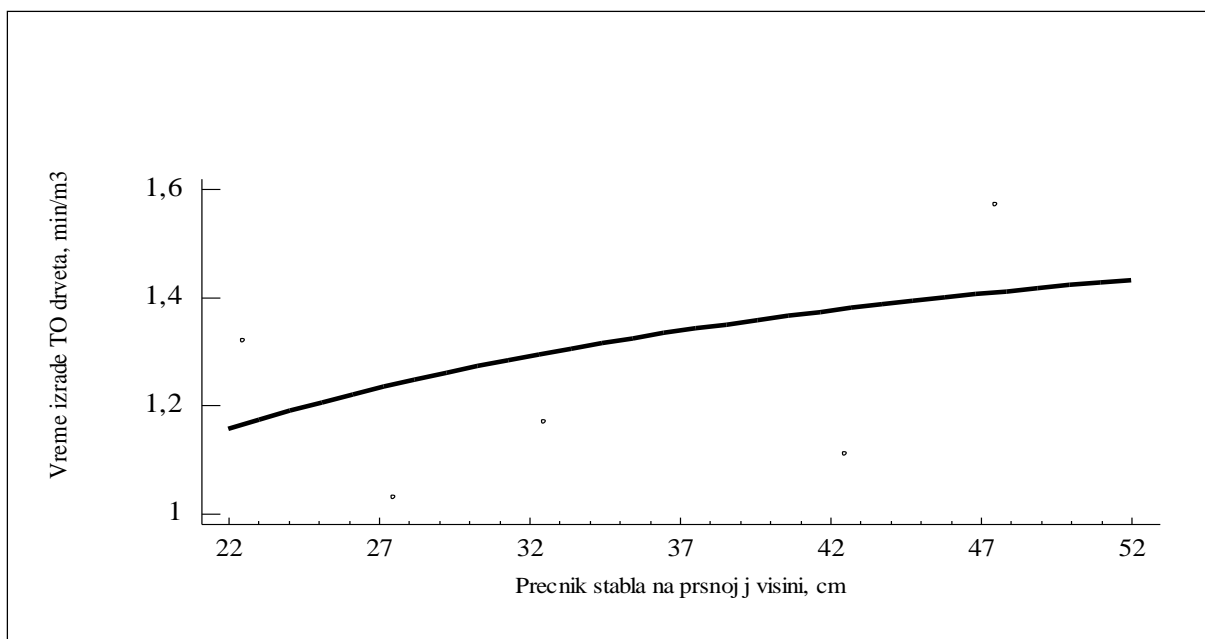
Podaci o vremenim zajedničkih radnih operacija po debljinskim stepenima prikazani su na Grafikon 23. Sa povećanjem debljinskog stepena, vreme zajedničkih radnih operacija opada. Funkcija ispitivane zavisnosti prečnika stabla na prsnoj visini i jediničnog vremena zajedničkih radnih operacija je:

$$t_z = \frac{1}{\left(0,100 - \frac{0,343}{D_{1,3}}\right)}$$



Grafikon 23: Prosečno vreme trajanja zajedničkih radnih operacija po debljinskim stepenima

Prosečno vreme trajanja radnih operacija koje se odnose na tehničko oblo i dugo prostorno drvo u zavisnosti od debljinskog stepena prikazano je na Grafikon 24 i Grafikon 25.



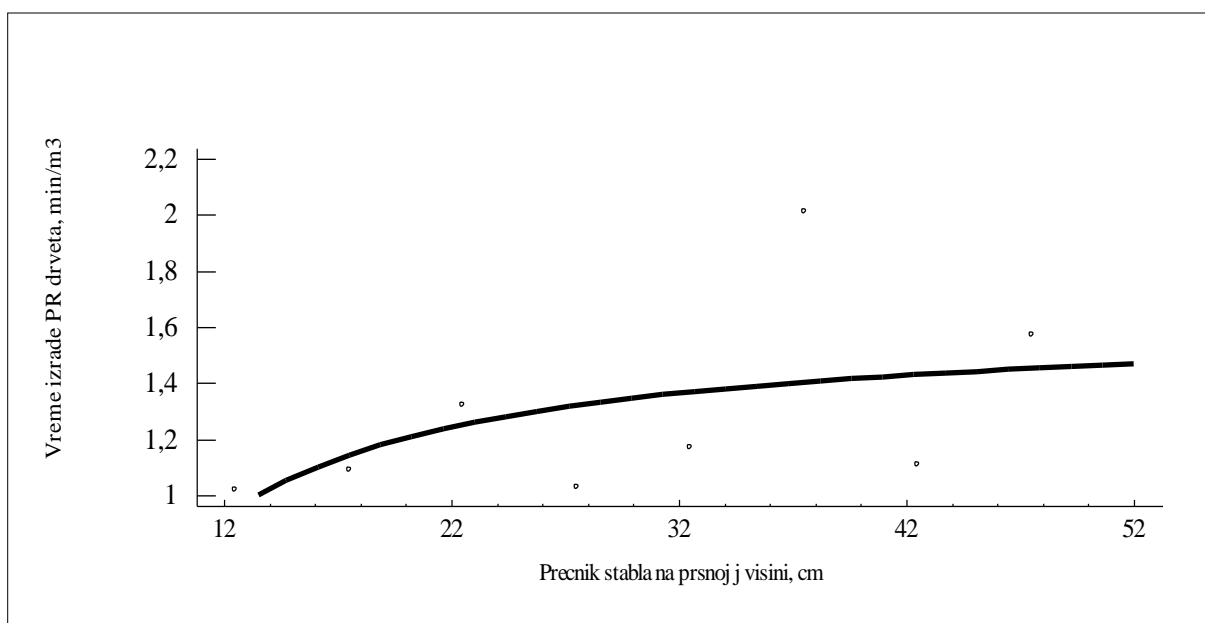
Grafikon 24: Prosečno vreme trajanja radnih operacija koje se odnose na tehničko drvo po debljinskim stepenima

Analitički izraz funkcije koja izravnava prosečna vremena za izradu prostornog drveta je:

$$t_p = 1,163 - \frac{8,504}{D_{1,3}}$$

dok je kod tehickog drveta ova funkcija oblika:

$$t_t = \frac{1}{\left(0,877 + \frac{6,335}{D_{1,3}}\right)}$$



Grafikon 25: Prosečno vreme trajanja radnih operacija koje se odnose na prostorno drvo po debljinskim stepenima

Prosečna norma na istraživanoj površini iznosi 20,44 m³/dan, odnosno 12,22 m³/dan za svakog radnika posebno. Radi se o osmočasovnom radnom vremenu i izradi oblog drveta.

Učešće vremena dolivanja goriva u rezervoar najviše učestvuje u strukturi zastoja. Ovo su zastoji koji se ne dešavaju pri normalnom radu, s obzirom da se dolivanje goriva u rezervar odvija samo posle pražnjenja rezervoara, a ne posle izrade pojedinačnog stabla. Prema tome, ovi zastoji su odbijeni pri ustanovljavanju normi rada.

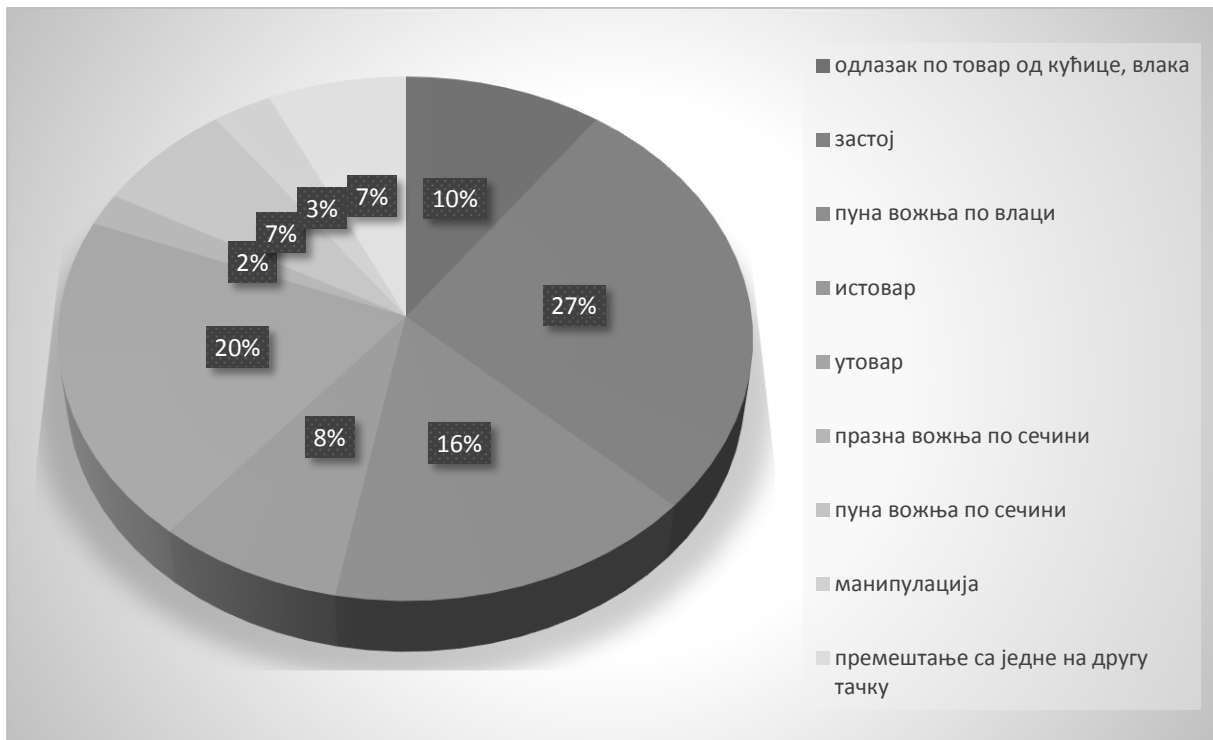
Prosečna potrošnja goriva motorne testere STIHL MS 461 koja je radila na oglednoj površini 1 bila je 0,17 L/stablu, tj. 0,25 L/m³, odnosno preračunato na radni sat 1,87 L/h.

Prosečna potrošnja maziva motorne testere STIHL MS 461 koja je radila na oglednoj površini 1 bila je 0,07 L/stablu, tj. 0,11 L/m³, odnosno preračunato na radni sat 0,81 L/h.

Transport drveta na OP 1 obavljen je forvarderom. Sa OP 1 do stovarišta na šumskom putu prevezeno je 227 komada u 15 tura. Ukupna zapremina prevezenih sortimenata iznosila je 56,62 m³, pri čemu su 40,49 m³ trupci, a 16,13 m³ celulozno drvo.

Tabela 22: Prosečno trajanje radnih operacija forvardera na oglednoj površini 1

Radna operacija	Prosečno trajanje radne operacije (min)
Odlazak po tovar od kućice, vlaka	6,60
Prazna vožnja po sečini	1,87
Prazna vožnja po vlaci	/
Puna vožnja po sečini	5,63
Puna vožnja po vlaci	8,79
Utovar	1,96
Istovar	6,93
Manipulacija	0,78
Premeštanje sa jedne na drugu stajnu tačku	0,77
Zastoj	11,38



Grafikon 26: Procentualno učešće radnih operacija prevoza drveta forvardrom Valmet 892 na OP 1 u ukupnom vremenu rada

Zastoji koji su se pojavljivali prilikom kretanja forvardera na oglednoj površini 1 su sledeći: sipanje goriva, dosipanje vode u hladnjak, kvarovi na forvarderu, odmor, doručak, dogovor sa poslovođom i uklanjanje prepreka sa puta.

Forvarder je sortimente uglavnom utovarao sa vlake, ne ulazeći u sečinu, dok je prosečna zapremina komada bila relativno mala.

Na ovoj oglednoj površini izračunate su norme transporta drvnih sortimenata i iznose 76,70 m³/dan. Treba imati na umu da su ovo privremene norme koje su urađene na bazi relativno malog uzorka i treba ih prihvatiti sa rezervom, tj. Ne smeju se primenjivati u praksi, već mogu poslužiti samo kao orijentacione vrednosti.

Jedinični trošak izračunat na bazi norme I dnevnog troška iznosi 5,44 eura/m³.

5.1.2. Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 2

U tabeli 23 prikazano je prosečno trajanje radnih operacija harvesterera pri seči smrče i duglazije.

Prosečno trajanje vremena seče i izrade po stablu iznosi 3,16 min/stablu. Prosečna zapremina komada na OP2 iznosila je 0,27 m³/kom.

Prosečna potrošnja goriva harvestera na oglednoj površini 2 bila je 1,54 L/m³, tj. 0,88 L/stablu, odnosno 19,25 L/h.

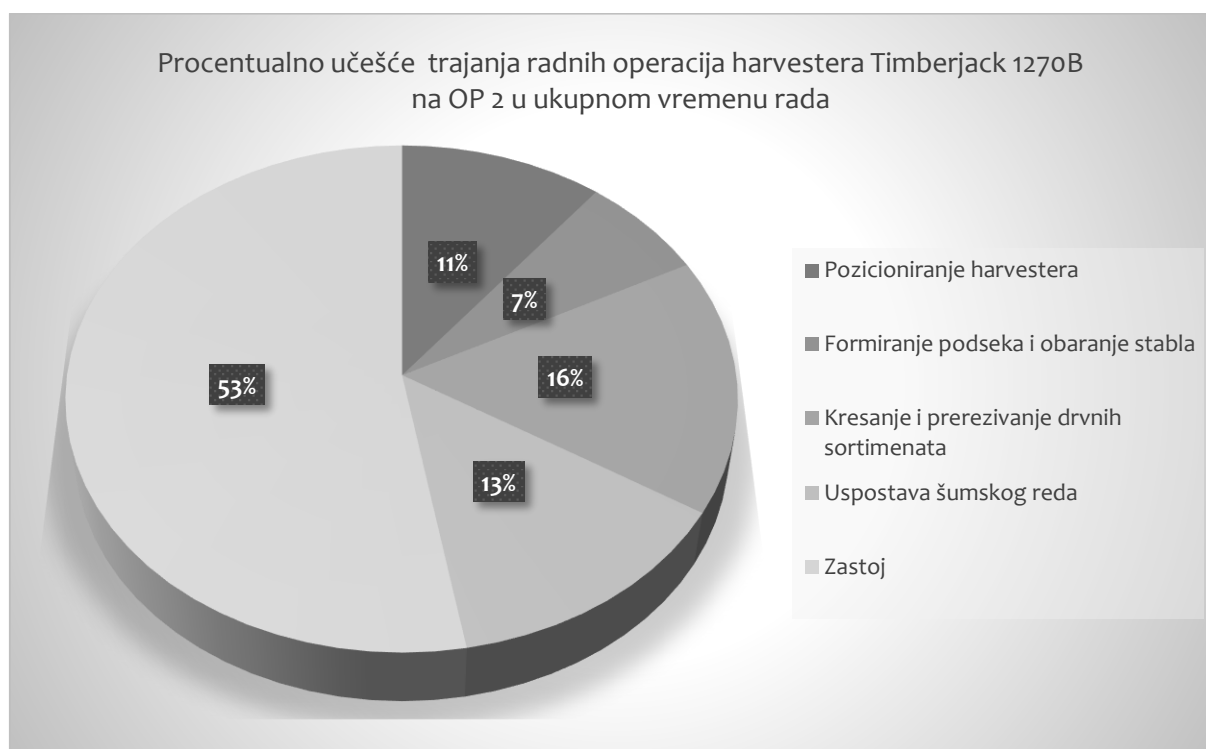
Tabela 23: Prosečno trajanje radnih operacija harvestera na oglednoj površini 2

Radna operacija	Prosečno trajanje radne operacije (min)
Pozicioniranje harvestera	0,65
Formiranje podseka i obaranje stabla	0,41
Kresanje i prerezivanje drvnih sortimenata	0,99
Uspostava šumskog reda	0,82
Zastoj	3,21

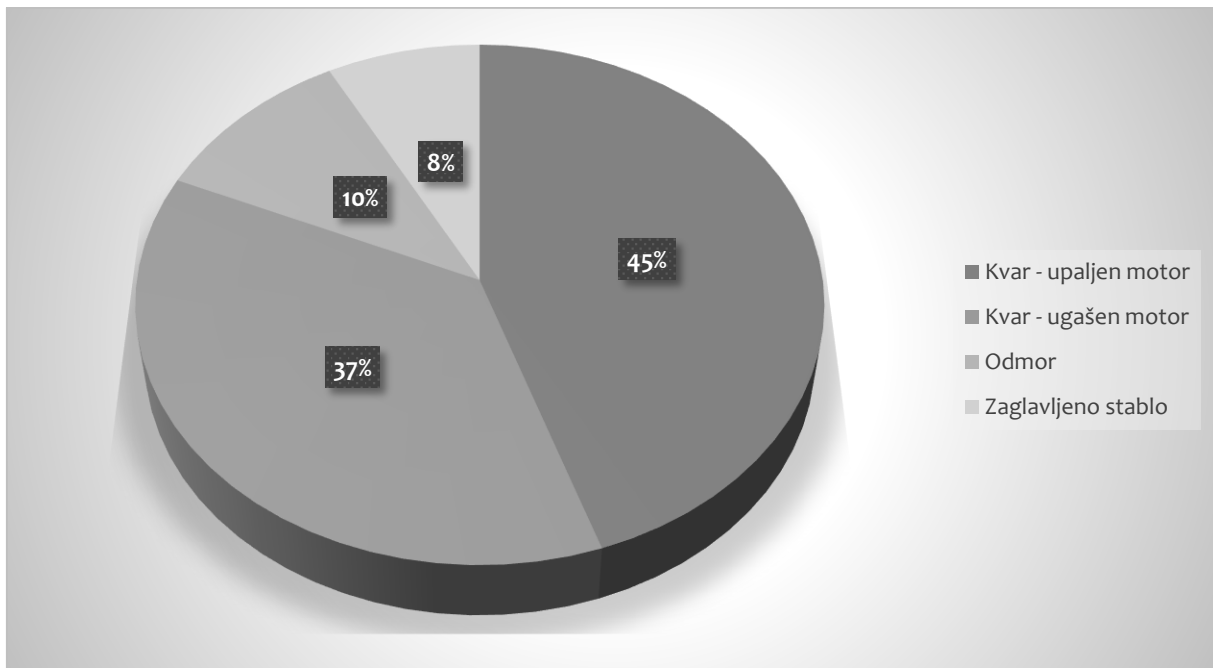
Trajanje radnih operacija izraženo je u minutima po stablu.

Na Grafikon 27 prikazano je procentualno učešće radnih operacija u ukupnom vremenu rada. Na Grafikon 28 i Grafikon 29 prikazani su broj zastoja prema vrsti zastoja i procentualno učešće pojedinih zastoja u ukupnom vremenu zastoja.

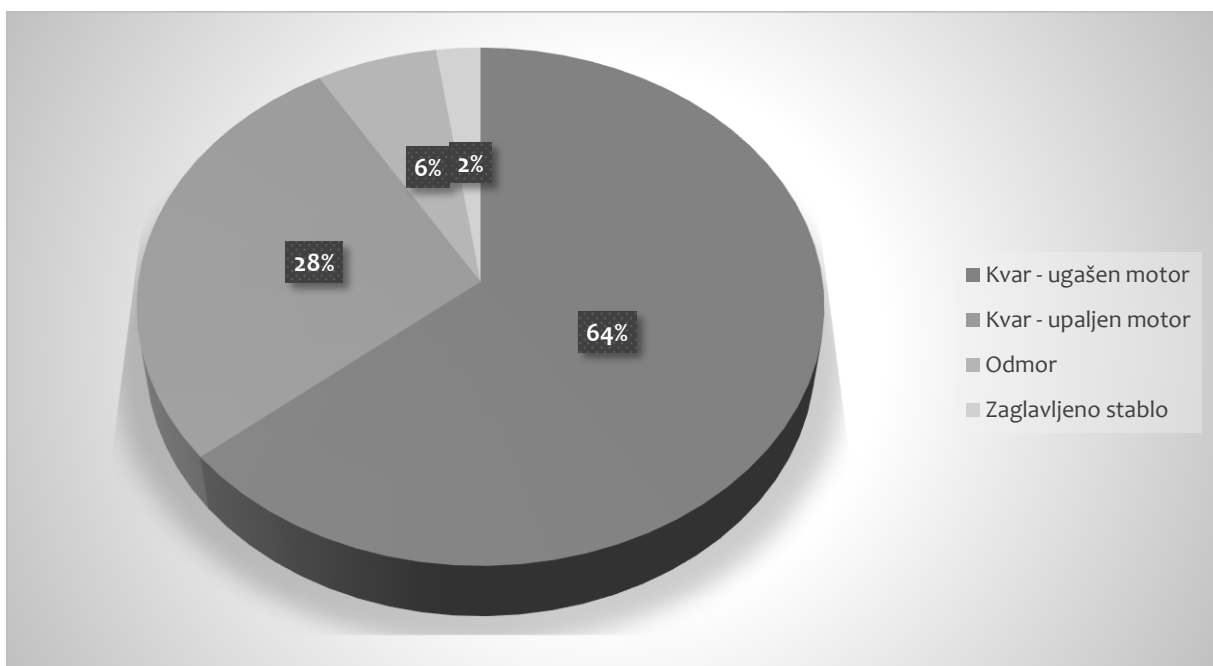
Najveći procenta zastoja odnosio se na kvarove (82%). Ovo se pripisuje činjenici da je harvester star 20-ak godina i izašao iz veka amortizacije.



Grafikon 27: Procentualno učešće trajanja radnih operacija harvestera na OP 2 u ukupnom vremenu rada



Grafikon 28: Struktura zastoja pri seči harvesterom na OP 2



Grafikon 29: Struktura zastoja pri seči harvesterom na OP 2

U tabelama koje slede, navedeni su elementi na osnovu kojih je urađena kalkulacija direktnih dnevnih troškova rada za svako sredstvo koje je uzeto u razmatranje i analizu, kao i sama kalkulacija troškova.

Kalkulacije su urađene za harvester *JOHN DEERE 1470 D ECO III* iz razloga što se radi o sredstvu koje se značajno ne razlikuje po karakteristikama od korišćenog. Harvestera koji je primenjen u ovim istraživanjima, a koji je izašao iz veka amortizacije, pa bi planiranje troškova na bazi njegove vrednosti bilo nerealno ili samo za te uslove.

Na osnovu kalkulacija troškova utvrđeno je da troškovi harvestera iznose 541 euro/dan (Tabela 24).

Tabela 24: Dnevni troškovi rada harvestera

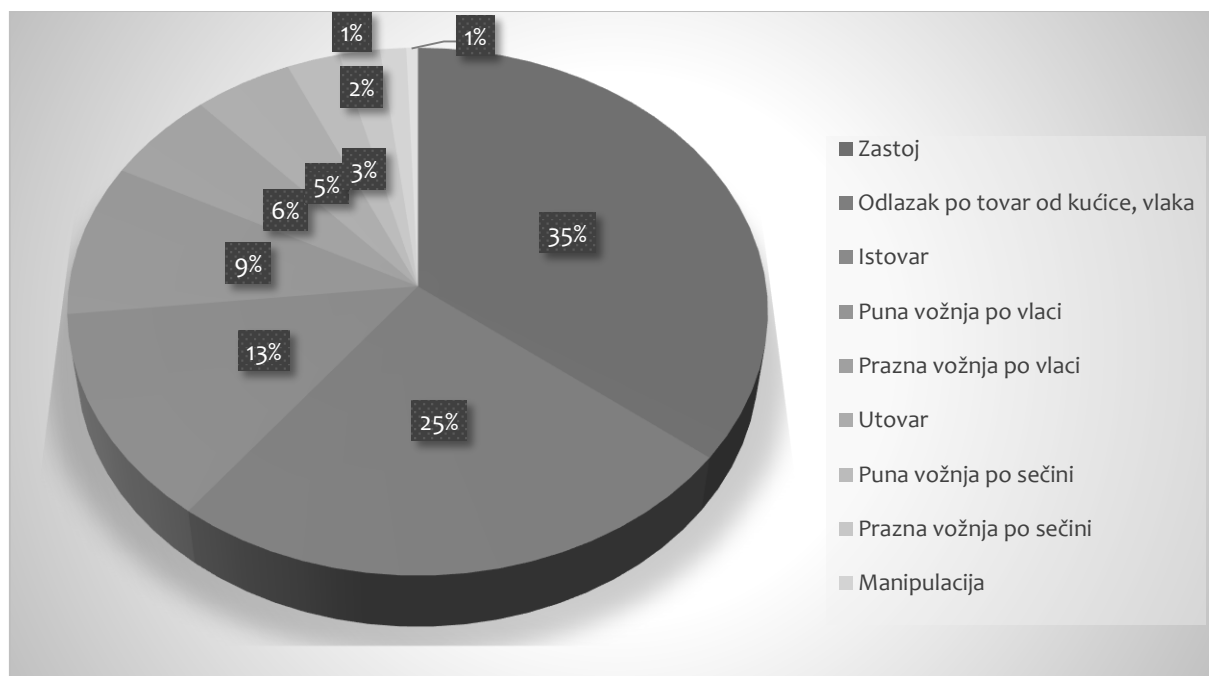
KALKULACIJA Harvestera				
Vrsta/tip transportnog sredstva		JOHN DEERE 1470 D ECO III		
Grupa mašina		Harvester		
Kurs EURA				
	Elementi kalkulacije:	Oznaka	Jedinica mere	Troškovi, EUR/ sat ili dan
1	Nabavna cena harvestera	C _u	din	380000
2	Vek trajanja harvestera	V _p	h	
3	Preostala vrednost harvestera	C _p	din	76000
4	Kamata na kredit	k	%	0
5	Cena guma i lanaca	C _{gl}	din	15082
6	Cena forvardera bez guma	C _r	din	364918
7	Vek trajanja guma	V _{gl}	h	
8	Utrošak goriva	U _g	L/h	
9	Mazivo (10,5% Ug)	U _m	%	0,105
10	Cena goriva	C _g	din	1,2
11	Broj dana rada godišnje	D _e	dan	
12	Troškovi registracije i osiguranja	T _r	din	133,3
13	Broj pogonskih sati/dan	h _p	h	
14	Bruto zarada traktoriste i pomoćnika	L _d	din	690,7
15	Ost. (lek.put.HTZ)	O _t	din	
16	Rezervni delovi	T _{Rd}	din	
17	Rad u radionici	T _R	din	
18	Usluge trećih lica	T _U	din	
19	Održavanje	O _d	din	
20	Stopa osiguranja	p _o	%	
21	Režijski troškovi	T _R	din	
Obračun kalkulacije:				
				EUR-a
1.	Amortizacija harvestera			206,4
2.	Amortizacija guma i lanaca			30,2
3.	Troškovi održavanja			88,7
4	Troškovi za gorivo, mazivo i antifriz			116,7
5	Registracija i osiguranje			0,67
6	Bruto zarada vozača			41,4
9	Troškovi HTZ opreme i lekarskog pregleda			2,64
10	Kamata na kredit			54,7
DNEVNI TROŠKOVI				541,4

Na osnovu regresionog modela izabranih funkcija vremena mogu se izračunati norme rada harvesterera. Prosečna norma na istraživanoj površini iznosi oko 99,8 m³/dan. Na osnovu norme i dnevnih troškova mogu se izračunati jedinični troškovi koji iznose 5,42 eura/m³. Treba napomenuti da su za kalkulaciju dnevnih troškova uzeti troškovi novog harvesterera.

Transport drveta na OP 2 obavljen je forvarderom. Sa OP 2 do stovarišta na šumskom putu prevezen je 801 komad u 15 tura. Ukupna zapremina prevezenih sortimenata iznosila je 213,70 m³, pri čemu su 136,3 m³ trupci, a 77,4 m³ celulozno drvo.

Tabela 25: Prosečno trajanje radnih operacija forvardera na oglednoj površini 2

Radna operacija	Prosečno trajanje radne operacije (min)
Odlazak po tovar od kućice po vlaci	13,50
Prazna vožnja po sečini	1,12
Prazna vožnja po vlaci	3,10
Puna vožnja po sečini	1,46
Puna vožnja po vlaci	5,08
Utovar	2,71
Istovar	7,03
Manipulacija u sečini	0,72
Premeštanje sa jedne na drugu stajnu tačku	0,32
Zastoj	19,35



Grafikon 30: Procentualno učešće radnih operacija prevoza drveta forvarderom Valmet 892 na OP 2 u ukupnom vremenu rada

Tabela 26: Dnevni troškovi rada forvardera

KALKULACIJA FORVARDER				
Vrsta/tip transportnog sredstva		JOHN DEERE 1210E		
Grupa mašina		Forvarder		
Snaga, kW		136		
Dimenzije pneumatika		600/65-34;600/55-26,5		
Kurs EURA				
	Elementi kalkulacije:	Oznaka	Jedinica mere	Troškovi, EUR/ sat ili dan
1	Nabavna cena forvardera	C _u	din	288000
2	Vek trajanja forvardera	V _p	h	
3	Preostala vrednost forvardera	C _p	din	72000
4	Kamata na kredit	k	%	0
5	Cena guma i lanaca	C _{gl}	din	15082
6	Cena forvardera bez guma	C _r	din	209485
7	Vek trajanja guma	V _{gl}	h	
8	Utrošak goriva	U _g	L/h	
9	Mazivo (10,5% Ug)	U _m	%	0,105
10	Cena goriva	C _g	din	1,22
11	Broj dana rada godišnje	D _e	dan	
12	Troškovi reg. i osiguranja	T _r	din	116,6
13	Broj pogonskih sati / dan	h _p	h	7
14	Bruto zarada traktoriste i pomoćnika	L _d	din	667,7
15	Ost.(lek.put.HTZ)	O _t	din	
16	Rezervni delovi	T _{Rd}	din	
17	Rad u radionici	T _R	din	
18	Usluge trećih lica	T _U	din	
19	Održavanje	O _d	din	
20	Stopa osiguranja	p _o	%	
21	Režijski troškovi	T _R	din	
	Obračun kalkulacije:	EUR-a		
1.	Amortizacija forvardera		149,1	
2.	Amortizacija guma i lanaca		30,2	
	Rezervni delovi			
	Radionica			
	Usluge			
3.	Troškovi održavanja		34,4	
4	Troškovi za gorivo, mazivo i antifriz		122,9	
5	Registracija i osiguranje		0,53	
6	Bruto zarada vozača		36,4	
9	Troškovi HTZ opreme i lekarskog pregleda		2,64	
10	Kamata na kredit		41,5	
	DNEVNI TROŠKOVI		417,6	

Zastoji koji su se pojavljivali pri kretanju forvardera na oglednoj površini 2 su sledeći: čekanje na stovarištu da se kamion pomeri, kvarovi na forvarderu i dizalici, odmor, doručak, dogovor sa poslovođom i uklanjanje prepreka sa puta.

Prosečna potrošnja goriva forvardera na na ogleđnoj površini 2 bila je 1,25 L/m³, odnosno 11,98 L/h. Razlog za veću potrošnju na OP2 u odnosu na OP1 je činjenica da se forvarder na OP2 kretao mnogo više po sečini nego na OP1, gde je sortimente uglavnom utovarao sa vlake, ne ulazeći u sečinu, kao i da je prosečna zapremina komada bila veća na OP2. U *Tabela 26* prikazane su dnevne kalkulacije rada forvardera.

Na osnovu kalkulacije troškova utvrđeno je da dnevni troškovi rada forvardera iznose 417,6 eura/dan (*Tabela 26*).

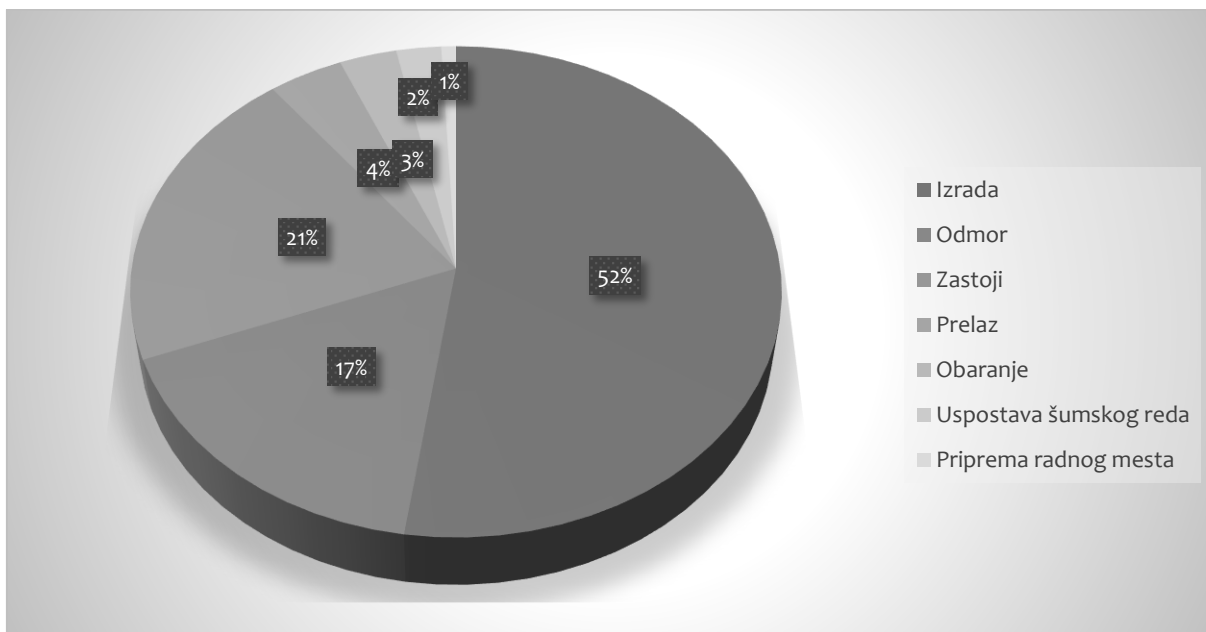
Na osnovu izračunatih vrednosti osnovnih normi rada forvardera mogu se izračunati norme rada. Nove variraju sa prosečnom zapreminom komada i srednjom transportnom distancom. U ovom slučaju radi se o malom uzorku pa nije moguće izračunati reprezentativne norme. Međutim, moguće je dati privremene koje mogu da posluže za ocenu efekata rada forvardera koji do sada u Srbiji u ovakvim uslovima nije bio istraživan. Prosečna norma forvardera u ovim uslovima iznosila je 116,38 m³/dan. Na bazi učinka i dnevnih troškova izračunati jedinični trošak na ovoj površini iznosi 3,58 eura/m³.

5.1.3. Efekti rada istraživanih sredstava na ogleđnoj površini 3

Na ogleđnoj površini 3 snimana su dva radnika koji su radili u organizacionoj formi rada 1MR. Prvi radnik je rukovao motornim testerama *Jonsereds 2077 Turbo* i *STIHL 064*, dok je drugi radnik rukovao testerom *STIHL 064*.

Pri radu na OP 3, jedan od sekača je imao problema sastartovanjem motorne testere *Jonsered 2077 Turbo*. Posao je započinjao ovom motornom testerom, ali je zbog nemogućnost otklanjanja kvara na licu mesta posao morao da dovrši drugom testerom – *STIHL 064*. Iz tog razloga, dati su grafikoni procentualnog učešća radnih operacija posebno za motornu testeru *Jonsereds*, a posebno za *STIHL* za 1. radnika. Struktura zastoja data je sumarno, za svo vreme rada na OP 3, bez obzira na tip motorne testere kojom je seča obavljana.

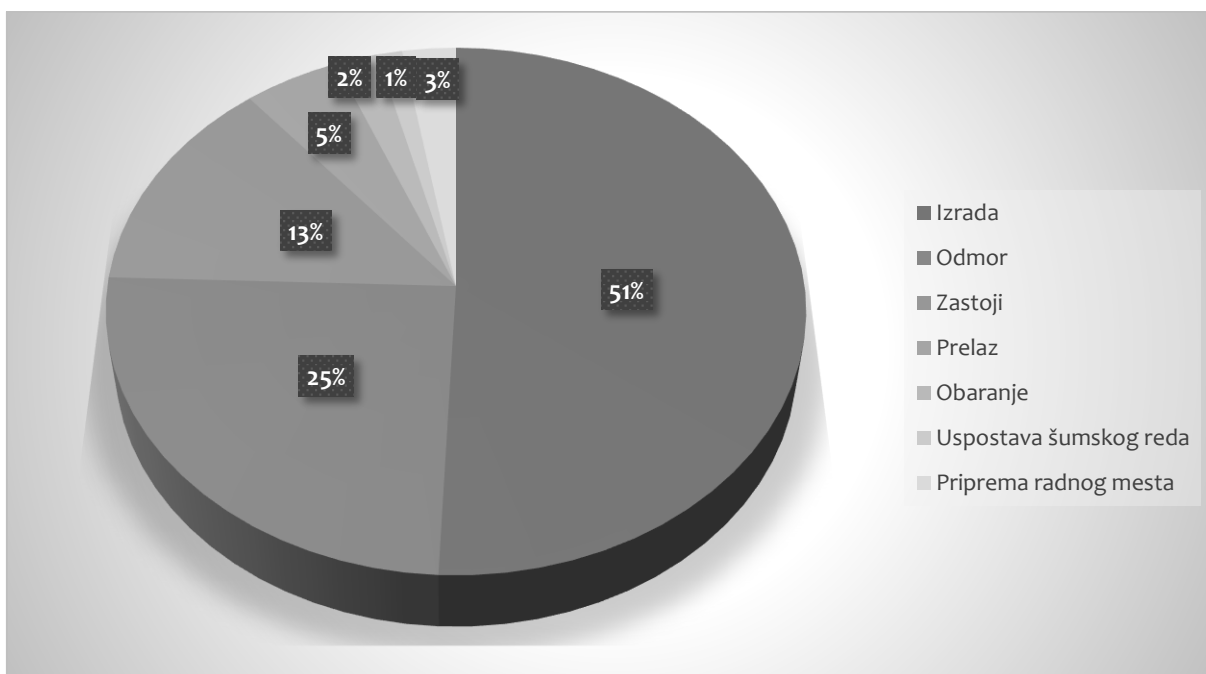
Na ogleđnoj površini 3 posečeno je 191 stablo, gde je ukupna zapremina izrađenih sortimenata 46,96 m³. Izrađeno je ukupno 296 sortimenata. Prosečna zapremina komada iznosila je 0,16 m³/kom.



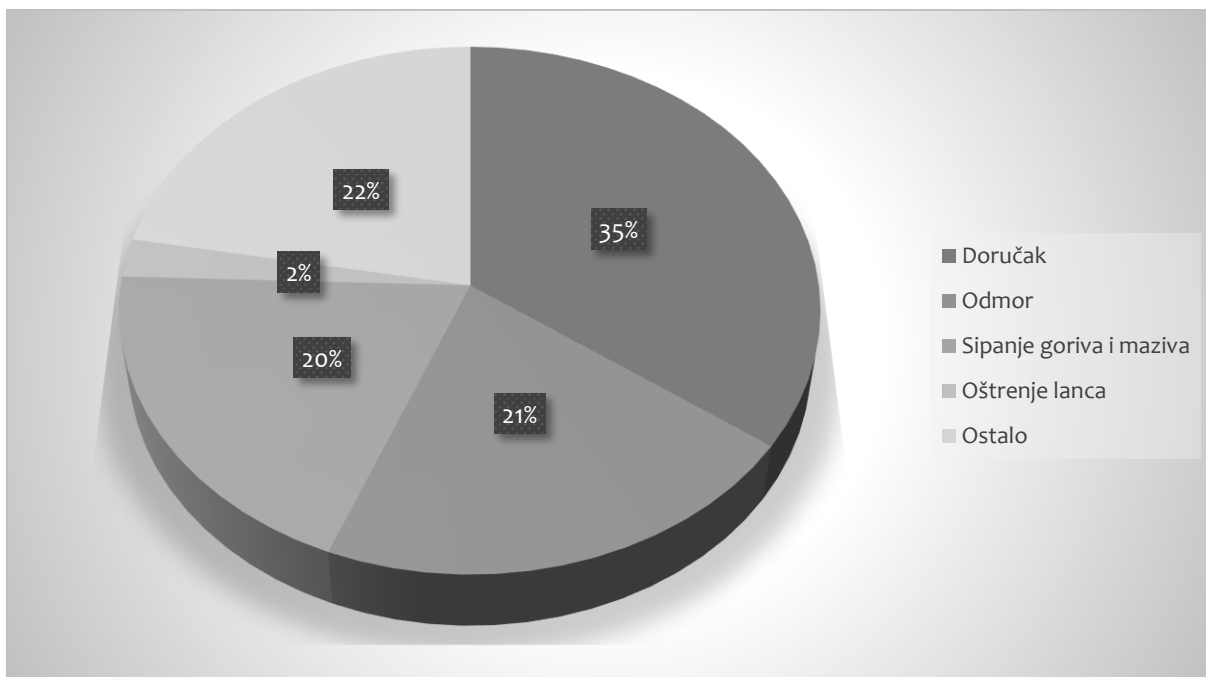
Grafikon 31: Procentualno učešće radnih operacija tokom seče motornom testerom Jonsered 2077 Turbo na OP 3 za 1. radnika

Prosečna potrošnja goriva STIHL 064 kojom je rukovao prvi radnik na OP 3 iznosila je 1,19 L/h, dok je potrošnja maziva iznosila 0,54 L/h.

Prosečna potrošnja goriva STIHL 064 kojom je rukovao drugi radnik na OP 3 iznosila je 0,89 L/h, dok je potrošnja maziva iznosila 0,43 L/h.

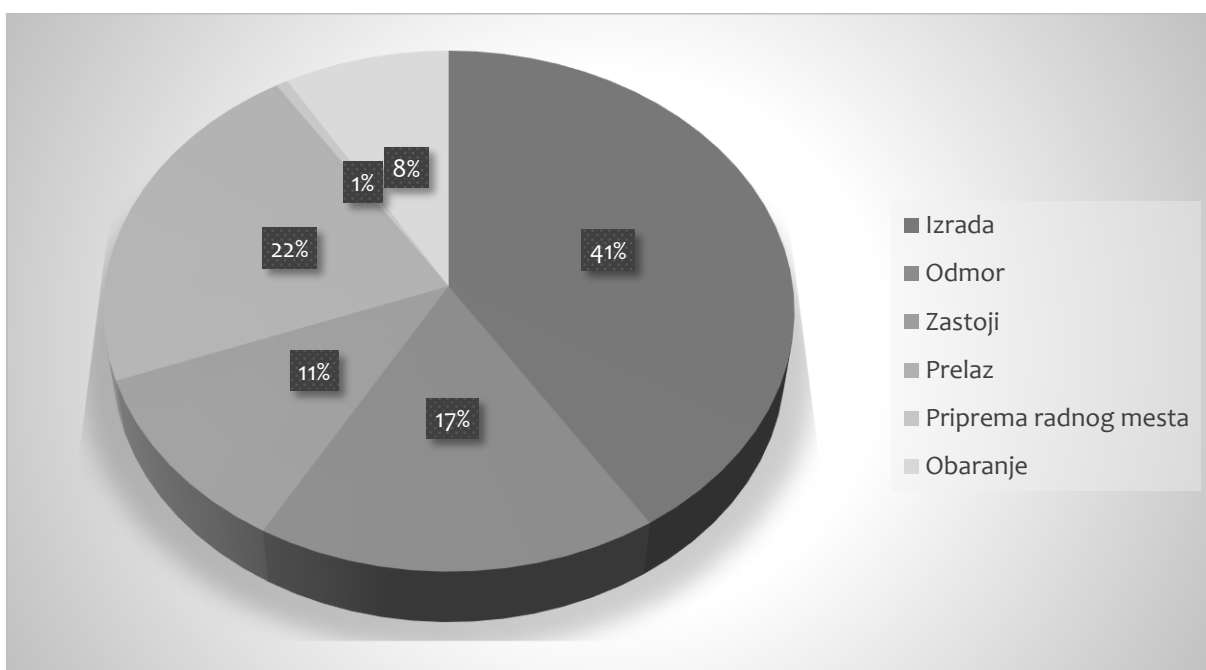


Grafikon 32: Procentualno učešće radnih operacija tokom seče motornom testerom STIHL 064 na OP 3 za 1. radnika

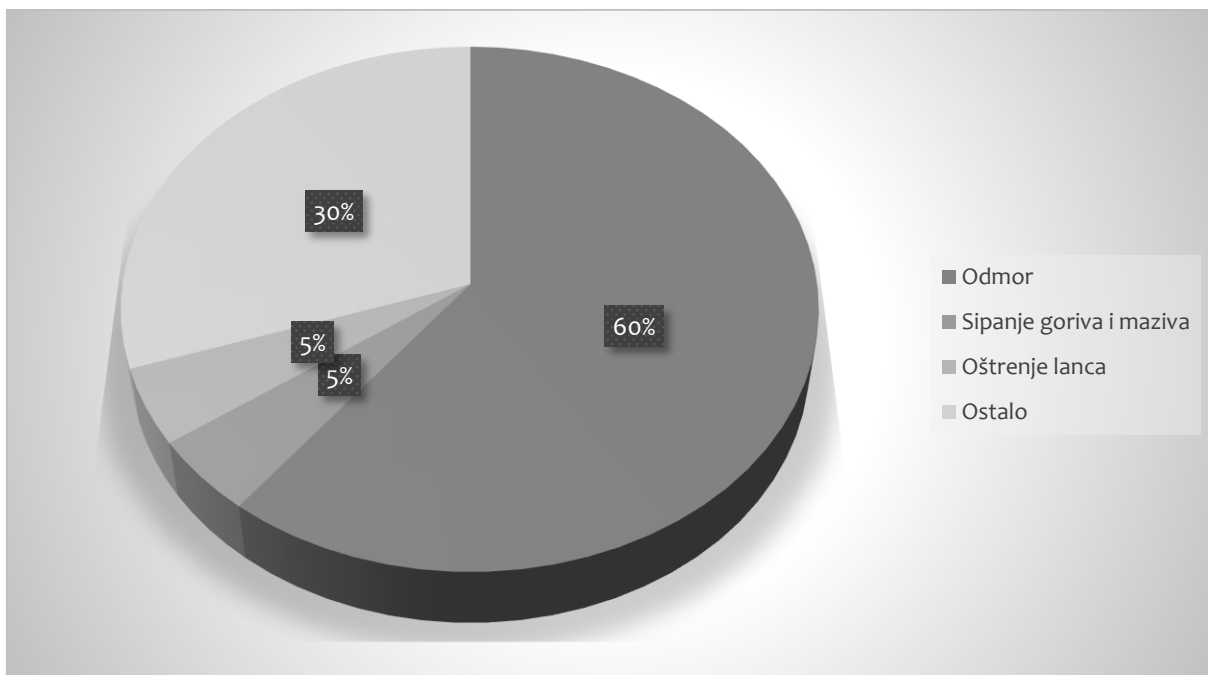


Grafikon 33: Struktura zastoja pri seči motornim testerama Jonsered 2077 Turbo i STIHL 064 na OP 3 za 1. radnika

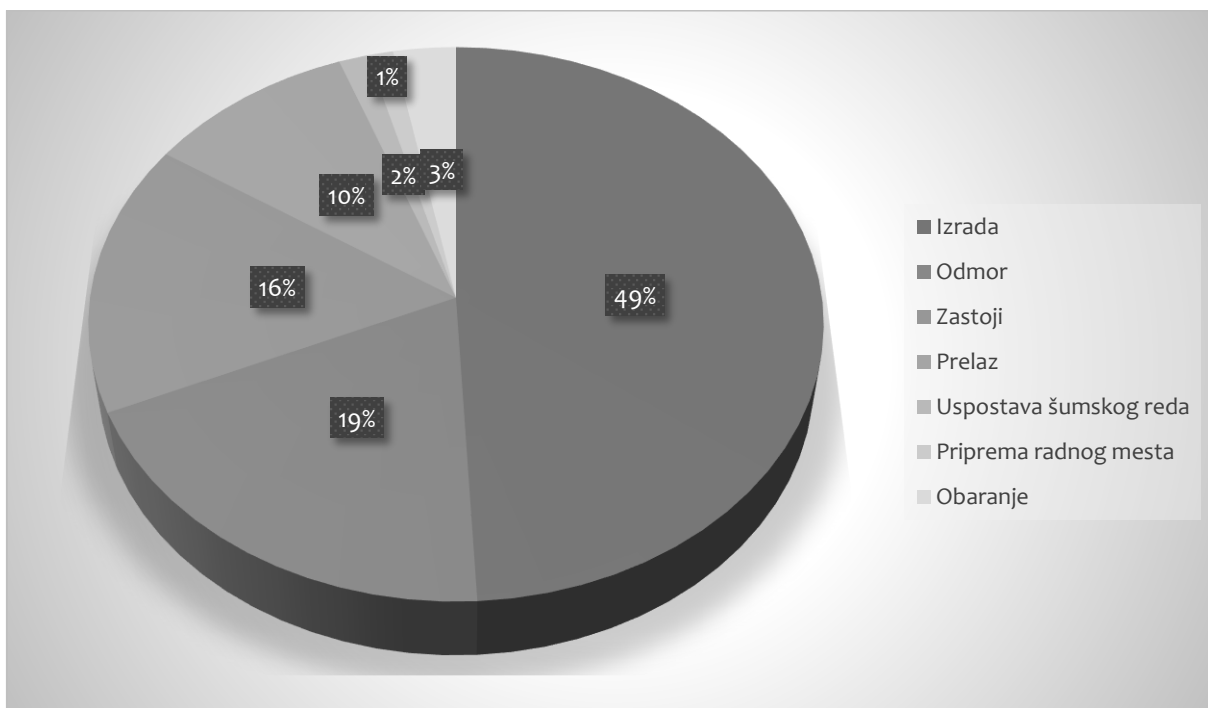
Rezultati rada drugog radnika koji je radio isključivo motornom testerom STIHL 064, dati su u sledećim grafikonima:



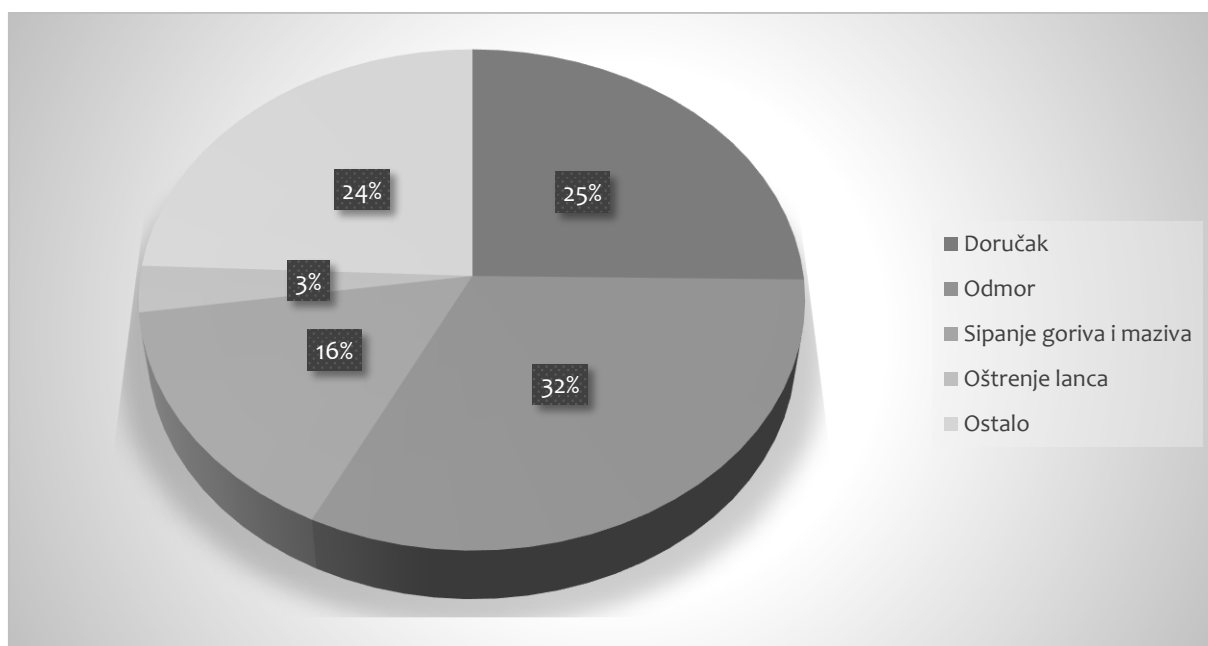
Grafikon 34: Procentualno učešće radnih operacija tokom seče motornom testerom STIHL 064 na OP 3 za 2. radnika



Grafikon 35: Struktura zastoja pri seči motornom testerom STIHL 064 na OP 3 za 2. radnika



Grafikon 36: Procentualno učešće radnih operacija tokom seče motornim testerama Jonsereds 2077 Turbo i STIHL 064 na OP 3 - za oba radnika

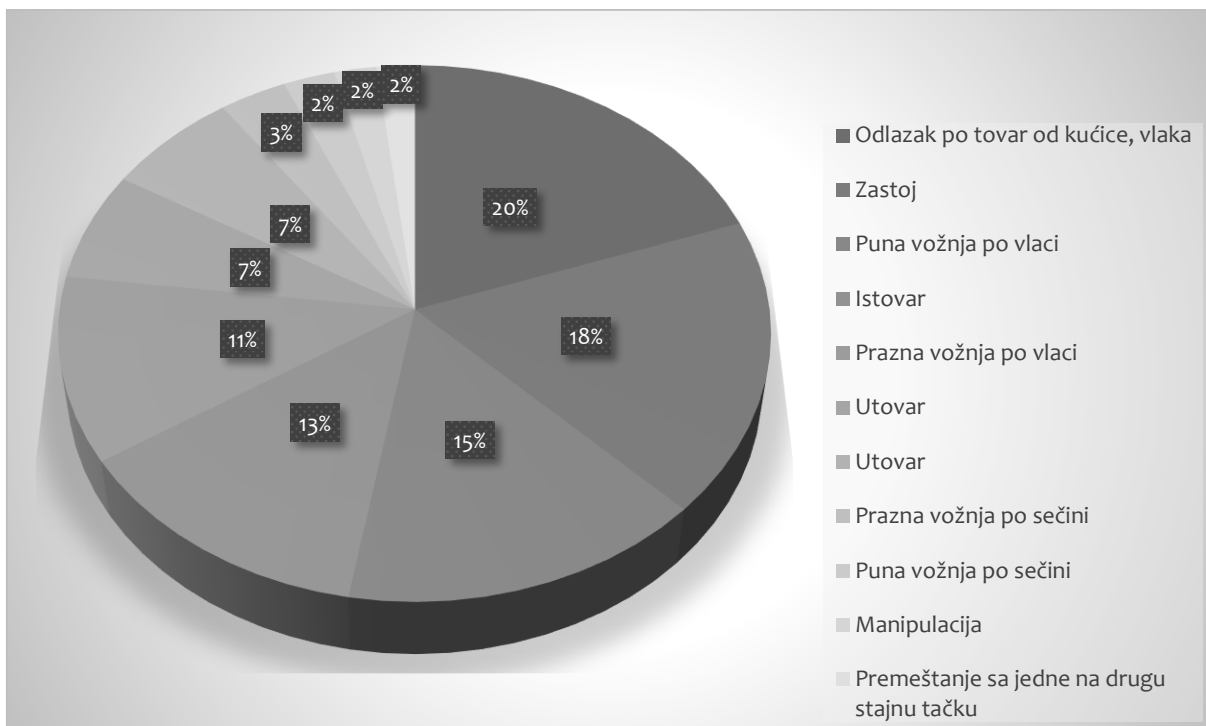


Grafikon 37: Struktura zastoja pri seči motornim testerama Jonsered 2077 Turbo i STIHL 064 na OP 3 - za oba radnika

Transport drvnih sortimenata sa OP 3 na blažim nagibima (35%) obavljan je forvarderom Valmet 892, pri čemu se forvarder kretao po sečini, nizbrdo, upravno na izohipse. Na većim nagibima najpre je vršeno privlačenje izrađenih sortimenata vitlom Uniforest H55 Pro montiranim na traktor Ursus 902B do vlake, a zatim forvarderom od vlake do stovarišta na šumskom putu.

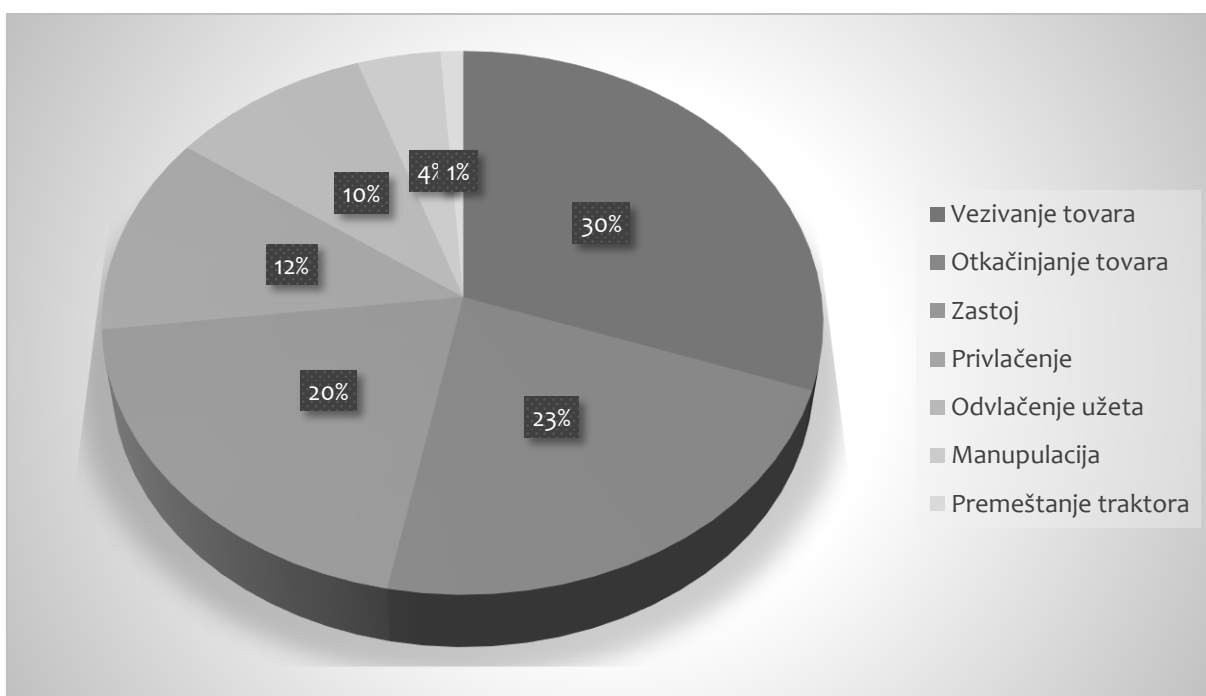
Tabela 27: Prosečno trajanje radnih operacija forvardera na ogleđnoj površini 3

Radna operacija	Prosečno trajanje radne operacije (min)
Odlazak po tovar od kućice, vlaka	9,68
Prazna vožnja po sečini	1,65
Prazna vožnja po vlaci	5,50
Puna vožnja po sečini	1,26
Puna vožnja po vlaci	7,56
Utovar	3,25
Istovar	6,48
Manipulacija	1,03
Premeštanje sa jedne na drugu stajnu tačku	0,94
Utovar	3,25
Zastoj	8,82

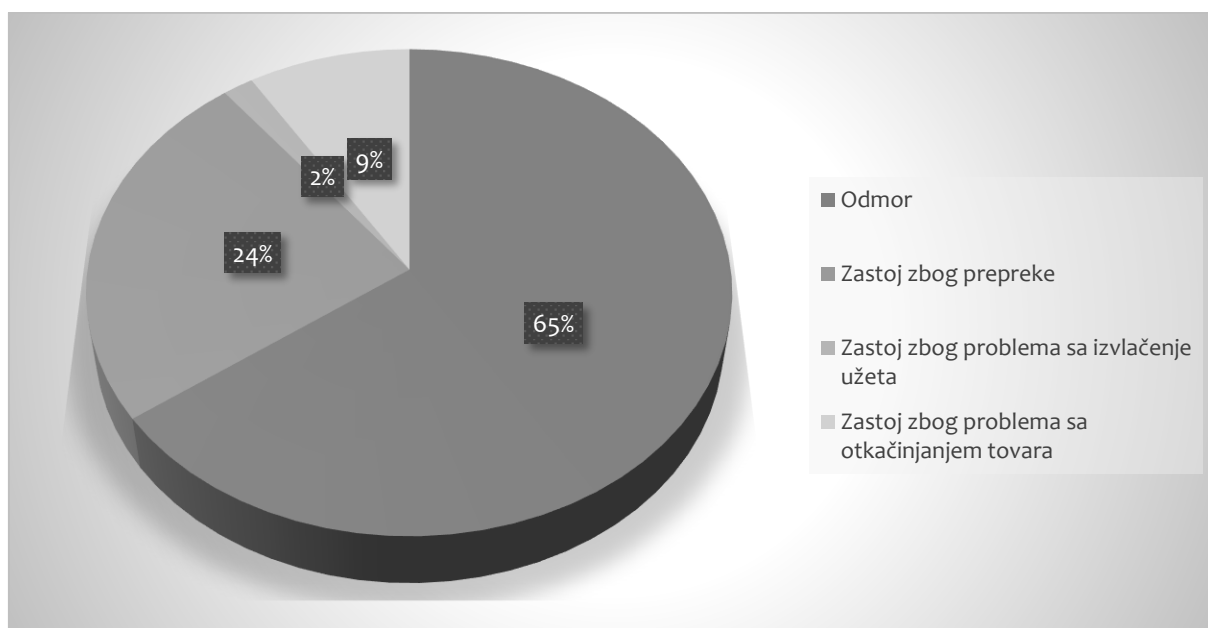


Grafikon 38: Procentualno učešće radnih operacija prevoza drveta forvardrom Valmet 892 na OP 3 u ukupnom vremenu rada

Zastoji koji su se pojavljivali pri kretanju forvardera na oglednoj površini 3 su sledeći: odmor, dogovor sa poslovođom, doručak, organizacioni gubici (čekaio buldozer da prođe).



Grafikon 39: Procentualno učešće radnih operacija privlačenja drvnih sortimenata vitlom Uniforest 55H Pro montiranim na traktor Ursus 902B na OP 3 u ukupnom vremenu rada



Grafikon 40: Struktura zastoja pri privlačenju drvenih sortimenata vitlom Uniforest 55H Pro montiranim na traktor Ursus 902B na OP 3

Prosečna potrošnja goriva forvardera na na oglednoj površini 3 bila je 1,72 L/m³, odnosno 10,78 L/h.

Zbog nereprezentativnosti uzorka norme za ovu površinu nisu izračunate. Posebno je bio problem što je forvarder deo drvnih sortimenat privlačion najpre jednom trasom, a zatim drugom trasom, zbog zastoja koji su se pojavljivali prilikom kretanja po prvoj trasi.

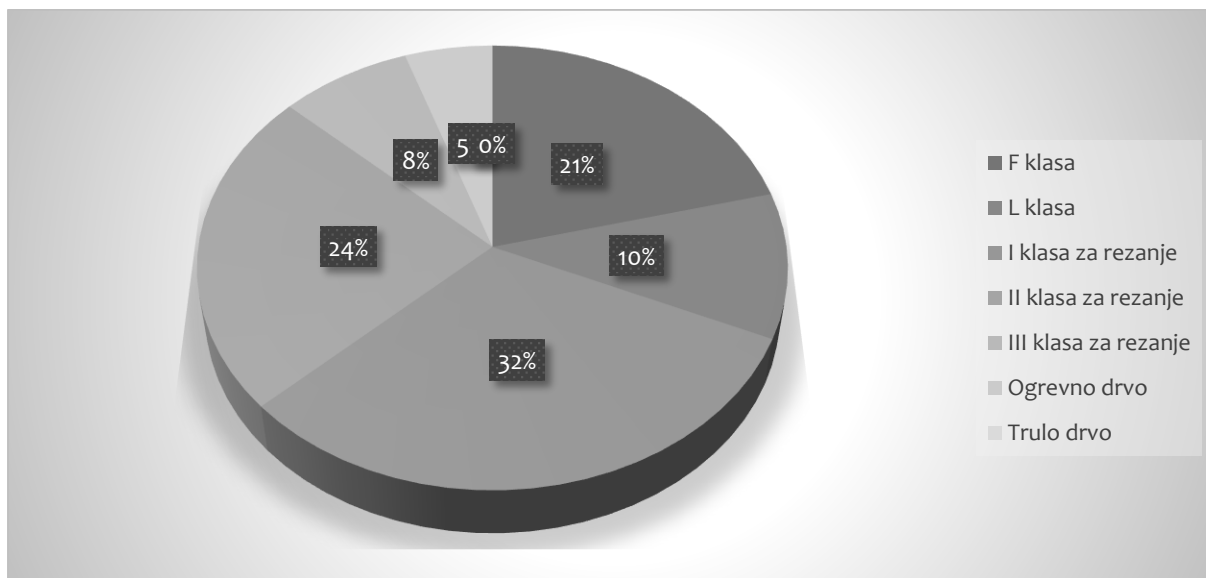
5.2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 2

Kao što je u metodu rada navedeno, cilj istraživanja na oglednoj površini u GJ „Čestobrodica“ bio je da se utvrdi sortimentna struktura polomljenih i izvaljenih stabala kao i sortimentna struktura koja bi se ostvarila da se nije desila elementarne nepogode.

Na osnovu analize prikupljenih podataka na oglednoj površini (uzorak uzet po metodu slučajnog odabira) udvrđena je kvalitativna struktura oblovine izrađene od bukve koja je oštećena ledolomima i ledoizvalama.

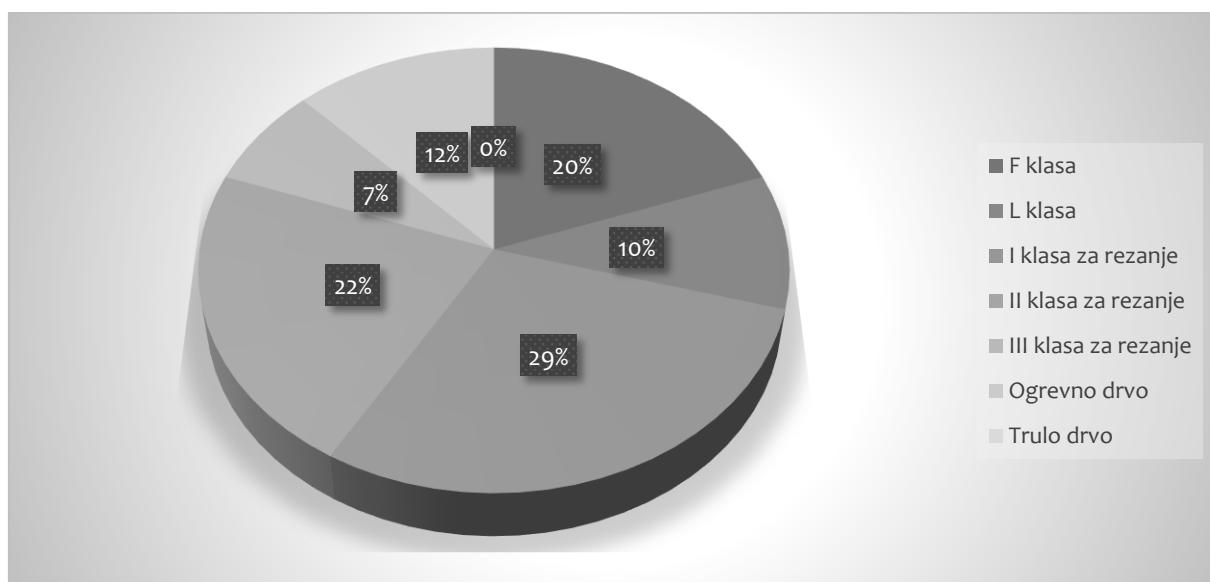
Utvrđena je kvalitativna struktura sortimenata za tri situacije:

1. da je izvršena redovna seča ,
2. da je seča i izrada izvršena odmah neposredno posle nastalih ledoloma i ledoizvala,
3. postojeće stanje.



Grafikon 41: Klase kvaliteta drveta u procentima u situaciji da se ledolomi i ledoizvale nisu dogodili (normalne okolnosti)

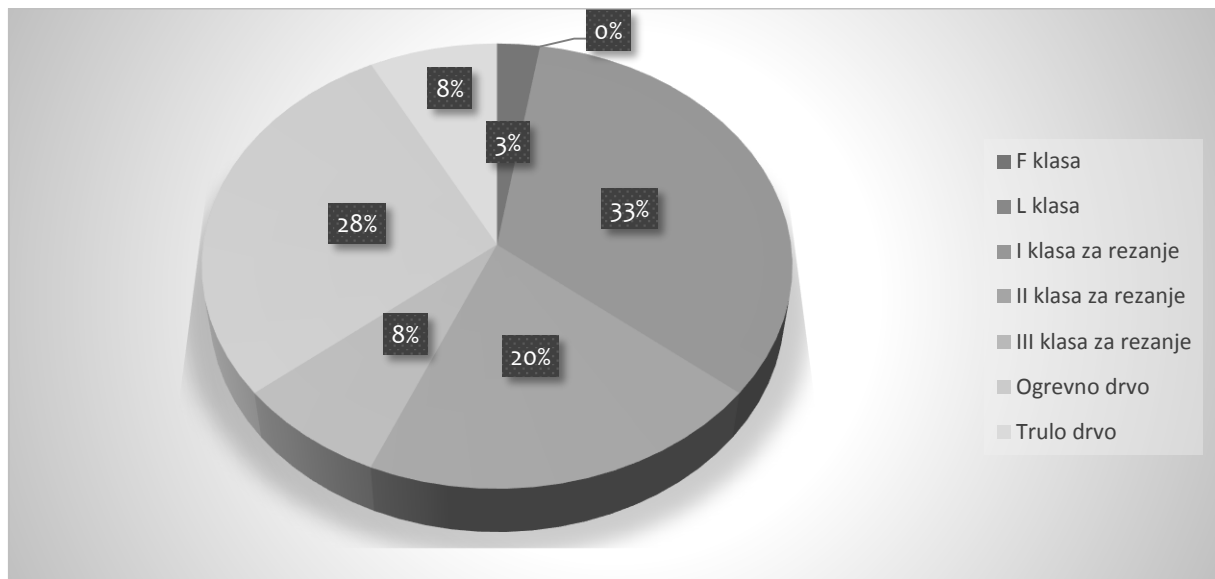
Na osnovu analiziranih podataka na Grafikon 41 uočavamo da bi u situaciji da se radilo o redovnoj seči, najveći broj trupaca pripao I klasi trupaca za rezanje (32%). S obzirom da se radi o vrlo kvalitetnoj sastojini, na osnovu uzorka utvrđeno je da bi u slučaju redovne seče klase kvaliteta F i L (drvo za sečeni i ljušteni furnir) činile oko trećine ukupnog broja izrađenih sortimenata.



Grafikon 42: Klase kvaliteta drveta u procentima u situaciji da je seča izvršena odmah nakon nastalih ledoloma i ledoizvala

Analizirajući podatke o kvalitetu drvnih sortimenata da je seča i krojenje stabala izvršeno odmah nakon nastalih ledoloma i ledoizvala, najveći broj trupaca pripao je takođe klasama I i II (51%). Za razliku od prethodne situacije, u ovom slučaju nešto je veći

procenat ogrevnog drveta u odnosu na situaciju da je u pitanju bila redovna seča zbog prelomljenih i rascepljenih delova stabala koji bi jedino mogli da budu uvršteni u ogrevno drvo (Grafikon 42).



Grafikon 43: Postojeće stanje klasa kvalitea sortimenata

Analizirajući postojeće stanje utvrđeno je da najveći procenat drvne zapremine nažalost odlazi na ogrevno drvo (28%) (Grafikon 43). Ovo je potkrepljeno činjenicom da je veliki broj stabala odnosno sortimenata prozuckao. Određeni procenat sortimenata stabala je potpuno truo, i takve sortimente nije moguće iskoristi čak ni kao ogrevno drvo (8%). Ovaj podatak treba uzeti sa rezervom, s obzirom da su istraživanja rađena na relativno malom uzorku i postoji verovatnoća da je taj procenat čak veći od izračunatih 8%.

Analizirajući vrednosti sortimenata utvrđeno ja da razlika između sortimenata koji bi bili izrađeni da se ledolomi i ledoizvale uopšte nisu dogodili i situacije da je seča i izrada urađena neposredno posle ledoloma relativno mala (oko 3%), dok je razlika u gubitku vrednosti preko polovine (55%).

Razlika između prve i druge situacije predstavlja razliku vrednosti odnosno štete koja je nastala kao posledica pojave ledoloma i ledoizvala, dok je razlika u vrednosti između druge i treće situacije predstavlja gubitke koji su nastali nepravovremenom reakcijom na novonastale okolnosti.

Analizirajući podatke na osnovu greški i karakteristika stabala utvrđeno je da postoje relativno mala odstupanja u vrednosti između situacije broj 1 i situacije broj 2, dok su velika odstupanja u vrednosti između situacije broj 1 i broj 3. Najveći gubici u kvalitetu najviše su se odrazili na najkvalitetniju grupu sortimenata (F i L klase kvaliteta).



Slika 35: Stepen truleži na početku prvog trupca (a)



Slika 36: Stepen truleži na početku prvog trupca (b)



Slika 37: Stepen truleži na početku drugog trupca (a)



Slika 38: Stepen truleži na početku drugog trupca (b)



Slika 39: Stepen truleži na početku drugog trupca (c) Slika 40: Stepen truleži na početku drugog trupca (d)



Slika 41: Stepen truleži na početku trećeg trupca (a)

Slika 42: Stepen truleži na početku trećeg trupca (b)

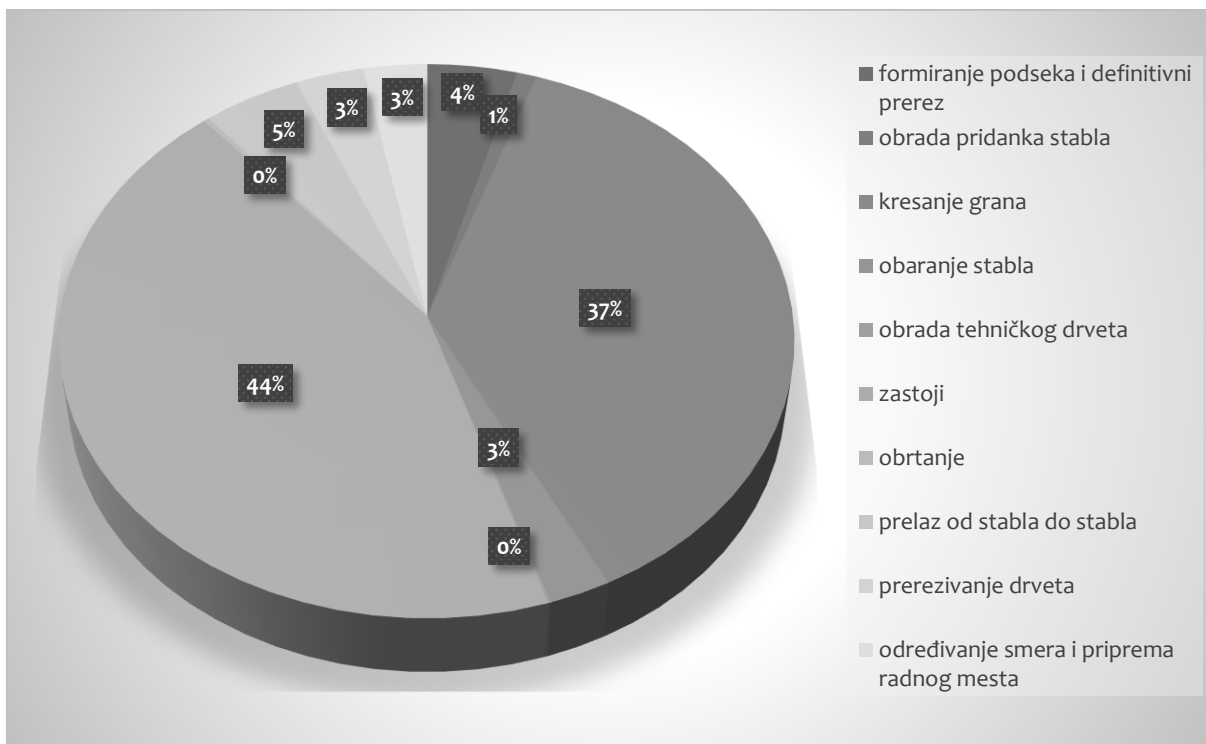
5.3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA 3

5.3.1. Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 1

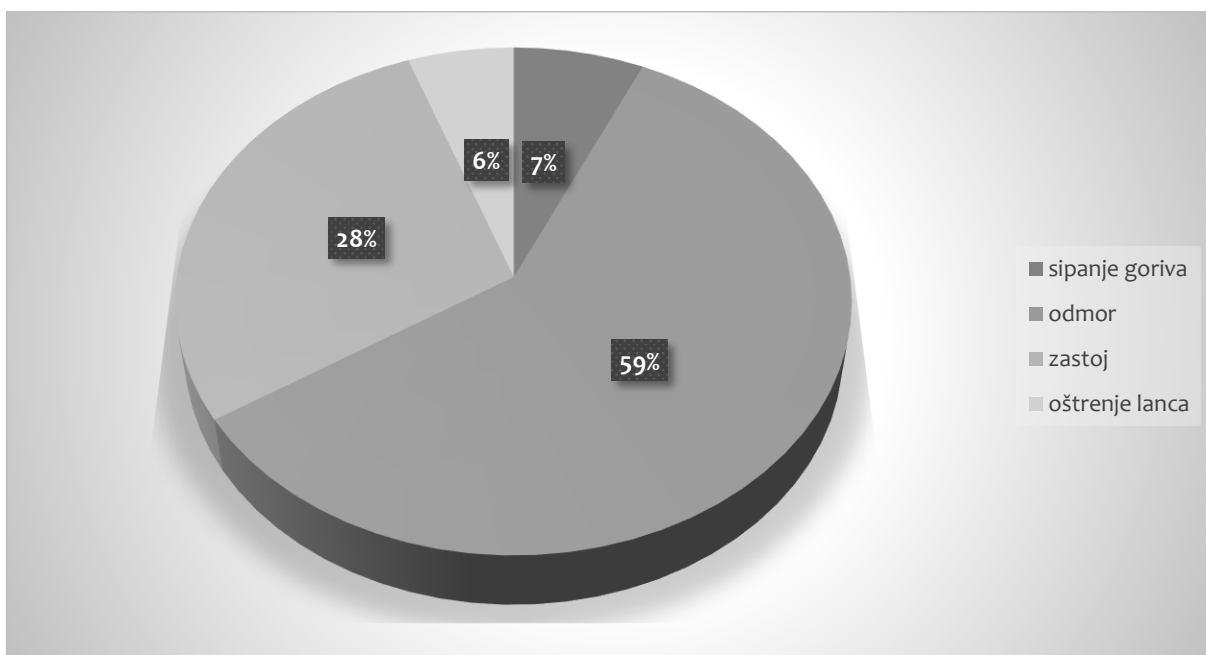
Seča i izrada drvnih sortimenata obavljena je na dve prethodno obeležene ogledne površine (oglednoj površini 1 i oglednoj površini 3). Na oglednoj površini 1 izvršena je čista sanitarna seča na grupi stabala, dok je na oglednoj površini 3 obavljena sanitarna seča na pojedinačnim stablima.

Snimanje podataka obavljeno je krajem avgusta i u septembru 2016. godine. Vreme je bilo sunčano, sa temperaturama oko 20-25 °C.

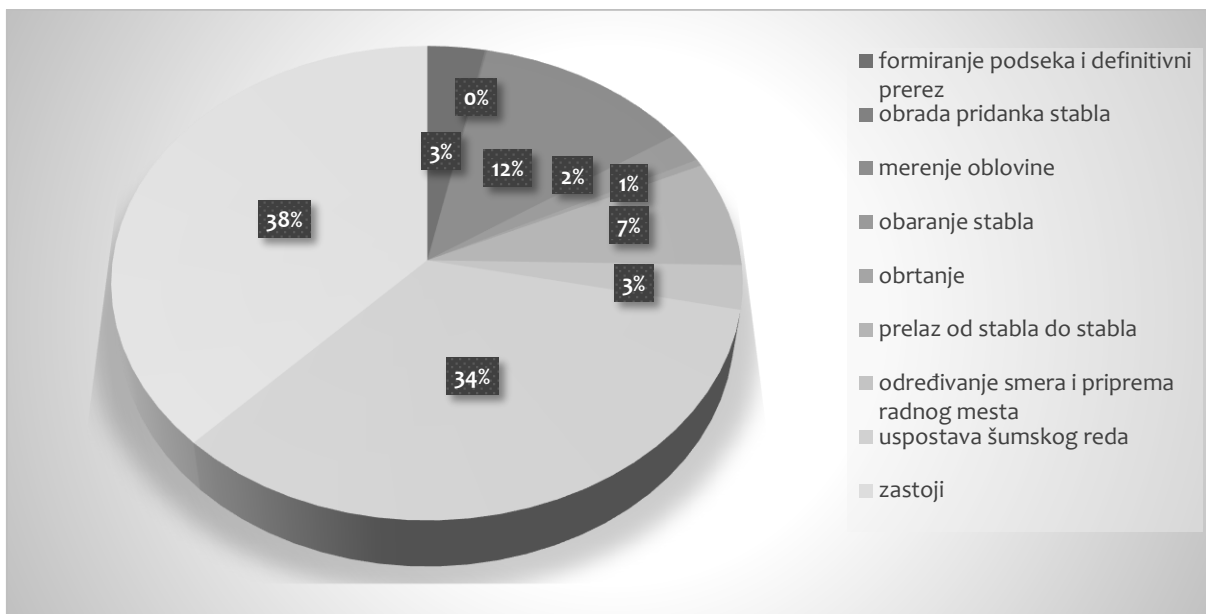
Organizaciona forma rada je bila jedan radnik koji je rukovao motornom testerom i jedan pomoćnik (on nije radio motornom testerom). Radnik koji je rukovao motornom testerom je star 34 godine i ima 19 godina radnog iskustva na poslovima seče i izrade. Radnik je koristio motornu testeru Husqvarna 365, starosti 10 meseci. Pomoćnik je star 20 godina i ima 5 godina radnog iskustva na ovim i sličnim poslovima.



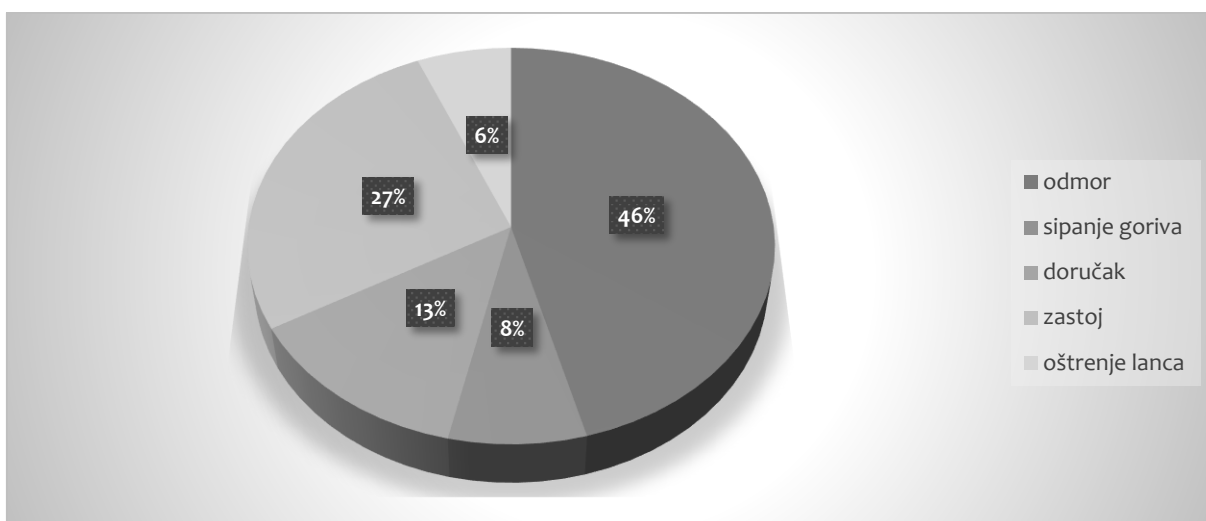
Grafikon 44: Procentualno učešće radnih operacija prvog radnika tokom seče motornom testerom na OP 1



Grafikon 45: Struktura zastoja za prvog radnika pri seči motornom testerom na OP 1



Grafikon 46: Procentualno učešće radnih operacija drugog radnika tokom seče motornom testerom na OP 1



Grafikon 47: Struktura zastoja za drugog radnika pri seči motornom testerom na OP 1

Na grafikonima 44 i 46 prikazano je učešće radnih operacija u ukupnom trajanju vremena rada sekača i njegovog pomoćnika. Na grafikonima se može uočiti da je najveći procenat vremena zauzelo kresanje grana (kod prvog radnika), dok je kod drugog radnika taj procenat najveći za radnu operaciju uspostava šumskog reda.

Tabela 28: Raspodela sumarnih vremena zajedničkih radnih operacija po debljinskim stepenima

Debljinski stepen	Određivanje smera i priprema radnog mesta	Formiranje podseka i definitivni prerez	Obrada pridanka stabla	Kresanje grana	Uspostava šumskog reda
12,5	3,60	1,40	0,00	9,03	16,22
17,5	6,83	3,53	0,30	34,73	18,80
22,5	4,57	8,70	0,88	28,22	27,53
27,5	16,67	15,23	1,52	77,63	69,05
32,5	6,95	13,58	2,10	68,53	47,22
37,5	5,60	9,00	0,15	38,58	33,12
42,5	5,07	7,20	1,02	34,00	31,97
47,5	1,00	2,70	1,38	7,50	5,83
52,5	0,50	3,87	1,47	16,42	39,58
57,5	3,77	2,33	0,65	20,10	18,67

U vremena koja su se odnosila na izradu tehničkog oblog drveta uvrštene su radne operacije krojenje i prerezivanje tehničkog oblog drveta, obrada tehničkog drveta kao i obrtanje oblovine. Pored ovih radnih operacija uvrštena je još i radna operacija merenje oblovine, koju je obavljao drugi radnik (pomoćnik). Ova radna operacija podrazumeva merenje dužine oblovine i upisivanje ove dimenzije na čelo trupca. Raspodela ovih vremena po debljinskim stepenima prikazana je u Tabela 29.

Tabela 29: Raspodela vremena radnih operacija koje se odnose na izradu tehničkog oblog drveta po debljinskim stepenima

Debljinski stepen	Merenje oblovine	Obrtanje oblovine	Krojenje i prerezivanje drveta
12,5	1,08		0,25
17,5	19,33	0,42	2,35
22,5	8,65		2,93
27,5	25,37	0,55	10,14
32,5	24,77	0,25	6,15
37,5	9,65		1,98
42,5	8,90		2,68
47,5	4,58		1,53
52,5	3,77	0,08	0,93
57,5	4,20	1,07	1,52

Podaci o vremenima prelaza, obaranju stabala, kao i odmori i zastoji prikazani su u Tabela 30. Ove vrednosti date su sumarno za svaki debljinski stepen ponaosob. Prosečno vreme prelaza za oba radnika iznosi 1,31 min/stablu. Utvrđeno je da je učinak oba radnika na ovoj oglednoj površini 19,15 m³/dan.

Tabela 30: Obradna tabela podataka o trajanju prelaza, zastoja i dr.

Debljinski stepen	Prelaz od stabla do stabla	Obaranje stabla	Okretanje	Zastoj
12,5	8,53	3,00	0,00	13,03
17,5	17,05	8,75	1,28	100,77
22,5	6,85	3,70	0,00	40,02
27,5	19,53	7,45	0,82	154,22
32,5	10,22	5,43	0,25	83,95
37,5	31,27	5,43	0,00	245,65
42,5	11,63	6,48	0,00	10,03
47,5	0,30	0,43	0,00	58,33
52,5	0,37	0,67	0,57	26,12
57,5	1,60	0,20	1,25	0,78

Prosečna potrošnja goriva motorne testere na oglednoj površini 1 bila je 0,15 L/stablu, tj. 0,21 L/m³, odnosno preračunato na radni sat 0,91 L/h.

Prosečna potrošnja maziva motorne testere na oglednoj površini 1 bila je 0,05 L/stablu, tj. 0,07 L/m³, odnosno preračunato na radni sat 0,51 L/h.

Na ovoj oglednoj površini izračunata norma seče I izrade iznosi 19,15 m³/dan.

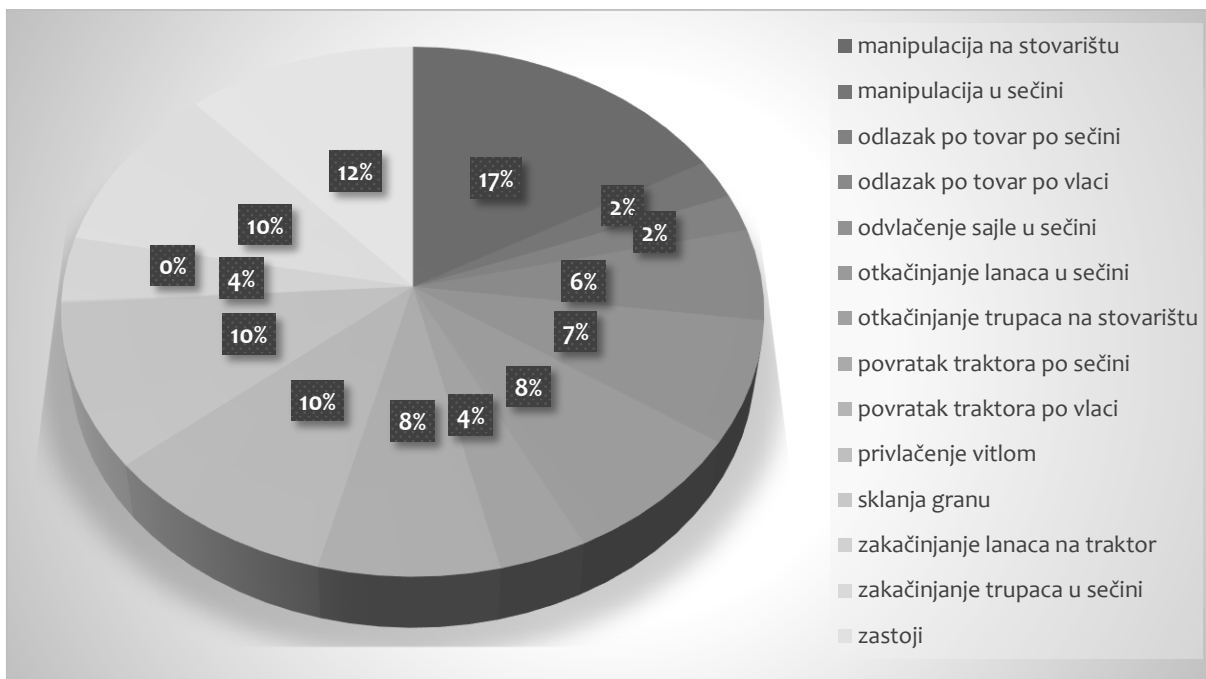
U toku snimanja privlačenja drvnih sortimenata vreme je bilo bez padavina, temperatura se kretala u intervalu od 15-24 °C, što znači da su uslovi za rad bili povoljni. Prethodnih dana je padala kiša pa je na vlaci bila velika količina blata, a kolotrazi su bili veoma izraženi. Vozač traktora je star 38 godina i ima 12 godina radnog iskustva u ovom poslu. Pomoćnik je star 40 godina i ima takođe 12 godina radog iskustva. Zalaganje radnika je bilo prosečno. Zakačinjanje i otkaćinjanje drvnih sortimenata su radila oba radnika.

Radnik koji je upravljao traktorom je gasio motor na traktoru svaki put kada završi manipulaciju u sečini, pre početka radne operacije zakačinjanje. Motor traktora je palio kada počinje radna operacija *privlačenje vitlom*. Takođe je motor gasio svaki put na stovarištu pre početka radne operacije *otkaćinjanje drvnih sortimenata*.

Uslovi za rad na sečini bili su nepovoljni. Razlog za to je prisustvo visoke trave i korova koji su otežavali kretanje radnika. Takođe prisustvo visokih panjeva prouzrokovalo je česte zastoje prilikom privlačenja drvnih sortimenata vitlom.

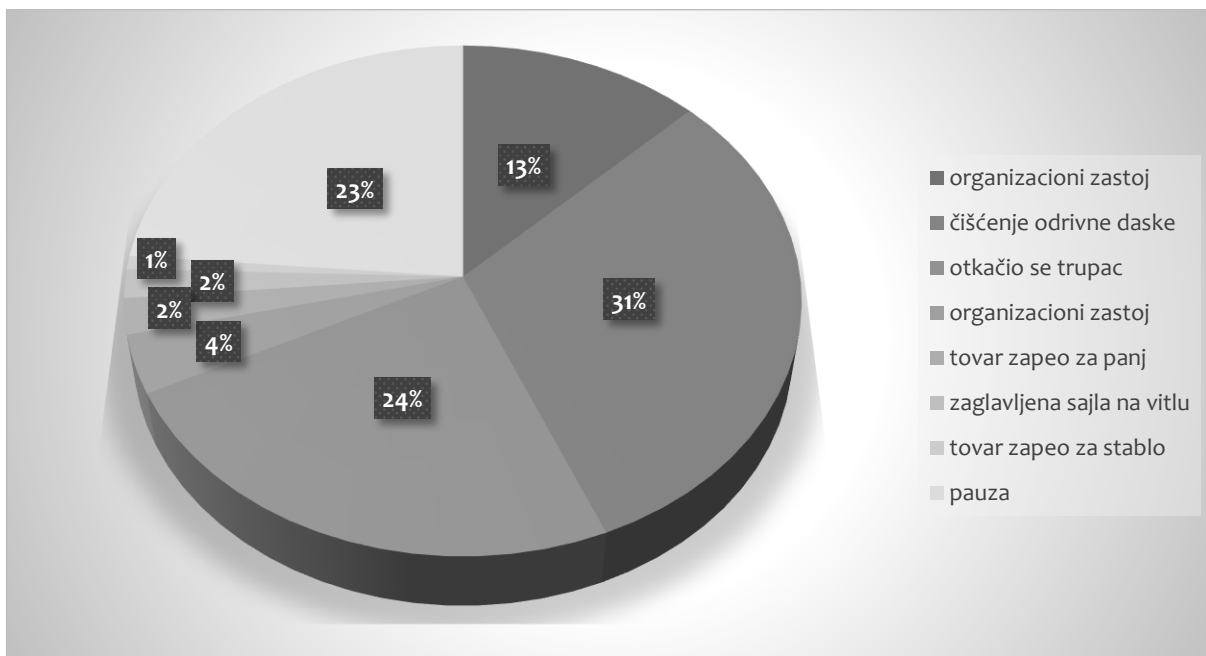
Na stovarištu broj 1 je bilo dovoljno prostora tako da se nije gubilo mnogo vremena na sklanjanje trupaca.

Na OP1 traktor je na sečinu ulazio uvek na istom mestu.



Grafikon 48: Procentualno učešće trajanja radnih operacija traktora na OP 1 u ukupnom vremenu rada

Sa Grafikon 48 se može uočiti da je najveći procenat vremena zauzela manipulacija u sečini. Razlog za ovako vreliki procenat u odnosu na druge radne operacije je činjenica da je u sečini bilo visokog podrasta pa se traktor prilično otežano kretao sečinom a samim tim je u sledećoj fazi i manipulacija bila otežana.



Grafikon 49: Struktura zastoja traktora na OP1

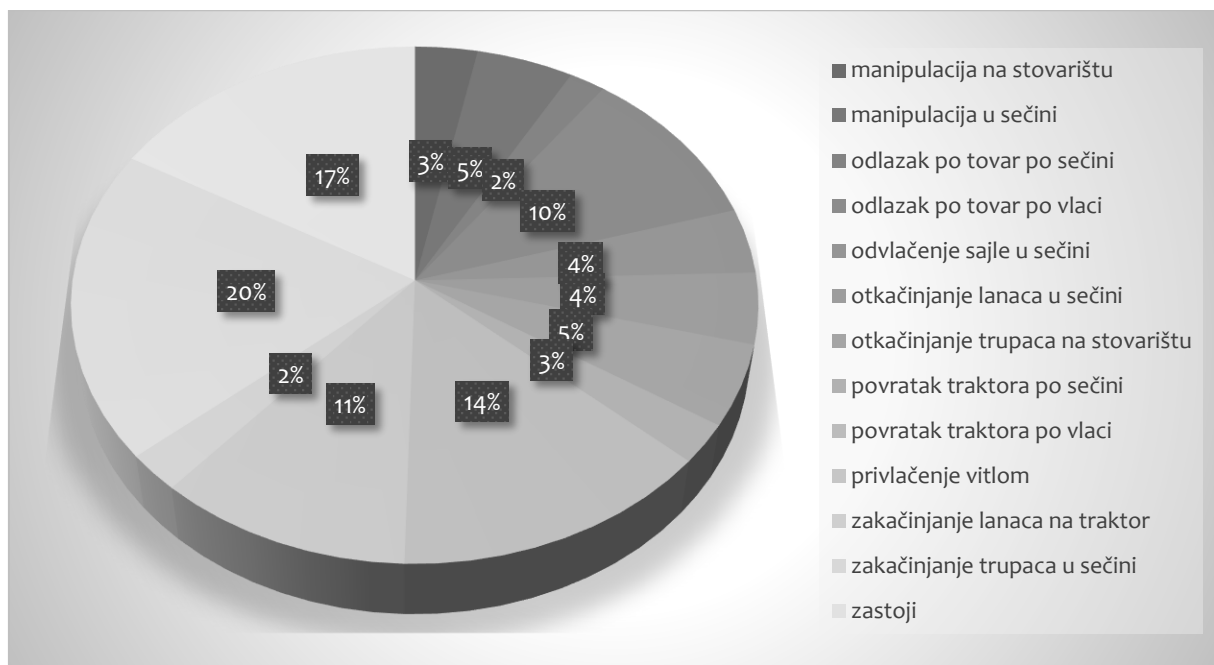
Na Grafikon 49 se može uočiti da se najveći procenat zastoja odnosio na trupce koji su se otkacili iz tovara u toku povratka traktora pod punim tovarom kao i na čišćenje

odrivne daske. Oba ova zastoja se mogu objasniti činjenicom da je vlaka bila veoma vlažna, sa dubokim kolotrazima.

Prosečno trajanje ture na OP1 iznosilo je 42 min. Prosečna broj komada u turi 16 komada, a prosečna zapremina po jednoj turi 5,15 m³. Prosečna zapremina komada na ovoj oglednoj površini iznosila je 0,31 m³/kom. Prosečna norma transporta na ovoj oglednoj površini iznosi 58,65 m³/dan. Jedinični trošak traktora na ovoj oglednoj površini iznosi 2,72 eur/m³.

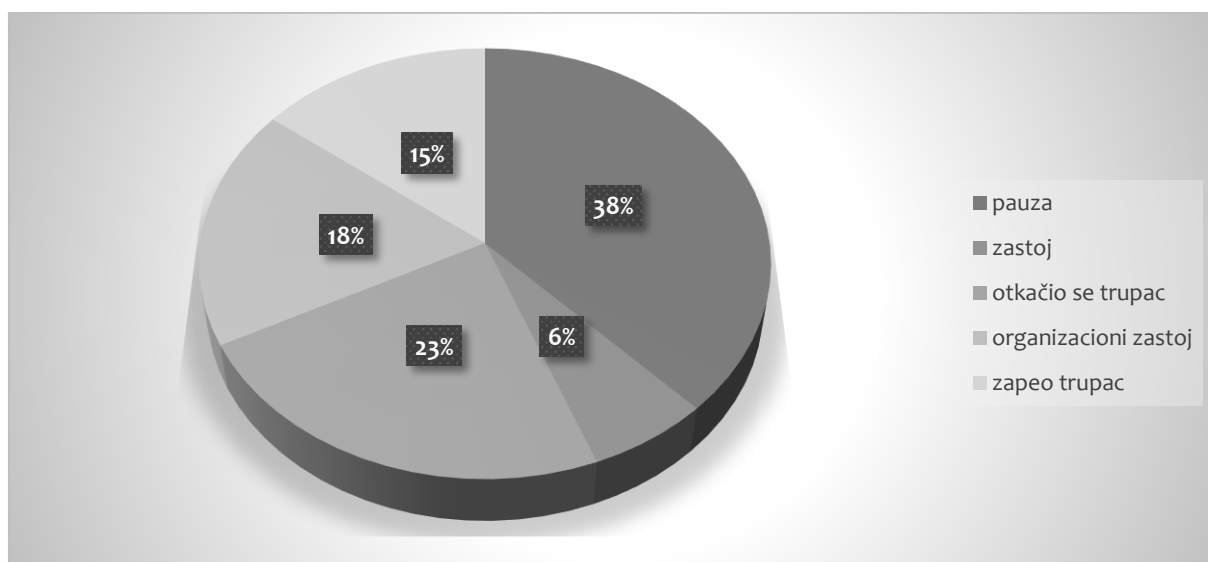
Prosečna potrošnja goriva na ovoj oglednoj površini iznosila je 0,39 l/m³, odnosno 2,84 l/h.

5.3.2. Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 2



Grafikon 50: Procentualno učešće trajanja radnih operacija traktora na OP2 u ukupnom vremenu rada

Sa Grafikon 50 se može uočiti da je najveći procenat vremena zauzelo vreme koje se odnosilo na zakačinjanje trupaca u sečini kao i povratak po vlaci. Razlog za veći procenat učešća vremena radne operacije zakačinjanje trupaca u sečini odnosu na druge radne operacije je činjenica da je i u ovoj sečini bilo visokog podrasta pa se pomoćnik traktoriste otežano kretao i trošio više vremena na samu radnu operaciju zakačinjanje. Relativno veliki procenat radne operacije povratak traktora po vlaci leži u činjenici da je distanca privlačenja na ovoj površini veća nego na OP1.



Grafikon 51: Struktura zastoja traktora na OP2

Na Grafikon 51 se može uočiti da se najveći procenat zastoja odnosio na trupce koji su se otkočili iz tovara u toku povratka traktora pod punim tovarom kao i na pauze. S obzirom da je ovo vreme prikazano kao odnos vremena u odnosu na ukupno vreme zastoja stiče se utisak da su veliki procenat vremena (38%) zauzele pauze. Međutim, to u stvarnosti nije bilo tako, i ovo su bila veoma mala vremena (nekoliko minuta).

Prosečno trajanje ture na OP2 iznosilo je 56 min. Prosečna broj komada u turi 15 komada, a prosečna zapremina po jednoj turi 7,13 m³. Prosečna zapremina komada na ovoj ogleđnoj površini iznosila je 0,48 m³/kom. Prosečna norma transporta na ovoj ogleđnoj površini iznosi 42,45 m³/dan.

Na osnovu izračunatih vrednosti osnovnih normi rada forvardera mogu se izračunati norme rada. Norme variraju sa prosečnom zapreminom komada i srednjom transportnom distancom. Nakon snianja u drugoj istraživačkoj godini biće izvršeno grupisanje uslova rada i prikazane norme trada istraživanog forvardera, kao i jedinični troškovi koji će biti upoređeni sa jediničnim troškovima za klasičnu tehnologiju rada. Razlog zbog čega sada nisu ustanovljene norme leži u reprezentativnosti uzorka.

Prosečna potrošnja goriva na na ogleđnoj površini 2 bila je 0,41 L/m³, odnosno 3,07 L/h. Razlog za veću potrošnju na OP2 u odnosu na OP1 je činjenica da se traktor na OP2 kretao više po sečini nego na OP1, kao i da je prosečna zapremina komada bila veća na OP2 kao i veći nagibi terena (do 23% u odnosu na 13%).

Tabela 31: Ulazni parametri za obračun troškova privlačenja za traktor LKT 81 Turbo

	Elementi kalkulacije		Jedinica mere	Vrednost
1	Nabavna cena traktora	Cm	din	3.600.000
2	Vek trajanja traktora	Vh	sati	9.000
3	Vek trajanja guma	Vg	sati	2.800
4	Broj efektivnih radnih dana u godini	de	dan	200
5	Broj pogonskih sati na dan	hp	sati	7
6	Preostala vrednost traktora	Cp	din	1.188.000
7	Cena guma	Cg	din	228.140
8	Cena lanaca	Cl	din	245.784
9	Utrošak goriva	g	lit/h	7,39
10	Utrošak maziva	m	lit/h	1,85
11	Cena goriva	Cgo	din	138
12	Stopa osiguranja	po	%	4
13	Kamatna stopa	pk	%	6
14	Rok otplate kredita za nabavku traktora	xk	god	5
15	Rok otplate kredita za nabavku guma	xkg	god	1
16	Mesečna neto plata traktoriste	Sot	din	35.000
17	Mesečna neto plata pomoćnika	Sop	din	30.000
18	Koeficijent doprinosa	kd	%	1,6

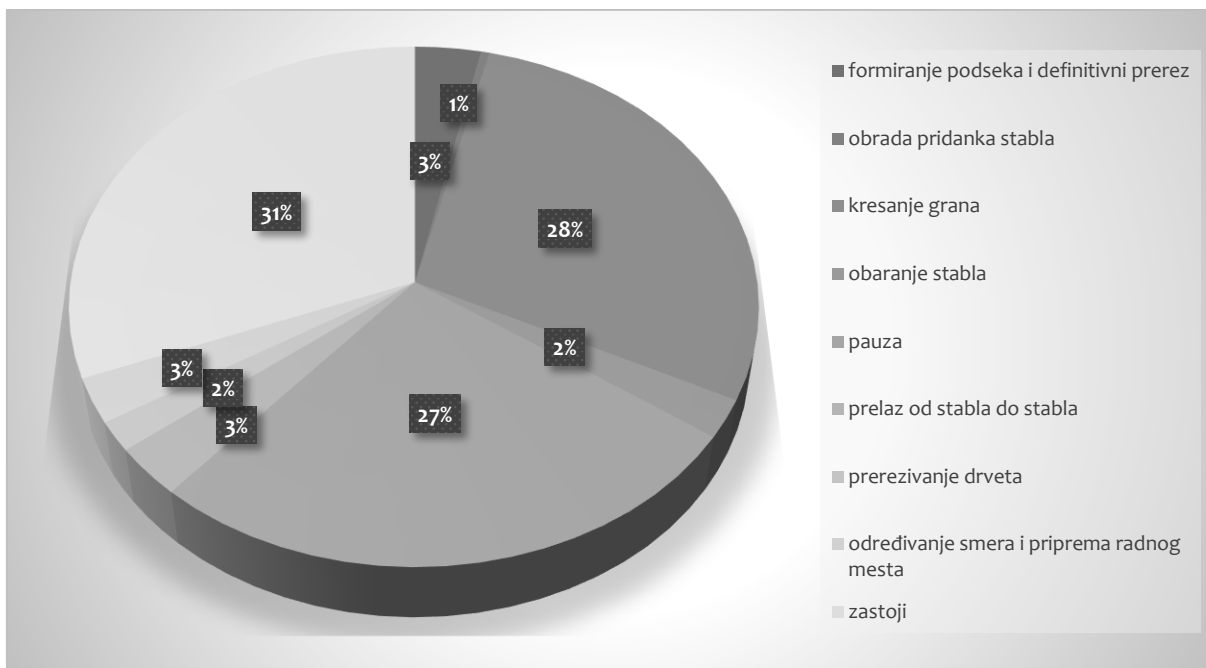
Na osnovu datih parametara izračunat je dnevni trošak rada traktora koji iznosi 18.947 din/dan, odnosno 150,28 eura/dan. Treba napomenuti da su kalkulacije urađene za polovan traktor.

Na temelju dnevnog troška rada i dnevnoga učinka traktora izračunati su troškovi privlačenja drvnih sortimenata po jedinici proizvoda, u zavisnosti od distance privlačenja. Na ogleđnoj površini 2 ovi troškovi iznose 3,54 eura/m³.

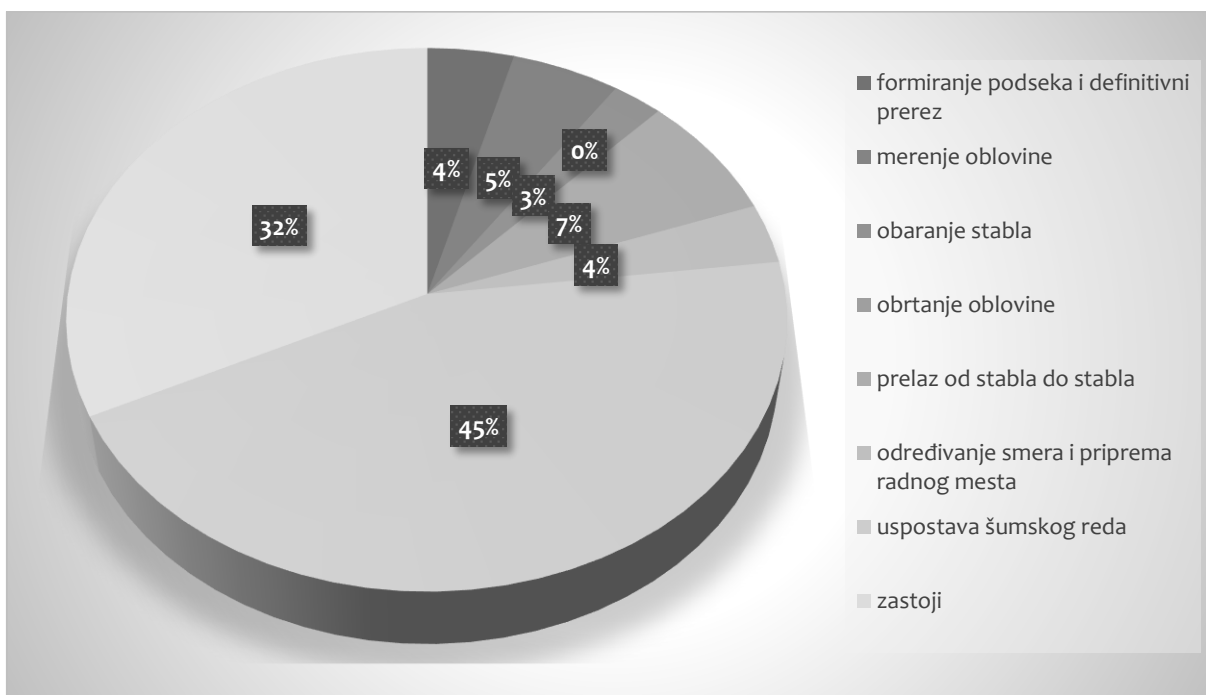
5.3.3. Efekti rada istraživanih sredstava na ogleđnoj površini 3

Na ogleđnoj površini 3 snimani su i seča i izrada drvnih sortimenata kao i transport drvnih sortimenata (I faza transporta).

Najveći procenat vremena kod prvog radnika zauzima radna operacija kresanje grana (Grafikon 52) što je i očekivano s obzirom da se radi o četinarima. Drugi radnik je najveći procenat vremena utrošio na uspostavu šumskog reda (Grafikon 53).



Grafikon 52: Trajanja radnih operacija u ukupnom vremenu za prvog radnika na OP3



Grafikon 53: Trajanja radnih operacija u ukupnom vremenu za drugog radnika na OP3

Tabela 32: Raspodela sumarnih vremena zajedničkih radnih operacija po debljinskim stepenima na OP3

Debljinski stepen	Određivanje smera i priprema radnog mesta	Formiranje podseka i definitivni prerez	Obrada pridanka stabla	Kresanje grana	Uspostava šumskog reda
12,5	2,10	0,97	0,00	3,60	14,40
17,5	2,97	1,47	0,00	12,25	10,43
22,5	1,60	0,78	0,00	6,63	4,65
27,5	5,48	6,63	0,47	49,13	39,25
32,5	11,90	10,02	0,93	30,68	25,72
37,5	0,15	0,57	0,00	12,50	52,08
42,5	4,67	6,27	0,82	27,95	27,97
47,5	5,32	7,38	0,00	30,10	22,12
52,5	1,23	8,53	0,63	14,57	14,55

Tabela 33: Raspodela vremena radnih operacija koje se odnose na izradu tehničkog oblog drveta po debljinskim stepenima na OP3

Debljinski stepen	Prerezivanje drveta	Merenje oblovin
12,5	1,27	1,32
17,5	0,40	2,22
22,5	0,13	0,50
27,5	2,47	11,03
32,5	3,40	2,68
37,5	0,57	0,55
42,5	1,75	2,55
47,5	1,27	1,92
52,5	0,88	1,53

Tabela 34: Obradna tabela podataka o trajanju prelaza, zastoja i dr. na OP3

Debljinski stepen	Prelaz od stabla do stabla	Obaranje stabla	Zastoj
12,5	2,80	2,40	41,10
17,5	3,40	0,50	0,00
22,5	1,43	1,52	0,00
27,5	11,58	2,18	112,50
32,5	5,33	1,52	0,00
37,5	19,88	1,68	76,18
42,5	9,70	0,83	72,45
47,5	1,42	16,70	40,68
52,5	0,90	0,33	15,93

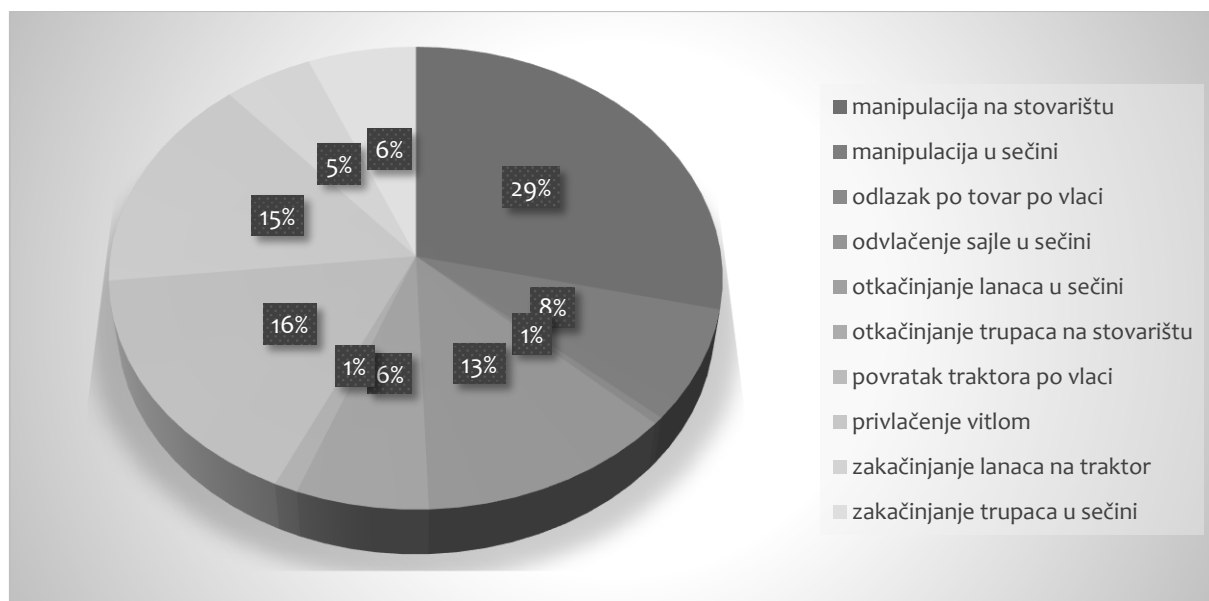
Raspored vremena za prvog i drugog radnika (sumarno) za zajedničke radne operacije, izrada tehničkog oblog drveta kao i o ostalim vremenima dati su u

Tabela 32, Tabela 33 i Tabela 34.

Prosečna potrošnja goriva motorne testere na oglednoj površini 1 bila je 0,15 L/stablu, tj. 0,18 L/m³, odnosno preračunato na radni sat 1,05 L/h.

Prosečna potrošnja maziva motorne testere na oglednoj površini 1 bila je 0,06 L/stablu, tj. 0,08 L/m³, odnosno preračunato na radni sat 0,55 L/h.

Prosečna norma seče na OP3 iznosi 14,48 m³/dan.



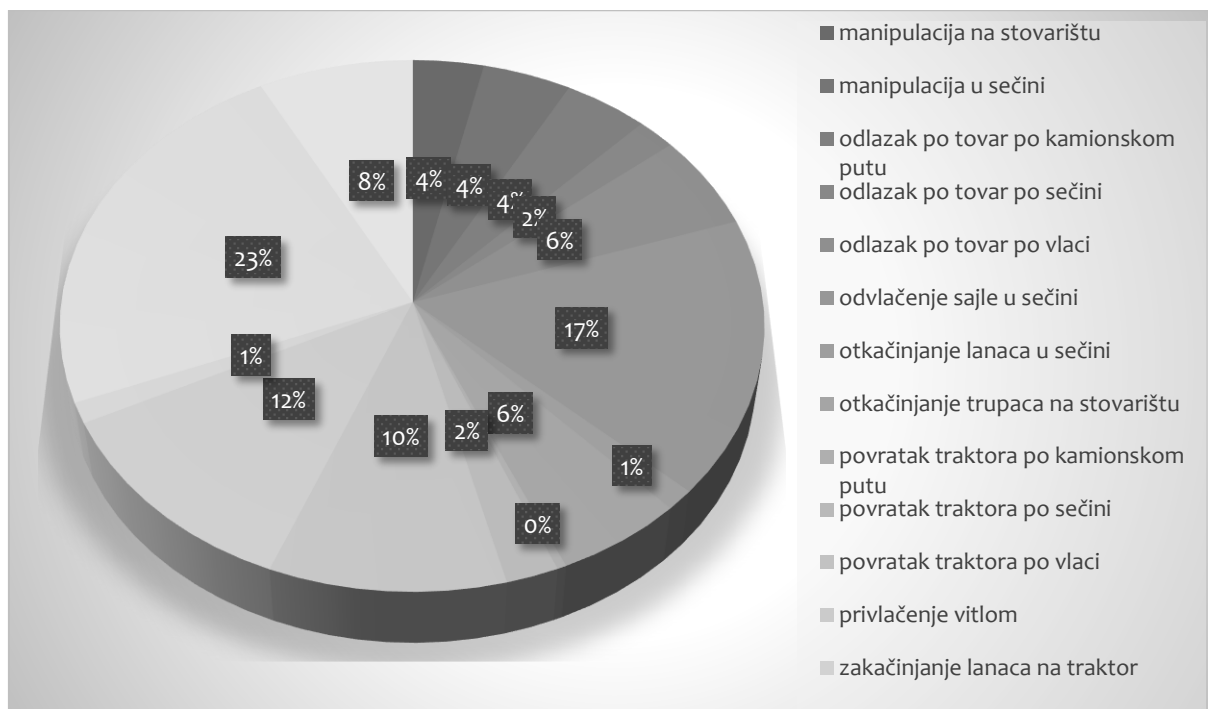
Grafikon 54: Procentualno učešće trajanja radnih operacija traktora na OP3

Sa Grafikon 54 se može uočiti da je najveći procenat vremena zauzela manipulacija u sečini. Razlog za ovako vreliki procenat u odnosu na druge radne operacije je činjenica da je i u sečini bilo visokog podrasta pa se traktor prilično otežano kretao sečinom, a samim tim je u sledećoj radnoj operaciji (manipulacija) otežana.

Prosečna potrošnja goriva na na oglednoj površini 3 bila je 0,76 L/m³, odnosno 3,49 L/h.

Prosečna norma transporta na ovoj oglednoj površini iznosi 36,29 m³/dan, dok je jeinični trošak 4,14 eura/m³. Razlog za veće vrednosti u odnosu na prethodne dve površine leži u činjenici da je na ovoj površini vršena seča pojedinačnih stabala, pa su i drvni saortimenti bili rasutiji po površini.

5.3.4. Efekti rada istraživanih sredstava na oglednoj površini 4



Grafikon 55: Procentualno učešće trajanja radnih operacija traktora na OP3 transportovanih na stovarište broj 3 u ukupnom vremenu rada

Na Grafikon 55 se vidi da je najveći procenat zauzela radna operacija odvlačenje sajle u sečini. S obzirom na činjenicu da je na ovoj oglednoj površini bila u pitanju sanitarna a ne čista seča, pomoćnik traktoriste je morao da preskače i zaobilazi prepreke koje su se nalazile u sečini, pa otuda je ovaj procenat vremena veći nego što bismo očekivali.

U ukupnom vremenu trajanja zastoja najveći procenat zastoja se takođe odnosio na otklanjanje prepreka ili pomeranje trupaca koji je zapinjao za prepreke koje su se nalazile u sečini.

Prosečna zapremina komada na OP4 iznosila je 0,62 m³/kom. Prosečna norma transporta na ovoj oglednoj površini iznosila je 85,18 m³/dan. S obzirom da je vuča na ovoj oglednoj površini vršena uzbrdo, očekivali bi se manji učinci. Međutim, razlog za to leži u činjenici da uzorak za izračunavanje norme nije dovoljno velik.

Jedinični troškovi traktora na oglednoj površini 4 iznose 1,76 eura/m³. Činjenica da normu treba prihvatiti sa rezervom se odrazila i na jedinične troškove.

Prosečna potrošnja goriva na na oglednoj površini 2 bila je 0,52 L/m³, odnosno 5,91 L/h.

5.3.5. Mreža sekundarnih puteva

Na području istraživanja 3, koji su činile četiri ogledne površine, izvršena je analiza mreže sekundarnih šumskih puteva. Osnovni parametri koji su uzeti u obzir pri oceni stanja ovih puteva su srednja distanca vuče po vlaci i nagib vlake.

Prilikom izvlačenja drvnih sortimenata sa četiri ogledne površine, korišćeno je pet traktorskih puteva. Transportna distanca od mesta seče do stovarišta na šumskom putu iznosila je od 94 do 508 m. Sem na oglednoj površini 4, vuča po vlaci je uglavnom vršena nizbrdo. Vlake do stovarišta S1 imale su prihvatljive uzdužne nagibe koji su se kretali od 0 do 23%. Širina vlaka iznosila je od 3,0 do 3,5 m. Vlake do stovarišta S2 i S3 imale su nešto veće uzdužne nagibe (od 3 do 30%), s tim da je transport drvnih sortimenata od OP 4 do S3 vršen uzbrdo. Kao i u prethodnom slučaju, i ove vlake imaju dovoljnu širinu za nesmetano kretanje zglobnog šumskog traktora.



Slika 43: Transport drvnih sortimenata sa OP 2 do privremenog stovarišta



Slika 44: Stanje traktorske vlake nakon završenog transporta sortimenata sa OP 2

U tabeli koja sledi dati su prikazi dužine vlaka od svakog oglednog polja od stovarišta na šumskom putu, kao i njihvi nagibi.

Tabela 35: Dužine i nagibi vlaka od OP do stovarišta

Broj	Ogledna površina	Stovarište	Dužina	Nagib
			[m]	[%]
1	OP 1	S 1	205	0-13
2	OP 2	S 1	508	0-23
3	OP 3	S 1	441	0-19
4		S 2	255	3-30
5	OP 4	S 3	94	15-27

5.4. MOGUĆNOST PRIMENE ŠUMSKIH ŽIČARA PRI KORIŠĆENJU SLUČAJNIH PRINOSA

Glavna ograničenja koju utiču na izbor sredstava rada u procesu I faze transporta su nagib terena i transportna distanca. Pored toga, tu je i niz drugih ograničenja: veličina komada, produktivnost, troškovi rada, sistem gazodvanja, način seče, topografska ograničenja, putna mreža, očuvanje sastojine i dr. Veličina komada, bazirana na prečniku i visini, ima direktan uticaj na tip i veličinu opreme koja će se koristiti, a poseban značaj imaju maksimalna i srednja veličina komada. Sistem gazdovanja i način seče takođe su bitni faktori pri izboru sredstava rada.

U uslovima elementarnih nepogoda, vrlo često dolazi do izvala i lomova stabala, koja zatim ostaju ukrštena i uklještena na zemlji. Izvoditi radove u ovakvim uslovima je veoma otežano i rizično. Nakon krojenja i presecanja stabala, u sečini se pojavljuje veliki broj prepreka u vidu izvaljenih panjeva, neiskorišćenih delova stabala, granjevine i sl. Sve ovo predstavlja otežavajuće okolnosti pri transportu izrađenih sortimenata i može da prouzrokuje veliki broj zastoja sredstava rada. U ovakvim okolnostima veoma je bitno izabrati adekvatno sredstvo rada, kojim će se na najmanje rizičan i ekonomski opravdan način, izvršiti privlačenje drvnih sortimenata do privremenog stovarišta.

Na osnovu snimanja različitih sredstava rada za obavljanje I faze transporta, kao i različitih uslova sredine u kojima je transport vršen, dobijeni su dnevni učinci pri korišćenju slučajnih prinosa. Na oglednim površinama u GJ „Bukovik I“ na strmim terenima, privlačenje drvenih sortimenata obavljeno je traktorom sa vitlom do traktorske vlake, a zatim forvarderom do stovarišta na šumskom putu ili u slučaju nešto blažih nagiba forvarderom u potpunosti.

Poređenjem ova dva sredstva i metoda rada, može se samo izvršiti izbor između jednog ili drugog. Međutim, za izbor najpogodnijeg sredstva rada u I fazi transporta pri korišćenju slučajnih prinosa, bilo je potrebno uzeti u obzir i šumsku žičaru. Zbog činjenice da u Srbiji trenutno nema ni jedne šumske žičare, istraživanja efekata rada tog sredstva rada nisu bila moguća. Proučavanje učinaka šumskih žičara sigurno će biti predmet nekih budućih istraživačkih projekata, a za sada se samo možemo osvrnuti na rezultate istraživanja drugih autora i preneti njihova iskustva i preporuke.

Privlačenje drveta šumskim žičarama jedan je od alternativnih načina obavljanja I faze transporta. Privlačenje šumskim žičarama predstavlja iznošenje drvnih sortimenata po šumskom bespuću, pri čemu je oblovina pomoću užadi delimično ili potpuni izdignuta iznad tla, čime se smanjuje ili potpuno uklanja međusobno delovanje sredstva rada i tla. Osnovna karakteristika šumskih žičara je postojanje najmanje dva užeta, od kojih jedno ima funkciju vuče tereta, a drugu funkciju nošenja tereta. Pokretanje užadi obavlja se preko višedobošnih vitala.

Upotreba šumskih žičara je važna u pogledu sprovođenja aktivnosti u I fazi transporta na ekonomski, ekološki i ergonomske prihvatljiv način. Akay (1998) navodi da u izrazito strmim područjima šumske žičare predstavljaju održivo rešenje, jer primena mehanizacije koja se kreće po zemlji može da uzrokuje nedopustiva oštećenja. Međutim, on ističe da su šumske žičare veoma osetljive kada su u pitanju transportne distance, veličina sortimenata i prosečna težina tovara.

Brojni autori bavili su se istraživanjima efekata rada šumskih žičara. U ovom slučaju, za nas su interesantni podaci o učincima mobilnih šumskih žičara kratkih do srednjih distanci, koje po svojoj konstrukciji, jednostavnošću prenosa i rukovanja i nabavnoj vrednosti mogu da budu alternativno rešenje za transport drveta u brdsko-planinskim krajevima Srbije.

Na bazi trogodišnjeg istraživanja mobilne žičare kratke distance Koller K300, žičare srednje distance Urus MIII i žičare duge distance Gantner, i snimljenih preko 1.350 radnih dana u prorednim sečama u šumama smrče, jele, belog bora i bukve, Acar et al. (2001) navode da su najveći dnevni učinci postignuti su primenom žičare srednjih distanci Urus M III (2008. godine - 24,23 m³/dan; 2009. godine - 19,19 m³/dan; 2010. godine - 27,65 m³/dan), dok su najveći učinci po času postignuti žičarom dugih distanci Gantner (2008. godine - 3,43 m³/h; 2009. godine - 4,73 m³/h; 2010. godine - 4,22 m³/h). Autori na kraju predlažu da je šumsku žičaru Koller K300 najbolje koristiti za manje toware, a žičaru Urus MIII za veće toware.

Neri et al. (2008) istraživali su efekte male šumske žičare na tri lokacije zahvaćene vetroizvalama na Alpima. Prosečni nagibi bili su oko 33%, srednja distanca privlačenja 165 m, a srednja bočna distanca 19 m. Sve tri lokacije zahvaćene vetroizvalama imale su površinu po jedan hektar, a prosečna zapremina bila je 286 m³. Produktivnost male šumske žičare iznosila je 1,40 m³/h/čoveku, s tim da je žičaru opsluživalo 3 radnika.

Gumus et al. (2010) istraživali su učinke šumske žičare Koller K300 pri završnom seku stogodišnje sastojine smrče i jele, na prosečnom nagibu terena od 70%. Na osnovu izračunatih učinaka, autori navode da po ciklusu transportovano u proseku 1,35 m³, odnosno 7,86 m³/h.

Veoma zanimljiva istraživanja dolaze iz regiona, tj. iz Rumunije. Birda & Borz (2012) su na osnovu uslova terena i konstruktivnih karakteristika traktora sa vitlom i šumske žičare, vršili poređenje i izbor pogodnijeg sredstva rada u prvoj fazi transporta drvnih sortimenata. Pri izboru područja rada pošlo se od sledećih pretpostavki: bočna distanca privlačenja je do 50 m za traktor sa vitlom, a do 30 m za žičaru; širina sečišta uzeta je kao dvostruka bočna distanca, odnosno 100 m; dužina sečišta zavisila je od nagiba terena i tehničkih ograničenja sredstva rada, pa je zbog primene žičare uzeta dužina od 2000 m; na terenima sa nagibom manjim od 25%, mreža traktorskih puteva postavljana je po najvećim nagibima, a u svim ostalim slučajevima vodilo se računa da uzdužni nagib puta

ne pređe 25%; traktorski put postavljen je po sredini sečišta, dok je za istu površinu bilo potrebno dva koridora žičara; prosečna bočna transportna distanca za traktor sa vitlom je 25-30 m, a za žičaru 10-15 m; sa povećanjem nagiba terena povećaće se i dužina traktorskih puteva, dok će dužina koridora žičare ostati konstantna. Rezultati do kojih su istraživači došli, pokazuju da je nagib terena najznačajniji faktor pri izboru sredstva rada, jer nagib terena prouzrokuje visoke troškove, posebno kada je u pitanju traktor sa vitlom. U uslovima kada je nagib terena manji od 25%, a drvna zapremina koju je potrebno izvući iz šume manja od 200 m³/ha, primena traktora sa vitlom je ekonomičnije od primene žičare. Za veće drvne zapremine, žičara je ekonomičnija, posebno sa aspekta potrošnje goriva. Na terenima sa nagibom između 25 i 30%, gde izgradnja traktorskih puteva zahteva značajne zemljane radove, traktor sa vitlom je efikasniji u slučaju da je drvna masa manja od 150 m³/ha. Na područjima sa nagibom terena između 30 i 35%, traktor je efikasniji samo za zapremine do 90 m³/ha. U slučaju kada su nagibi terena između 35 i 45%, traktor je efikasniji samo u slučaju kada je zapremina manja od 60 m³/ha, dok je u svim drugim slučajevima efikasnija i ekonomičnija primena šumske žičare.

Vreme montaže i demontaže šumske žičare povećava se sa povećanjem dužine koridora. Sa druge strane, dužina mreže traktorskih puteva utiče na ukupne troškove transporta, posebno u slučaju primene traktora na većim nagibima. Ovo je posebno izraženo pri transportu malih drvnih zapremina kao i stabala malih dimenzija.

Prema ovim istraživanjima, potrošnja goriva pri obavljanju prve faze transporta traktorom sa vitlom bila je i do tri puta veća nego kod šumske žičare.

5.5. POJAVA OŠTEĆENJA U SASTOJINI KAO POSLEDICA SEČE I TRANSPORTA

U toku mehanizovane seče i privlačenja drvnih sortimenata, oštećenja na preostalim stablima, podmlatku i zemljištu mogu da naruše biološku ravnotežu u sastojini.

Mogućnost pojave oštećenja, kao i mesto nastanka i veličina oštećenja zavise od velikog broja faktora kao što su: broj stabala po jedinici površine, gustina podmlatka, intezitet seče, dimenzije stabala, smer obaranja stabala, nagib terena, gustina primarne i sekundarne mreže puteva, metoda seče i izrade, ljudski faktor i dr.

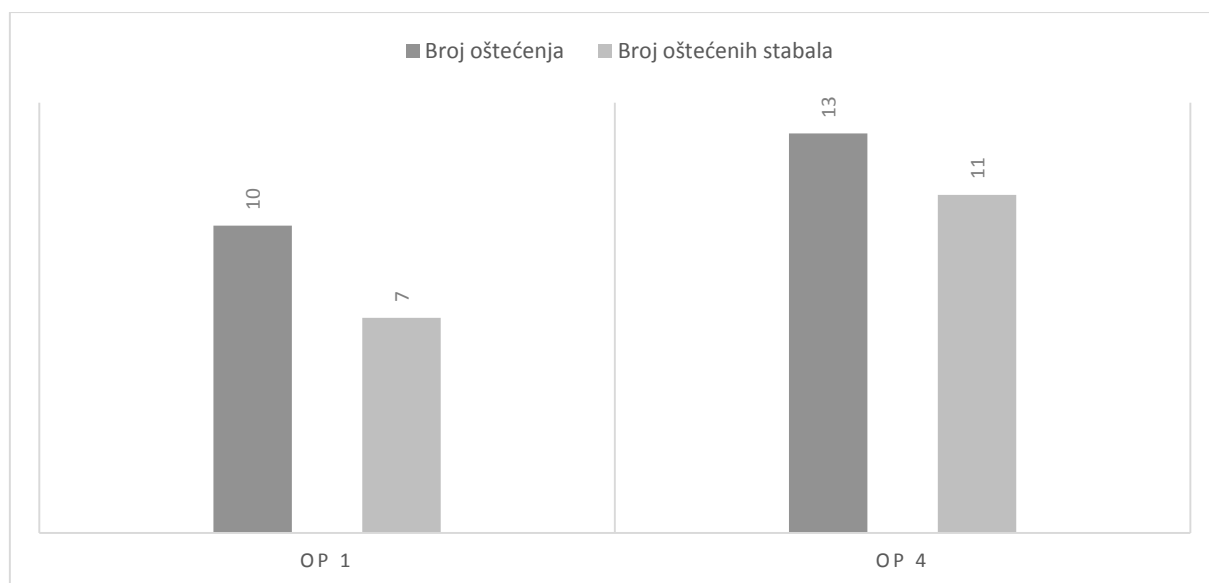
Privlačenje drvnih sortimenata je najosetljivija faza rada na poslovima iskorišćavanja šuma, prvenstveno zbog potencijalnih oštećenja koja mogu nastati na preostalim stablima, podmlatku i zemljištu. Ozlede na dubećim stablima su pogodano mesto za razvoj mikroorganizama, koji mogu da prouzrokuju propadanje drvne mase. Ako su u pitanju manje ozlede, oštećena stabla mogu da nastave svoj rast i njih ne treba

seći već će poslužiti kao zaštita drugim stabalima u slučaju ponovnog privlačenja sortimenata (Doležal, 1984).

Vrsta i veličina oštećenja koje se javljaju pri seči, izradi i privlačenju drvnih sortimenata zavisi od broja stabala u sastojini, gustine podmlatka, intenziteta seče, prečnika stabla, veličine krošnje, smera obaranja stabala, nagiba terena, metoda izrade drvnih sortimenata, uvežbanosti rukovaoca, kao i gustine primarne i sekundarne mreže puteva. Pojava oštećenja na stablima poseban uticaj ima u jednodobnim i raznodobnim sastojinama gde se sečom uklanja samo deo dubeće zapremine (Ostrofsky, 1988). Oštećenja na stablima i podmlatku koja nastaju u fazi seče i transporta drveta, predstavljaju jednu od najstresnijih pojava u gazdovanju šumama (Dvorak i Lordache, 2010). Ozlede na stablima često su pogodan prostor za pojavu raznih bolesti koje utiču na fiziološko slabljenje stabla (Vasiliauskas, 2001), a kvalitet preostalih stabala predstavlja važan faktor za buduću vrednost sastojine (Bobik, 2008).

U cilju smanjenja pojave oštećenja na preostalim stablima i podmlatku tokom seče i izrade i transporta drvnih sortimenata, potrebno je posvetiti pažnju usmerenom obaranju stabala i izboru adekvatnog sredstva za privlačenje (Campbell, 2003), kao i pravilnom rasporedu i gustini šumske putne infrastrukture. Izbor tehnike i tehnologije rada ima veliki uticaj na nivo oštećenja preostalih stabala, podmlatka i sortimenata (Eroglu et al. 2009). Autori ističu da tokom privlačenja sortimenata skiderima na terenima sa velikim nagibima (50 – 70%) dolazi do značajnih oštećenja i da na ovakvim terenima šumske žičare predstavljaju najbolje rešenje.

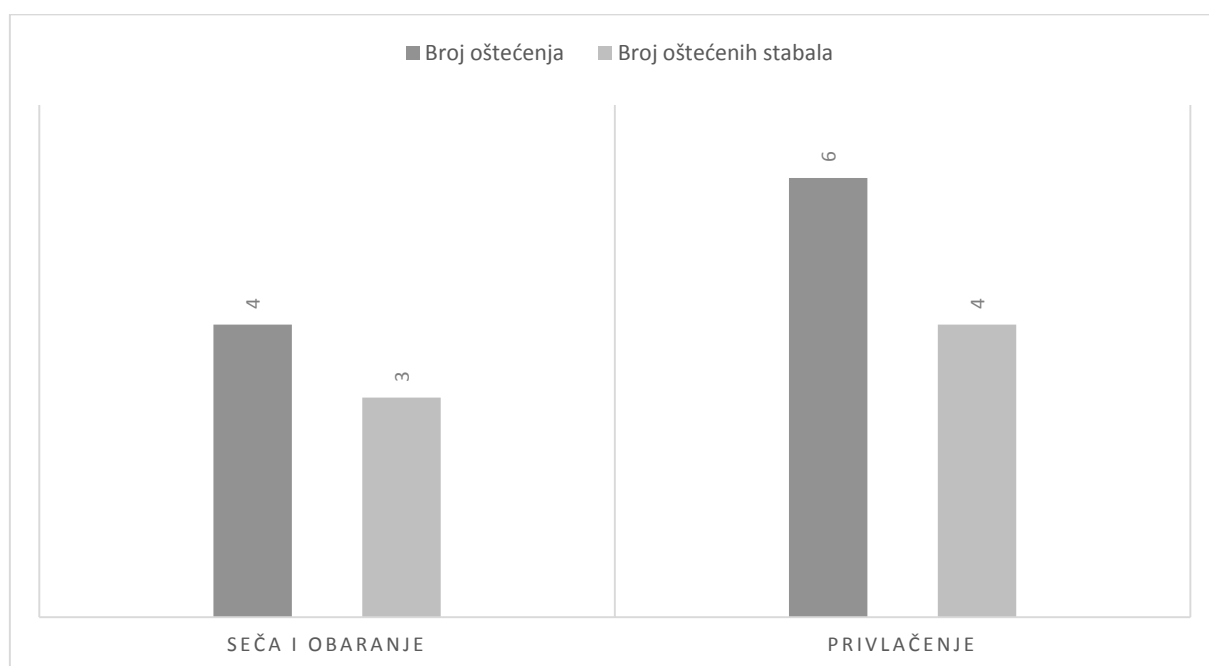
U okviru aktivnosti ovog projekta obrađena je vrsta, učestalost i karakteristike oštećenja u sastojinama prouzrokovane primenom određenih sredstava rada. Pored toga, biće predložene mere u cilju smanjenja oštećenja koja nastaju primenom mehanizovanih sredstava rada.



Grafikon 56: Ukupan broj oštećenja i oštećenih stabala na oglednim površinama 1 i 4

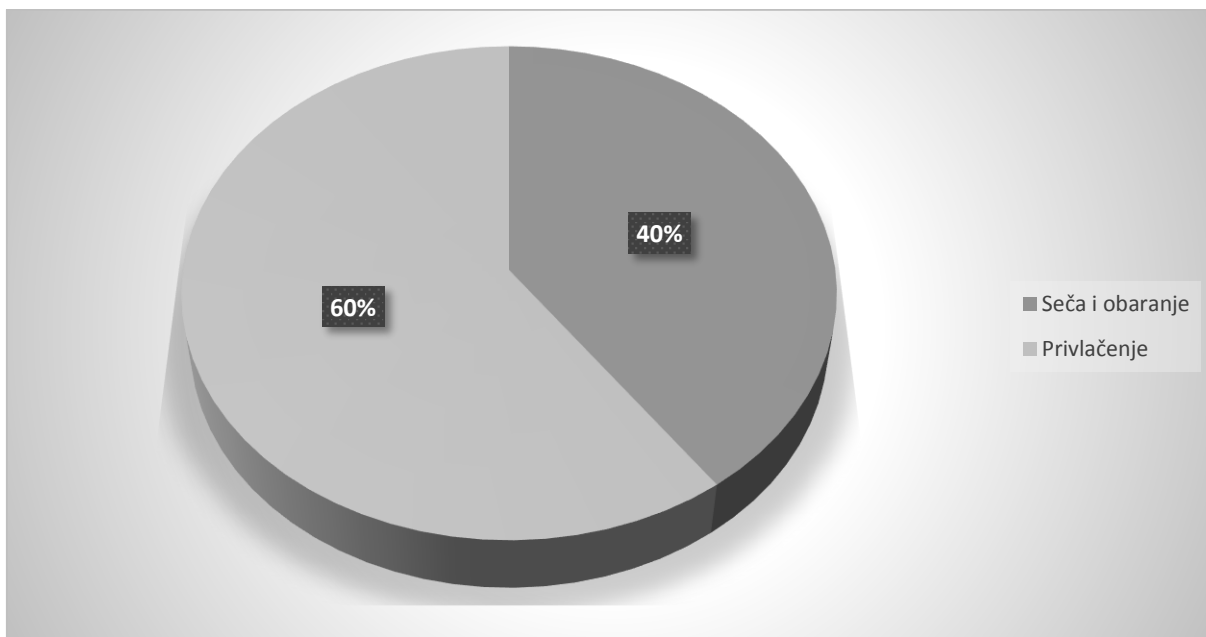
Sa grafikona 56 se uočava da je broj oštećenja veći od broja oštećenih stabala. Prosečan broj oštećenja na jednom oštećenom stablu iznosi 1,43 na oglednoj površini 1, odnosno na 1,18 na oglednoj površini 4. Iz iznetog se zaključuje da su pojedina stable oštećena na većem broju mesta.

Takođe se može primetiti da je broj oštećenja, kao i oštećenih stabala, daleko veći na oglednoj površini broj 4. Razlog tome jeste sanitarna seča, koja je izvršena na ovoj oglednoj površini, za razliku od ogledne površine broj 1, gde je izvršena čista seča. Prilikom izvođenja prebirne seče u sastojini ostaje veliki broj preostalih stabala, te dolazi i do većeg broja oštećenja na njima.



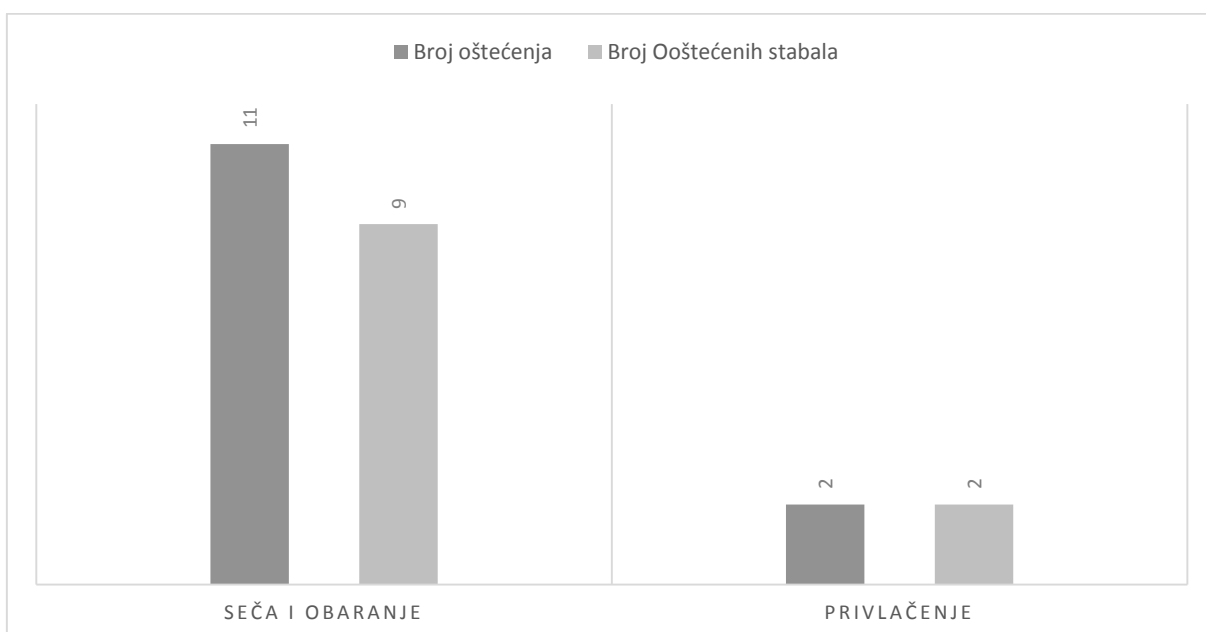
Grafikon 57: Broj oštećenih stabala i oštećenja sečom i obaranjem stabala kao i privlačenjem sortimaneta na oglednoj površini 1

Na oglednoj površini 1, kao što se to sa grafikona primećuje, veći broj stabala oštećen je prilikom privlačenja. Prilikom seče i obaranja javila su se četiri oštećenja na tri stabla, dok se prilikom privlačenja javilo šest oštećenja, na četiri stabla. Razlog većeg broja oštećenja nego broja oštećenih stabala jeste činjenica da je rubno stablo, na prelazu iz ogledne površine na vlak, usled višestrukog zakačinjanja od strane privlačenih sortimenata oštećeno na tri mesta. To je takođe uticalo na dimenzije oštećenja. Na rubnom stablu one su bile veće nego na preostala tri stabla.



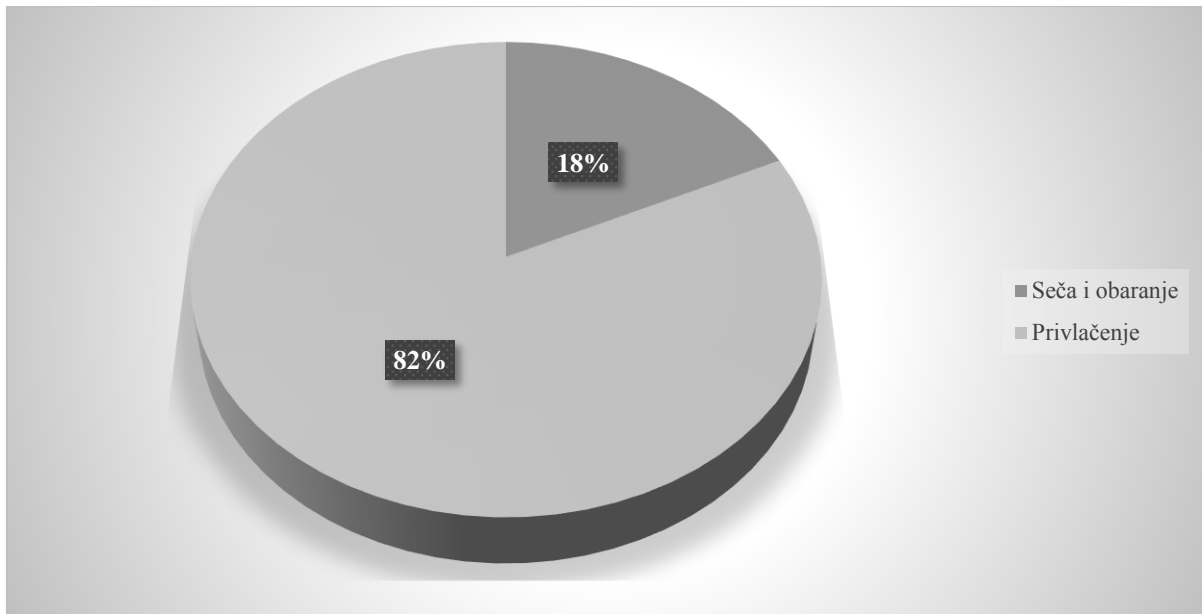
Grafikon 58: Procentualno učešće oštećenja izazvanih prilikom seče i obaranja stabala i privlačenja drvnih sortimenata na OP1

Sa grafikona 58 se uočava da oštećenja nastala prilikom privlačenja učestvuju u ukupnom broju oštećenja sa 60%, dok oštećenja nastala prilikom seče i izrade imaju manji udeo, 40%. Oštećenja nastala prilikom seče i obaranja drvnih sortimenata javljala su se uglavnom u predelu krošnje u vidu lomljenja grana i to u donjoj polovini krune, dok je samo na jednom stablu došlo do oštećenja i na kori, na visini iznad 1,3 m. Kada su u pitanju oštećenja prilikom privlačenja, javljala su se u vidu guljenja kore na visini do 0,4 m.



Grafikon 59: Broj oštećenih stabala i oštećenja sečom i obaranjem stabala kao i privlačenjem sortimaneta na oglednoj površini 4

Prilikom seče i obaranja stabala na oglednoj površini 4 javilo se 11 oštećenja prilikom seče i obaranja stabala, a svega dva prilikom privlačenja sortimenata, što se može videti i na grafikonu. Broj oštećenih stabala prilikom seče i obaranja je nešto manji nego broj oštećenja.



Grafikon 60: Procentualno učešće oštećenja izazvanih prilikom seče i obaranja stabala i privlačenja drvnih sortimenata na OP₄

Oštećenja nastala prilikom seče i obaranja imaju daleko veći udeo od oštećenja nastalih prilikom privlačenja sortimenata (grafikon 60). Razlog tome jeste izvršen sanitarna seča. Tokom seče i obaranja oštećenja su nastajala uglavnom u predelu krošnji, kao i na oglednoj površini 1. Međutim, u ovom slučaju, značajan udeo u ukupnom broju oštećenja imaju i oštećenja na stablima kod kojih je prilikom seče i obaranja oguljena kora. Oštećenja nastala u toku privlačenja javila su se u pridanku stabala, na visini do 0,3 m.

Kada je u pitanju privlačenje, do oštećenja je došlo samo prilikom privlačenja po sečini, dok se u toku privlačenja po vlači do stovarišta broj 3 nisu javila oštećenja na okolnim stablima. Razlog tome je to što je vlaka bila relativno široka, na pojedinim mestima i do 4 m, zbog čega sortimenti nisu dohvatili rubna stabla, niti su pravili oštećenja na njima.

6. DISKUSIJA

Kao posledica ledoizvala i ledolomova na području Srbije javlja se velika količina drvene mase koju je potrebno iskoristiti u kratkom vremenskom periodu, a ujedno i sprovesti sve neophodne mere zaštite kako ne bi došlo do ulančavanja šteta. Ovo je posebno izraženo u sastojinama četinaru, gde pretil rizik od pojave potkornjaka.

U ovakvim situacijama postavlja se pitanje izbora optimalnih tehnoloških rešenja na poslovima korišćenja šuma.

S obzirom na postavljene ciljeve u ovom projektu izvršeno je:

- istraživanje tehničko-tehnoloških, ekonomskih, ekoloških i energetskih aspekata korišćenja drvene zapremine iz slučajnih prinosa, nastalih kao posledica višegodišnjeg sušenja šuma i pojave ledoloma i ledoizvala na području istočne Srbije krajem 2014. godine,
- ocena efikasnosti primene alternativne tehnologije rada (harvester i forvarder) u uslovima gde se uglavnom do sada primenjivala klasična tehnologija, e, utvrđivanje količine i strukture drvene zapremine koja je predmet korišćenja u ovim uslovima,

Istraživanja su izvršena na tri lokacije:

- područje istraživanja 1 (ŠU „Ražanj“),
- područje istraživanja 2 (ŠU „Paraćin“),
- područje istraživanja 3 (NP „Tara“).

Na svakom području istraživanja postavljene su ogledne površine i to:

- na području istraživanja 1 – tri ogledne površine,
- na području istraživanja 2 – jedna ogledna površina,
- na području istraživanja 3 – četiri ogledne površine.

Istraživanja efekata seče i izrade istraživana su:

- na sve tri površine na istraživanom području 1,
- na dve površine na istraživanom području 3.

Istraživanja efekata rada u prvoj fazi transporta istraživana su:

- na sve tri površine na istraživanom području 1,
- na četiri površine na istraživanom području 3.

Istraživanja vezana za utvrđivanje kvalitativne strukture stabala istraživana su:

- na oglednoj površini na istraživanom području 1,

- na jednoj oglednoj površini na istraživanom području 3.

Istraživanja vezana za utvrđivanje oštećenja na preostalim stablima istraživana su:

- na dve ogledne površine na istraživanom području 3.

Analizom dobijenih rezultata efekata rada na poslovima seče i izrade drvnih sortimenata utvrđeno je da postoje razlike između učinaka u sastojinama različitih vrsta drveća. Ako se uporede vrednosti dobijene na istraživanom području 1, gde je seča obvljena ručno (OP1 i OP3) i mašinski – harvesterom (OP2) razlike su evidentne. Pored različite mehanizacije koja je korišćena (motorna testera i harvester), organizaciona forma rada je takođe bili drugačija. Na OP1 je utvrđena norma seče i izrade 20,44 m³/dan za oba radnika (organizaciona forma rada 1M+1R) u sastojini smrče, odnosno s obzirom da se norma uvek izražava po jednom radniku ona iznosi 12,22 m³/dan. Ova vrednost je veća u odnosu na vrednosti koje su propisane norma u sastojini smrče. Objašnjenje za ove veće vrednosti leži u činjenici da je u pitanju bila čista seča za koju do sada nisu utvrđivane norme. Utvrđena norma seče i izrade harvesterom u sastojini smrče i duglazije iznosi 99,8 m³/dan. Iako u Srbiji ne postoje nikakva prethodna istraživanja efekata harvestera u sastojinama četinarara, očekivalo bi se da ova vrednost ipak bude veća. Međutim, ova relativno mala vrednost se može objasniti time što je starost harvestera preko 20. Godina i što je sredstvo odavno amortizovano i često je bilo kvarova koji su umanjili učinak ove mašine.

Analizirajući dobijene vrednosti na istraživanom području 3 utvrđeno je da postoje razlike u normama na jednoj i drugoj površini. Naime, na OP1 je vršena čista seča osušenih stabala smrče, dok je na OP3 izvršene sanitarna seča pojedinačnih stabala koja su zahvaćena sušenjem. Učinak na prvoj oglednoj površini iznosi 19,15 m³/dan, dok je učinak u OP3 14,48 m³/dan. Ovaj rezultat je očekivan s obzirom da se radi o sanitarnoj seči pa je i seča i obaranje stabala samim tim teže nego u prvoj situaciji gde je bila u pitanju čista seča.

Kada se uporede podaci i sa jednog i sa drugog istraživanog područja, uočljivo je da se veći učinci postižu u sastojinama gde se vrši čista seča, bar kada su u pitanju sastojine četinarara.

Što se transporta drvnih sortimenata tiče, kada se vrednosti koje su dobijene u ovim istraživanjima uporede sa važećim normama situacija na istraživanoj površini 3 je sledeća:

- dobijene norme transporta na oglednim površinama 1, 2 i 3 su u granicama koje su propisane važećim normama,
- norme na oglednoj površini 4 značajno odstupaju od vrednosti koje su propisane važećim normama.

S obzirom da postoje utvrđene razlike između postojećih normi i normi koje su dobijene u ovom istraživanju, preporuka je da se nastavi sa snimanjem kako bismo došli do relevantnih vrednosti normi transporta.

Kada se u analizu uzmu vrednosti koje su dobijene na istraživanoj površini 1, važno je napomenuti da su ovo prva istraživanja utvrđivanja efikasnosti forvardera u brdsko-planinskim uslovima Srbije, tako da ove rezultate nije bilo moguće uporediti sa drugim rezultatima a koji sudobijeni na ovim prostorima.

U uslovima ledoloma i ledoizvala izvešna je i primena deblovnog metoda kao i njegovih varijanti, ali i celog stabla. Efikasnost primene ovih metoda izrade je u činjenici da se radi o čistoj seči gde ne postoji potreba za većom zaštitom preostalih stabala, s obzirom da je pojava oštećenja pri primeni deblovne i metode celih stabala limitirajući faktor njene primene.

Na ovaj način bilo bi moguće iskoristiti granjevinu koja znatno učestvuje u ukupnoj zapremini krupnog drveta.

Jedan od načina za povećanje učinaka transporta drvnih sortimenata jeste upošljavanje i traktoriste prilikom zakačinjanja sortimenta u sečini i njihovo otkaćinjanje na privremeno stovarište, kako su u ovom slučaju radili radnici na istraživanoj površini 3 (NP „Tara“).

Kada govorimo o bezbednosti radnika, utvrđeno je da radnik koji je vršio seču i obaranje stabala na istraživanoj površini 3 (NP „Tara“) skoro nigde nije ostavljao prelomnicu na stablu. Na pitanje zašto to ne radi, rekao je da nema potrebe. Iz ovoga se može izvesti zaključak da radnik ili nije imao adekvatnu obuku ili nije uopšte imao obuku za bezbedno rukovanje motornom testerom. S ozirom da se radi o veoma opasnom i rizičnom poslu, radnike koji rade na ovim poslovima trebalo bi ili dodatno testirati ili im obezbediti obuku.

Vrhunske tehnologije (harvester i forvarder) konstruisane su prevashodno za rad u kulturama četinara. Harvesteri u takvim uslovima postižu učinke čak i do 400 m³/dan. Međutim, u istraživanim uslovima harvester je postigao učinak od 99,8 m³/dan. Ovako umanjeni učinci se mogu objasniti činjenicom da je ovaj harvester izašao iz veka amortizacije i često se kvario, kao i činjenica da nije izvršena prethodna priprema odeljenja za seču. Jedinični troškovi u ovakvim uslovima, s obzirom na starost harvestera, su veći ili manji u drugačijim uslovima. Posmatrajući efikasnost rada harvestera u odnosu na period od pre 10 - 20 godina, današnji harvesteri imaju mogućnost seče i prerezivanja stabala većih prečnika, nagibi pod kojima mogu da se kreću su daleko veći (ukoliko se harvester kreće upravno na izohipse), dok je skoro jedino ograničenje bočno kretanje harvestera.

Poredeći seču i izradu drvnih sortimenata harvesteri i motornih testera postoji niz prednosti upotrebe harvesteri. Te pogodnosti se naročito odnose na ergonomske aspekte, s obzirom da je učešće „živog rada“, za istu količinu drvne zapremine, daleko manje kod upotrebe harvesteri. Analizirajući podatke dobijene u ovim istraživanjima utvrđeno je da jedan harvester zamenjuje rad 8 - 9 radnika (organizaciona forma rada 1 + 1). Pored toga, posebna prednost harvesteri je to što je radnik sve vreme smešten u kabini u kojoj je smanjen uticaj spoljašnjih faktora (klima, buka, vibracije, izduvni gasovi, itd.).

Poredeći savremene tehnologije sa klasičnim tehnologijama rada utvrđeno je da su ove prve povoljnije i sa ekološkog aspekta. Jedan od primera je mogućnost harvesteri da vrši grupisanje sortimenata sa leve ili desne strane u odnosu na kretanje na rastojanju od 2 - 3 m, pa je manipulacija forvardera u prvoj fazi transporta smanjena, što se odražava na manje kretanje po sastojini i sabijanje zemljišta. Ako se pogleda utrošak goriva, on je svakako veći u odnosu na motornu testeru, ali se potencijalno zagađenje vazduha kompenzuje njegovim smanjenjem u prvoj fazi transporta. Uprkos činjenici da je harvester efikasno sredstvo u fazi seče i izrade, u perspektivi je potrebno analizirati izbor tipa i snage harvesteri, s obzirom da ove karakteristike utiču na sve aspekte (ekološki, ekonomski, ergonomske, energetske).

U povoljnim terenskim uslovima (kupiranost terena, nagib terena, visina prepreka i dr.) forvarder je sredstvo rada koje je povoljnije u odnosu na traktor sa vitlom. To se posebno odnosi na one uslove koji su odgovarajući za primenu ovog transportnog sredstva (veće prosečne zapremine komada i duže distance), kao i dobro razvijena mreža šumskih komunikacija. U pogledu ergonomske aspekta forvarder je takođe povoljnije sredstvo u odnosu na traktor sa vitlom ili zglobni traktor. U organizacionom smislu, za privlačenje drvnih sortimenata forvarderom potrebno je angažovanje samo jednog radnika, dok je kod upotrebe traktora sa vitlom neophodno angažovanje dva radnika (traktorista + pomoćnik). Ovo se ne odnosi na novije tipove traktora sa vitlom, gde je moguće daljinsko navođenje užeta vitla, pa je u tom slučaju neophodno angažovati samo jednog radnika. Sa ekološkog aspekta, prednost upotrebe forvardera u odnosu na traktor sa vitlom ili zglobni traktor su manja oštećenja na preostalim stablima i podmlatku. Oštećenja koja su posledica privlačenja drvnih sortimenata traktorom sa vitlom najčešće se javljaju u zoni žilišta. Stabla koja su oštećena prilikom privlačenja, vremenom fiziološki slabe i potencijalna su meta insekata i bolesti. Višefunkcionalne mašine (harvester i forvarder) su posebno pogodne u čistim sečama četinara i na određenim nagibima terena. Na nagibima terena preko 60% alternativa forvarderima mogu biti mobilne žičare.

Kada su u pitanju sanitarne seče, upotreba savremenih tehnologija nije preporučljiva, ukoliko se ne radi o velikim drvnim zalihama. U takvim situacijama (male drvne zapremine) neophodno je izabrati sredstva sa manjim ulaznim (fiksni) troškovima, ali koja zadovoljavaju potrebe tehničke prirode. Izbor tehnologije posebno

zavisi od količine i dislociranosti drvne zapremine, pa tamo gde postoje veće količine mogu se upotrebljavati i skuplja sredstva rada i obrnuto.

Za razliku od četinarskih sastojina, upotreba harvestera u liščarskim sastojinama (bukva) je ograničena. To se posebno odnosi na velike utroške vremena na kresanje grana. U ovim istraživanjima nije ispitivana efikasnost rada harvestera u kombinaciji sa motornom testerom u sastojini bukve. U ovoj tehnološkoj varijanti bi trebalo ispitati efikasnost, tako da harvester vrši obaranje stabala i presecanje drvnih sortimenata do prve zelene grane, a ostali deo bi trebalo izraditi motornom testerom, jer se veliki gubici vremena odnose upravo na kresanje grana. Iako još uvek neispitana, ova tehnologija je gotovo sigurno povoljnija u odnosu na upotrebu samo motornih testera. Stoga bi u budućnosti trebalo ispitati efikasnost primene ove tehnologije rada.

Upotreba forvardera u sastojinama bukve se pokazala kao dobro rešenje.

Kao alternativa forvarderima na većim nagibima terena mogu poslužiti zglobni traktori. Pored sortimentnog metoda, koji je primenjen za potrebe ovog istraživanja, moguća je primena deblovnog metoda, ukoliko je stovarište odgovarajuće veličine. To se posebno odnosi na situacije u kojima je neophodno izvršiti iveranje na tim stovarištima.

Uvidom u postojeće norme utvrđeno je da norme za čistu seču uopšte ne postoje, s obzirom da je čista seča na velikim površinama zakonom zabranjena, ukoliko nije palnirana kao redovan vid obnavljanja šuma (Zakon o šumama, Sl. glasnik RS br. 30/2010, 93/2012 i 89/2015). Stoga je u narednom periodu neophodno utvrditi ove norme, kako za četinarske, tako i za liščarske sastojine.

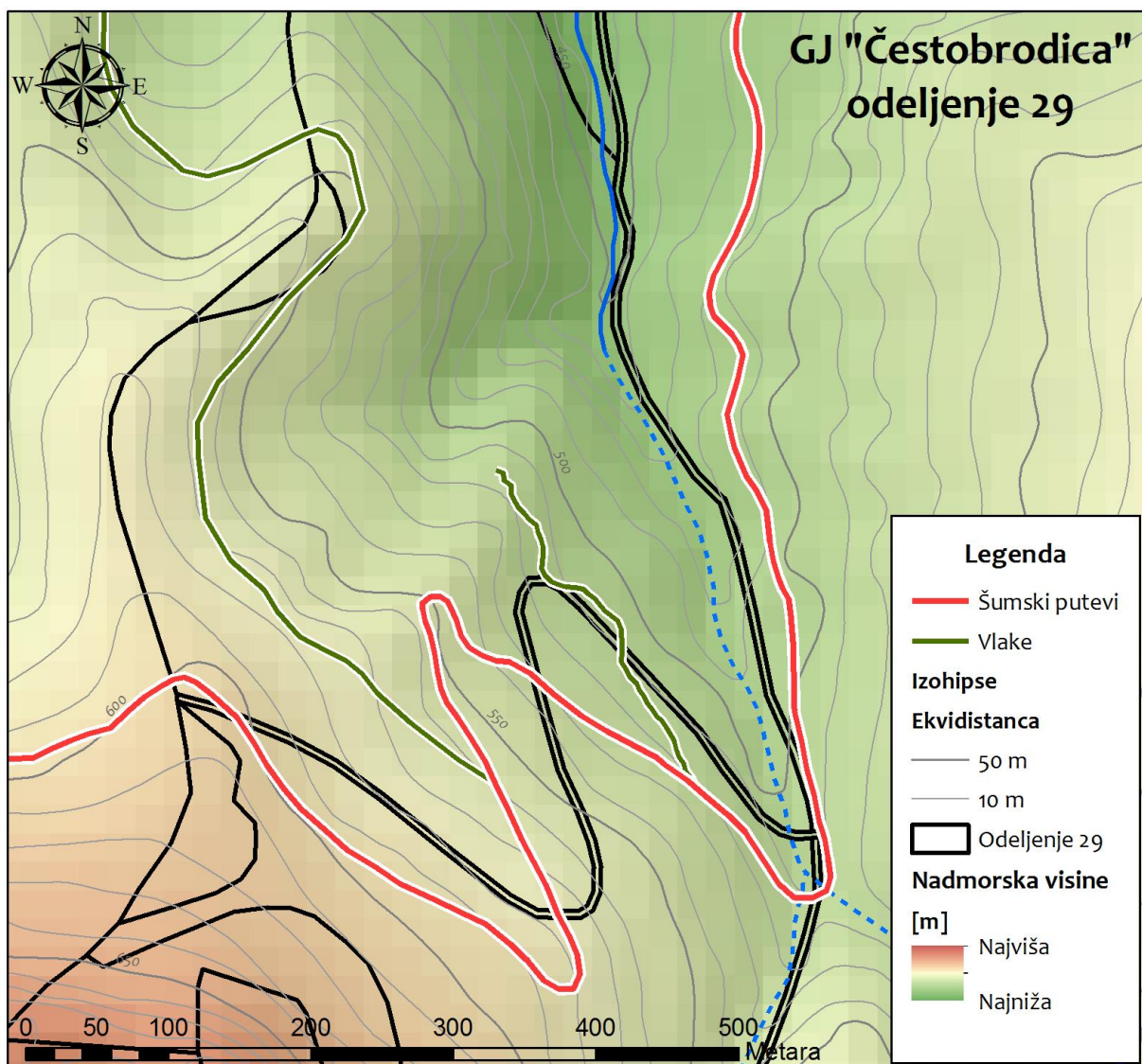
Kao što je slučaj sa normama, tako ne postoje ni odgovarajući normativi za sredstva rada koja su bila predmet istraživanja (forvarder, harvester, zglobni traktor). Za uspešno planiranje potrebno je imati odgovarajuće norme, kao i normative, pa ih je u što kraćem roku potrebno utvrditi.



Slika 45: Mreža šumskih puteva (grebanski put) i vlak u GJ „Bukovik I“

Kada je u pitanju mreža šumskih puteva, može se uočiti da je u svim područjima istraživanja mreža primarnih i sekundarnih puteva dobro razvijena. Analiza sekundarne mreže puteva analizirana je preko srednjih transportnih distanci i nagiba vlaka za one vlake koje su korišćenje pri transportu drvnih sortimenata od oglednih površina do privremenih stovarišta.

Iako šumski putevi nisu bili predmet istraživanja ovog projekta, izvršeno je delimično mapiranje puteva kako bi se utvrdila tačnost postojećih digitalizovanih podataka o šumskim putevima. Na malom uzorku, utvrđeno je da na postojećim kartama koje se koriste u šumarstvu, mreža šumskih puteva ne odgovara stvarnom stanju na terenu. Ovo se posebno ogleda u tome što su putevi nepravilno pozicionirani u prostoru, a vrlo često su i nepravilno kategorizovani. Loše pozicioniranje puteva verovatno je posledica digitalizacije postojećih karata koje su nekada korišćene u šumarstvu, a na koje su putevi ucrtavani ručno.



Slika 46: Šumski put prikazan na postojećim kartama (dupla crna linija) i stvarna pozicija puta (crvena linija)

Netačno pozicionirani putevi predstavljaju pogrešne informacije kojima se šumarski inženjeri rukovode prilikom izrade planova, a posebno imaju negativan efekat na:

- planiranje daljeg razvoja mreže šumskih puteva,
- planiranje mreže sekundarnih šumskih puteva,
- izradu izvođačkih projekata,
- kalkulacije troškova transporta drveta,
- izdvajanje odseka,
- računanje produktivnih površina i dr.

Na području istraživanja 3, GJ „Čestobrodica“ odeljenje 29, odsek a, analizirana je sortimentna struktura na 69 izvaljenih ili prelomljenih stabala bukve. Treba napomenuti da je to samo jedan mali broj oštećenih stabala, a da su u odeljenju 29 evidentirane ogromne štete od ledoloma i ledooizvala. U višim delovima odeljenja izvršena je sanacija, s tim da nije vršena čista seča, već su ostavljena sva stabla za koja se pretpostavilo da mogu da opstanu i pored pretrpelih oštećenja.

U nižim delovima odeljenja 29, među kojima i deo koji je bio predmet istraživanja, izvaljena i oštećena stabla ostala su neiskorišćena i dve godine nakon prirodne katastrofe. Prirodni procesi uticali su na pojavu gljiva truležnica na stablima, a pojedina stabla su se već nalazila o podmakloj fazi raspadanja.

U rezultatima istraživanja predstavljeni su podaci o vrednostima drvnih sortimenata u normalnim uslovima, tj. u slučaju da nije bilo elementarnih nepogoda, zatim u uslovima da je seča i izrada vršena neposredno nakon pojave oštećenja i u trenutnim uslovima. Rezultati pokazuju značajno smanjenje vrednosti drvnih sortimenata u odnosu na normalne uslove, a to je posebno izraženo u slučaju kada se sa sečom i izradom zakasni više od godinu dana.

Treba napomenuti da je neposredno nakon prirodne katastrofe izvršeno prerezivanje određenog broja izvaljenih stabala, tj. odvajanje stabla od žilišta. *Straže et al. (2015)* istraživali su fizičke karakteristike bukve nakon ledooizvala u Sloveniji i utvrdili da nakon prvog vegetacionog perioda nije došlo do značajnih promena mehaničkih osobina koje bi ukazivale na propadanje drveta. Isti autori istraživali su i uticaj aktivnog korenja na sušenje kruna stabala. Istraživanja su pokazala da je kod izvaljenih stabala koja su imala 20% aktivnog korenja, ustanovljeno da je 5% od ukupnog broja listova aktivno. Kod stabala koja su imala 30% aktivnog korenja, 2/3 lisne površine je bilo aktivno, a kod stabala sa 40% aktivnog korenja, čitava kruna je aktivna.

Prema (*STADAFOR, 2004*) navodi se da nakon godinu dana skladištenja trupaca bukve procenat trupaca koji napadaju gljive (koji uključuju ekonomski gubitak) je u rasponu od 7% do 16% za sortimente na stovarištu i 29% za rasute sortimente koji se nalaze

u području koje je izloženo sunčevoj svetlosti do 100%. Posle 2 godine, procenat raste znatno u odnosu na rasute sortimente u rasponu od 27% do 35%. U oblastima koje su veoma izložene sunčevoj svetlosti, posle 2 godine gubitak može biti i do 55%.

Ova istraživanja upućuju na zaključak da bi propadanje stabala možda bilo u određenoj meri sprečeno ili usporeno da odmah nakon ledoizvala nije izvršeno presecanje stabala, tj. odvajanje stabala od korenovog sistema s obzirom da seča i izada nisu urađeni pravovremeno.



Slika 47: Gljive na izvaljenim stablima (a)



Slika 48: Gljive na izvaljenim stablima (b)



Slika 49: Stablo u fazi raspadanja (a)



Slika 50: Stablo u fazi raspadanja (b)

6.1. PREPORUKE

Sanacija šteta nastalih kao posledica vanredne situacije ili oluja može se sagledati sa četiri najvažnija aspekta:

- tehnički,
- bezbednosni,
- ekonomski, i
- ekološki.

Kroz ova četiri aspekta mogu biti date preporuke kako se ponašati u situaciji kada dođe do nastanka vanrednih situacija.

Vlasnici šuma su veoma heterogena grupa; od malih vlasnika privatnih šuma do javnih preduzeća koje gazduju državnim šumama. Bez obzira na tip vlasništva najvažniji faktori koji utiču na odabira odgovarajućih metoda i sistema su sledeći:

- karakteristike terena,
- otvorenost područja putevima,
- vrsta šteta,
- vrsta i dimenzije drveta (sortimenata),
- privlačenje i skladištenje na licu mesta (privremenom stovarištu),
- druga faza transporta,
- krčenje i pošumljavanje, i
- dostupnost šumskih radnika i mašina.

Kada se sanacija šteta sagleda sa bezbednosnog aspekta, šumski radnici ili preduzeća koja pružaju usluge u šumarstvu (iskorišćavanju šuma) imaju ključnu ulogu prilikom sanacije šteta nastalih kao posledica vanrednih situacija.

Hitnost radova nakon sanacije šteta kako bi se sprečilo propadanje drveta, ne treba da dovede do angažovanja bilo koga da bi se izvršila seča i izrada sortimenta u po svaku cenu bilo gde u bilo kom trenutku. Rad u ovakvim šumama predstavlja rad u uslovima visokog rizika. Zato se posebna pažnja mora posvetiti propisima koji se odnose na zdravlje i bezbednost operatera. Drugo važno pitanje je da samo obučeni ljudi treba da rade u olujom zahvaćenim šumama. Čak i iskusni radnici treba da budu maksimalno oprezni i moraju imati na umu tipične situacije visokog rizika koji mogu dovesti do fatalne nesreće u bilo kom trenutku.

Kada govorimo o bezbednosti u vanrednim situacijama, najčešće se pomisli na rukovaoce motornim testerama. Međutim, svi operateri su u opasnosti, pogotovo kada različite vrste mašina (traktori, harvesteri, kamioni, motorne testere) rade istovremeno na istom radilištu.

Tri su glavne oblasti koje bi trebalo razvijati kako bi bezbednost bila na visokom nivou:

1. povećati svest o rizicima,
2. povećati kompetencije radnika kroz dodatnu obuku,
3. tehnička sredstva i upravljanje njima mora biti prilagođeno potrebama i uslovima rada na terenu.

Sa ekonomske tačke gledišta velike oluje stvaraju nove izazove za tržište drvetom. Kupci treba da budu spremni na dramatičnu promenu u snabdevanju u kratkom vremenskom periodu, a izvođači radova na drugačije troškove u odnosu na redovne seče.

Pored nabrojanih aspekata, briga za životnu sredinu je takođe važan aspekt. Jedan od velikih izazova je da se saradnja svih aktera u realizaciji otklanjanja šteta organizuje na način koji smanjuje dodatne štete, bilo da se to odnosi na ljude, životnu sredinu ili ekonomiju.

Realizacija seče i izrade drvnih sortimenata u vanrednih prilikama može imati ozbiljne posledice na zemljište, biodiverzitet i kvalitet vode. Mnoga stabla koja su izvaljena, odnosno njihova sanacija može dovesti do neizbežanog i teškog poremećaja zemljišta. U ovakvim situacijama treba razmotriti ograničenu upotrebu teških mašina na ugroženom šumskom zemljištu (posebno na vlažnim zemljištima sa visokim sadržajem gline) kako bi se minimizirao efekat poremećaja zemljišta i njegovo sabijanje. Mašine sa odgovarajućim performansama bi trebalo da budu izabrane tako da kretanje mašina na ugroženim zemljištima treba da bude ograničeno na period mraza ili suše.

Treba voditi računa da se ne uznemiravaju niti uništavaju prirodni tokovi i veštački odvodni kanali kako bi bilo izbegnuto ispiranje zemljišta. U ogoljenim i poremećeni područjima ovakvi tereni mogu biti čak polazišta za pojavu erozije.

7. LITERATURA:

1. Acar, H.H., Unver, S., Ozkaya, M.S., Kilic, H. 2011: Determination of efficiency of the forest skylines in Artvin forest region of Turkey, Formec 2001
2. Akay A. E., Erda O., Sessions J. 2004. Determining productivity of mechanized harvesting machines. *Journal of Applied Sciences* 4 (1): 100-105.
3. Akay, A. 1998. Estimating machine rates and production for selected forest harvesting machines operating in the western United States and determining the most economical machine combinations under representative conditions in Turkey. Master thesis. Oregon State University, Collage of Forestry, Forestry Engineering Department, p. 193
4. Birda, M., Borz, S.A., 2012: A comparison between tractor based and skyline based mechanized systems for timber logging, *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering, Vol. 5 (54) No 1*, p. 19-24
5. Bobik, M. 2008. Damages to residual stand in commercial thinnings, Swedish University of Agricultural Sciences, Master Thesis no. 127, Southern Swedish Forest Research Centre, pg.30.
6. Campbell, A. 2003. Abiotic Injury to Forest Trees in Oregon, *The Woodland Workbook - Forest Protection, EC1501*, pg. 1-12.
7. Doležal B. 1984. Štete u šumi izazvane primenom mehanizacije. Dokumentacija za tehniku i tehnologiju u šumarstvu. Jugoslovenski poqoprivredni šumarski centar. 81.1-47.
8. Dvorak, J., Iordache, E. 2010. Estimating the level of trees damages and financial losses by logging, *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Vol. 3(52), Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, pp.37-46.
9. Erogu H., Ozturk U.O., Sonmez T., Tilki F., Akkuzu E. 2009. The impact of timber harvesting techniques on residual trees, seedlings, and timber products in natural oriental spruce forests. *African Journal of Agricultural Research*. 4 (3):220-224
10. Gumus, S., Acar. H.H. 2010. Evaluation of consecutive skylines yarding and gravity skidding systems in primary forest transportation on steep terrain. *Journal of Environmental Biology*. Vol. 31: 213-218
11. Mišić V. 1981. Šumska vegetacija klisura i kanjona Istočne Srbije. Beograd: Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“
12. Neri, F., Piegai, F., Marchi, E., Nati C. 2008. Cableway logging operations and residuals harvesting: cases study in windthrow areas in the Eastern Alps – Italy. *Proceedings of the 41st FORMEC held from June 2-5, 2008 in Schmalleberg, Germany*
13. Nikolić, S., Jezdić, D. 2003. Tehničke norme i normativi u šumarstvu. Beograd
14. Ostrofsky, W.D. 1988. Improving Tree Quality and Forest Health by Reducing Logging Injuries, in *Proceedings of Maine’s Hardwood Resource: Quantity Versus Quality*. Orono, ME

15. Straže, A., Merela, M., Krže, L., Čufar, K., Gorišek, Ž. 2015. Physical Properties of Beech Wood after the Ice Storm. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 73/2015, vol. 10. In Slovenian, abstract in English, lit. quot. 16.
16. Technical Guide on harvesting and conservation of storm damaged timber (Stodafor), 2004
17. Tomić, M., Bezarević, B. 2014. Control of bark beetle population at the Tara National Park by pheromone traps. *Proceedings of the 7th Congress on Plant Protection „Integrated Plant Protection – a Knowledge-Based Step towards Sustainable agriculture, Forestry and Landscape Architecture“* (November 24-28, 2014, Zlatibor, Serbia, pg. 217-224
18. Vasiliauskas, R. 2001. Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forest: a literature review. *Forestry*, 74: 319-336.

